วาระที่ ๓.๒
โครงการความร่วมมือไทย – KATRIN และ KIT
ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี (ประจำปี ๒๕๖๓)

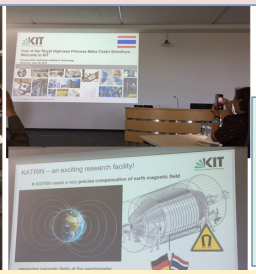
รายงานเมื่อ
๕ มีนาคม ๒๕๖๔

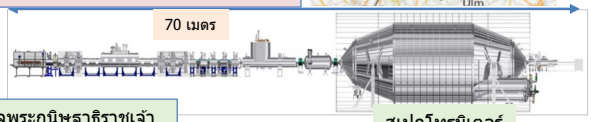
หน่วยงานร่วมโครงการ
1. มูลนิเทคโนโลยีสารสนเทศตามระราชดำริฯ
2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
4. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. เนคเทค/สวทช

พระราชดำริ
มีนาคม ๒๕๖๔

1. KATRIN (KArlsruhe TRItium Neutrino experiment)

- เพื่อวัด**มวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโน** (electron antineutrino) ที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวแบบบีตาของทริเทียมด้วยความแม่นยำที่ระดับต่ำกว่าอิเล็กตรอนโวลต์(sub-eV)
- ตั้งอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีคาร์ลสรู (Karlsruhe Institute of Technology) เมืองคาร์ลสรู เยอรมนี
- มีนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ช่างและนักศึกษามากกว่า 150 คนจาก 12 สถาบัน**ใน 5 ประเทศ ได้แก่ เยอรมนี สหราชอาณาจักร รัสเซีย สาธารณรัฐเช็ก และ สหรัฐอเมริกา**
- อุปกรณ์สำคัญ**คือ สเปกโทรมิเตอร์ หนัก 200 ตัน** ติดตั้งและผ่านทดสอบจนสมบูรณ์เมื่อค.ศ. 2015
- การทดลองเริ่มเมื่อปลายปีค.ศ. 2016 และเปิดตัวเป็นทางการราวกลางปีค.ศ. 2018 ด้วยการสลายตัวของทริเทียมเป็นครั้งแรกและมี**การวัดผลทางวิทยาศาสตร์ครั้งแรกเมื่อเมษายน 2019** คาดว่าจะทดลองต่อไปอีก 5 ปี(wikipedia)



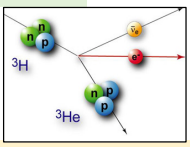


สเปกโทรมิเตอร์

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตน ราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จทอดพระเนตร KATRIN Experiment, KIT, Karlsruhe, Germany วันที่ 28 มิ.ย. 2562

การสลายตัวแบบบีตาของทริเทียม

$$^{3}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}\mathrm{He} + e^{-} + \bar{\nu}_{e}$$

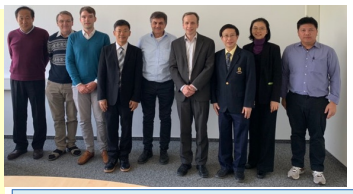


มวลนิวทริโน
- นิวทริโนมีมากมายในเอกภพนี้ที่มีมากกว่าก็เพียงโฟตอนของแสงเท่านั้น หากเรามีแว่นตาวิเศษมองเห็นนิวทริโนได้ เราก็จะเห็นนิวทริโนเหมือนเห็นแสงเต็มไปหมด
- นิวทริโนจากนอกโลกมาจากดวงอาทิตย์ ซูเปอร์โนวา และจากแหล่งอื่นที่ยังไม่ทราบอีก บนโลกเรามาจากโรงไฟฟ้าปรมาณูเป็นสำคัญ
- เดิมนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า นิวทริโนไร้มวลเหมือนโฟตอนจึงทำให้เราพบมากมายคล้ายแสงเพราะความไร้มวลจึงเคลื่อนเร็วเท่าแสงไปทั่วเอกภพ
- แต่ใน ค.ศ.2015 มีผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ที่พบว่า นิวทริโนขณะเดินทาง เช่นจากดวงอาทิตย์มายังโลกเรา เป็นต้น สามารถเปลี่ยนชนิดไปมาได้ (นิวทริโนมี 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอนนิวทริโน มิวออนนิวทริโน และทาวนิวทริโน) ปรากฏการณ์นี้แสดงว่านิวทริโนมิได้ไร้มวล
- มวลของนิวทริโนนั้นน้อยมาก ต่ำกว่าอิเล็กตรอนราว 500,000 เท่า(electron mass 0.511 MeV/c^2) วัดได้ยากและยังไม่ทราบค่าที่แท้จริง
- การทดลองก่อนหน้านี้ที่ **Mainz (เยอรมนี) และ Troitsk (รัสเซีย) พบเพดานของมวลของอิเล็กตอนแอนตินิวทริโนว่าไม่เกิน 2.3 eV/c^2**
- KATRIN ซึ่งจะใช้วิธีการวัดที่คล้ายกันจะค้นหา **(1) เพดานมวลที่ต่ำลงไปอีก 10 เท่า กล่าวคือที่ 0.2 eV/c^2 (90% CL(Confidence Interval)) หรือ(2) พบค่าที่แท้จริงหากมวลมากกว่า 0.35 eV/c^2** อุปกรณ์การทดลองที่ KATRIN จึงต้องสร้างให้มีสมรรถนะสูงกว่าอดีตขึ้นไป 20 เท่าจึงจะทำได้
- **การเผยแพร่เมื่อ 13 กันยายน 2019 พบว่า เพดานมวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโนอยู่ที่ 1.1 eV/c^2**

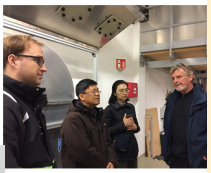
2.KATRIN:ความร่วมมือ(1/4)

ความร่วมมือวิจัย

- จุฬา มทส.และมช.ได้รวมตัวกันเป็นภาคีไทย-แคทริน(Thai-KATRIN Consortium)ที่จะเข้าร่วมทำงานวิจัยกับ KATRIN
- เบื้องต้นคาดว่าเป็นการศึกษาและตรวจวัด สนามแม่เหล็ก (เนื่องจากมีความเชี่ยวชาญมาแล้วจาก JUNO)
  - ✓ ศึกษาการจำลองสนามแม่เหล็ก (magnetic field modeling)
  - ✓ การประเมินค่าสนามแม่เหล็ก (evaluation of B field)
  - ✓ เซนเซอร์วัดสนามแม่เหล็กแบบเคลื่อนที่และแบบอยู่ประจำที่ (mobile/stationary sensors)
  - ✓ การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis)
  - ✓ แผนระยะยาวในการเฝ้าติดตามค่าสนามแม่เหล็ก (long term monitoring)
- ขณะนี้ยังไม่มีประเด็นด้านการเงินในการเป็นสมาชิก
- เข้าร่วมเก็บผลการทดลอง (คิดสัดส่วนตามจำนวนสมาชิก ในแต่ละปีจะทำการทดลอง 3 ครั้ง ๆ ละ 60 วัน)
- เข้าร่วมการประชุมความร่วมมือ (collaboration meeting) ปีละ 2 ครั้ง (ช่วงฤดูใบไม้ผลิ และ ช่วงฤดูใบไม้ร่วง)
- มีการประชุมร่วมกัน2ครั้งแล้วในปีพศ2562เมื่อพฤษภาคมและกันยายนที่KIT

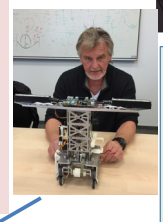


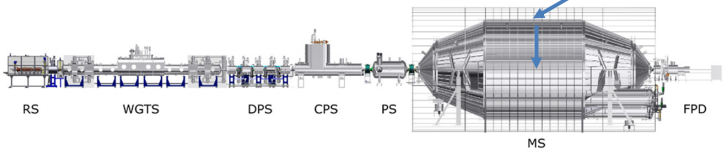
ครั้งที่1:นักวิจัยจากจุฬา(บุรินทร์และนฤมล) และ มทส.(ชิโนรัตน์,ยูเป็ง แยน) เดินทางไป KATRIN เมื่อ 17 พ.ค. 2562 ณ KIT(คนที่สองจากซ้ายคือ Prof. Ferenc Glück (ผู้ศึกษาการป้องกันสนามแม่เหล็กโลก) คนที่ห้าจากซ้ายคือ Prof. Guido Drexlin (KATRIN spokesperson & project leader) คนที่หกจากซ้ายคือ Prof. Markus Steidl (KATRIN deputy project leader)



ครั้งที่2:บุรินทร์ นฤมลและชิโนรัตน์เข้าร่วมการประชุม 37th KATRIN Collaboration meeting วันที่ 4-8 พ.ย. พ.ศ.2562 ณ KIT และได้รับรองจาก Collaboration Board ให้เข้าร่วมเป็นสมาชิกของ KATRIN ในนาม Thai-KATRIN Consortium

- **ภาคีไทย-แคทรินจะ รับผิดชอบการวัดและคำนวณค่าสนามแม่เหล็กใน Main Spectrometer (MS) โดยเป็นการรับช่วงต่อจาก Prof. Alexander Osipowicz ซึ่งกำลังจะเกษียณอายุ**
- Prof. Alexander Osipowicz ได้สาธิต Mobile sensor unit ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดสนามแม่เหล็กแบบอัตโนมัติที่สามารถเคลื่อนที่ในแนวเส้นรอบ วงตามแนวดิ่งของ MS
- คาดว่าจะส่งนักวิจัยและ/หรือนักศึกษาเข้าร่วมศึกษาและเรียนรู้การทดลอง Run III ที่จะเริ่มในมีนาคม พ.ศ. 2563 พร้อมทั้งศึกษาการทำงานของระบบวัดสนามแม่เหล็กแบบอัตโนมัติของ Mobile sensor unit





การพัฒนากำลังคน

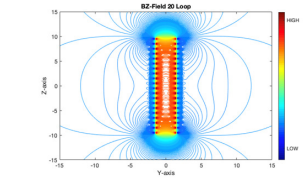
- KIT(Karlsruhe Institute of Technology) มีโปรแกรมการบรรยาย การประชุมเชิงปฏิบัติการและการฝึกอบรม สำหรับนักศึกษา ป.โท เอก เป็นหลักสูตรระยะสั้น 2-3 สัปดาห์ รับจำนวน 20-30 คนต่อหลักสูตร (ไม่มีทุนให้) โดยทาง KATRIN สามารถแนะนำให้นักศึกษาไทยเข้าร่วมได้ ในแต่ละปีจะมีหัวข้อที่แตกต่างกันไป https://www.kseta.kit.edu/trainingprogram.php
- การฝึกงานวิจัย (internship) ของนักศึกษา ป.โท และ เอก โดยการติดต่อผ่านอาจารย์ที่เป็นผู้ร่วมวิจัยด้วยกัน

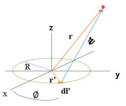
3

2.KATRIN:ความร่วมมือ(2/4)

ผลงานปี2563

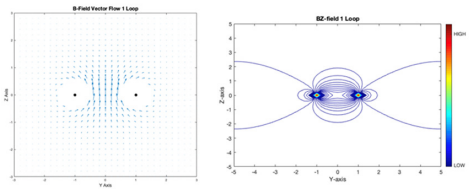
- นายวีระวัฒน์ ก่อแก้ว นิสิต ป.ตรี ฟิสิกส์ จุฬาเริ่มศึกษาการคำนวณสนามแม่เหล็กจากขดลวดไฟฟ้าเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการจำลองสนามแม่เหล็กในการทดลอง KATRIN(ปัจจุบันนายวีระวัฒน์ ได้เปลี่ยนไปทำงานด้านควอนตัมแทน)



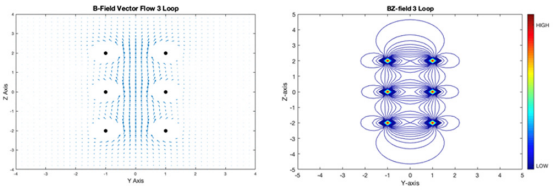


Magnetic field of current loops

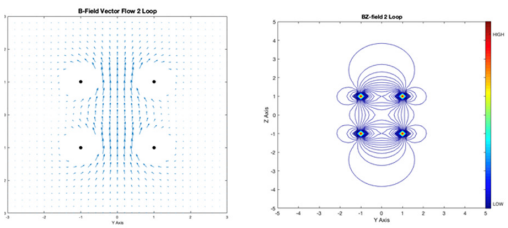
By Wirawat Kokaew



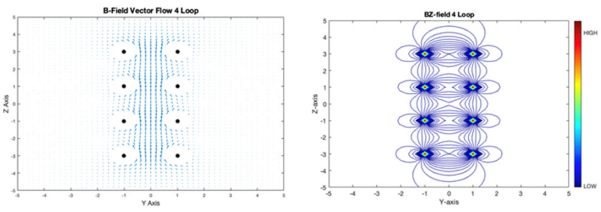
1Loop



3Loop



2Loop



4Loop

ามพระราช
๕ มีนาคม

2.KATRIN:ความร่วมมือ(3/4)

Drexlin, Guido (ETP) <guido.drexlin@kit.edu>
AW: Magnetic Field Measurements and Simulations KATRIN
To: Burin Asavapibhop <Burin.A@chula.ac.th> & 7 more
Security: Signed (Guido Drexlin)

Dear Burin,

first of all a Happy, healthy and successful New Year to you, your family and your Colleagues! As for magnetic field simulations and measurements let me propose to include Ferenc to this list. He is the ideal person to contact for our ongoing investigations on magnetic fields. At present, we are working on getting a better handle on absolute magnetic field strengths say in the source region (WGTS) via a set of „calibration" runs, where we use the onset oft he magnetic mirror effect to put two B-fields into correlation. This would be an interesting field ofg cooperation in the future. You can directly contact Ferenc about these and all other efforts.

All the best and best regards
Guido

p.s. at present we are in the middle of a maintenance period until the end of next month. I will get in contact with Markus wrt to collaboration mailing list.

1

Von: Burin Asavapibhop <Burin.A@chula.ac.th>
Gesendet: Donnerstag, 7. Januar 2021 05:11
An: Drexlin, Guido (ETP) <guido.drexlin@kit.edu>
Cc: Steidl, Markus (IAP) <markus.steidl@kit.edu>; Chinorat Kobdaj <kobdaj@g.sut.ac.th>; Alexander.Osipowicz@et.hs-fulda.de; snarumon@gmail.com; weinheim@uni-muenster.de
Betreff: Re: Magnetic Field Measurements and Simulations KATRIN

Dear Guido and Markus,

Happy new year and best wishes to you all.

I wonder what is the current status of the experiment? I think we are not on the collaboration mailing list yet so we are not aware of what is going on. Is Prof. Alexander Osipowicz still with the collaboration? I tried to get in touch with him a couple time but got no response so far. Could you please help to contact with him? Many thanks in advance.

Let's stay healthy.

Best regards,
Burin

Burin Asavapibhop <burin.a@chula.ac.th> 7 January AD 2021 23:22
Re: Magnetic Field Measurements and Simulations KATRIN
To: Glück, Ferenc (IAP) <ferenc.glueck@kit.edu>

2

Dear Prof. Ferenc,

Happy New Year to you and your family.

I'd like to follow up the B field issue with you as Prof. Guido mentioned in his e-mail below. Somehow we are not in the collaboration mailing list so we did not know what was going on with the collaboration. Last year we couldn't travel to KIT and perhaps this year as well. We might need to work with you remotely. Could you please bring me up to date on the B field issue? I tried to get in touch with Prof. Alexander a couple times last year but got no response. Please let us know what and how we can work together. Many thanks and look forward to hearing from you.

Best regards,
Burin

การติดต่อประสานงานความร่วมมือการพัฒนาแม่เหล็กให้ KATRINยุคCOCID-19

1. **7 มกราคม 64** ดร.บุรินทร์ติดต่อไปยัง spokeperson, Mr. Gudio ซึ่งตอบว่าให้ติดต่อไปยัง Mr. Ferenc เรื่องโครงการความร่วมมือด้าน Magnetic Field Measurements and Simulations KATRIN
2. **7มกราคม 2564** ดร. บุรินทร์emailไปยัง Mr. Ferenc

2.KATRIN:ความร่วมมือ(4/4)

On 30 Jan 2021, at 17:47, Glück, Ferenc (IAP) <ferenc.glueck@kit.edu> wrote:

Dear Burin,

I send you a short review of our recent magnetic field works (written by Fabian Block, our PhD student who is working on the magnetic field topic).

I thought that an interesting topic for you could be to make magnetic field model simulations. This would mean, to make magnetic field simulations of all KATRIN coils (superconducting, MS air coils, earth field, magnetic materials) inside the main spectrometer (MS), by using some realistic inputs about the coils an izations. After that, one would use some of our magnetic field determination meth termine the magnetic field in the normal analysing plane (z=0, MS center, or SAP. i.e. shifted analyzing plane), i.e. one would make a so-called computer measurement. Then one could compare the input magnetic field values with the computer measured fields, and one would then see the errors of the field determination methods. Something similar was used in sec. 5 of the bachelor work of Paul Maier (I copied this bachelor work into the dropbox directory that I shared with you). The task is not simple; but at least you could start to work on this, and later you can judge whether you are interested to continue to work on it. Concerning simulation codes, you have 2 possibilities; either to use our standard Kassiopeia code (see also in dropbox our paper), or my C/C++ codes (in terms of content they are rather similar, but formally different).

3

Best wishes,
Ferenc

การติดต่อประสานงานความร่วมมือการพัฒนาแม่เหล็กให้ KATRINยุคCOVID-19(ต่อ)

3. **30 มกราคม 2564** Mr. Ferenc ตอบดร.บุรินทร์เรื่องบทความวิชาการที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาแม่เหล็ก

3.สรุป

1. การทดลอง KATRIN (KArlsruhe TRItium Neutrino experiment) ตั้งอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีคาร์ลสรู (Karlsruhe Institute of Technology) เมืองคาร์ลสรู เยอรมนี เริ่มเก็บผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ.2562
2. วัตถุประสงค์หลัก เพื่อหาค่ามวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโน ที่ได้จากการสลายแบบบีตาของทริเทียม (ไอโซโทปหนึ่งของไฮโดรเจน)
3. นิวทริโนเป็นอนุภาคที่มีอยู่มากเป็นอันดับสองในเอกภพรองจากโฟตอน ไม่มีประจุไฟฟ้า มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด โดยสามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกสองชนิดได้ขึ้นอยู่กับพลังงานและระยะทางที่มันเคลื่อนที่ (เป็นพฤติกรรมที่ไม่ปรากฏในอนุภาคชนิดอื่น) จากพฤติกรรมนี้ทำให้ทราบว่านิวทริโนมีมวลที่น้อยมาก(น้อยกว่ามวลอิเล็กตรอนราว 5 แสนเท่า) แต่ยังไม่ทราบว่ามีค่าที่ชัดเจนเท่าไร
4. การทราบมวลของนิวทริโนจะทำให้เราเข้าใจว่า เหตุใดนิวทริโนจึงมีมวลที่น้อยนิดและมีที่มาอย่างไร นอกจากนี้ยังอาจช่วยไขปริศนาเกี่ยวกับสสารมืดและพลังงานมืดที่เป็นองค์ประกอบหลักของเอกภพด้วยก็ได้
5. นักวิจัยจากจุฬาฯ มทส. และ มช. มีความสนใจที่จะเข้าร่วมการทดลอง KATRIN โดยในเบื้องต้นจะร่วมศึกษาเกี่ยวกับการประเมินค่าสนามแม่เหล็กในสเปกโทรมิเตอร์และการป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กโลก (ทั้งสามสถาบันมีประสบการณ์จากการทดลองอื่น เช่น JUNO และ PITZ เป็นต้น)
6. นักศึกษาระดับ ป.โท และเอก สามารถเข้าร่วมรับฟังการบรรยาย การประชุมเชิงปฏิบัติการ และการฝึกงานวิจัยที่ KIT ได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นหลักสูตรระยะสั้น 2-3 สัปดาห์
7. สถาบันฟิสิกส์และเทคโนโลยีลำอนุภาค(Institute for Beam Physics and Technology : IBPT)เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งในสังกัดสถาบันเทคโนโลยีคาร์ลสรู
8. IBPT บริหารระบบลำอนุภาคและเครื่องเร่งอนุภาคเพื่อใช้ในการทดลองทางฟิสิกส์เพื่อให้สถาบันเทคโนโลยีคาร์ลสรูเป็นผู้นำด้านเครื่องเร่งอนุภาคและเทคโนโลยีตรวจวัดอนุภาค ระบบที่สำคัญมี 3ระบบคือ KARA, FLUTEและ MCF
9. คณะนักวิจัยของเนคเทค/สวทช จะร่วมมือวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีในย่านคลื่นเทราเฮิรตซ์กับIBPT/ KIT
10. เนื่องจากสภานการณ์COVID-19ในปี2563ทำให้การดำเนินการต่อไม่ได้ ต่อมานักวิจัยไทยสามารถติดต่อกับผู้ประสานงานที่KATRINในเดือนมกราคม2564ได้แล้ว