

คำนำ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาภาคฤดูร้อนเชิร์นของนาย
สาโรช สีดำรงวัฒนากุล ณ สมาพันธรัฐสวิส ระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 31 สิงหาคม พ.ศ. 2556
เนื้อหาในรายงานฉบับนี้ประกอบด้วย ข้อมูล ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าได้รับจากการเข้า
ร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ อาทิเช่น ความรู้ที่ได้รับจากการเข้าฟังบรรยาย ประสบการณ์จากการทำงานวิจัย ณ
CMS และการเยี่ยมชมสถานปฏิบัติการต่าง ๆ นอกจากนี้ข้าพเจ้าได้รวบรวมประสบการณ์ชีวิตและความ
ประทับใจในด้านอื่น ๆ ที่ได้จากการเดินทางครั้งนี้บรรยายในส่วนของบันทึกประจำวันตลอดช่วงที่เข้าร่วม
กิจกรรม

ข้าพเจ้าหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ ได้เรียนรู้ประสบการณ์ และเก็บเกี่ยว
ความรู้จากกิจกรรมครั้งนี้ นอกจากนี้ข้าพเจ้ามีความมุ่งหวังจะให้รายงานฉบับนี้เป็นแรงบันดาลใจให้ผู้อ่าน
ได้เห็นความสำคัญของฟิสิกส์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเป็นแนวทางในการเตรียมตัวสำหรับนักศึกษา
ภาคฤดูร้อนเชิร์นในรุ่นต่อ ๆ ไป หากเนื้อหาในรายงานมีความผิดพลาดไม่ว่าจะไปการสะกดคำหรือ
เนื้อหาที่ผิดพลาดไป ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และโปรดแจ้งความผิดพลาดดังกล่าวแก่ข้าพเจ้า
ผ่านทาง saroch.lyd@gmail.com ขอบพระคุณครับ

สาโรช สีดำรงวัฒนากุล

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เป็นอย่างสูงที่ทรงพระราชทานโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เดินทางไปเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเชิร์น ข้าพเจ้าจะนำความรู้ประสบการณ์ และแรงบันดาลใจที่ได้รับในการเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้ มาถ่ายทอดและผลักดันให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมต่อไป

ขอขอบพระคุณ Martijn Mulders, Pedro Silva, Juerg Eugster และ Benjamin Stieger อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานวิจัย ถ่ายทอดเทคนิค ประสบการณ์และความรู้ในการทำวิจัย ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและฟิสิกส์อนุภาค

ขอขอบพระคุณ ดร.นรพัทธ ศรีนิโนภาษ ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก และพีชญาณิส (แนน) ที่ให้คำคอยดูแลและให้ความช่วยเหลือระหว่างการเข้ากิจกรรมในครั้งนี้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการเป็นอยู่และในด้านการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ดร.บุรินทร์ อัครพิภพ และพินิจวิทย์ (พีโม) สำหรับการช่วยฝึกสอนการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ชิตนันท บวรชัย และ ดร.ชุตินันท์ พันธวงค์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำปรึกษาและความกรุณาเขียนหนังสือรับรองแก่ข้าพเจ้าเพื่อใช้ในการสมัครเข้าร่วมโครงการ นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ขอให้คำแนะนำและประสิทธิประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้า จึงทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ดังกล่าวมาใช้ต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณ Anca Burghart และคณะผู้ประสานงานโครงการ ณ CERN และ คุณ อุมารัชนี แก้วบุตตา และคณะผู้ประสานงานจากทาง สวทช. สำหรับการประสานงานต่าง ๆ ระหว่างเข้าร่วมโครงการ

ขอขอบคุณ ครอบครัว พี่ ๆ เพื่อน ๆ ทั้งที่ไทยและเพื่อนๆต่างชาติ ที่คอยเป็นกำลังใจและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการดำเนินชีวิตและการทำงานระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ องค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป (CERN) โครงการความร่วมมือไทย-เชิร์น สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ศูนย์ความเป็นเลิศทางฟิสิกส์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) ที่ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมที่มีประโยชน์แบบนี้มาอย่างต่อเนื่อง และทำให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสได้เปิดโลกทัศน์ในด้านฟิสิกส์อนุภาค ซึ่งนับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับข้าพเจ้า

สารบัญ

บทที่	หน้า
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 : โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น 2556	1
- รูปแบบกิจกรรม	1
- การบรรยาย	2
- Workshops	10
- เยี่ยมชมสถานีทดลอง	12
- กิจกรรมการนำเสนอโปสเตอร์และการนำเสนอปากเปล่า	18
- การทำงานวิจัย	19
บทที่ 2 : รายงานโครงการวิจัยระหว่างเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ประจำปี 2556 CERN Summer project	20
บทที่ 3 : ประสพการณ์ที่ได้รับ ข้อเสนอแนะ และแผนการดำเนินการหลังเข้าร่วมกิจกรรม	26
ภาคผนวก ก : บันทึกประจำวัน	29
ภาคผนวก ข : คำแนะนำสำหรับนักศึกษารุ่นต่อไป	58

บทที่ 1

โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น 2556 (CERN Summer Student Programme 2013)

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงภาพรวมของกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งข้าพเจ้าได้เข้าร่วมในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น (CERN Summer Student Programme 2013) ซึ่งแบ่งออกเป็นกิจกรรมหลัก ๆ ได้แก่ การเข้าฟังบรรยาย workshops กิจกรรมเยี่ยมชมสถานที่ทดลอง การนำเสนอโปสเตอร์ผลงานและนำเสนอผลงานแบบบรรยายและการทำงานวิจัย

● รูปแบบกิจกรรม

โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์นจะจัดขึ้นทุกปีในช่วงประมาณเดือน กรกฎาคม ถึง กันยายน โดยปกตินักศึกษาจากประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิกซึ่งรวมถึงประเทศไทยจะได้ร่วมกิจกรรมเป็นเวลา 2 เดือน คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ในขณะที่นักศึกษาจากประเทศสมาชิกจะได้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นเวลาสามเดือน โดยในปีนี้มีนักศึกษาจากทั่วโลกเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 276 คน โดยนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ได้มีเพียงนักศึกษาด้านฟิสิกส์หรือฟิสิกส์อนุภาค แต่ยังมีนักศึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในหลากหลายสาขา อาทิ เครื่องกล ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ และนักศึกษาจากสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากการดำเนินการวิจัยขนาดใหญ่ที่เซิร์นจะใช้กำลังคนจากทุกสาขาดังนั้นหัวข้อการบรรยายและหัวข้องานวิจัยที่นักศึกษาสามารถเข้าร่วมทำระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมจึงหลากหลายและไม่ได้มีเพียงฟิสิกส์อนุภาค ภาพลักษณ์ของเซิร์นซึ่งรวมถึงโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนจึงไม่ได้เป็นเพียงแหล่งพบปะที่มีแต่นักฟิสิกส์หัวขุ่น ๆ เดินกันเต็มไปหมด คุยกันแต่วิชาฟิสิกส์ขั้นสูงที่แก่นักวิทยาศาสตร์หรือนักฟิสิกส์ในสาขาอื่น ๆ ยังฟังไม่รู้เรื่อง แต่กลับเป็นภาพของกลุ่มคนในหลากหลายอาชีพที่พยายามทำหน้าที่ของตนเพื่อช่วยกันตอบคำถามสำคัญของมนุษยชาติจริง ๆ แล้วเราประกอบจากอะไรและเราจะนำมันไปพัฒนาเป็นเทคโนโลยีมาช่วยให้มนุษย์เราสะดวกสบายขึ้นได้อย่างไร

กิจกรรมในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน นอกจากกิจกรรมหลัก ๆ 5 กิจกรรมซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมของเข้าฟังบรรยาย workshops กิจกรรมเยี่ยมชมสถานที่ทดลอง การนำเสนอโปสเตอร์ผลงานและนำเสนอผลงานแบบบรรยายและการทำงานวิจัย ที่จะบรรยายในรายละเอียดในหัวข้อย่อยต่อไป นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งถูกจัดขึ้น ทั้งที่เป็นทางการ อาทิเช่น การเข้าร่วมชุมนุมที่เราสนใจ เช่น กีฬาประเภทต่าง ๆ หรือ ชุมนุมภาพยนตร์ เป็นต้น หรือกิจกรรมอื่นๆ อาทิ การประกวดภาพถ่าย การฟังบรรยายในหัวข้อพิเศษต่าง ๆ จากนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ และแบบไม่เป็นทางซึ่งจะถูกจัดขึ้นกันเองโดยนักศึกษาในโครงการ เช่น ปาร์ตี้ซึ่งจะมีขึ้นทุก ๆ อาทิตย์ ห้องเรียนภาษา ห้องเรียนเต้น หรือการออกไปเที่ยวนอกสถานที่ตามแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ทุกกิจกรรมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ดีและเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ประสบการณ์ชีวิตในด้านสังคม ภาษา แง่คิดของเพื่อน ๆ ต่างชาติ และได้เรียนรู้

วัฒนธรรมที่หลากหลาย ข้าพเจ้าคิดว่ากิจกรรมเหล่านี้เป็นอีกส่วนหนึ่งนอกเหนือจากด้านวิชาการที่จะได้รับจากโครงการ และมันจะเติมเต็มรสชาติในการใช้ชีวิตระหว่างเข้าร่วมโครงการให้สมบูรณ์

- **การบรรยาย**

กิจกรรมการเข้าฟังบรรยายถูกจัดขึ้นในช่วง 6 อาทิตย์แรกของการเข้าร่วมโครงการ ซึ่งจัดขึ้นในช่วงเช้าของทุก ๆ วันจันทร์ถึงศุกร์ตั้งแต่เวลา 9:00-12:30 น. โดยจะเปิดเวลาให้เป็นช่วงถามตอบในเวลา 12:00-12:30 น. ซึ่งข้าพเจ้าถือเป็นช่วงสำคัญในแต่ละวัน เพราะนักศึกษาจะได้ซักถามข้อสงสัยและทำให้เราเข้าใจเนื้อหาในบรรยายและความรู้สึก ความเข้าใจของเพื่อน ๆ ที่มีต่อการบรรยายในแต่ละหัวข้อ โดยในปีหัวข้อการบรรยายประกอบไปด้วย 30 หัวข้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มหลัก ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ฟิสิกส์เชิงทฤษฎี ซึ่งประกอบไปด้วย

1. Particle world
2. Standard Model
3. HEP theory concepts (Introduction to Quantum Field Theory)
4. Beyond the Standard Model
5. Heavy ions
6. Neutrino Physics
7. Flavour and CPV
8. Antimatter
9. String theory

กลุ่มที่ 2 ฟิสิกส์เชิงการทดลองและเทคโนโลยีของเครื่องเร่งและเครื่องตรวจจับอนุภาค
ซึ่งประกอบไปด้วย

1. Accelerators (Introduction to Accelerator Physics)
2. Detectors for Particle Physics-introduction
3. Detectors for Particle Physics-interaction with matter
4. Detectors for Particle Physics-Scintillators, Gaseous detector, and semiconductor detector
5. Electronics / TDAQ (Electronics, Trigger and Data acquisition)
6. Triggers for LHC
7. Physics at future colliders
8. SM Physics LHC (Basic & QCD, Top quark, and Higg Boson)
9. LHC upgrade-Upgrade Performance Goals and HL-LHC Upgrade Ingredients
10. LHC upgrade-Superconducting magnets
11. LHC upgrade-RF systems
12. Search for beyond the SM Physics at hadron colliders

กลุ่มที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลในการฟิสิกส์อนุภาค ซึ่งประกอบไปด้วย

1. Statistics (Practical Statistics for Particle Physics)
2. From Raw Data to Physics Results
3. Monte Carlo-event simulation for LHC
4. Monte Carlo-predictive MC tools for colliders
5. Detector Simulation

กลุ่มที่ 4 งานประยุกต์และอื่น ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. Nuclear Physics
2. Accelerators in cancer therapy
3. Cosmology
4. Astroparticle Physics



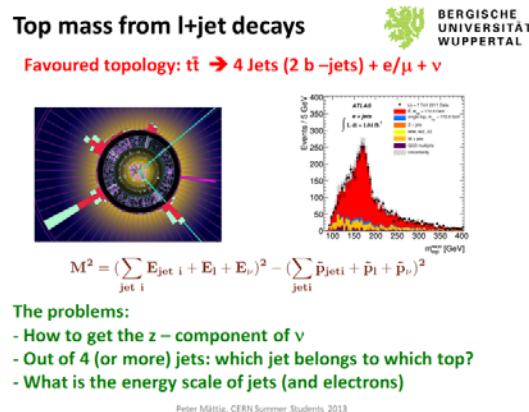
รูปที่ 1 บรรยากาศการบรรยายในคาบ HEP

โดยรายละเอียดและเนื้อหาของหัวข้อบรรยายทั้งหมด ผู้สนใจสามารถเข้าไปฟังบรรยายออนไลน์ได้จาก <http://summer-timetable.web.cern.ch/summer-timetable/> ในที่นี้ข้าพเจ้าได้เลือกหัวข้อที่ข้าพเจ้าสนใจเป็นพิเศษ หรือเกี่ยวข้องกับการงานวิจัยของข้าพเจ้ามาเขียนรายงานดังนี้

○ SM Physics LHC (Top quark)

ในการบรรยายในหัวข้อนี้เป็นการบรรยายเพื่อแสดงถึงผลการทดลองจาก LHC ที่แสดงการมีอยู่ของ Standard Model (SM) ซึ่งข้าพเจ้าจะดึงเนื้อหาเฉพาะในส่วนของมวลของ top quark มาสรุป เนื่องจากเป็นส่วนที่เกี่ยวกับงานวิจัยของข้าพเจ้า

มวลเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของอนุภาคที่ไม่สามารถทำนายโดยใช้แบบจำลองมาตรฐานได้ แต่เราสามารถวัดมวลของอนุภาคมูลฐาน อาทิ อิเล็กตรอน ซึ่งสามารถวัดได้โดยตรง สำหรับ quark โดยทั่วไปเราก็สามารถคำนวณมวลจาก hadron products ได้ อย่างไรก็ตามสำหรับ top quark ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีมวลมากที่สุดใน แบบจำลองมาตรฐาน เราพบปัญหาในการคำนวณหามวลหลักดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปัญหาในการวัดมวลของ top quark

สำหรับปัญหาแรกเกิดจากการที่เราไม่สามารถวัดพลังงานและโมเมนตัมของนิวตริโนในแกน z (E_ν และ $p_z(\nu)$) ซึ่งแม้จะแก้หาได้ด้วยสมการกำลังสองแต่โดยทั่วไปค่าที่วัดได้มักมีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็น อยู่ประมาณ 70%

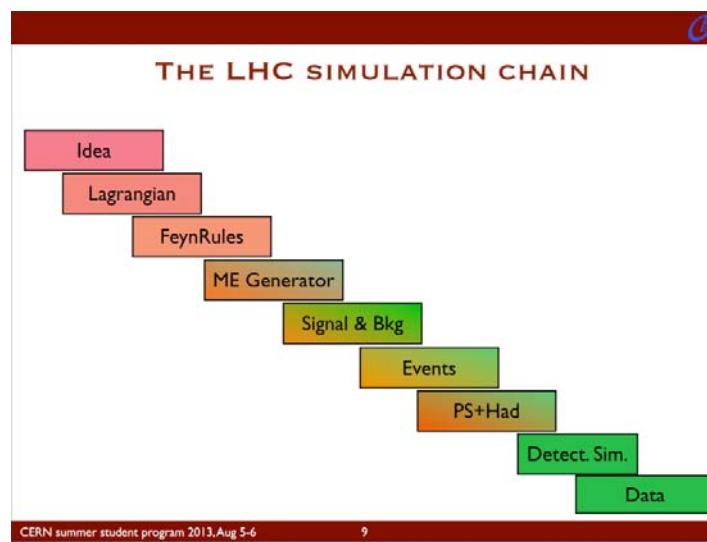
$$M_W^2 = (E_l + E_\nu)^2 - (p_x(l) + p_x(\nu))^2 - (p_y(l) + p_y(\nu))^2 - (p_z(l) + p_z(\nu))^2$$

$$E_\nu = \sqrt{p_x(\nu)^2 + p_y(\nu)^2 + p_z(\nu)^2}$$

นอกจากนี้ปัญหาอื่น ๆ เป็นปัญหาน่าสนใจเช่นกัน สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก <https://indico.cern.ch/event/243742>

○ Monte Carlo (Event simulation for LHC and Predictive MC tools for colliders)

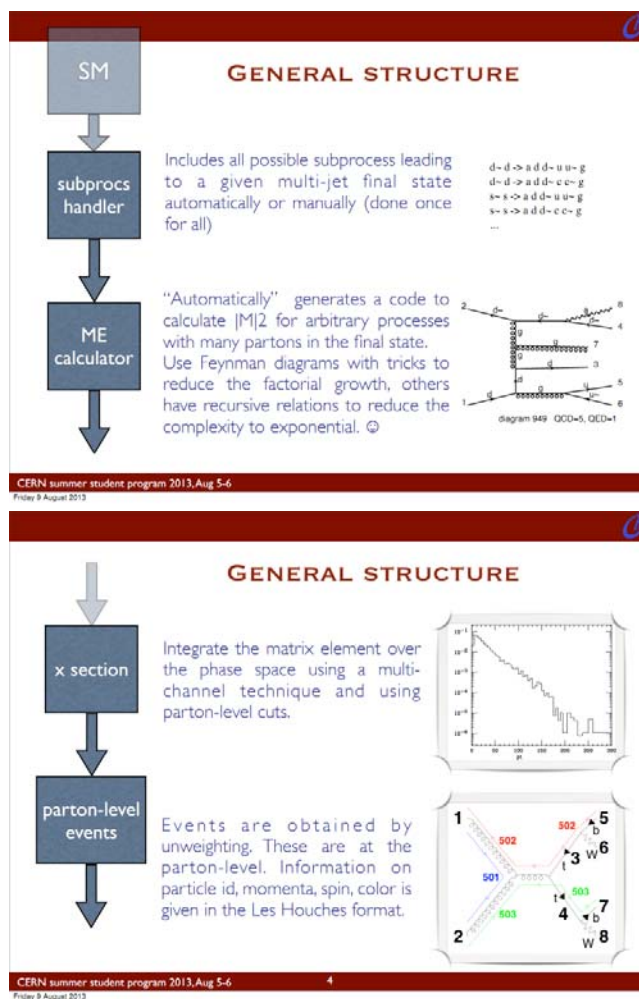
การบรรยายในหัวข้อนี้เป็นการบรรยายที่เกี่ยวข้องกับการจำลองเหตุการณ์การชนกันของอนุภาค อาทิ โปรตอนกับโปรตอนที่ LHC เหตุผลที่ชื่อหัวข้อการบรรยายเป็น Monte Carlo เนื่องจากในการจำลองที่ใช้เทคนิคดังกล่าวในการสุ่มจำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา โดยขั้นตอนการจำลองหลักสามารถแบ่งได้ตามรูปที่ 3

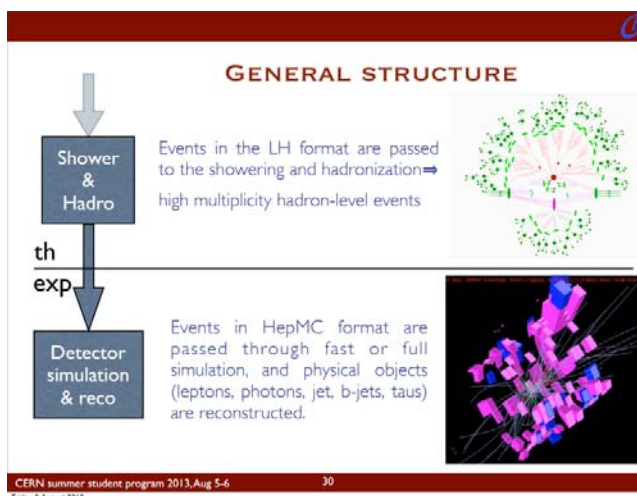


รูปที่ 3 กระบวนการใช้ในการจำลองเหตุการณ์อนุภาคชนกันที่ระดับพลังงานสูง

โดยในการจำลองระเบียบวิธีจะทำการกำหนด Lagrangian ของระบบ และทำนายหา Feymann diagrams ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากอนุภาคที่ใช้ชนกัน และส่งคืน Matrix element generators (ME Generator) โดยระบบจะเลือกปฏิกิริยาที่เราสนใจมาเป็นสัญญาณ (Signal) ในขณะที่เหตุการณ์อื่น ๆ เป็นสัญญาณพื้นหลัง (Bkg) ส่งผลดังกล่าวไปยัง event generation เพื่อสร้างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการชนดังกล่าวโดยการสุ่มเหตุการณ์ด้วยเทคนิค MC อนุภาคที่

ได้จะถูกส่งต่อไปคำนวณเหตุการณ์ Parton shower (PS) และ Hadronization ซึ่งทำให้อนุภาค
สลายตัวกลายเป็นอนุภาคที่สามารถตรวจจับได้ที่เครื่องตรวจจับอนุภาค โดยรายละเอียดในการ
จำลองสามารถศึกษาได้จากรายละเอียดดังรูปที่ 4 รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จาก
<https://cp3.irmp.ucl.ac.be/projects/madgraph/wiki/MCSummerCERN13>

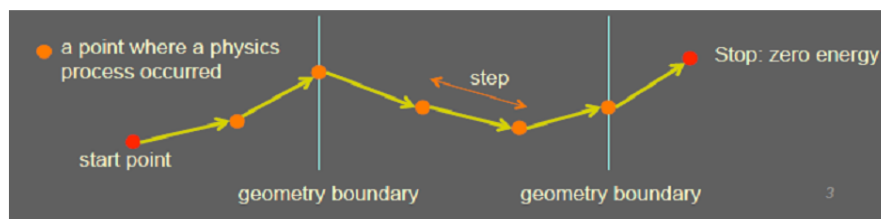




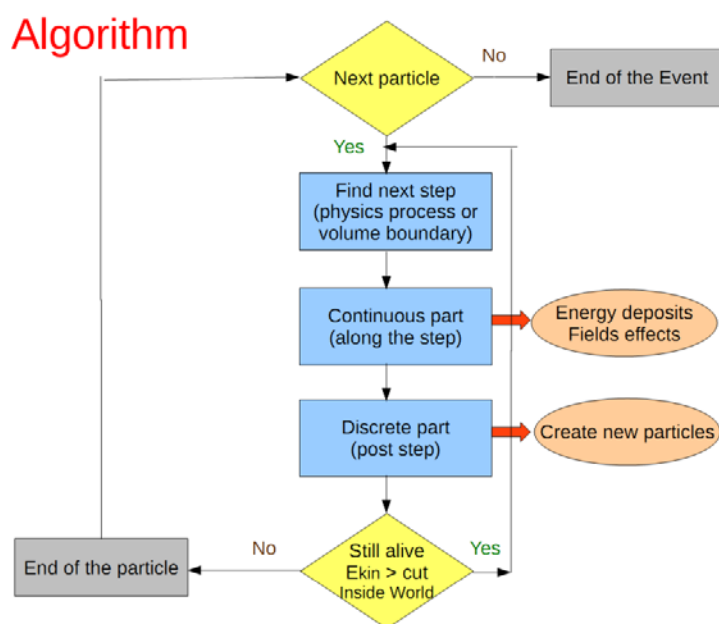
รูปที่ 4 ขั้นตอนในการจำลอง

○ Detector Simulation

ในฟิสิกส์เชิงคำนวณ เมื่ออนุภาคซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จาก hard scattering เคลื่อนที่มาถึงหัววัดกระบวนการที่เรียกว่า detector simulation จะถูกนำดำเนินการเพื่อจำลองเส้นทางของอนุภาคภายในหัววัดซึ่งอนุภาคจากการจำลองนี้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการวัดจริง โดยโปรแกรมหลักที่ทาง LHC ใช้คือ Geant4 นอกจากนี้ยังมีโปรแกรม อาทิเช่น Fluka MARS MCNP/MCNPX โดยหลักการของโปรแกรมจะอาศัยการคำนวณแบบ Non-deterministic คล้าย ๆ random walk โดยการสุ่มทิศทางและระยะการเคลื่อนที่ผ่านสสารหรือเครื่องตรวจจับอนุภาค โดยกระบวนการจำลองเริ่มจากการสุ่มตำแหน่งและทิศทางของอนุภาคจากฟังก์ชันแจกแจงความน่าจะเป็นเพื่อเคลื่อนอนุภาคไปยังตำแหน่งใหม่ดังรูปที่ 5 โดยในแต่ละครั้งที่มีการเคลื่อนตำแหน่ง ระเบียบวิธีนี้จะทำการคำนวณการเกิดอันตรกิริยา หรือขอบเขตของเครื่องตรวจจับ โดยถ้าในกระบวนการนั้นอนุภาคยังไม่สลายตัวหรือเกิดอนุภาคใหม่ ระบบทำการหาพลังงานที่สูญเสียและผลจากสนามแม่เหล็กในเครื่องตรวจจับ แต่ถ้าเกิดอนุภาคใหม่ระบบจะจดจำและคำนวณอนุภาคใหม่แทนการดำเนินการนี้ และจะดำเนินการสำหรับทุก ๆ อนุภาคในระบบ และมีชื่อเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า Monte Carlo radiation transportation ดังแสดงในรูปที่ 6

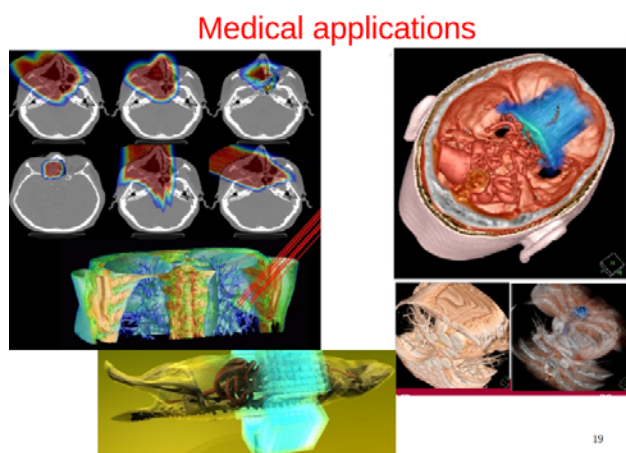


รูปที่ 5 เส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคจากการจำลอง



รูปที่ 6 ระเบียบวิธีสำหรับ Monte Carlo radiation transportation codes

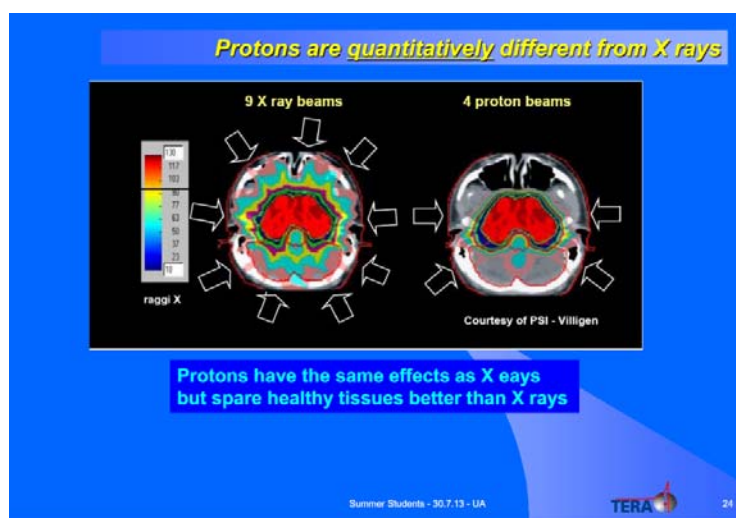
นอกจากการใช้การจำลองดังกล่าวในงานด้านฟิสิกส์อนุภาค ผู้บรรยายได้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมและเทคนิคนี้สามารถถูกใช้งานด้านการแพทย์ดังรูปที่ 7 ข้าพเจ้าจึงรู้สึกมีความสนใจต่อโปรแกรม และระเบียบวิธีนี้เป็นอย่างมาก และคาดหวังว่าจะได้ศึกษาโปรแกรมนี้อย่างละเอียด และสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป



รูปที่ 7 การประยุกต์ใช้ในเชิงการแพทย์

○ Accelerators in cancer therapy

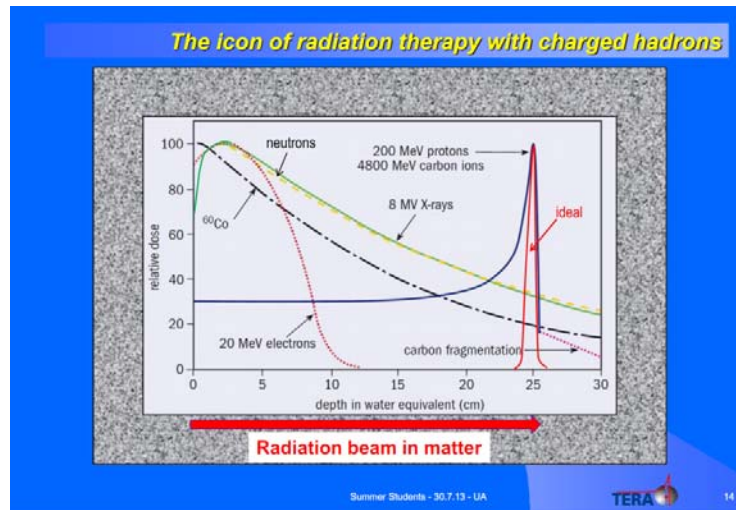
หัวข้อการบรรยายนี้เป็นหัวข้อที่ข้าพเจ้าสนใจ อย่างไรก็ตามเนื้อหาที่บรรยายไม่ได้ลงในหลักการมากนัก โดยสรุปผู้บรรยายพยายามอธิบายถึงการใช้อนุภาคพลังงานสูง อาทิโปรตอน แทนแสง X-ray ในการรักษาเซลล์มะเร็ง ซึ่งจะให้ผลที่แม่นยำในการรักษามากกว่าดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความแตกต่างระหว่างการใช้แสงและโปรตอนในการรักษา

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณโดสที่ได้รับดังรูปที่ 9 พบว่าการใช้ charged hadrons ทำให้การรับโดสได้ตรงตำแหน่งความลึกที่ต้องการ ผลของ radiation ในลักษณะดังกล่าวเป็นข้อดีต่อการนำไปใช้ในเชิงการแพทย์อย่างมาก นอกจากนี้ผู้บรรยายได้แสดงลักษณะของหัวควบคุมการปล่อย

อนุภาคในรูปแบบต่าง ๆ และสถานีให้บริการทางการแพทย์ซึ่งนำหลักการเร่งอนุภาคในลักษณะนี้ไปใช้



รูปที่ 9 โปรไฟล์ของโดสรังสีสำหรับอนุภาคต่างชนิด

- Workshops

- ROOT

โปรแกรม ROOT เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงผลเพื่อใช้กับงานด้านฟิสิกส์อนุภาค โปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทาง command หรือ terminal เป็นหลัก และมีส่วนที่เป็น GUI เพียงบางส่วน คำสั่งต่างๆ จะมีลักษณะคล้ายภาษา C เราสามารถเข้าไปค้นหาคำสั่งได้ตามเพจด้านล่าง โดยในการอบรมในครั้งนี้เป็นการอบรมแบบช่วยตนเองเป็นหลัก ถ้ามีปัญหาจึงสอบถามเพื่อนหรือเจ้าหน้าที่ โดยผู้บรรยายจะให้เราเข้าไปศึกษาและทำตามใน tutorials ตามลิงค์ <https://root.cern.ch/drupal/> (เข้าไปที่ Documentation/Others source/Tutorials and source) ซึ่งเราสามารถทำตามได้ไปทีละขั้นตอน

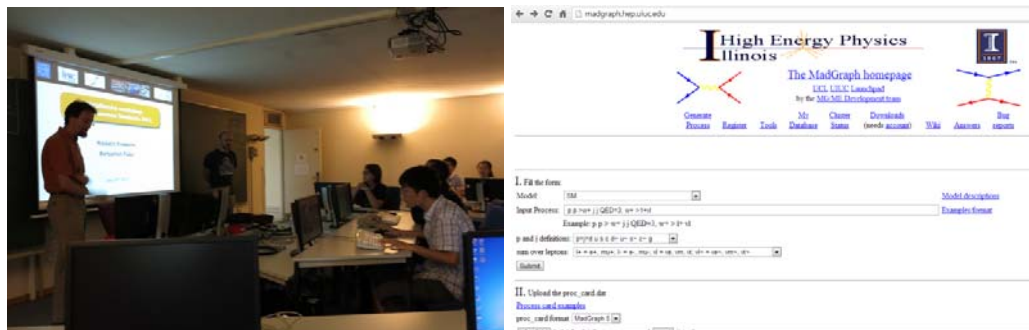


รูปที่ 10 หน้าเพจของโปรแกรม ROOT

○ MadGraph

MadGraph เป็นโปรแกรมใช้ในการทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากอนุภาคตั้งต้นที่เราปล่อยไปชนกัน โดยการหารูปแบบเหตุการณ์จาก Feymann diagrams ที่เป็นไปได้ทั้งหมด และส่งคืน Matrix element generators ซึ่งต้องใช้ในการอินทิเกรตหา cross section สำหรับแต่ละเหตุการณ์ อย่างไรก็ตามการอินทิเกรตดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรมาก ดังนั้นในการจำลองอีกทางหนึ่งคือการส่งผลดังกล่าวไปยัง event generation ซึ่งอาจเป็น package ของ MadGraph เพื่อสร้างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการชนดังกล่าว

กิจกรรมในวันนั้นสนุกสนานมากเนื่องจากผู้บรรยายสามารถบรรยายได้อย่างเข้าใจ และข้าพเจ้าได้เรียนรู้หลักการที่ใช้ในการจำลองการชนของอนุภาคที่ระดับพลังงานสูงเป็นครั้งแรก และได้ทดลองทำตัวเป็น MadGraph พยายามหา Feymann diagrams ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากโจทย์ที่ผู้บรรยายให้ สำหรับผู้สนใจสามารถเข้าไปดูเนื้อหาและโจทย์ท้าย workshop ได้ตามลิงค์ <https://cp3.irmp.ucl.ac.be/projects/madgraph/wiki/CernSummerSchool13?version=7>



รูปที่ 11 (ซ้าย) บรรยายากระหว่างการบรรยาย (ขวา) หน้าเพจของโปรแกรม MadGraph

○ Cloud chamber

กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่น่าสนใจและตื่นเต้นมากแม้จะเป็นการทดลองง่าย ๆ แต่เพราะการทดลองนี้สามารถแสดงให้เห็นเส้นทางของอนุภาคมิวออน ซึ่งหลักการในการเห็นเส้นทางดังกล่าวเกิดจากการที่แอลกอฮอล์ในสถานะไอร้อนยิ่งยวดซึ่งมีคุณสมบัติไวต่อการเปลี่ยนสถานะเมื่อถูกรบกวน เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวโดยการรบกวนจากการเคลื่อนที่ผ่านของอนุภาค



รูปที่ 12 (ซ้าย) ผู้บรรยายและการทดลองที่ต้องติดตั้ง (ขวา) เส้นทางของมิวออน

● เยี่ยมชมสถานียทดลอง

การเยี่ยมชมสถานียทดลองในเชิร์น เป็นกิจกรรมที่อาศัยความเร็วในการลงทะเบียนและความรับผิดชอบในการส่งแบบสอบถามในการเข้าร่วมฟังบรรยาย โดยทางผู้ประสานงานโครงการจะเปิดให้นักศึกษาในโครงการลงทะเบียนเลือกสถานียทดลองที่อยากเข้าเยี่ยมชมและ workshop ที่อยากเข้าร่วมทำกิจกรรม ซึ่งในแต่ละการเยี่ยมชมจะมีการกำหนดวันและเวลาเพื่อให้นักศึกษาได้วางแผนในการเยี่ยมชมด้วยตัวเองเพื่อไม่ให้เวลาเกิดการซ้ำซ้อน ดังที่มีตัวอย่างเกิดขึ้นกับเพื่อนของข้าพเจ้าในปีนี้ ดังนั้นควรจัดตารางเวลาให้เหมาะสม สำหรับการเยี่ยมชมสถานียทดลองอื่น ๆ ซึ่งอาจไม่เปิดให้ลงทะเบียน และทางลัดอีกวิธีการหนึ่ง คือ เราสามารถรวมกลุ่มเพื่อน ๆ และติดต่อขอเข้าเยี่ยมชมได้ด้วยตัวเอง นอกจากนี้บางสถานียทดลองอาจมีการเปิดรับเด็กการจากห้องบรรยาย อาทิ Antiproton Decelerator (AD) โดยข้าพเจ้าได้เข้าร่วมสถานียทดลอง จำนวน 6 แห่ง ประกอบด้วย CMS, SM18, ATLAS, AD, LEIR/LINAC และ the computer center

○ CMS

CMS หรือ Compact Muon Solenoid เป็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคตัวใหม่ของ LHC ทำหน้าที่ตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลองมาตรฐาน อนุภาคฮิกส์ ทฤษฎีสัมมาตรวยดิ่ง (Supersymmetry theory) ฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการมีอยู่ของมิติพิเศษ (Extra-dimensions

physics) CMS มีความสามารถในการตรวจจับมิวออนได้ดี ในปีนี้เนื่องจาก LHC หยุดเดินเครื่องเพื่อปรับปรุงและพัฒนาระบบ ข้าพเจ้าจึงมีโอกาสได้เข้าไปเยี่ยมชมเครื่องวัดจริง ดังรูปที่ 13

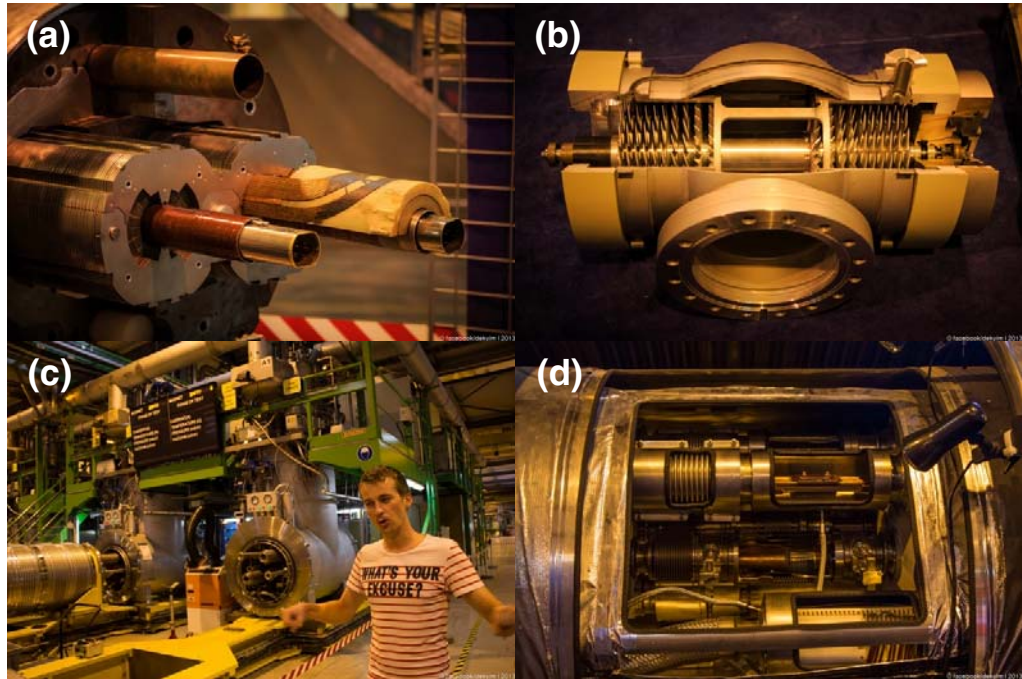


รูปที่ 13 บรรยากาศระหว่างเยี่ยมชม CMS (a) ระบบ trigger (b) เครื่องตรวจวัดอนุภาค CMS (c) เจ้าหน้าที่ที่กำลังดำเนินการปรับปรุงเครื่องตรวจวัด (d) ดร.นรพันธ์ รับหน้าที่เป็นไกด์กำลังแนะนำข้อมูล (e) เครื่องตรวจม่านตาเพื่อรักษาความปลอดภัย และ (f) เจ้าหน้าที่ในห้องควบคุม

○ SM18

SM18 (Superconducting Magnet) เป็นโรงงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบและติดตั้งระบบท่อส่งโปรตอนให้กับ LHC โดยในท่อหนึ่งท่อจะประกอบด้วยท่อส่งโปรตอนสองท่อและระบบแม่เหล็กตัวนำยิ่งยวดรอบท่อซึ่งทำให้ควบคุมการเคลื่อนที่ของโปรตอนภายในท่อ ดังรูปที่ 14 (a) และ (c) เป็นรูปภายในโรงงานขณะท่อนำส่งอนุภาคกำลังถูกทำการทดสอบ นอกจากนี้โรงงาน

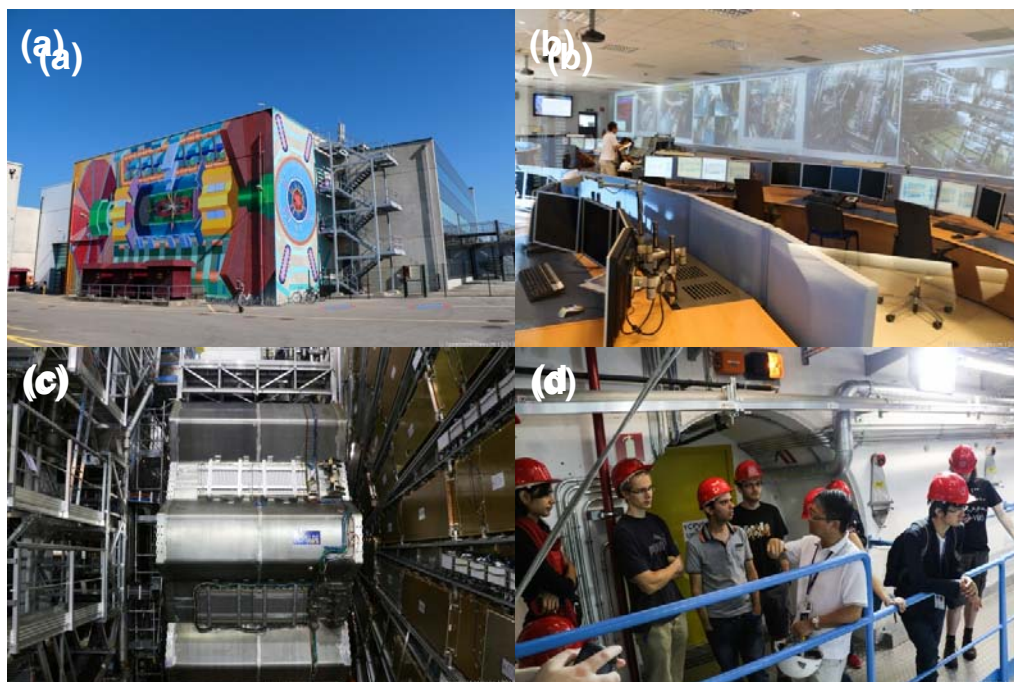
ยังมีนิทรรศการแสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอนุภาค เช่น รูปที่ (b) แสดงปั๊มทำระบบสุญญากาศ และ (d) แสดงบริเวณของตัวเชื่อมต่อ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่เคยมีปัญหาและทำให้ LHC ต้องหยุดการเดินเครื่องในช่วงแรกที่มีการเดินเครื่อง



รูปที่ 14 บรรยากาศระหว่างเยี่ยมชม SM18 (a) ท่อนำส่งอนุภาค (b) ปั๊มทำระบบสุญญากาศ (c) ไกด์กำลังบรรยายถึงการทดสอบท่อนำส่งอนุภาค และ (d) รอยต่อของท่อนำส่งอนุภาค

○ ATLAS

ATLAS หรือ A Toroidal LHC Apparatus เป็นเครื่องตรวจวัดอนุภาคขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ CMS แต่ใช้ระบบแม่เหล็กที่เครื่องวัดแตกต่างกันจึงมีขนาดใหญ่กว่า CMS ที่ตั้งของ ATLAS อยู่บริเวณตรงข้ามถนนกับสำนักงานหลัก CERN โดยภายนอกของอาคารจะมีภาพวาดโครงสร้างของเครื่องตรวจวัดอนุภาคขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 15 ทำให้ตัวอาคารเห็นได้ชัดจากระยะไกล (a) เมื่อเข้าไปในตัวอาคารเราพบกับห้องควบคุมของ ATLAS ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีเจ้าหน้าที่อยู่น้อยมาก เนื่องจากอยู่ในช่วงหยุดเดินเครื่อง ดังนั้นเช่นเคยด้วยเหตุผลดังกล่าวข้าพเจ้าจึงได้มาโอกาสลงไปได้เดินเพื่อดูเครื่องวัดตัวจริงเสียงจริงดังรูปที่ (c) มันเป็นอะไรที่ใหญ่มาก (กล้องเก็บไม่หมด มุมกว้างไม่พอ)



รูปที่ 15 บรรยากาศระหว่างเยี่ยมชม ATLAS (a) บริเวณอาคารภายนอก (b) ห้องควบคุม (c) เครื่องตรวจวัด ATLAS และ (d) ไกด์กำลังบรรยายองค์ประกอบของเครื่อง

○ AD

AD หรือ Antiproton Decelerator เป็นเครื่องหน่วงแอนติโปรตอน (antiproton) ดังรูปที่ 16 (b) AD มีหน้าที่ทำให้แอนติโปรตอนมีพลังงานลดลง โดย antiproton ถูกผลิตมาจากการยิงโปรตอนจาก Proton Synchrotron (PS) ใส่โลหะหนักซึ่งจะทำให้เกิดคูโปรตอนและแอนติโปรตอนขึ้น เครื่องหน่วงดังกล่าวถูกใช้ในประโยชน์ในการศึกษาสมบัติของปฏิอนุภาค ซึ่งจะมีสถานีทดลองศึกษาสมบัติต่าง ๆ ดังตาราง

ตารางที่ 1 : สถานีทดลองของ Antiproton Decelerator

Experiment	Codename	Title
AD1	ATHENA	Antihydrogen production and precision experiments
AD2	ATRAP	Cold antihydrogen for precise laser spectroscopy
AD3	ASACUSA	Atomic spectroscopy and collisions using slow antiprotons
AD4	ACE	Relative biological effectiveness and peripheral damage of antiproton annihilation
AD5	ALPHA	Antihydrogen laser physics apparatus
AD6	AEGIS	Antihydrogen experiment gravity interferometry spectroscopy

นอกจากในส่วนของ AD ผู้บรรยายได้พาพวกข้าพเจ้าไปเยี่ยมชมสถานที่ทดลองต่าง ๆ ข้าพเจ้ามีโอกาสได้มองเห็นสถานีทดลองที่ 1 ATHENA ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีการสร้าง แอนติไฮโดรเจน (antihydrogen) ได้สำเร็จเป็นครั้งแรกของโลก ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจมากที่ได้ไปยืนอยู่ตรงนั้น นอกจากนี้ผู้บรรยายยังได้บรรยายงานในส่วนของ ALPHA และ AEGIS อย่างละเอียดดังรูปที่ 16 (d) ในการเยี่ยมชมครั้งนี้เป็นการเยี่ยมชมที่ข้าพเจ้ามีความประทับใจมากเนื่องจากมีความสนใจเป็นพิเศษ

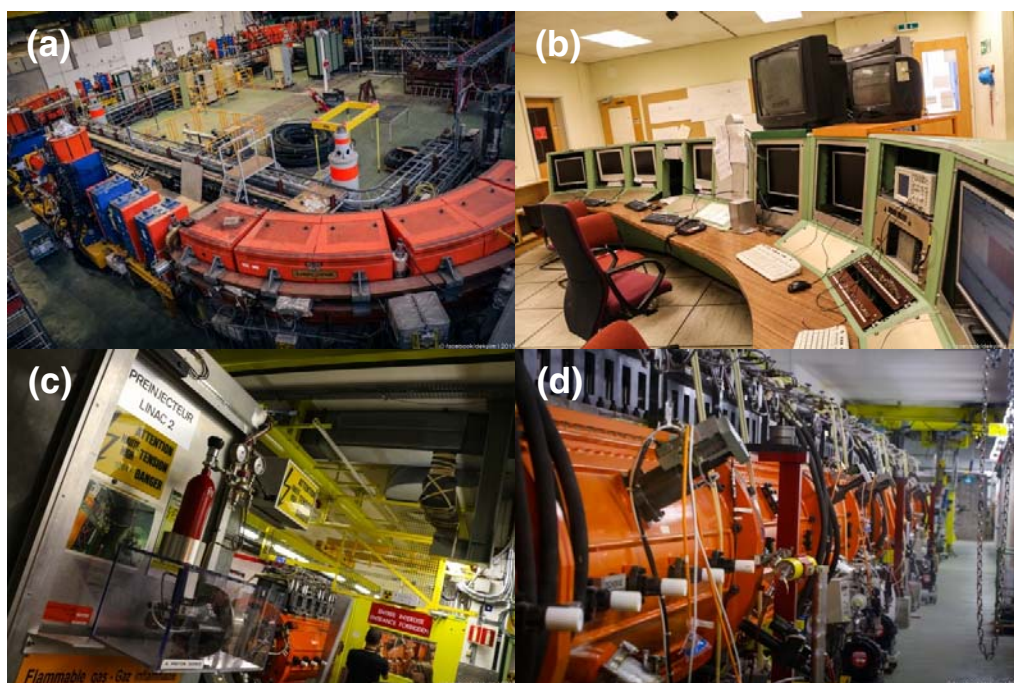


รูปที่ 16 บรรยายภาพระหว่างเยี่ยมชม AD (a) เกริ่นนำก่อนเข้าสู่ตัวอาคาร (b) เดินรอบๆ AD (c) electron cooling system และ (d) โกวัดกำลังบรรยายเทคนิคในการ trapped antihydrogen

○ LEIR/LINAC

LINAC หรือ Linear particle accelerator ดังรูปที่ 17 (d) เป็นเครื่องเร่งส่วนแรกที่ใช้ในการเร่งอนุภาคโปรตอนก่อนเข้าสู่ LHC ข้าพเจ้าได้เห็นถึงก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่จ่ายก๊าซไฮโดรเจนไปยังสนามไฟฟ้าที่ทำแยกเป็นโปรตอนก่อนเข้าสู่ระบบ LINAC ดังแสดงในรูปที่ 17 (c)

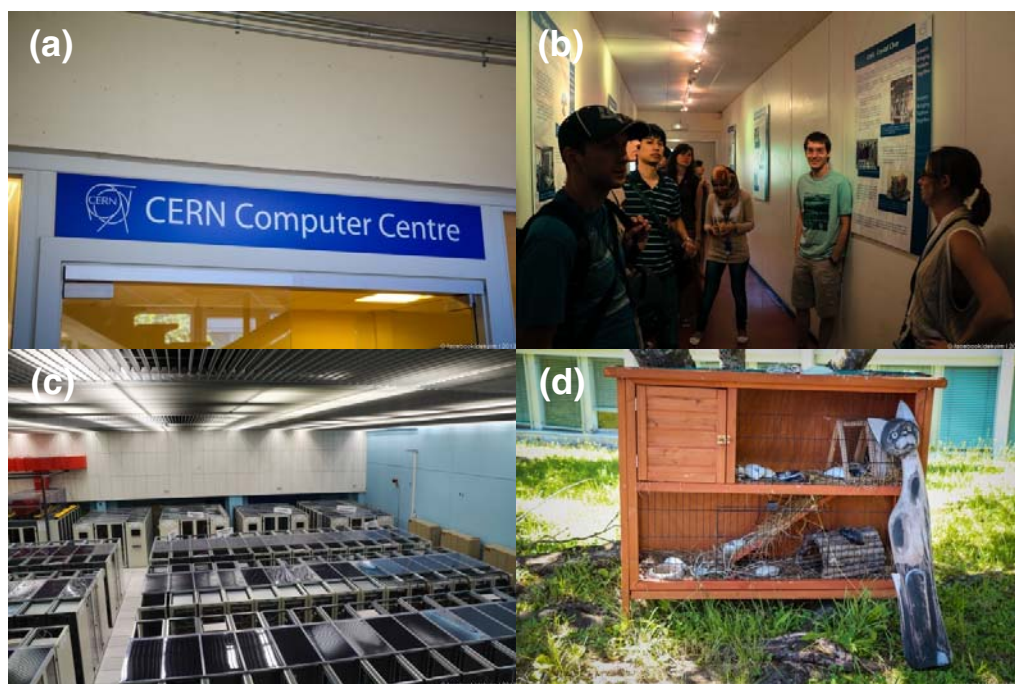
LEIR หรือ Low Energy Ion Ring ดังรูปที่ 17 (a) เป็นเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานต่ำซึ่งจะทำหน้าที่เร่งไอออนของตะกั่วให้มีพลังงานสูงขึ้นก่อนส่งไปยัง PS และ LHC ซึ่งจะมีเครื่องตรวจวัดอนุภาคสามารถศึกษาการชนกันของไอออนตะกั่ว นอกจากนี้ข้าพเจ้าได้เยี่ยมชมห้องควบคุมเครื่องเร่งพลังแรกตั้งแต่ก่อตั้งเชิร์นซึ่งยังมีการใช้งานอยู่ถึงปัจจุบันดังรูปที่ 17 (b)



รูปที่ 17 บรรยากาศระหว่างเยี่ยมชม LEIR/LINAC (a) LEIR (b) หัวควบคุม
(c) แหล่งกำเนิด (ถังแก๊สไฮโดรเจน) และ (d) LINAC

○ Computer center

ทรัพยากรคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อการทำงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เนื่องจากมีข้อมูลปริมาณมหาศาลทั้งจากการวัดและการจำลองที่ต้องการประมวลผล ศูนย์คอมพิวเตอร์จึงมีระบบ Computer cluster ดังรูปที่ 18 (c) และ Grid ซึ่งเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงเครือข่ายไปยังระบบคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่มีความร่วมมือกับเซิร์น การเยี่ยมชมในครั้งนี้เป็นไปด้วยดีแม้ไกด์จะตอบคำถามได้ไม่มากนัก ภายในศูนย์คอมพิวเตอร์มีนิทรรศการขนาดเล็กแสดงวิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์ซึ่งเทคโนโลยีส่วนใหญ่มักเริ่มต้นพัฒนาขึ้นที่เซิร์น อาทิ WWW และหน้าจอสัมผัส นอกจากนี้ยังมีนิทรรศการศิลปะเล็ก ๆ จัดแสดงอยู่หน้าศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยมีการรวบรวมเมาส์ (หนู) มาให้แมวเฝ้า ดูรูปที่ 18 (d) ดูน่ารัก น่าชัง และทำให้ข้าพเจ้าเห็นถึงมุขำขันของคนที่นี่



รูปที่ 18 บรรยากาศระหว่างเยี่ยมชม Computer center (a) ป้ายหน่วยงาน (b) ระหว่างรอดู Computer cluster (c) Computer cluster และ (d) นิทรรศการหนูและแมว

- **กิจกรรมการนำเสนอแบบโปสเตอร์ และกิจกรรมการนำเสนอปากเปล่า**

ในทุก ๆ ปีโครงการจะจัดให้มีกิจกรรมการนำเสนอผลงานทั้งในแบบโปสเตอร์และนำเสนอปากเปล่าซึ่งจะจัดขึ้นในอาทิตย์ถัดไปหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการบรรยาย กิจกรรมนี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากช่วยให้เราได้เห็นภาพรวมของงานวิจัยที่เกิดขึ้นที่เซิร์นจากเพื่อน ๆ ที่ทำงานอยู่ในหลากหลายหน่วยวิจัย เป็นที่น่าเสียดายที่ข้าพเจ้าไม่สามารถสมัครเข้าร่วมนำเสนอได้ทันเวลาเนื่องจากรอจดหมายตอบกลับจากอาจารย์ที่ปรึกษา สำหรับกิจกรรมการนำเสนอแบบโปสเตอร์ เป็นกิจกรรมที่สนุกสนานมาก เนื่องจากเป็นการถามตอบแบบตัวต่อตัวทำให้ได้รับรู้งานวิจัยของเพื่อน ๆ อย่างสนุกสนาน และสำหรับการนำเสนอปากเปล่าถูกจัดขึ้นทั้งหมด 3 วัน อย่างไรก็ตามกิจกรรมนี้มีเพื่อน ๆ เข้าร่วมกิจกรรมน้อย ทั้งนี้เนื่องจากหลาย ๆ คน มีงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยจำนวนมากที่ต้องทำ ดังนั้นบรรยากาศในการถามตอบช่วงท้ายการนำเสนอจึงมีคำถามน้อย และข้าพเจ้าเองก็เลือกตั้งใจฟังเพียงบางหัวข้อเท่านั้น



รูปที่ 19 กิจกรรมนำเสนอผลงานวิจัย

- **การทำงานวิจัย**

การทำงานวิจัยถือเป็นหัวใจหลักสำหรับโครงการนี้ รูปแบบการทำงานของนักศึกษาแต่ละคนก็จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับธรรมชาติของหัวข้อวิจัย อาจารย์ที่ปรึกษา และกลุ่มวิจัยที่นักศึกษาอยู่ สำหรับข้าพเจ้าได้ทำงานวิจัยอยู่กลุ่ม Top quark ใน CMS ซึ่งในปีนี้มีนักศึกษาภาคฤดูร้อนทั้งหมดสามคนในกลุ่ม โดยหัวข้อวิจัยของข้าพเจ้าในข้อเสนอโครงการ คือ search for extreme Non-Perturbative QCD distortions of the top quark width อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้าพเจ้ายังไม่ได้วิเคราะห์ผลจากข้อมูลจริง และจากคำนวณ top quark width ยังมีปัญหา งานวิจัยจึงถูกเปลี่ยนมาเป็นเรื่องการศึกษาความแตกต่างของมวลระหว่าง top และ antitop การทำงานวิจัยชิ้นนี้ถือเป็นเรื่องท้าทายเนื่องจากเป็นเรื่องแปลกใหม่สำหรับข้าพเจ้าและมีเวลาจำกัดในการดำเนินการ อีกทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาลดกันไม่อยู่ทำให้งานที่ทำขาดความต่อเนื่องในบางช่วง อย่างไรก็ตามข้าพเจ้าได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ มากมายจากงานชิ้นนี้



รูปที่ 20 โต๊ะทำงาน

บทที่ 2

รายงานโครงการวิจัยระหว่างเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ประจำปี 2556 CERN Summer project

Study of Top and Anti-Top Mass Difference

Saroch Leedumrongwatthanakun

Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Thailand

Supervisors

Martijn Mulders, Pedro Silva, Juerg Eugster and Benjamin Stieger
CMS, CERN

Abstract

The invariance of the standard model under CPT transformations leads to the equality of particle and antiparticle masses. The recent measurements performed by the CMS experiment on the top anti-top mass difference are a test of such symmetry. In this work non-perturbative QCD effects, which may eventually lead to an apparent difference in the mass of a top and anti-top quark, are studied.

1. Introduction

If observed, CPT violation would be an unambiguous signal of new physics because this discrete symmetry is automatically conserved by any local relativistic quantum field theory. Checking if this is truly an exact symmetry of the standard model (SM) is therefore important.

A major consequence of CPT conservation is that the mass of any particle must equal that of its antiparticle. Search for CPT violation in the top quark sector is one amongst several possibilities. The mass of the top quark is currently known to a precision of 0.6% [1] allowing for a precision mass difference measurement. In general both mass and lifetime differences of a particle and its antiparticle are a model independent signature of CPT violation [2]. A top quark can decay through the weak interaction producing a W boson and a down type quark: down, strange, or bottom, where the decay into b quark is largely favored. Because of its large mass, the top quark is extremely short-lived. As a result top quarks do not have time to form hadrons before they decay. One of the decay channels is $t\bar{t} \rightarrow (bW^+)(\bar{b}W^-) \rightarrow (b\ell^+\nu)(\bar{b}q'\bar{q})$ as shown in Fig. 1.

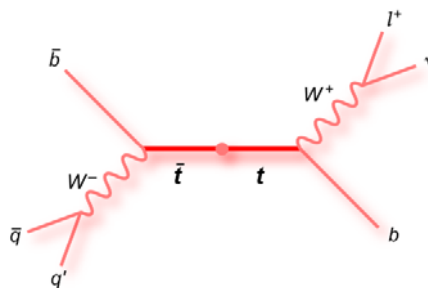


Fig. 1: Top pair production and decay.

The latest measurement from CMS [3] indicates no significant deviation in the difference of top and anti-top quark masses. The measurement is limited by the statistical uncertainty and the main systematic uncertainty is

expected to be due to the possible difference in response between b and anti-b jets. A 0.1% difference in the jet energy scale of these two types of jets is expected to induce a difference of 64 ± 7 MeV in the top mass difference.

In this work, we have studied other possible sources of systematic uncertainties, which can eventually be generated by a difference in the kinematics of the top and anti-top quarks, or by non-perturbative QCD effects, which can be phenomenologically parameterized by the Underlying Event (UE) model [4].

2. Setup

For our study we have used top pair events generated in pp collision at $\sqrt{s} = 8$ TeV using PYTHIA6 [5]. For the UE model we have considered different tunes for comparison, namely: Z2* which is used by default in CMS [6] and Perugia 11 [4]. For the Perugia 11 tune we have furthermore considered two variations: the nominal one and a version where color reconnection is switched off (P11 and P11-noCR). In each case we have simulated a total of 10^7 events per tune.

The generated events have been analyzed after running a jet algorithm. The anti- k_T algorithm has been used with a distance parameter of $R=0.5$ [7]. The properties of the events are studied at generator level without any additional pre-selection applied.

3. Results and Discussion

• Overview

The top mass was calculated using MC simulation at different steps during the event evolution. The chosen steps were: generator level, prompt level, post-radiation level and jet level as shown in Fig.2(a). We observed, as expected, that the reconstructed top quark mass obtained at generator level is the same as calculated from the prompt particles i.e. computed from prompt W boson and b quark due to energy and momentum conservation. As the b quark carries color charge, it may radiate gluons before eventually hadronizing. If the top mass is computed at the post-radiation level, i.e. from the final state b quark and the W boson, the resulting mass is observed to be strongly reduced due to the energy loss via radiation. However, most of energy can be recovered by applying a jet algorithm to the final state stable particles. The top mass distribution calculated at jet level has a similar shape as at the generator level although its width is wider than the previous. A shift may be observed as well in Fig. 2(b).

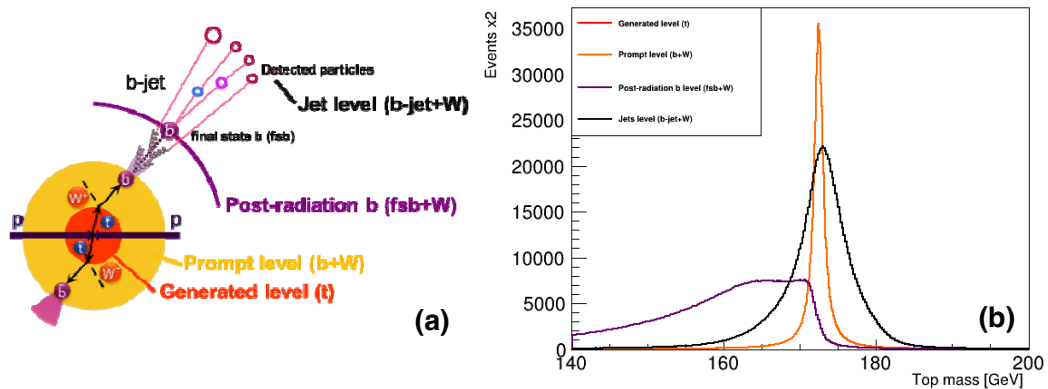


Fig. 2: (a) Representation of the event levels studied for top mass reconstruction and (b) Distribution of the top mass reconstructed for each level: (orange) generated level, (yellow) prompt level, (magenta) post-radiation level and (black) jet level.

The showering effects and resolution of the final top mass distribution calculated from the post-radiation b and jet levels which are a result of non-perturbative QCD effects can be parameterized by the UE tune. It is expected that different implementations of the UE model lead to a difference description of the b quark gluon radiation. In order to study this, the number of gluons radiated from b quark before

prompt level was counted. They predict different gluon multiplicities as shown in Fig.3(a) and leads to different energy loss prediction as shown in Fig.3(b). We observed that the top mass distribution at post-radiation level using the Z2* tune differs from the one obtained using P11 and P11-noCR tune.

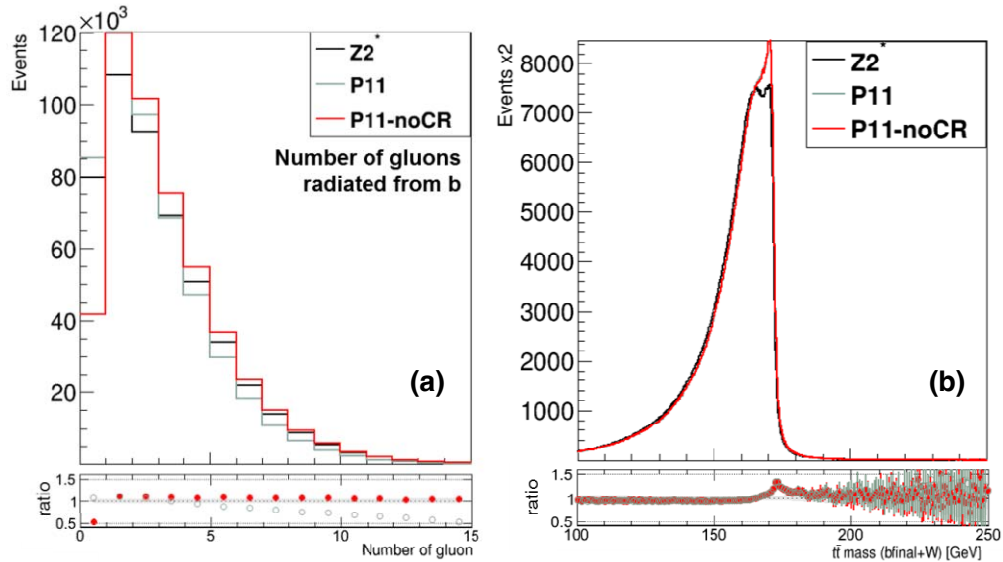


Fig. 3: (a) Number of gluon radiated by the b quark. (b) Top mass calculated at post-radiation level for different UE tune: (black) Z2*, (green) P11 and (red) P11-noCR.

Non-perturbative QCD effects may affect the top mass reconstructed at jet level. Alternative UE tunes predict different biases and resolutions of the top mass as shown in Table 1. The shift of the average top quark mass using different UE tunes is of the order of 200-400 MeV, compatible with the systematic uncertainty assigned on previous top mass measurements performed at CMS [8-10]. Therefore, systematic uncertainties of top mass can be induced by UE tune.

Table 1: Mean and root mean square of reconstructed top mass at jet level in different UE tune.

UE Tune	$\langle M_{top} \rangle$ [GeV]	$\sigma_{M_{top}}$ [GeV]
Z2	172.080	7.35494
P11	172.278	7.27073
P11-noCR	172.472	7.22512

- Dependency on kinematics and UE Tune

We have also found an evidence for an increase of the reconstructed mass for boosted p_T top pair systems which is shown in Fig. 4. Similar behavior is observed for different tunes: a linear increase as function of the transverse momentum of the top-antitop system when it is larger 50 GeV/c. Relative shifts of difference UE tune which is 200 MeV are compatible with previous observations. Table 2 summarizes these observations for three selected regions.

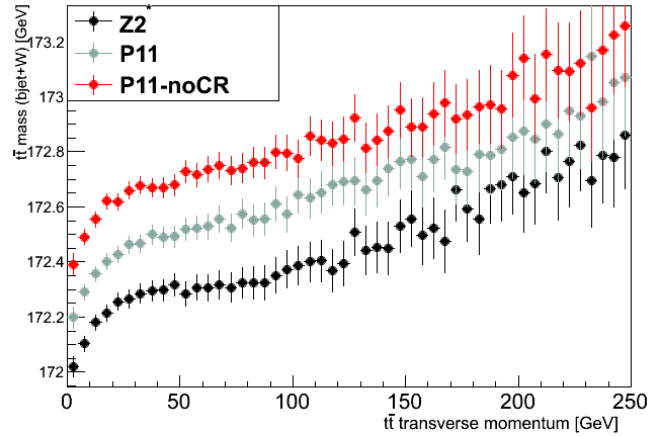


Fig. 4: Mean of reconstructed top mass as a function of the transverse momentum of the top and antitop system: (black) Z2*, (green) P11 and (red) P11-noCR.

- The kinematics dependency on top mass difference

Kinematics dependency and UE tune dependency on top mass difference were also studied. We have found that the top mass difference does not depend on UE tune mainly the individual bias on the reconstruction of each quarks' mass cancels out. However, kinematics dependency may affect reconstructed top and anti-top masses if individual boosts differ. The effect induced by the difference in kinematics between top and antitop on its mass difference was studied. We have found that asymmetric systems tend to have larger mass difference as indicated in Fig. 5.

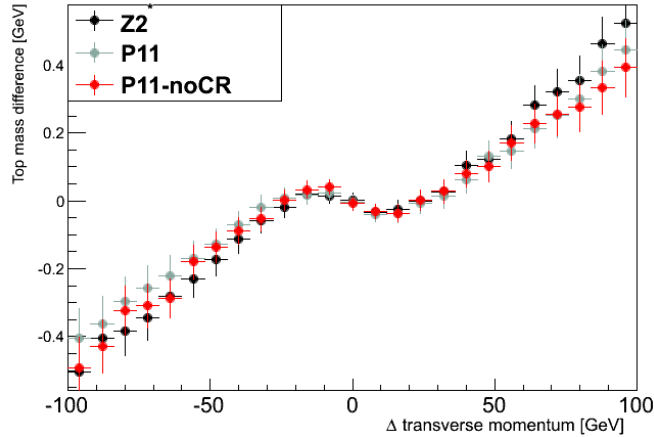


Fig. 5: Top mass difference as function of the transverse momentum between top and antitop quark

For highly boosted p_T systems in which the transverse momentum of the top and antitop system is greater than 100 GeV/c the relation of top mass difference and kinematics difference increases linearly as shown in Fig. 6(c). Large mass differences can be induced, i.e. larger than 500 MeV. The top mass differences are diluted for moderate boosts (p_T of $t\bar{t}$ < 100 GeV/c) and are observed to be smaller than 500 MeV as shown in Fig. 6(b). For systems nearly at rest (p_T of $t\bar{t}$ < 30 GeV/c) the top mass differences are smaller than 100 MeV. In this category we observed a change of slope as shown in Fig. 6(a).

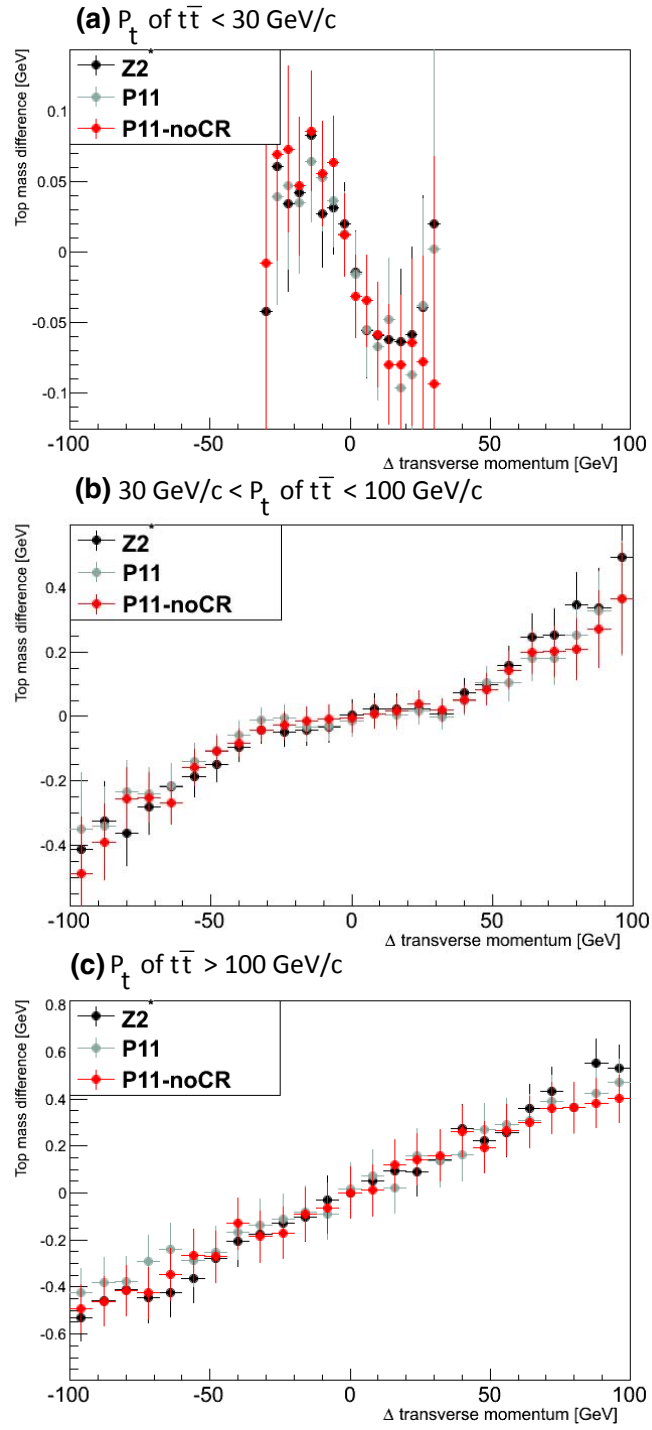


Fig. 6: Top mass difference as function of the transverse momentum between top and antitop quark:
 (a) P_t of $t\bar{t} < 30$ GeV/c, (b) $30 \text{ GeV/c} < P_t$ of $t\bar{t} < 100 \text{ GeV/c}$ and (c) P_t of $t\bar{t} > 100 \text{ GeV/c}$.

Table 2: Mean and root mean square of reconstructed top mass at jet level for different UE tune and kinematic.

UE Tune	P_t of $t\bar{t}$ [GeV/c]	$\langle M_{top} \rangle$ [GeV]	σ_{Mtop} [GeV]
Z2	P_t of $t\bar{t} < 30$	171.931	7.32866
	$30 < P_t$ of $t\bar{t} < 100$	172.072	7.37275
	P_t of $t\bar{t} > 100$	172.405	7.36322
P11	P_t of $t\bar{t} < 30$	172.132	7.25622
	$30 < P_t$ of $t\bar{t} < 100$	172.290	7.27998
	P_t of $t\bar{t} > 100$	172.600	7.27126
P11-noCR	P_t of $t\bar{t} < 30$	172.326	7.22656
	$30 < P_t$ of $t\bar{t} < 100$	172.489	7.22487
	P_t of $t\bar{t} > 100$	172.784	7.21178

4. Summary and Future work

In conclusion, as a result of these studies we were able to observe two dependencies of the reconstructed top quark mass: dependency on the kinematics and on the UE tune. In the first case we observed a shift in the reconstructed mass for top pair systems with higher p_T and due to this fact the reconstructed mass for a top and an anti-top in a single event may lead to significantly different results. The different UE tunes tested predict different energy losses of the b quark, which are only partially recovered by the jet algorithm. This leads to different bias and resolution of the reconstructed top mass in each model. When the top/anti-top mass difference is considered, the individual bias cancel out and we do not observe any particular effect. In future, we plan to estimate the final uncertainty on the top mass difference measurement due to the mis-modelling of possible top and anti-top kinematics asymmetries.

5. References

- [1]. J. Beringer et al., "Review of Particle Physics", Phys. Rev. D 86 (2012) 010001, doi:10.1103/PhysRevD.86.010001.
- [2]. J. A. R. Cembranos, A. Rajaraman, and F. Takayama, "Searching for CPT violation in $t\bar{t}$ production", EPL Europhysics Letters 82, 21001 (2008).
- [3]. CMS Collaboration, "Measurement of the top - antitop mass difference in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV", CMS Physics Analysis Summary CMS-PAS-TOP-12-031, (2013).
- [4]. P. Z. Skands, "Tuning Monte Carlo Generators: The Perugia Tunes", Phys. Rev. D82, 074018, (2010).
- [5]. T. Sjostrand, S. Mrenna and P. Z. Skands, "PYTHIA 6.4 Physics and Manual", JHEP 0605, 026 (2006).
- [6]. R. Field, "Early LHC Underlying Event Data - Findings and Surprises", arXiv:1010.3558 [hep-ph].
- [7]. M. Cacciari, G. P. Salam, and G. Soyez, "The anti- k_T jet clustering algorithm", JHEP 04,063 (2008).
- [8]. CMS Collaboration, "Measurement of the top-quark mass in all-jets $t\bar{t}$ events in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", arXiv:1307.4617 [hep-ex].
- [9]. CMS Collaboration, "Measurement of the top-quark mass in $t\bar{t}$ events with dilepton final states in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", arXiv:1209.2393 [hep-ex].
- [10]. CMS Collaboration, "Measurement of the top-quark mass in $t\bar{t}$ events with lepton+jets final states in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV", arXiv:1209.2319 [hep-ex].

บทที่ 3

ประสบการณ์ที่ได้รับ ข้อเสนอแนะ และแผนการดำเนินการหลังเข้าร่วมกิจกรรม

● ประสบการณ์ที่ได้รับ

จากการเข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับประสบการณ์มากมายในหลาย ๆ ด้าน โดยข้าพเจ้าจะขอสรุปประสบการณ์ที่ได้รับ โดยแบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังแสดง

○ ด้านความรู้

ข้าพเจ้ารู้สึกได้ว่าการเข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ทำให้ข้าพเจ้าได้ออกจากกะลาอย่างสมบูรณ์แบบและเปิดโลกรับความรู้ใหม่ ๆ ทางฟิสิกส์ซึ่งเคยถูกจำกัดไว้ด้วยคำว่า “ฟิสิกส์ได้ตายไปแล้ว” จากองค์ความรู้ที่ครบสมบูรณ์ในเนื้อหาที่เรียนในระดับมัธยมศึกษาที่ไม่เคยบอกว่าฟิสิกส์ยังมีทฤษฎีหรือแนวคิดใหม่ ๆ ที่พยายามทำให้การอธิบายธรรมชาติสวยงามขึ้น และมันเป็นที่น่าสนใจว่าความรู้ที่ได้รับซึ่งแม้จะเป็นเพียงการเกริ่นนำ แต่มันก็ได้กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของข้าพเจ้าอย่างมาก และทำให้ข้าพเจ้ามีเป้าหมายที่จะเรียนรู้สิ่งเหล่านี้ต่อไปในอนาคต

○ ด้านการทำงานวิจัย

การทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นสิ่งที่แตกต่างจากงานวิจัยที่ข้าพเจ้าเคยทำมา ซึ่งจะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับระบบชีวภาพและใช้ความรู้ฟิสิกส์แบบดั้งเดิมเป็นหลัก ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การใช้งานโปรแกรมและหลักการต่าง ๆ สำหรับการทำงานในด้านนี้ นอกจากนี้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้วิธี รูปแบบการทำงานในองค์กรวิจัยขนาดใหญ่ซึ่งมีนักวิจัยจำนวนมาก ทำให้การทำงานจะต้องมีการแบ่งกลุ่มวิจัยออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ นักวิจัยที่สนใจงานในด้านเดียวกันได้ทำงานร่วมกัน อย่างไรก็ตามข้าพเจ้าคิดว่าสิ่งที่แตกต่างจากองค์กรวิจัยในไทย คือ ความมีอิสระในการเลือกหัวข้อวิจัยที่ตนเองชอบและอยากจะทำ และนักวิจัยสามารถเลือกเข้าร่วมทำวิจัยได้ให้หลาย ๆ กลุ่มในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การทำงานเป็นสิ่งที่มีความสุข เพราะได้ทำให้สิ่งที่รักและจะส่งผลต่อประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ของงานที่จะออกมา

○ ด้านสังคมและวัฒนธรรม

คนเราเกิดมาแตกต่างสถานที่ ต่างต่างสังคม พฤติกรรมและทัศนคติของแต่ละบุคคลจึงแตกต่างกัน สิ่งนี้เป็นสิ่งที่เห็นได้อย่างชัดเจนจากสังคมที่เชิร์น เนื่องจากเป็นสังคมของกลุ่มคนจากหลากหลายชนชาติ ความจริงนี้เป็นสิ่งที่ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ และเปลี่ยนทัศนคติของข้าพเจ้าให้มีการยอมรับความแตกต่างทางวัฒนธรรมมากขึ้นกว่าเดิม เมื่อเรายอมรับความแตกต่างมันทำให้เรามองโลกได้กว้างขึ้น และสามารถเลือกนำแนวคิด พฤติกรรมดี ๆ บางอย่างมาปรับใช้ เพื่อการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพและมีความสุขมากขึ้น อาทิเรื่องง่าย ๆ เช่น การรักษาและปฏิบัติตามกฎ การตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบต่อสังคมที่อยู่ร่วมกัน การแสดงความคิดเห็นของตัวเองในที่สาธารณะ เป็นต้น

● ข้อเสนอแนะ

○ ถึงโครงการความร่วมมือไทยเชิร์น

กิจกรรมในปีที่ผ่านมาด้วยความราบรื่น ข้าพเจ้าคิดว่าสิ่งต่าง ๆ ที่ทางโครงการดำเนินการอยู่ในปัจจุบันเป็นสิ่งที่ดีอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามข้าพเจ้ามีข้อเสนอแนะเล็กน้อย ที่อยากให้ทางโครงการแนะนำน้อง ๆ ตัวแทนในรุ่นถัด ๆ ไป นั่นคือการให้คำแนะนำด้านงานวิจัยที่เชิร์น จริง ๆ มีหลากหลายหัวข้อตั้งแต่ ทฤษฎีจนถึงการประยุกต์ใช้งาน ดังนั้นเลือกหัวข้อวิจัยที่จะทำ ควรเลือกจากความชอบและความถนัดของตนเองเป็นหลัก

○ ถึงน้อง ๆ นักศึกษารุ่นต่อไป

อยากให้น้อง ๆ นักศึกษารุ่นต่อไปเตรียมความพร้อมตนเองในทุก ๆ ด้านเพื่อให้ตนเองสามารถเข้าร่วมกิจกรรมและเก็บเกี่ยวความรู้และประสบการณ์กลับมาให้ได้มากที่สุด

○ ถึงผู้สนใจที่อยากเห็นประเทศไทยเป็นสังคมวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ส่งเสริมให้สังคมมีระบบการศึกษาที่สอนให้มีการคิดวิเคราะห์ และการคิดตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นง่าย ๆ จาก เด็ก ๆ ในปกครองของท่าน ฝึกพวกเขาเหล่านั้นให้ตั้งคำถามและตอบคำถามด้วยหลักเหตุผล และหยุดการตอบคำถามเด็กด้วยคำตอบที่ไม่เป็นเหตุผล

เปลี่ยนทัศนคติของคนในสังคมให้เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นง่าย ๆ จากงานที่ท่านทำอยู่ พยายามใส่แง่มุมเล็ก ๆ ทางวิทยาศาสตร์ลงไปในงาน แสดงความคิดเห็นและการสนับสนุนงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

● แผนการดำเนินการหลังเข้าร่วมกิจกรรม

จากการเข้าร่วมกิจกรรม ข้าพเจ้ามีโอกาสที่ได้เห็นช่องทางในการประยุกต์งานจากฟิสิกส์พลังงานสูงมาใช้ในงานเชิงชีวฟิสิกส์ อาทิเช่น การศึกษาการทำลายเนื้อเยื่อชีวภาพ (มะเร็ง) ด้วยอนุภาคพลังงานสูง หรือการพัฒนาเซนเซอร์ตรวจวัดอนุภาค อาทิ แสง โดยการใช้ Scintillators ซึ่งอันตรกิริยาระหว่างแสงและสารตรวจวัดในระดับพลังงานสูงเป็นสิ่งที่น่าสนใจมากสำหรับข้าพเจ้า หรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Monte Carlo radiation transportation จากผลดังกล่าวข้าพเจ้าจึงพยายามตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อหาหัวข้อในการวิจัยที่เป็นไปได้สำหรับการทำโครงการวิจัยต่อไป และในอนาคตข้าพเจ้าตัดสินใจที่จะศึกษาต่อจนจบปริญญาเอกในสาขาฟิสิกส์เชิงทฤษฎีและเชิงคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมของสารชีวโมเลกุล ซึ่งทั้งนี้ข้าพเจ้าจะพยายามหาองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ใหม่ ๆ มาใช้กับงานในด้านนี้ และเมื่อจบการศึกษาข้าพเจ้าอยากประกอบอาชีพที่ข้าพเจ้าฝันและคาดหวังว่าจะมีประโยชน์ต่อเพื่อนมนุษย์และทำให้ข้าพเจ้ามีความสุขในการทำงานซึ่งจะแบ่งงานเป็นสองส่วนคือ การเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักศึกษาที่มีความสนใจและได้บริการวิชาการให้กับสังคมรอบข้าง และในส่วนของสอง คือการทำงานวิจัยเพื่อค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎี ทหาระเบียวิธีใน

การคำนวณใหม่ ๆ และการจำลองเพื่อให้พัฒนางานในด้าน Theoretical and computational biophysics เพื่อให้สามารถทำนายและเข้าใจพฤติกรรมของโมเลกุลได้อย่างถูกต้อง

ภาคผนวก ก : บันทึกประจำวัน

29-30 June 2013

This was the day to begin my trip. I had said goodbye to my family and my friends and went to CERN summer student camp in order to search for new things in Physics for me. I left Suvarnabhumi airport, Thailand with the flight EK 089 at 1:35 AM June 30. That was first time I flew with Airbus A380, which was a very large plane. I slept almost the whole time. I arrived at Dubai airport in the dawn. I waited about 4-5 hours for transiting the flight to Geneva so we strolled in a Duty Free shop and bought breakfast with free meal coupons we got when I asked about internet service at a Emirates information counter but she gave us meal coupons. Again it showed that I could not communicate well T_T. On the flight, we could see Alps mountain range. It looked very beautiful as shown in figure. We arrived at Geneva in the afternoon. We met Aj.Chinorat, P'Phat, P'Gai and P'Nan which are Thais who were working at CERN. However, today Aj. Chinorat went back to Thailand. We took little time introducing each other and we said goodbye to Aj. Chinorat. Then P'Phat, P'Gai and P'Nan led us to CERN and got the key to access a hostel. In the evening, P'Phat, P'Gai and P'Nan cooked Thai food at the hostel. We had dinner on the grass outside of the hostel with bell's sound from walking cows. I felt happy and peaceful. I was so tired now. See you tomorrow.



1 July 2013

Today was the first day working at CERN. There were lots of activities we needed to participate. We knew a lot of new friends from various countries; however, I could not remember some their names.

Nevertheless, I try to remember them. In the morning, we had a short lecture on introduction to CERN and some important information for my stay at CERN. It organized by the summer student team who has contact me since I was in Thailand. Then I met Yen, a new friend from Malaysia, David, a new friend from Ecuador, Prim and I went to 55 building to get CERN ID card. We waited for a long time because of a long queue but we got only temporary pass for access CERN site. T_T So we had lunch and then we separated to report to secretariat. Yen, David and I went to CMS secretariat. We met a new friend who have arrived by a jet in the afternoon but he had CERN access card. So we went to Building 55 again and we finally got CERN card. My face in that card looked so dark; I did not like it. Then we went to Building 124 to rent bikes. Then we separated to meet our supervisors. I went to CMS building and met my supervisor and two postdoctoral students: Juerg and Pedro. They introduced my project to me. It related to Top mass measurement. They gave me the paper about QCD effect on Top mass measurement. And then he led me to my office. It looked good view but not private. I met a few summer students who were working in the same office. In the evening, Yen, Prim and I planned to go to supermarket. Because of many causes; for example, Prim asked P’Gai to guide us how to go. However, P’Gai borrowed P’Phat’s bike which was flat tire so P’Gai inflated. At the hostel, we had to contact a receptor to get a new room key and internet access. They made us so late. We decided not to go to the supermarket instead we planned to go tomorrow. Prim gave Yan two instant noodles for dinner. Prim and I also ate instant noodles.



2 July 2013

I went to CERN at 8:00 am for breakfast. In the morning, I met a new friend named Henrik who was under my supervisor. He was doing project related to my work, however, he had basic skills so he could do it proficiently. Then we went to a seminar entitle “Measurement of Top Mass and Properties with the ATLAS Detector”. It was a good topic for me because it summarized important issues for Top mass measurement. All the afternoon Juerg taught me how to use CMSSW which was a framework for data analysis at CMS and I did

some simulation to find top mass following tutorial. I could get results even there were unknown details about the codes. However, I had to simulate more events to get good results. So I sent my simulation jobs before I went back to hostel. In evening, Prim and I went to the supermarket to buy foods so this was the first time that we cooked ourselves.



3 July 2013

Today was the first day we had class. The content in the first class consisted of an introduction to CERN, CERN computing services and security and workshop presentation. Then Particle World, the highlight topic of day, made me excited and know that we had various mysteries which human do not know and a lot of knowledge in Modern Physics I did not know. In the afternoon, I worked on my project: I looked and discussed results from yesterday. It looked good. So Juerg told me the main point in my project and taught me how to analysis top quark mass in case of MC simulation in detail. Then he left me to edit some codes to get 2D-histogram to indicate difference of $t\bar{t}$ mass as function of P_t of t and $t\bar{t}$. At 5:00 pm I went to welcoming drink at Restaurant 1. I met many new friends. This was a good time deserving recognition.



4 July 2013

In the morning, we had the first opportunity to study the standard model. I thought that lectures described clearly. However, I did not have basic in Group Theory so I did not understand some points. The second lecture was Statistics. It plays a role in experimental particle physics. I reviewed preliminary information and learned modeling: Monte Carlo simulation, data driven and effective modeling. But lecturer had to speed up at the end of lecture according to schedule I did not understand in the some parts of data driven and effective modeling. I thought that I will review again. In the afternoon, Juerg was so busy because he got a meeting so we read documents he gave me which were related to $t\bar{t}$ event and hadronization. I

understood more but some points were still problematic for me. Then P'Phat asked me to join a meeting at 5:00 pm. P'Nan presented the pre-approval of her project. She worked on Vector Boson Fusion Higgs (VBF). This presentation had many technical terms. I only knew that she could increase the precision in the Higgs mass from her new method in data analysis. Then Thai peoples like P'Phat, P'Gai, P'Nan, P'Koi, Prim and I went to Geneva city in order to have dinner and celebrated the finish of P'Nan presentation. We ate Kebabs at Lake Geneva. This landscape looked very beautiful. Especially water was transparent. Fortuitously, I found Juerg at the lake. He told me that he would not be in CERN for the next 3 weeks. So I had to do research with Martijn who was official supervisor and Pedro, another postdoctoral student.



5 July 2013

Today I was so tired. In the morning I was sleepy all class although I did not want to sleep. Classes consisted of the Standard Model, Accelerators and Statistics. I thought I was studying once again via video steam. In the afternoon, I read paper Martjin sent to me and tried to understand codes which calculated underlying events but I did not understand all of them because I did not have time. I went to attend a welcome presentation from general director of CERN, Professor Rolf-Dieter Heuer, at 3:00 pm. He talked about past present and future of Particle Physics. After that, I went to a library to borrow books related to Group theory, top experiments and Statistics to read on the weekend. In the evening, I cooked dinner for Prim and me.



6 July 2013

P'Phat, P'Gai, Prim, Yan and I planned to have small trip in one day. In the morning, we visited the International Red Cross and Red Crescent museum. Today we paid what I wished to visit this place. It looked good. Then we went to the front of UN. I saw the very big chair which its legs were broken. Then we went to Yvoire, France. It was a small town close to Lake Geneva. We had lunch at a France restaurant. The food was very expensive and I spent a long time waiting for food because France food took long time to cook. But it was delicious. In the afternoon, I loafed around the city and took many photos. I thought it was the very nice and peaceful place. At 4:20 pm I went back to Geneva by boat. I sat outside and saw landscape around Lake Geneva. It was nice. Then we bought pork cartilage, egg and canned fish at an Asia supermarket then went back to the hostel. P'Gai was chef. He cooked soup with pork cartilage and fried vermicelli. We had dinner together. Today was a very good time for me. But I was so tried. See you tomorrow.



7 July 2013

This was Sunday. I got up late because yesterday trip made me so exhausted. I cooked lunch and then played internet and read books, I borrowed from the library in the afternoon. In the evening Kevin, Yan, Prim and I went to Saint Genis city near the hostel in order to see circus. I saw a lion and a tiger. It was good time on weekend. Then we drank at a restaurant and talked in many topics. It was a very fun and made us acquaint to each other.



8 July 2013

Today we also had three lectures: the Standard Model, accelerators and statistics. They were interesting especially the SM because it was new things for me. I learned about strong, weak and hypercharge forces and hypercharge gauge symmetry. In the afternoon, I continued the research from last week. I met a new friend named Elise which was working on a research relating to Top quark like me. She has just arrived. In the evening, I went to a supermarket and cooked Thai food called “Pa-Naeng”. It was the first time I cooked this dish but it seemed nice and very delicious.

9 July 2013

Today classes consisted of the Standard Model and accelerator. In SM class, we learned the Higgs mechanism. It was complicated but I wanted to understand. At 11:00 am, I watched seminar entitle “Searches for New Physics with Top Quarks in CMS” via the webcast service while studying Accelerator class. In the afternoon, I worked on research and at 3:30 pm I went to talk with my supervisor. He explained to me his proposal to see if the distribution can be fitted with a Breit-Wigner function this should agree with the ‘tree level’ function shown in the theory of paper he sent me. Then I went to the office of P’Phat and P’Nan and worked. I asked P’Phat some questions about my project.

10 July 2013

The Standard model class ended today. The lecturer showed that the six observation of the SM can predict experimental values. It gave me more confident in the SM. Moreover, I started to study detectors lecture. It looked fun. In the afternoon, I read about the Breit-Wigner function and how to fit it with my results. At 2:00 pm, I went to attend ROOT workshop at 60-6-015. I could see a top view of CERN from this room. I liked it. And ROOT workshop seemed Q&A activity. I could teach someone and someone could teach me. I loved it but I thought it had short time. So we learned a little bit. We had to learn it myself for me by doing it in my work.

11 July 2013

High Energy Physics (HEP) class has just started. I loved the class and teaching styles of lecturer: writing backboard, and made the lecture easy. Today was also the first class of Electronics / TDAQ, but I was so sleepy because it was an introduction and I knew learned it before. Nevertheless, detectors class was very fun. We learned about interaction of detector with a particle. In the afternoon, I worked on my research: learned ROOT file for fitting my results. But it did not work. Today I had dinner with P’Phat, P’Gai, P’Nan and Prim. I cooked Thai food called “Pa-Lo”. It was sweet. However, everyone liked it. In kitchen, we met a new friend from Canada which worked at CERN. He was friendly. We chatted for a long time. Then I went back to my room and tried to fit my results. It finished before I wrote my diary. Yeah! Finished my works in research see you tomorrow.

12 July 2013

I had also three classes in the morning: HEP, TDAQ and Detector. All of them were interesting. In HEP class, we learned about Classical Field Theory and Complex scalar field. Wow! It opened my world. Moreover, In TDAQ class, it fulfilled knowledge in DAQ systems. They were complex systems which used both art and technique in order to select signals and process them. In Detector class, I knew scintillators which are a one of particle detector. There were two types: inorganic and organic. Organic type was very fast sensitive and lower light yield. I would like to know why. I should read it. Another interesting detector is gas state. The Lecturer explained how to detecting electric signal from them. One part was the diffusion of electron and positive ion drifted by electromagnetic field. I was very interested because my thesis in master degree will be the diffusion in biological system especially neuron system, which was, predicted classical physics. I really wanted to apply modern physics in complex system like biological system. I do not know what systems have to explain modern physics like HEP which the speed of particle close to speed of light. In the afternoon, my friend and I had a project meeting with my supervisor. Because he would not be at CERN next week, he introduced Benjamin to us in order to supervise us. My supervisor wanted me to understand what was the final state of particle that was defined in code. Therefore, I read that function. Tonight we went to CERN collisions party organized by CERN summer students to celebrate the birthdays of Jessica and David, Party's concept was guy's tickets had particle and girls had anti-particles perhaps I found my anti-particle, each pair got a free shot. I enjoyed the party. I met many new friends that some of them was my anti-particle. Then we went to CERN tunnel. This was a secret part and my first time. Amazing! However, I was very tired. It spent lots of time in tunnel so I went back to my room at 4:00 am of the next day. This is fantastic day. Actually, I wrote this diary on Sunday.



13 July 2013

This was a traveling day. In the morning, we went to two museums in Geneva: du Musée D'histoire des Sciences and Natural History Museum. Before going to du Musée D'histoire des Sciences, I thought that it looked like science museum I used to go. But I was surprised it looked different and had much classical equipment I used to see in an old textbook, so we took many photos of it as shown in figure. At Natural History Museum, I discovered biological diversity because I found many animals both dwell in Geneva and another parts of the world. I took also many photos. I had fun with my camera and new animals I had not known before. Then we bought pizza for lunch and walked to Lake Geneva. All afternoon we sat leisurely and chatted many topics with my friend. My friend from Greece and France opened my perspective about

the world. At 5:00 pm, we walked to see a parade. This parade was different from common parade in Thailand: many people getting on truck and dance. It looked quaint. Then we went back to the hostel. I felt so tired right now. See you



14 July 2013

It has been two weeks since I arrived Geneva. I got up late because of the Friday party and yesterday trip. I cooked lunch and then read books and wrote diary for yesterday. In the evening I edited computer code for my project. At night, P'Phat, Yan and I went to Ferney in order to celebrate the French National Day. I liked fireworks and a concert. It was a very good time on weekend.



15 July 2013

The last lecture of HEP and TDQA ended. In HEP class, I learned about free fields. It also was fun. Then in TDQA, the lecturer showed a figure indicating traffic jam in Thailand, I liked it, it illustrated one of congested problems in the event building at LHC when having two inputs part and one output. In detector class, I learned semiconductor detector. Today in the afternoon, we had group photo of summer students at GLOBE. It was a good time. Then I worked on my research: I edited code for calculating top mass from B-jet and W boson and read about turning which are model in correcting reconstruction data. At 4:00 pm, I went to P'Phat's office in order to learning CMSSW. I felt good. ^_^

16 July 2013

The Detector class ended in the morning. Then the trigger for LHC Physics and beyond the Standard Model classes began respectively. In the trigger for LHC class it had many things I would like to know such as how to trigger data for detector, what a part of data would be collected and what parts would be rejected. I just knew that it had three levels of trigger system consisting of L1: custom hardware and firmware which reduced the rate from 40 MHz to 100 kHz, L2: computing farm which reduced the rate to a few kHz and L3: Store events passing final section for offline analysis. All of content was interesting. And Beyond the Standard Model, the lecturer explained the SM with figure and not using equations. So it was easy to understand. In discussion section, many students ask content in this lecture. In the afternoon, I tried to edit code continuously yesterday which was not completed. It was complicated than I thought. At 6:00 pm Prim and I went to the supermarket and bought foods then we cooked and had dinner together. After that, we planned 8 days Switzerland trip before going back to Thailand. It was not finished. I plan to do it tomorrow.

17 July 2013

Today classes consisted of the beyond Standard Model, triggers in LHC Physics and Nuclear Physics. In Nuclear Physics class, I learned an introduction of Nuclear Physics but I thought that it is important part connecting physics in atomic scale to fundamental particles. I did not learn because I did not enroll Nuclear Physics class at my University. So it was very interesting and should know for me. In the afternoon, I worked on my research. I tried to edit code continuously yesterday in order to determine b-jet and calculate Top mass from b-jet+W. It was finished. Bravo!! It spanned three days for this step. In the evening, it was raining so I had dinner to CERN and went back to the hostel at 9:00 pm.

18 July 2013

In the morning, I also had three lectures: Beyond the Standard Model, from Raw Data to Physics Results and Nuclear Physics. In Beyond the Stand Mode class, the lecturer taught the Supersymmetry theory. We learned a lot of points of views to explain the nature. Then from Raw Data to Physics Results class had started. It was very interesting because it played a vital important in my project. I had just known how to collect data from the detector before physicist analyze. Then Nuclear Physics class was an experimental part. I had just known that not only the proton which occurred the separation of hydrogen at CERN were used to main objective for studying Particle Physics, but also electron accelerated to do experiment in Nuclear Physics. In the afternoon, I received email from Pedro about my results; I had many works to do. In the evening, I went to the hostel and I cooked and had dinner alone, because Prim went to ATLAS party. Then I went to CERN again to work and submit jobs to the server. They will finish tomorrow. Today was very exciting day. I was waiting my results.

19 July 2013

In the morning, I also attended three lectures. Beyond the Standard Model and from Raw Data to Physics Results classes was also very exciting. This was the last class of Nuclear Physics. We studied about measuring properties of Nuclei, recent results in this field and application of Nuclear Physics. In the afternoon, I edited code to fit my results which had finished last night. It looked work, but I would collect parameters of fitting to discuss. At 5:30 pm it was raining, but we had to go to Geneva Town at 6:30 pm because Tua who was a new Thai guy participating at CERN had arrived, we planned to have dinner together at China restaurant. It was happy time. Moreover, I had planned to travel in Geneva tomorrow; I would like to visit two museums consisting of the Art and History museum and the Patek Philippe museum, to saunter in old town and to go to the top of Saint Pierre Cathedral. I invited everyone. Prim, Yan, Tua, P'Gai and P'Nan were interested and would go. But P'Phat was going to be CMS guide tomorrow.



20 July 2013

My plan was not completed. I felt sad. We visited only two museums. In the morning, we went to Art and History Museum. It was very big museum. We took about 2-3 hours for this museum. It was a long time

but I liked to see arts in the Art and History museum. Then we had lunch in old town. In the afternoon, we went to Patek Philippe museum to see a clock. It also spent time because we had to follow a guide. This trip was very fun and I was so tired. Before going back we went to park for a time. I liked it: I took a nap and saw blue sky. Because today was last day of P’Koi, who was Thai teacher attend CERN teacher camp, before she would travel next week. So, we went to supermarket to buy ingredients and we cooked Thai food and had dinner together. Today was happy day.



21 July 2013

Today, we had one day-trip persuaded by P’Phat. We went to Montreux and Lausanne by train. It was a very good time. I visited to Chillon Castle which was classical castle. At Lausanne Town, we met two Thai students. We derived water cycle along Lake. Then we had dinner at a Swiss restaurant. I ate Rosti. Finn! But I was very tired.



22 July 2013

This was the fourth week at CERN. Today I also attended three lectures in the morning: Beyond the Standard Model class, the lecturer taught about black hole and from Raw Data to Physics Results classes, the lecturer taught about physics analysis and shown some examples which had discovered new particle at CERN. This was the last time for from Raw Data to Physics Results class. I would miss contents in this class. Then the new lecture which was Neutrino Physics started. It was very fun like I was watching a movie. In the afternoon, I also worked on research: I collected parameters of fitting, discussed results and sent it to Pedro. Then I tried to find documents about a weighting histogram in order to work on next step, but I could not find. TT! At 5:45 pm I went back to the hostel and went to buy ingredients for cooking and dinner. In the evening, I went back to CERN again in order to attend French class organized French friends, the class was very fun. Before going back the hostel, Prim and I went to P'Phat's office in order to plan travelling trip. Today I felt unwell. I will go to bed now.

23 July 2013

Today class was also three classes. They are composed of the last class of the beyond the Standard Model, the new lecture which is Heavy Ions and the second class of Neutrino Physics. I slept in class. I thought that I was very tired according to many trip on last weekend. In the afternoon, I saw my results relating to the rest in the jet-level mass for Top mass < 120 GeV. I edited the condition to cut the jet-level mass which are close to zero. But I found that I could not cut it. So I tried to find why I cannot do it. One reason I thought it is NaN value. So I would run more to confirm. Then I went back to the hostel for dinner. I

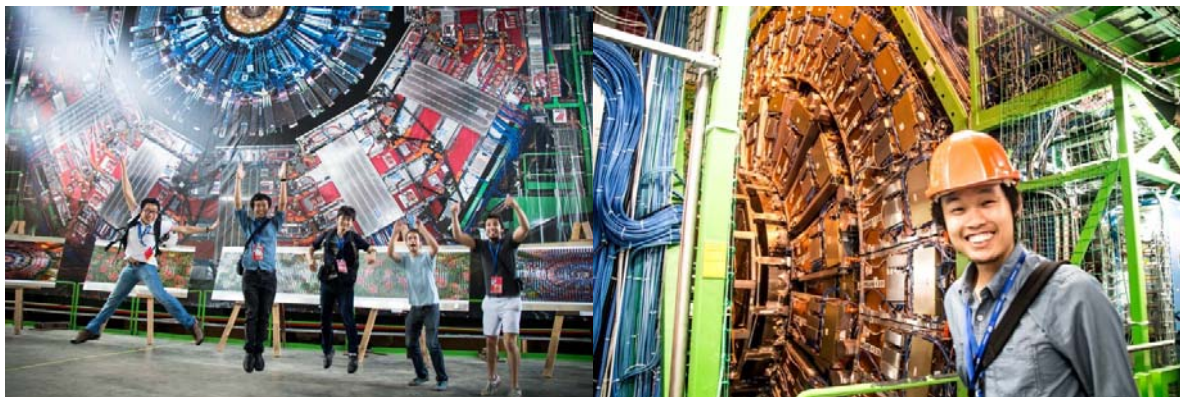
went to CERN again to work. Now I was waiting my results. I hoped that I would find solution ASAP. 30 minutes after I wrote this paragraph I found solution, it occurred initial value that the event cannot match b-quark and Reco-jet. Bravo! At midnight along way to the hostel, it was raining cats and dogs. I exposed to the rain. Funny day!!

24 July 2013

Today lectures consisted of Physics at future colliders, Heavy Ions and Neutrino Physics. They were interesting. In the afternoon, I also worked on research, I analyzed and discussed new results which were solved problem about the rest in Top mass < 120 GeV. In addition, I wrote code for re-weighting histogram. It did not finish. In the evening, I went back to the hostel, went to the supermarket, cooked and had dinner then went to CERN in order to write re-weighting code. I could do it but I would edit some points tomorrow.

25 July 2013

In the morning, I attended three lectures consisting of Future Colliders Technologies, Heavy Ions and the SM Physics at LHC. In Future Colliders Technologies class, I had just known we have many designs of Collider, for example; CLIC, ILC, ring-based electron-positron collider, LHeC, muon collider, gamma-gamma collider and plasma acceleration. All of classes were interesting. Nevertheless, I edited some points of code for my project in the same time. So I could not intend studying. In the afternoon, I had opportunity to visit CMS detector. It was very fantastic. I saw the real detector which discovered the Higgs. It was very big as shown in the figures. Today I think that I would sleep early so see you tomorrow.



26 July 2013

Today, we had 2 lectures in 3 hours consisting of Future Colliders Technologies and SM Physics LHC in 2 hours. Classes were very interesting. In Future Collider Technologies class, I learned about a new accelerating technology especially CLIC. Moreover, I learned about the perdition of the SM in LHC. I liked them because they made me believe in the SM. I was very interested in this part: the Top physics at LHC as it related to my project directly. In the afternoon, I had to go to Geneva in order to buy Swiss pass which was ticket I could use for transport system in Switzerland. At 2:00 pm, I went back to CERN and worked also on research: I edited the code to plot the difference between the Top mass from jet-level and re-weight Top mass from parton-level. It worked. I sent my results to supervisor. In the evening, P'Koi went back from her

trip. Tonight she stayed in Prim's room. I took her to the hostel, then P'Koi and I went to the supermarket to buy foods and cooked for dinner. At 9:00 pm I went back to CERN because tonight we wanted to go to summer student party called "radiation party". Because I arrived early, I went to P'Phat office and worked on research lightly. Then P'Nan and I went to party at 10:00 pm, it was very fun, we found many new friends. I went back to the hostel at 5:00 am tomorrow.



27-28 July 2013

This was weekend, we had two days trip. We consisting of Tua, Prim, P'Punu and I went to Schwyz and Chur. I had to get up early about 6:30 am: 2 hours and half for my sleeping. I was still drunk. TT Firstly, we went to Zurich by train. During way, we met new friend which is Swiss draftee. We had long conversation. It was very fun. We met P'Panu that waited for us at Zurich. Then we transited to a new train to Schwyz. This afternoon, we went to hiking at Stoos. It was very beautiful landscape. I took many photos. Moreover, people looked amiable. ^_^ Then I went to Chur, it spanned long time for going Chur. I had dinner about 10:00 pm then we stayed a hostel. I am so tired today. On July, 28th I got up about 8:00 am, today we went to Caumasee lake and Rhine Gorge (Swiss Grand Canyon) both places was also very beautiful. We spanned long time to hiking. I was tired but this was a good time to remember. We went back to Zurich. We separated with P'Panu that was going to Munich. We went back to Geneva by train during way I found new friend, she is Economic student. We talked many topics, she planned to travel at Thailand this November. So I suggested her many place she should go. We arrived to Geneve about 11:00 pm. It was raining but I had to wait for Y-bus in front of CERN about 30 minutes to go to my hostel. TT! It was very cool. Fortuitously, we met P'Phat which departed from CERN. I arrived my room around midnight. To sum up, I felt excellent but was so tired for this trip.



29 July 2013

Today was rainy day. I was so very tired. In the morning, most of the time in class, I slept. Then I had lunch with Tua and a new friend from Japan, which I met him last time at P5, named Tomohiro. I could not understand many things he talked because of his accent. In the afternoon, I worked on my research a little bit then I went to MadGraph workshop at 2:00pm to 5:00pm, it was very interesting and I loved it because I just knew about the basic of simulation of particle physics in a detector since parton level to detector level. Moreover, it related to my project. ^_^ I wrote the information of this workshop in this report, you can read it if you would like to know more. At 5:00 pm, I went back to Building 40 (CMS Building) I appointed my supervisor: Martijn, Pedro, and Benjamin at 5:00 pm but I was late because I had to walk back from Building 572 and felt guilty. It was so far and takes time. I arrived CMS building about 5:20 pm we talked about my project. They got me some work to check my results. Then I found P'Nan and P'Phat happily. So we included P'Kai had dinner together at CERN restaurant. Then I had worked until midnight. Today was the fifth week at CERN. Time pass very fast.



30 July 2013

The lectures consisted of LHC Upgrade which was Magnet part, Search for Beyond the SM Physics and Hadron Collider and Accelerators in Cancer Therapy. In LHC Upgrade, I liked teaching style of lecturer. He had many jokes which made substance be not boring. I also loved Accelerates in Cancer Therapy lecture because it related to biophysics and I may find way to connect high energy physics to my field. In the

afternoon, I did also research. At 5:00 pm I went to meeting with my supervisor. We talked about plan for my project in the next 4 weeks before I go back to Thailand. Then I went back to the hostel for washing and had dinner. At 9:00 pm I biked back to CERN in order to lend P’Nan’s bike and also did work at the library. I had lots of work to do. Fighting!

31 July 2013

Today we also attended three lectures: LHC Upgrade was the second class of Magnet part, the last class of Accelerators in Cancer Therapy and the last class of Search for Beyond the SM at Hadron Colliders. In LHC Upgrade and Accelerators in Cancer Therapy classes, the gist continued the previous lectures and also interesting but I felt so so. On the other hand, the Search for Beyond the SM at Hadron Colliders was so interesting. We learned about SUSY and I learned a possible way to prove this theory at LHC. In the afternoon, I also worked on research about matching b-jet with new methods and edited some parts of code in order to correct my re-weighted histogram. At 6:30 pm P’Phat, P’Gai, Siew Yan and I went to Thai buffer restaurant. I ate many foods. Finn!! Then we went back to CERN, did work at the library, and then went back to the hostel at midnight.

1 August 2013

In the morning, I had also three lectures: LHC Upgrade, Cosmology and Flavour and CPV. In LHC Upgrade class, we learned about RF system and its new design. It was interesting as well as the other classes. In the afternoon, I edited matching b-jet and compared the difference between two methods I used. At 4:00 pm I went to meet with Pedro, Benjamin and two friends who were working in my group. I was suggested to write new b-jet matching method. Then I went to P’Phat’s office and worked a little bit before going back to the hostel and had dinner. I went to CERN again and did my project about new matching method. At 10:00 pm I heard fireworks sound from a city so I went to the sixth floor in order to see them from top view. Wow! It was as I thought. I saw beautiful fireworks not only from Geneva but also from many cities in Swiss. Today was Swiss National Day that why today we had fireworks. Then I went back to work and go to a hostel at midnight, I would do many things about my project tomorrow. Bye a good day



2 August 2013

In the morning, lectures consisted of Cosmology and Flavour and CPV. They also were interesting. But I did not intend studying because my senior project had been accepted for the 15th International Conference on Biomedical Engineering (ICBME 2013) at Singapore so I had to write a form in order to get funding support from JSTP for attending this conference. In the afternoon, I also worked on research. At 4:00 pm I had meeting with my research group. I met with Juerg he had just arrived CERN today. I presented all results and we discussed about works to do. That meant I had much work to do. Fighting! After meeting, I went back to my office and found on facebook that P'Phat asked me to go Geneva. I quickly went to restaurant which was our appointment. At 5:00 pm we went to the Geneva airport in order to buy Swiss-pass for Siew Yah then we went to downtown. We bought ingredients at the Asian supermarket and then we went to Swatch shop because Siew Yah wanted to buy souvenirs. This week along Geneva lakefront Swiss festival has been in order to celebrate Swiss National Day, so we walked around the lake. It is a good time. Around 10:00 pm we went back to CERN in order to plan for tomorrow hiking trip and work. Along this week, the first trip we had planned is Zermatt. Because of bad weather, we changed plan to go to Creux-du-van. It was a difficult hiking trek. We had to prepare ourselves for this trip. I had to go to bed now.

3 August 2013

Today we went to Creux-du-van for hiking. The total distance was 13.6 km. We arrived Noiraigue around 11:00 am and we started to hike. Around 1:00 pm we arrived the top of Crux-du-van. We were so tired. So we rested and had lunch, then we walked along the edge of cliff and took photos. It was very beautiful place. We went back to Noiraigue around 5 pm. We spanned 6 hours. This hiking taught me two mains: tolerance and decisions. Around 6:00 pm we arrived Neuchatel which was the big city of the north-west of Switzerland. We promenaded in city, went to Neuchatel castle and had dinner at a restaurant. We went back and arrived Geneva around 11.00 pm. I was so tired today.





4 August 2013

Sunday again, I got up late and I was so tired because of the hiking yesterday. At 11:00 am we consisting of P'Phat, Siew Yah, Prim, Connor and me went to the supermarket to buy ingredients. We cooked and had lunch with Thai food like Tom Yom, Pad Ka Prael and Phat Phong Ka-ri. I felt very happy. All the afternoon, I stayed in my room and edited my photos from yesterday trip. Then I had dinner with the same menu. I also felt happy. In the evening, I also edited my photos from other trips. Is this my hobby or my job?



5 August 2013

I was so tired because of the hiking trip. In the morning, the lectures consisted of Monte Carlo's: event simulation for the LHC, Flavour and CPV. In MC class, I tried to study because it related to my project and I was very interested. The contents were similar to Madgraph workshop, however, it was still interesting. In the afternoon, I also worked on my project: my main works were composed of two parts: the b-jet matching and the analysis of the difference between top and anti-top in 2D-histogram. At 5:45 pm I went

back to the hostel, cooked and had dinner. Then I went to the library in order to work on research. I went back to my room at 11:00 pm.

6 August 2013

In the morning, I studied three classes consisting of MCs, Astroparticle Physics and Antimatter. In MC class, it was very interesting. In the afternoon, I also worked on my research: I wrote the script for drawing profile in 2D-histogram and edited another script for re-weighting histogram while filling data which got more precision than previous results. At 4:00 pm I attended a Cloud chamber workshop. It was very wonderful since I could see many particle tracks in chamber. It made me feel that experiment was the important part that confirms the existence of particles. At 5:45 pm I went back to the hostel in order to have dinner. And I went back to CERN again in order to work.



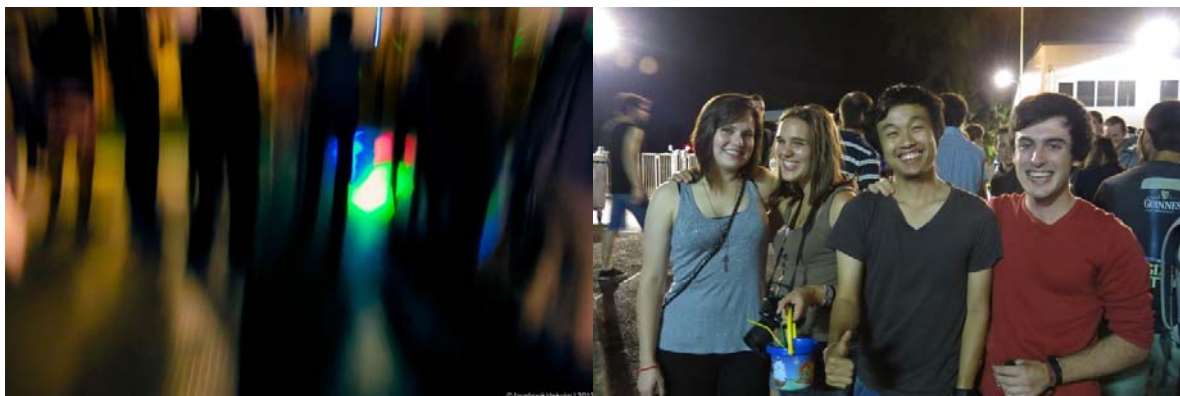
7 August 2013

I also attended classes in the morning. They consisted of Detector Simulation, Astroparticle Physics and Antimatter. The detector simulation class was very interesting because it grasped with my attention. Lecturer described about how to use MC to simulate a trajectory of particle in a detector which it was complicated but I liked it. In the afternoon, I went to my office also to do my project. I discussed 2D-histogram results with Juerg: we observed some relation between the $t\bar{t}$ mass difference and transverse momentum. It is good news for us. At 4:30 pm I had research group meeting. I presented some interesting results and we discussed about next works. The meeting spanned long time. Actually, we had poster session of some summer students at 5:00 pm. I would like to join, so I went to that however, it was late. I was very enjoy this activity: we talked and discussed about my friend's projects. It made me learn many things. Then I went back to the hostel at 18:49 pm I cooked and had dinner. The rain was coming but I had to go back to CERN in order to plan trip at this weekend and work on research. Tonight, I had many works to do, I went back to my room at 1:00 am of the next day. I am hungry but I get to sleep now.



8 August 2013

Today was the last day of lecture series. Lectures consisted of String Theory, Astroparticle Physics and Antimatter. I felt very interesting in String theory. It demonstrated our endeavor to described nature. However, we had only 45 minutes class so we just learned a basic concept of this theory. However, I would like to know more. In Astroparticle physics class, we learned about Dark matter, the assumption of its interaction and the hope to detect it. It seemed so far from my knowledge so I did not believe willingly that the theories are correct. Moreover, in antimatter class, it was also very fun. We learned about anti-hydrogen and its application. I felt very interested and I thought that we can apply some theories or models to study the interaction of it with bio-tissues at high energy level which is the important concept for a cancer treatment. I would like to know more about this field because I want adapt my thesis able to use high-energy physics in biological system. In the afternoon, I went to my office and edited code for data analysis to study in more details about the relation between top and anti-top mass and their transverse momentum at each calculated level. Around 3:00 pm, my building had no power. I surprised. So I went to Phat's office and worked. Then I went bake to the hostel and had dinner. At 8:00 pm I went back to CERN again, I worked on my research and went to the last summer student party at 11:00 pm. It also was fun. @_@ I went to my room at 1:00 am of the next day.



9 August 2013

Today we had the closing lecture at 10:15 am. I got up at 9:30 am it was later than normal day ^_^, I went to lecture in time. The lecture was LHC, ATLAS, CMS etc. past, present and some perspectives. It was nice. In class, some of summer students dressed in Toga suite as shown in figure following asking on CERN summer students group on facebook. It was amazing. Then we had lunch and went to my office. I discussed results and prepared my presentation file for group meeting. At 2:30 pm P'Phat appointed me, Siew Yan met his boss. He introduced his research group which works on dark-matter and extra-dimension physics in order to persuade us joining for doing the thesis in master degree. I was interested but I should think about it a lot because this was good opportunity which can change my plan in the future. At 4:00 pm I went to my group meeting. I discussed results. we have important problem to solve: why do top and anti-top mass at generated level depend on traverse momentum? Around 6:30 pm we went to Geneva lakefront, we loafed at Geneve festival and played player. It was very fun but I was so tired. I went back to the tram station around 11:50 pm. We miss the last tram which go to CERN. So we got in another tram and walked around 2-3 kms to CERN. We arrived CERN at 0:50 am of the next day, we miss Y-bus again.TT! so we went to P'Phat's office. We planned for weekend trip and worked. We went back to the hostel by a night-bus which did not pass my hostel but it stopped at Carrefour. I had to walk back to my hostel. I was so tried. Today was chaotic day but it made me have experience.



10 August 2013

This was Saturday but I had to get up at 6:30 am and had breakfast. Because we consisting of P'Phat, Siew Yan and I planned to travel Bern and Biel. We arrived Bern around 10:00 am. I loafed in downtown, visited Einstein house. It was good. Then we went to see bears which are the symbol of this city and went to the viewpoint of city. Bern was very beautiful city and peaceful especially at Bern Minster church where is the last place we visited. Then 2:00 pm we went to the next city, Biel. We did not have an exact plan for this city so firstly we went to the tourism information to get places we should go. We went to Taubenloch gorge. Next place we went to see landscape of Biel lake. They was nice. Around 8:00 pm we arrived Geneva airport. We bought food and had dinner then we went to Geneva lakefront. Today is the last day of Geneva festival so grand fireworks were displayed at 10:00 pm. It was very beautiful and spanned 1 hr. Today was nice day.



11 August 2013

My dream became true, we were going to see Matterhorn which is beautiful place and locate in Zermatt. We went to a train station at 7:45 am in order to take a train to Zermatt. The distant between Geneva and Zermatt was very far so it took about 4 hours. Frist two hours on train I slept to change my energy from yesterday trip. Along way to Zermatt was very nice landscape. A cloud soared though Mountain with the blue sky. I felt everything was beautiful. About 12:00 am we arrived Zermatt, we met Tua and his friend named Turbo following appointment. We just knew that we had Swiss parade at Zermatt. Many peoples dressed in Swiss suite. It made city look difference like we walked in the old Swiss city. I loved it. At 13:36 I took a train to Gornergrat which was the point view to see the beautiful of Matterhorn. When we arrived, we had discovered the beautiful of nature at 3100 km from see level. The temperature was around 12-15 C°. We felt low oxygen concentration. I took many photos then went back to a previous train station in order to hike around 2 hr. I loved this place. Around 17:35. I arrived train station that was our destination in order to take train back to Zermatt. Nevertheless, the unexpected story happened we missed the train. So we had to wait 30 minutes approximately to get in next train. It made Turbo concern about missing his train to go Germany tonight. Because he had just 1 minute to change train line at Zermatt station. So we planned to run when we arrived Zermatt. Fortuitously we had arrived before the next train departed 4 minutes. However, we ran to the next train. We got in train in time. Wow! This was very good trip.



12 August 2013

This was the seventh week at CERN, I intended this week we have to work hard in order to close my project. I went to my office early. All day I wrote codes to study the effect of transverse momentum of Top anti-Top system. At 5:30 pm I had finished debugging and sent jobs to Grid. Around 6:00 pm I went back to the hostel and went to Carrefour. I cooked for dinner and tomorrow lunch and had dinner. I went to CERN again in order to work and buy online train tickets for going Paris and accommodate hostel for long trip after the end of this camp.

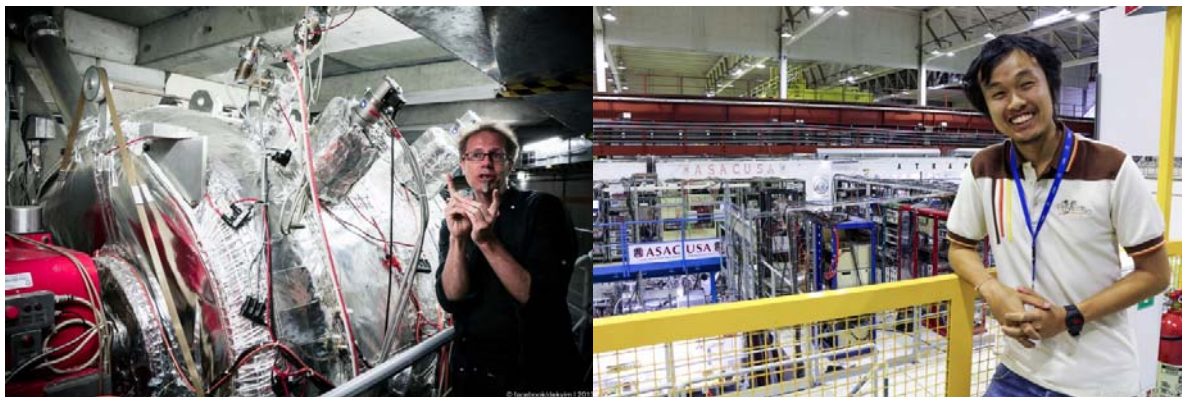
13 August 2013

In the morning, we had presentation session in auditorium. Many summer students which registered in time got opportunity to present their project. Their presentations was interesting and various topics. At the same time, I worked on my research and so I selected some topics that I was interested to be intend listen. In afternoon, I also did my works and prepared a presentation file to sum up results. At 5:00 pm I dated Pedro and Juerg to discuss our results and next works I should do. I had to summarize my project and prepare presentation file for the next Monday which is the day I am going to present in CMG meeting. Pedro told me about main works: firstly, I should prepare my presentation, Secondly we have to focus on main results for presentation and analysis some evidences that support main results. At 6:00 pm I went back to my hostel, cooked for dinner and tomorrow lunch. At 7:30 pm I went to CERN at work again. I finished code to count a number of gluon decaying from bottom quark before hadronization. I also had many work to do tomorrow.



14 August 2013

This morning we had the second of presentation session, I went to this activity. It also was interesting. Because I had to work a lot, I prepared my slide at the same time. In afternoon, I also worked: I studied the competitive of UE tuning in top mass distribution as function of each variable especially the number of gluon. At 4:00 pm I visited the Anti-matter department which was the place we created anti-hydrogen. I visited accelerator for accelerate anti-proton and various experiments. They were very interesting. I went to the hostel at 5:45 pm for dinner and went back to CERN again to work. Tonight, I discussed the difference of results in each tuning. Fighting!



15 August 2013

Today was so busy. In the morning, I attended the last presentation session. However, I did not intend listening my friends' presentation because I had to prepare my slide in order to send the draft to advisers. I had lunch with my leftover. Then I went quickly to my office and prepared my slide continually. At 2:00 pm I had finished my draft and sent it. Then I visited LEIR/LINAC and the computer center. My visiting places were nice but the guide could not answer many questions. I saw the H_2 source which was ionized and accelerated at LINAC and saw Grid which was the computer system that is running my jobs and managing

everything in the computer world at CERN. At 4:00 pm I went back to P'Phat's office and worked. Around 4:30 pm I appointed Juerg. He suggested me many points in my slide. Then At 5:00 pm We met Pedro and Benjamin. We discussed around 1 hour. I had walked to the bus stop in order to go to the hostel for dinner. But I missed bus, so I had to walk back and had dinner at the restaurant. At 7:00 pm I went to the library and have edited my slide until now. This time is 12:36 am of the next day. I will change my OS to prepare some graphs.



16 August 2013

In the morning, I visited ALTAS at 9:30 to 10:30 am. It was a very big detector which bigger than CMS. I also took many photos. Then I went to CMG meeting in order to see my summer students presenting their projects and prepare myself for this meeting. Many peoples asked questions during presentation. It was nice because it made sure that you did not loss audiences. However, I thought that it is hard for me to answer question and present in the same time. I will practice more. The meeting was late so I had lunch at 1 pm then I also edited my slides. At 2 pm I went to rehearse my presentation with Pedro, Juerg and Benjamin. It spanned 2 hours they suggested me slide by slide. I felt grateful. Then we also stayed in the same room. We had Top meeting. This was good opportunity for me. I listened the plan for top mass analysis. ^_^ At 5:45 pm I went back to my hostel and had dinner. Around 7 pm I went to CERN library to do my work: edited some plot for my slides. Fighting!



17 August 2013

I got up late. I washed and then I went to Carrefour in order to buy some ingredients. I cooked for lunch and dinner. I had lunch at 1 pm. This afternoon I did my work: preparing slide and waiting new results which were more resolution than previous histograms. At 17:00 my slide had finished. I sent it to supervisors. Then I made a decision that I had to go to see the sunset at Montreux so I planned. I had dinner at 5:30 pm. After that I went to Montreux. It used 2 hours from my hostel to Montreux. Wow! I saw a nice landscape. I rambled along lakefront and took many photos. This was a great time. I arrived my hostel around 11 pm. I got e-mail from Pedro about my slides. I had to edit some parts. I decided to do it tomorrow. So I had free time, I beautified my photos took at Montreux and uploaded to my Facebook. I am going to watch movie and go to bed. Work hard play hard!



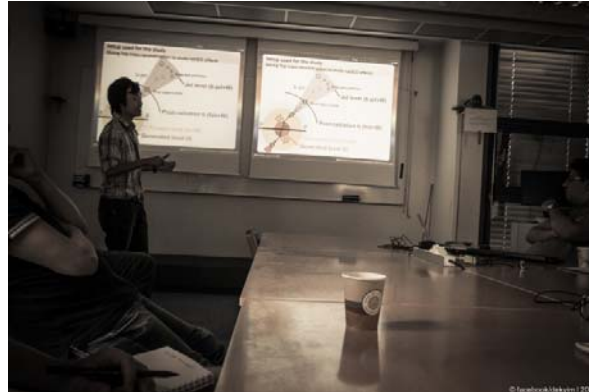
18 August 2013

This was Sunday. I also got up late. I had lunch with leftovers from last diner. In afternoon, I had edited my slides and I uploaded my slide to agenda link. In the evening, I had dinner and I am practicing my presentation. Fighting! Practice make prefect.

19 August 2013

Eventually the last week of summer student program arrived, time still is fast although I try to increase my speed. Today I had to present my project that I had started since 1 July. Title of my project changed from "Search for extreme Non-Perturbative QCD distortions of the Top quark width" into "Study Top and Anti-Top mass difference". This indicated that I could not work following the plan. Moreover, my expectation that I would learn more the theoretical modern physics, it looked not success. I still have to learn more. T_T However, I tried to do it best. In the morning, at 9:30 am I went to 40 building in order to rehearse finally presentation and edited my slides. I would like to thank my supervisors for their suggestions. Time I had awaited was coming, at 11:00 pm I presented my projects in CMG meeting. It was a good. Audiences understand in my work. Yeah! I could do it. I felt my accomplishment although it did not finish. So we went to restaurant and had lunch. In the afternoon, I wrote my final report. At 17:00 P'Phat asked us to go to the department store. We went to shopping then we went back to CERN, I had dinner and worked at the library: I analyzed some results which had done last week for example, number of gluons and energy of

gluons. Moreover, I tried to know more about my projects, so I am reviewing literatures concerned with Top mass difference, Top and Top width.



20 August 2013

In the morning, I went to CERN at 9:30 am. I wrote my final report in introduction and setup sections. At 12:30 am I had lunch. Then I went back to my office in order to finish the setup section of the report and sent this draft to my supervisors. At 2:00 pm I visited superconducting magnet facility (SM18) which was interesting. Then I went to my office and wrote my report. At 17:15 pm I went to took photo where the web was born. Then I went back to the hostel in order to cook. This evening, some of summer students appointed to go to Pont de La Junction where a confluence of Rhone and Arve rivers was. This was very nice place. We picnicked at here. Then we went to bridge crossing rivers in order to see the color difference of two rivers. Because we had not planned to cross bridge before. So we loss. We used a long time to go there we therefore could not see sunshine. Y_Y However, it also was very beautiful landscape. {Hidden part-Adventure in the night} ^^ I went back to the hostel at 11:00 am I was so tried. I got e-mail from Pedro about my report, he had many comments. I will edit it tomorrow.



21 August 2013

In the morning, I went to CERN at 9:00 pm. All day was work-time; I edited my final report according to Pedro's comments and wrote my report in results and discussion sections. It had finished at 4:30 pm. Then

we consisting of P'Phat, Siew Yan and me went to Geneva downtown for shopping. I bought many survivors for my family. ^_^ At 7 pm we went back to CERN, had dinner and worked again. Tonight, I re-analyzed some plots in order to observe the UE tune dependency on b-radiation. I went back to my room at 10:30 pm. I am going to see movie.

22 August 2013

I woke up late. I went to my office at 10 am. I edited my report. Around 11 am I conferred with Juerg about my report and my work. I would like to study in the detail of b radiation. He told me if you want to do you can do. At 12:30 am I went to had lunch at the restaurant 2. It was first time of me because this restaurant was so far from my office. However, it was good restaurant. We could see the backside of CERN which was the vineyard. It was very nice landscape. I was very happy. At 1:30 pm I went to meet Pedro and Juerg to talk about my report. All afternoon, I edited my report. It had done at 5 pm and sent it to my supervisors. Then I went back to my hostel for washing. At 7:30 pm I went to CERN in order to meet P'Nan and Tua and had dinner at Thai restaurant in Geneva. ^_^ it was nice time. I had to pick my baggage.



23 August 2013

This was the last day of CERN summer student program. In the morning, I had still edited my report in some sections until 10:00 pm and sent it to my supervisors again. While I was waiting replying e-mail from all supervisors, I planned my trip and thing to do before I depart from CERN. I had lunch at 12 am. In the afternoon, I returned books, checked out my card, and got my fund. At 3 pm, I got e-mail from my all supervisors. They had some comments so I edited my report last time. At 3:30 pm, I visited the GLOBE because this was the last day and I had not visited it before. At 4 pm, I bought souvenir at CERN shop then at 4:30, I went to Ice-cream firewall with my friends and my supervisors. We conversed on many topics. I liked it so much. At 5:45 pm, I went back to my hostel in order to keep my stuff. At 7:11 pm, I went to back CERN in order to drop my baggage at P'Gai's office. Around 8 pm I had dinner and conversed with P'Gai and P'Phat. At 9 pm P'Phat and I worked again: this was my final work on this camp. I sent my final report to CERN document system. Bravo! Work have done!! ^_^ Then I printed tickets for long trip and planned the timetable for tomorrow trip.



24-30 August 2013

Traveling is the experience that you have to learn by yourself.

ภาคผนวก ข : คำแนะนำสำหรับนักศึกษารุ่นต่อไป

- **เตรียมพร้อมด้านการสื่อสาร (ภาษาอังกฤษ)**

สำหรับน้อง ๆ รุ่นต่อไปที่อาจจะมีพื้นฐานภาษาไม่ค่อยแข็งแรงเหมือนกับพี่ พี่อยากจะบอกว่า แม้ว่าภาษาจะเป็นเรื่องทักษะที่ต้องอาศัยความพยายามในการฝึกฝน แต่ด้วยความลำบาก ท้อแท้ มันอาจทำให้เราหยุดการฝึกฝนไป โปรดอย่าเป็นเช่นนั้น เราต้องพยายามฝึกฝนอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะเมื่อได้เข้าร่วมกิจกรรม พยายามหาเพื่อนต่างชาติไว้พูดคุยและทำกิจกรรมร่วมกันในยามว่าง อย่าจับกลุ่มอยู่กับเพื่อนชาวไทยเพราะมันจะทำให้เวลาในการได้ใช้ภาษาลดน้อยลง และที่สำคัญไม่ต้องอาย สนุกสนานกับการเข้ากิจกรรมทางสังคมต่าง ๆ อย่างเต็มที่ ไม่นานผลของความพยายามก็จะปรากฏผลเอง

- **เตรียมพร้อมด้านองค์ความรู้พื้นฐาน**

น้อง ๆ ควรมีความรู้พื้นฐานต่าง ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมให้สามารถเรียนรู้จากการเข้าฟังบรรยายได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพและสามารถทำงานวิจัยได้อย่างต่อเนื่อง สำหรับการเข้าฟังบรรยาย พี่แนะนำให้น้องทบทวนเนื้อหาในด้านฟิสิกส์อนุภาคเบื้องต้น และลองเข้าฟังการบรรยายในปีก่อนหน้า ตามลิงค์ <http://summer-timetable.web.cern.ch/summer-timetable/> โดยเฉพาะในกลุ่มหัวข้อการบรรยายที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ทฤษฎี นอกจากนี้สำหรับงานวิจัย พี่อยากจะให้น้อง ๆ เลือกหัวข้อที่จะมาทำวิจัยที่เชิร์นตามความชอบ ความอยากรู้อยากเห็นและความถนัดของตนเอง เมื่อทราบชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งจะทราบก่อนเดินทางประมาณหนึ่งเดือน ให้รีบติดต่อเพื่อถามถึงหัวข้องานและสิ่งที่ควรเตรียมตัวก่อนไป สำหรับน้อง ๆ ที่ทำงานเชิงการวิเคราะห์ข้อมูลหรือจำลองทางฟิสิกส์ พี่แนะนำให้ฝึกฝนการใช้ Terminal เขียนโปรแกรม C++ ในเชิง OOP และการใช้โปรแกรม ROOT และ(เฉพาะน้อง ๆ ที่จะทำงานที่ CMS เพิ่มส่วนที่เป็นโปรแกรม CMSSW และภาษา Python)

- **สิ่งที่ควรรู้-ความเป็นอยู่**

ที่พัก จะมีที่พักสองแหล่งในเขตเชิร์นและ St.Genis hostel ซึ่งจะอยู่ในฝั่งฝรั่งเศสห่างจากเชิร์นประมาณ 2 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดิน 20-30 นาที ข้อดีข้อเสียของแต่ละที่ สำหรับการพักในเชิร์นจะทำให้น้อง ๆ ประหยัดเวลาในการเดินทางและได้ทำกิจกรรมยามว่างช่วงค่ำกับเพื่อน ๆ ในเชิร์น และสามารถเดินทางไปทำงาน ณ ที่ทำงานได้สะดวกและตลอดเวลา แต่ข้อเสียคือแพงกว่าที่ St.Genis hostel ซึ่งเป็นที่ที่พี่พัก ข้อดีของ St.Genis hostel คือค่าที่พักถูกและสงบ สำหรับน้อง ๆ ที่เลือก St.Genis พี่แนะนำให้เช่าจักรยานจากเชิร์นเพื่อใช้เป็นพาหนะ

การเดินทางและเส้นทาง น้อง ๆ สามารถศึกษาแผนที่ของเชิร์นได้จาก <https://maps.cern.ch/> โดยในเจนีวามีระบบขนส่งสาธารณะ TPG สายหลัก ๆ ที่น้อง ๆ น่าจะได้ใช้บ่อย ๆ คือ มีรถราง

สาย 18 จากเซิร์นตรงสู่ตัวเมืองเจนีวาและรถบัสสาย Y สำหรับการเดินทางไป St. Genis ในฝั่งฝรั่งเศส ดูรายละเอียดได้จาก <http://tpg.ch/>

สภาพอากาศ เนื่องจากเป็นช่วงหน้าร้อน อากาศจึงกำลังสบาย อย่างไรก็ตามจะมีช่วงฝนตกบางหนาวไปบาง (ประมาณ 13-15 C°)

อาหารการกิน อาหารที่เซิร์นราคาประมาณ 10 CHF พี่แนะนำให้ทำอาหารทานเองด้วยเพื่อป้องกันการเบื่ออาหารฝรั่งและประหยัดค่าใช้จ่าย เมื่อทำอาหารทานเองหากพักอาศัยที่ St. Genis hostel จะเป็นห้องครัวรวม น้อย ๆ ควรเตรียมอุปกรณ์ครัวไปบางส่วน อาทิ มีด จาน ถ้วย และเครื่องปรุงต่าง ๆ (หมายเหตุตู้เย็นไม่ค่อยเย็นนักอาจเก็บของสดได้เพียงหนึ่งถึงสองวัน)