



วาระที่ 3.1

โครงการความร่วมมือไทย – KATRIN และ KIT

ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
(ประจำปี 2568)

รายงานเมื่อ
16 มีนาคม 2569

หน่วยงานร่วมโครงการ

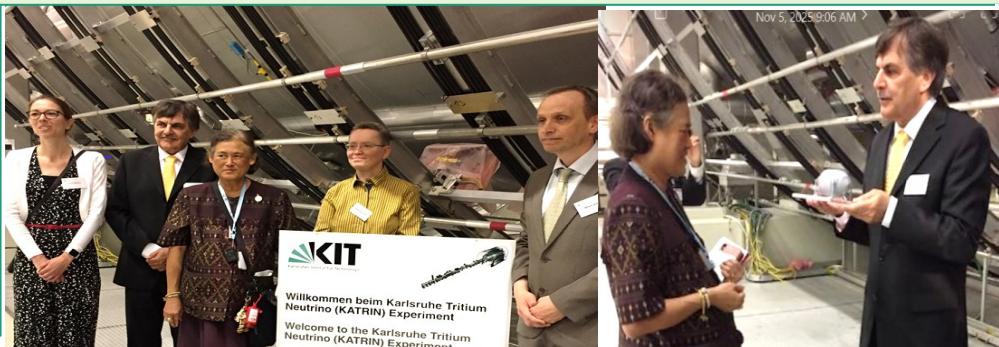
1. มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริฯ
2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. KATRIN (KArlsruhe Tritium Neutrino experiment)(1/2)

- เพื่อวัดมวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโน (electron antineutrino) ที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวแบบบีตาของทริเทียมด้วยความแม่นยำที่ระดับต่ำกว่าอิเล็กตรอนโวลต์ (sub-eV)
- ตั้งอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีคาร์ลสรู (Karlsruhe Institute of Technology) เมืองคาร์ลสรู เยอรมนี
- มีนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ช่างและนักศึกษามากกว่า 150 คนจาก **23 สถาบันใน 7 ประเทศ ได้แก่ เยอรมนี ฝรั่งเศส สาธารณรัฐเช็ก สเปน อิตาลี ไทย และ สหรัฐอเมริกา**
- อุปกรณ์สำคัญคือ **สเปกโทรมิเตอร์หนัก 200 ตัน** ติดตั้งและผ่านทดสอบจนสมบูรณ์เมื่อค.ศ. 2015
- การทดลองเริ่มเมื่อปลายปีค.ศ. 2016 และเปิดตัวเป็นทางการราวกลางปีค.ศ. 2018 ด้วยการสลายตัวของทริเทียมเป็นครั้งแรกและมีการวัดผลทางวิทยาศาสตร์ครั้งแรกเมื่อเมษายน **2019** และมีแผนที่จะทดลองต่อไปอีก 5 ปี
- **ในปีค.ศ. 2024 ทดลองไป 15 ครั้ง (KNM1-15) KNM16 ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม 2025 และจะทดลองจนถึง KNM17 ในปี 2025**



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



Prof. Dr. Guido Drexlin (KIT)

Prof. Dr. Guido Drexlin (KIT) spokesperson ช่วยให้เกิด MOU ระหว่าง KATRIN กับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ 30 กันยายน 2568



Prof. Dr. Susanne Mertens (Max Planck Institute)



Prof. Dr. Kathrin Valerius (KIT)

มวลนิวทริโน

- นิวทริโนมีมากมายในเอกภพที่มีมากกว่าก็เพียงโฟตอนของแสง หากเรามีแว่นตาพิเศษมองเห็นนิวทริโนได้ เราก็คจะเห็นนิวทริโนเหมือนเห็นแสงเต็มไปหมด
- นิวทริโนจากนอกโลกมาจากดวงอาทิตย์ ซูเปอร์โนวาและจากแหล่งอื่นที่ยังไม่ทราบอีก บนโลกเรามาจากโรงไฟฟ้าปรมาณูเป็นสำคัญ
- เดิมทีนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่านิวทริโนไร้มวลเหมือนโฟตอนจึงทำให้เราพบมากมายเพราะความไร้มวลจึงเคลื่อนเร็วเท่าแสงไปทั่วเอกภพ
- ใน ค.ศ.2015 มีผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ที่พบว่า นิวทริโนขณะเดินทาง เช่นจากดวงอาทิตย์มายังโลกเรา เป็นต้น สามารถเปลี่ยนชนิดไปมาได้ (นิวทริโนมี 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอนนิวทริโน มิวออนนิวทริโน และทาวนิวทริโน) แสดงว่านิวทริโนมีได้ไร้มวล
- มวลของนิวทริโนนั้นเดิมนักคิดคาดว่าราว 1 eV/c² จึงต่ำกว่าอิเล็กตรอนราว 500,000 เท่า (electron mass 0.511 MeV/c²) วัดได้ยากและยังไม่ทราบค่าที่แท้จริง
- การทดลองที่**Mainz (เยอรมนี) และ Troitsk (รัสเซีย)** พบเพดานของมวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโนว่า**ไม่เกิน 2.3 eV/c²**
- KATRIN ซึ่งจะใช้วิธีการวัดที่คล้ายกันจะค้นหา **(1) เพดานมวลที่ต่ำลงไปอีก 10 เท่า กล่าวคือที่ 0.2 eV/c² (90% CL (confidence level))** หรือ **(2) พบค่าที่แท้จริงหากมวลมากกว่า 0.35 eV/c²** อุปกรณ์การทดลองที่ KATRIN จึงต้องสร้างให้มีสมรรถนะสูงกว่าดีขึ้น 20 เท่าจึงจะทำได้
- **การเผยแพร่ล่าสุดเมื่อ 19 มิถุนายน 2024 รายงานว่าเพดานมวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโนอยู่ที่ ที่ 0.45 eV/c² (90% CL) ดังนั้นจึงน้อยกว่ามวลอิเล็กตรอนราว 1 ล้านเท่า**

ปัจจุบันเป็น KATRIN co-spokespersons

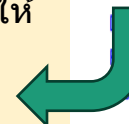
arXiv > nucl-ex > arXiv:2406.13516

Nuclear Experiment

(Submitted on 19 Jun 2024)

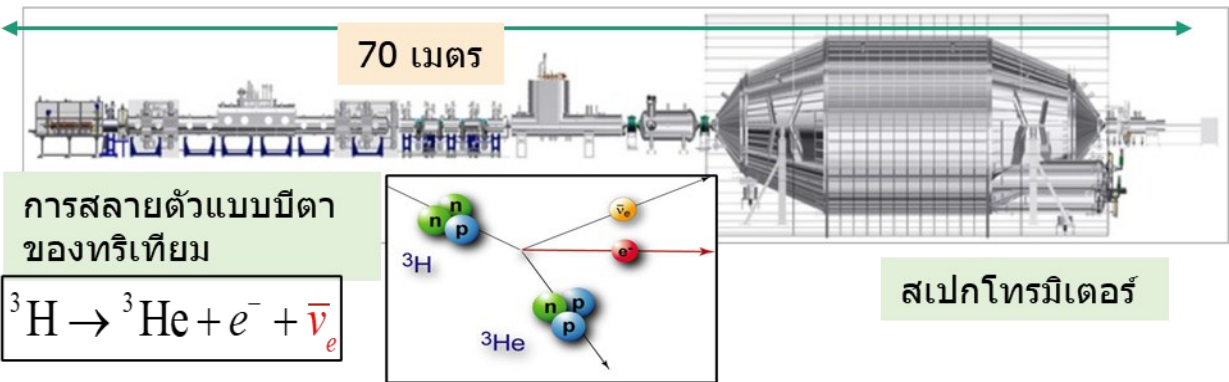
Direct neutrino-mass measurement based on 259 days of KATRIN data

M. Aker, D. Batzler, A. Beglarian, J. Behrens, J. Beisenkötter, M. Biassoni, B. Bieringer, Y. Biondi, F. Block, S. Bobien, M. Böttcher, B. Bornschein, L. Bornschein, T. S. Caldwell, M. Carminati, A. Chatrabhuti, S. Chilingaryan, B. A. Daniel, K. Debowski, M. Descher, D. Diaz Barrero, P. J. Doe, O. Jun, G. Drexlin, F. Edzards, K. Eitel, E. Ellinger, R. Engel, S. Enomoto, A. Felden, C. Fengler, C. J. A. Formaggio, C. Forstner, F. M. Fränkle, K. Gauda, A. S. Gavin, W. Gil, F. Glück, S. Hannemann, R. Grösse, R. Gumbsheimer, N. Gutknecht, V. Hannen, L. Hasselmann, N. Haußmann, K.

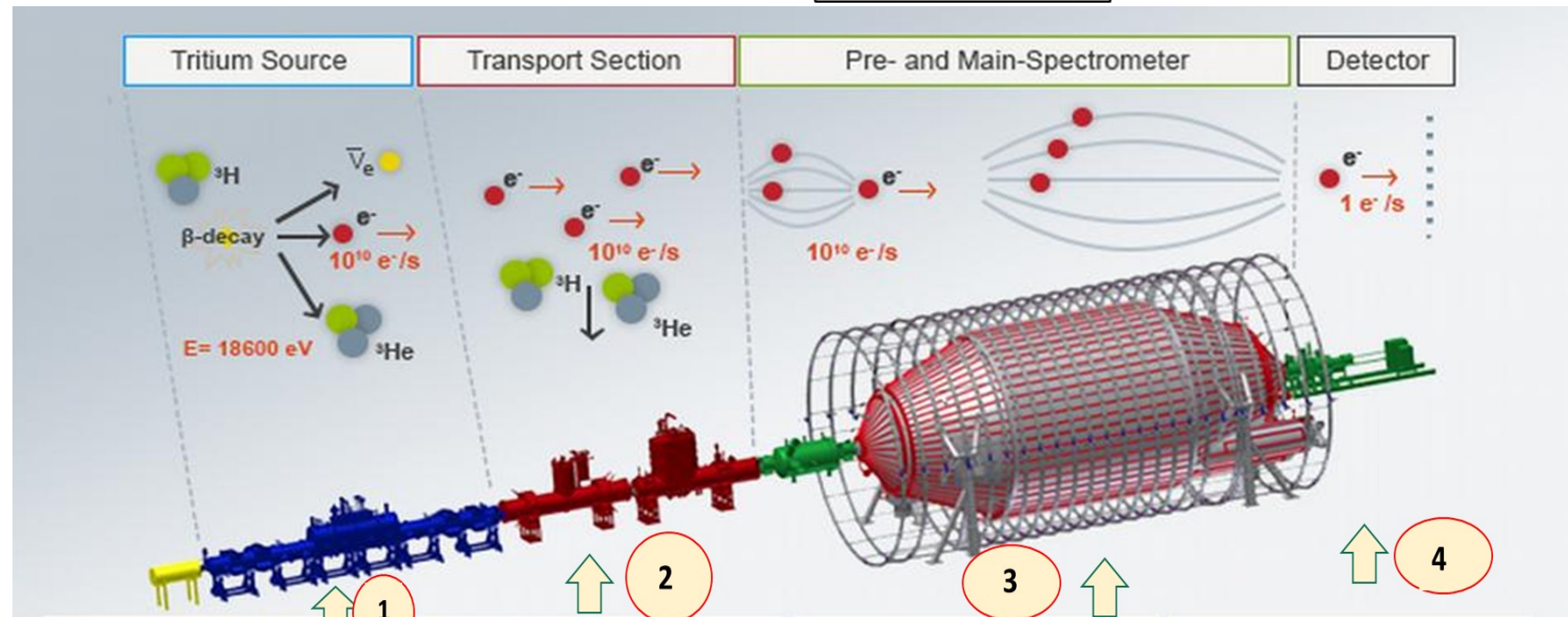


1. KATRIN (KARlsruhe TRITium Neutrino experiment)(2/2)

การทำงานของอุปกรณ์



- จะมีการฉลองการเก็บข้อมูลครบ 1000 วัน ที่ KIT ในวันที่ 17 เมษายน 2026



- 1 การสลายตัวของทริเทียมจะปลดปล่อยอิเล็กตรอนและแอนตินิวทริโน
- อิเล็กตรอนแอนตินิวทริโนหายไปอย่างรวดเร็วตรวจวัดไม่ได้
- ทริเทียมและฮีเลียมจะถูกสูบออกไป
- อิเล็กตรอนเริ่มเดินทางไปสู่หน่วยตรวจวัด

- 2 อิเล็กตรอนจะเดินทางต่อไปยังสเปกโตรมิเตอร์โดยมีสนามแม่เหล็กนำไป
- ทริเทียมและฮีเลียมที่เหลือจะถูกสูบออกไปอีกเพื่อไม่ให้เดินทางเข้าไปในสเปกโตรมิเตอร์

- 3 กำแพงศักย์ไฟฟ้าสถิตย์จะกรองไม่ให้อิเล็กตรอนพลังงานจลน์ต่ำผ่านไป
- อิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์สูงพอเท่านั้นจึงสามารถผ่านสเปกโตรมิเตอร์ไปยังหน่วยตรวจวัดที่อีกปลายหนึ่งของสเปกโตรมิเตอร์ได้

- 4 อิเล็กตรอนมาถึงปลายทางและถูกนับจำนวนด้วยเครื่องตรวจวัด
- จำนวนที่นับได้ต่อวินาทีขึ้นอยู่กับศักย์ไฟฟ้าในสเปกโตรมิเตอร์ที่ยอมให้อิเล็กตรอนผ่านได้
- ผลลัพธ์สุดท้ายจะได้สเปกตรัมพลังงานของอิเล็กตรอน

การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศฯ สยามบรมราชกุมารี

2.กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568 (1/2):ภาคีไทย-แคทริน(Thai-KATRIN consortium) ทุนสนับสนุนวิจัยและการประชุมความร่วมมือ

- 2.1** ทุนสนับสนุนจาก **PMUB** เพื่อ(i)ส่งนักศึกษาและนักวิจัยไปร่วมงานที่ KIT (ii)จัดอบรมให้ความรู้ด้านนิวทริโน(iii)สร้างอุปกรณ์ตรวจวัดสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่
1. โครงการ "ภาคีฟิสิกส์พลังงานสูงไทย: พรหมแดนพลังงานสูง สสารมืด และนิวทริโน" 2,500,000 บาท พ.ศ.2566 (เม.ย. 66 ถึง มี.ค. 67 และขยายถึง ก.ย. 67)
 2. โครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสนามแม่เหล็กสำหรับการทดลองที่ KATRIN และวิจัยด้านฟิสิกส์ของนิวทริโนร่วมกับ KATRIN และ JUNO
 - (i) เพื่อยกระดับงานวิจัยขั้นแนวหน้าฟิสิกส์พลังงานสูงของไทย 3.2 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2567 (เม.ย. 67 ถึง มี.ค. 68)และ
 - (ii)เพื่อวิจัยความเป็นเลิศขั้นแนวหน้าของฟิสิกส์พลังงานสูงด้านฮาดรอนของไทย 2.6 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2568 (ม.ค. 68 ถึง ธ.ค. 68)
 3. โครงการยกระดับงานวิจัยฟิสิกส์พลังงานสูงของไทยสู่ขั้นแนวหน้าในด้านนิวทริโนร่วมกับ KATRIN/JUNO ด้านฮาดรอน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมิวออนและโพโตมัลติพลาเยอร์ (อยู่ในระหว่างพิจารณาโครงการ)

• คณะนักวิจัยไทยภาคีไทย-แคทรินจากจุฬาฯ และมทส.



ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี (จฟ.) (PI for Thai-KATRIN consortium)



รศ. ดร.อรรถกฤต ฉัตรกฤติ (จฟ.)



รศ. ดร.อุดมศิลป์ ปิ่นสุข (จฟ.)



ผศ. ดร.ชรรค์ชัย โกลศลทองกiet (มทส.)



อ. ดร.วรินทร์ ศรีทวงค์ (มทส.)

2.2 49th KATRIN Collaboration Meeting

- รศ. ดร.อรรถกฤต ฉัตรกฤติ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้าร่วมการประชุม 49th KATRIN Collaboration Meeting ระหว่างวันที่ 29 กันยายน – 2 ต.ค. 2568
- รศ. ดร.อรรถกฤต ฉัตรกฤติ บรรยายเรื่อง "Searching for a Dark Dimension Right-handed Neutrino in KATRIN" ในงานประชุมนี้
- ปรีกษาหาเรื่องงานวิจัย ร่วมกับ Dr. Alexey Lokhov และ Joscha Lauer นักวิจัยจาก KATRIN



การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี วันที่ 7 มีนาคม 2567

2. กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568 (1/2): Remote shift taking

2.3 Remote shift takers

- 2 กุมภาพันธ์ 2566: Dr. Diana Parno (Carnegie Mellon University, CMU) ส่งเมลถามถึงความเป็นไปได้ที่จะให้นักวิจัยไทยช่วย take remote monitoring shifts โดยแต่ละ shift ใช้เวลา 1 สัปดาห์ นักวิจัยทำหน้าที่จัดบันทึกและรายงานผลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินเครื่องให้การประชุมออนไลน์ประจำสัปดาห์ (KATRIN general call) ทราบ หลังจากเสร็จสิ้นแต่ละ shift
- ผู้เข้าร่วมทำหน้าที่นี้ 4 คน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมศิลป์ ปิ่นสุข (จฟ.)
2. อาจารย์ ดร.วรินทร์ ศรีทวงศ์ (มทส.)
3. ดร.จักรภัทร สียงนอก (จฟ.)
4. นายจลนันทน์ ทรงวัฒนา (มทส.)



Dr. Diana Parno
(Carnegie Mellon U.)



ดร.จักรภัทร
สียงนอก
(จฟ.)

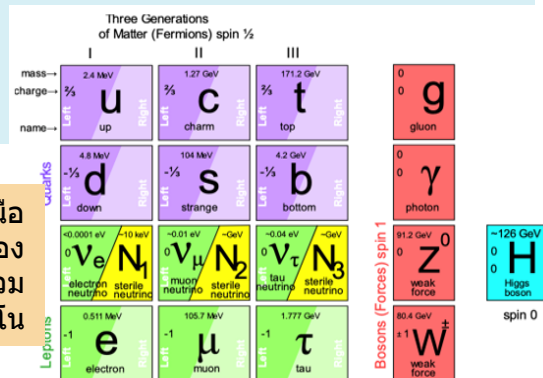


นายจลนันทน์
ทรงวัฒนา
(มทส.)

- Take shifts ไปแล้ว **10** ช่วง (ปี 2566 รวม 2 ช่วง ปี 2567 รวม 4 ช่วง และปี 2568 รวม 4 ช่วง) ดังนี้

1. 22 มีนาคม – 18 เมษายน 2566 ข้อมูล KNM8 – KNM9
2. 10 สิงหาคม – 10 ตุลาคม 2566 ข้อมูล KNM10 – KNM11
3. 14 กุมภาพันธ์ – 8 เมษายน 2567 ข้อมูล KNM12
4. 17 เมษายน – 12 มิถุนายน 2567 ข้อมูล KNM13
5. 25 กรกฎาคม – 14 กันยายน 2567 ข้อมูล KNM14
6. 2 ตุลาคม – 19 พฤศจิกายน 2567 ข้อมูล KNM15
7. 5 มีนาคม – 18 มีนาคม 2568 ข้อมูล KNM16
8. 21 พฤษภาคม – 24 มิถุนายน 2568 ข้อมูล KNM17
9. 9 กรกฎาคม – 2 กันยายน 2568 ข้อมูล KNM18
10. 3 กันยายน – 21 ตุลาคม 2568 ข้อมูล KNM19

หมายเหตุ: KNM ย่อมาจาก
KATRIN Neutrino Mass

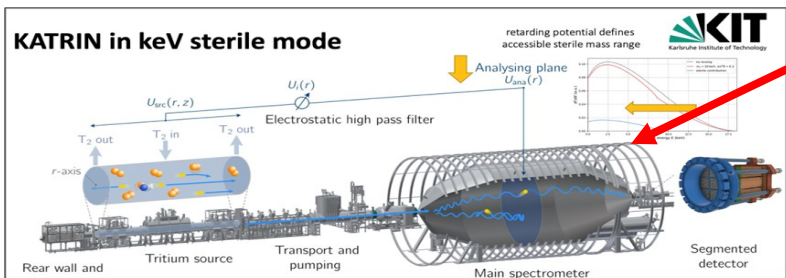
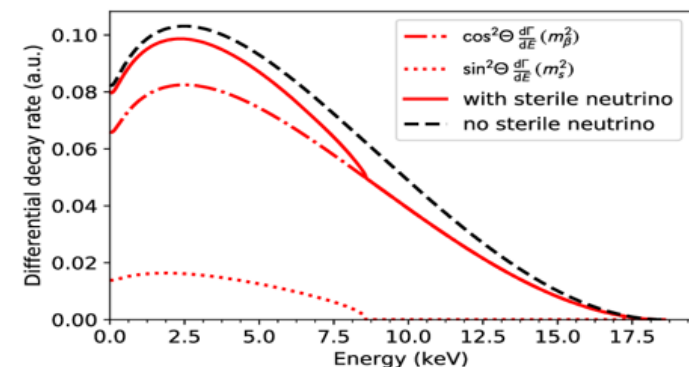


แบบจำลองเหนือ
แบบจำลองมาตรฐานของ
ฟิสิกส์อนุภาค ที่รวม
อนุภาคสแตอโรไรล์นิวทริโน

3. กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568(1/2): TRISTAN (TRitium Investigation on STerile to Active Neutrino mixing) เพื่อการค้นหามวล Sterile Neutrinos

3.1 สแตอโรไรล์นิวทริโน(1/2) ในปีค.ศ. 2005 Mikhail Shaposhnikov และ Takehiko Asaka นักฟิสิกส์อนุภาคทฤษฎีรัสเซีย และญี่ปุ่นตามลำดับพยายามเชื่อมโยงแบบจำลองมาตรฐานกับสสารมืด ได้เสนอว่าเอกภพควรจะมีอนุภาคสแตอโรไรล์นิวทริโนอีก 3 ตัวนอกเหนือจาก อิเล็กตรอนนิวทริโน มิวออนนิวทริโนและทาวนิวทริโนที่รู้จักกันในปัจจุบัน

- สแตอโรไรล์นิวทริโนคืออะไร? คุณสมบัติมีดังนี้
 - ✓ สปีนตามกฎมือขวาต่างจากนิวทริโนที่รู้จักมาแล้วซึ่งมีสปีนตามกฎมือซ้าย
 - ✓ ทำอันตรกิริยาด้วยแรงโน้มถ่วงเท่านั้น (ซึ่งคล้ายกับอนุภาคของสสารมืด)
 - ✓ มีมวลน้อยที่สุดในระดับ keV จนมีอายุยาวพอที่จะเป็นตัวแทนของอนุภาคสสารมืดที่พบในเอกภพ



- การค้นหาทำได้โดยการพัฒนาหน่วยตรวจวัดอิเล็กตรอน (**main Spectrometer**) ให้สามารถวัดสเปกตรัมพลังงานของอิเล็กตรอนด้วยความละเอียดที่สูงมากจนสามารถมองเห็นร่องรอยของอนุภาคสแตอโรไรล์ที่ทิ้งไว้กับอิเล็กตรอนและคำนวณหาค่ามุมผสม (mixing angle) ระหว่างอิเล็กตรอนนิวทริโนและสแตอโรไรล์นิวทริโนได้ละเอียดถึง $\sin^2 \theta < 10^{-6}$
- ต้องมีการอัพเกรดหน่วยตรวจวัดให้เป็น **silicon drift detector (SDD)** ที่มีความละเอียดสูงมากจนสามารถตรวจวัดปริมาณอิเล็กตรอนจำนวนมากเพื่อวัดสเปกตรัมของพลังงานอิเล็กตรอน

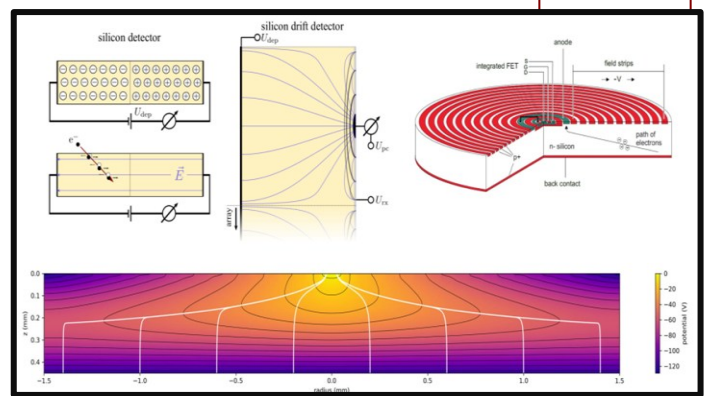
สเปกตรัมพลังงานของอิเล็กตรอน เปรียบเทียบกรณีที่ไม่มีสแตอโรไรล์นิวทริโน (เส้นสีแดง) กับกรณีที่ไม่มี (เส้นประดำ)

3.กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568(2/2):TRISTAN เพื่อการค้นหอนุภาค Sterile Neutrinos

3.1 สเตอไรล์นิวทริโน(2/2) แผนเวลาของการทดลองTRISTAN

| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------|---|--------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|---|-------|-------|--------|
| 2024 | Orange | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Orange |
| 2025* | Orange | Orange | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Orange |
| 2026 | TRISTAN integration (Detector & new RW disc) | | | | | Commissioning TRISTAN | | | DOE support for maximizing measurement time will be asked for | | | |
| 2027 | Option:hardware upgrades | | | | | | | | | | | |
| 2028 | „Phase out“: TRISTAN / ν -mass / any R&D projects | | | | | | | | | | | |

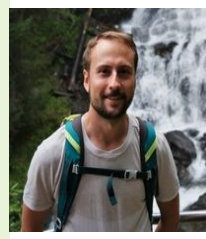
silicon drift detector (SDD)



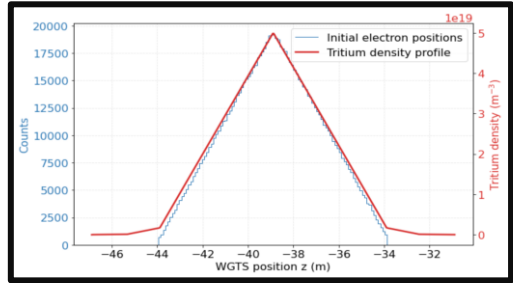
แผนการทดลอง TRISTAN

3.2 งานวิจัยของนายจลนัณฑ์ ทรงวัฒนา ปี 2568 (นักศึกษาป. เอก มทส)

หัวข้อ "การกระจายของอิเล็กตรอนภายในกับดักสนามแม่เหล็กในแหล่งกำเนิดทริเทียมสำหรับโครงการทริสตัน" เพื่อศึกษาการสูญเสียพลังงานของอิเล็กตรอนที่กระเจิงจากโมเลกุลทริเทียมจนสามารถหลุดออกจากกับดักสนามแม่เหล็กภายในแหล่งกำเนิดทริเทียม นายจลนัณฑ์ ทรงวัฒนา และ อ. ดร.วรินทร์ ศรีทะวงศ์ (SUT) ร่วมกับ Dr. Martin Descher (KIT)



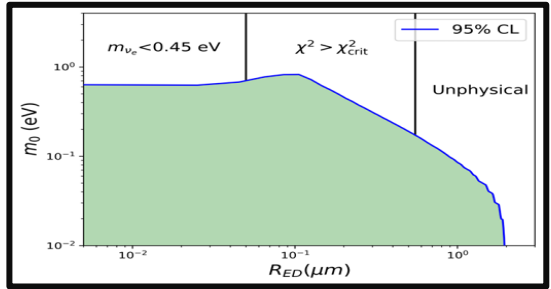
Dr. Martin Descher
Postdoc (KIT IAP)



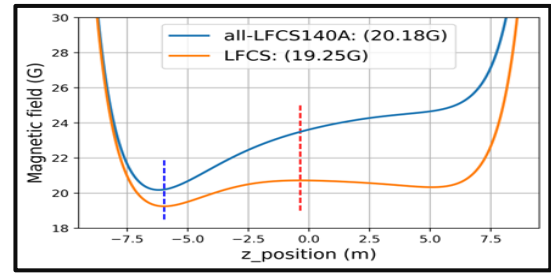
เปรียบเทียบการกระจายตำแหน่งเริ่มต้นของอิเล็กตรอนที่ได้จากการจำลองใน KASSIOPEIA (สีน้ำเงิน) กับโปรไฟล์ความหนาแน่นของทริเทียมที่คำนวณจากแบบจำลองของ Kuckert et al. (สีแดง)

3.3 งานวิจัยของ ดร.จักรภัทร สียงนอก ปี 2568(นักวิจัยหลังป. เอก)และนายธนกฤต เจริญอินทร์ (นิสิตป. ดรี) จฟ้าฯ

- **เรื่องที่1** ระยะสั้นที่ KIT 1 เดือน ระหว่าง 21 มีนาคม – 22 เมษายน 2568) หัวข้อ "มิติพิเศษและการทดลองแคทริน (Extra Dimension and KATRIN Experiment)" เพื่อหาแบบจำลองขอบเขตของขนาดมิติพิเศษที่เป็นไปได้และวางแผนที่จะใช้โปรแกรม KaFit ซึ่งเป็นโมดูลวิเคราะห์ข้อมูลของ KATRIN เพื่อศึกษารอยหักชั้น(kinks)ต่อไป ดร.จักรภัทร สียงนอก, รศ. ดร. อรรถกฤต ฉัตรภูติ, Dr. Hiroshi Isono (CU) และ Dr. Joscha Lauer (KIT)
- **เรื่องที่ 2.** ดร จักรภัทร สียงนอก เป็นที่ปรึกษาร่วมกับ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ ดี ให้กับนายธนกฤต เจริญอินทร์ นิสิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชาฟิสิกส์ เพื่อศึกษา"ผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในเครื่องตรวจวัดหลักของแคทริน สำหรับการทดลอง TRISTAN "



เรื่องที่1 การศึกษาสัญญาณของสเตอไรล์นิวทริโนซึ่งคาดว่าจะปรากฏเป็นรอยหักหลายรอย (multi-kinks) ในสเปกตรัมอิเล็กตรอนที่จะบ่งบอกมิติพิเศษ



เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในเครื่องตรวจวัดพลังงานหลัก (Main Spectrometer) ของ KATRIN เพื่อหารูปแบบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อการส่งผ่านอิเล็กตรอนในบริเวณดังกล่าว

NB Sterile neutrinos are called "sterile" because they are hypothetical particles that do not interact via the weak nuclear force, unlike known active neutrinos. They are considered "sterile" or "inert" because they only interact through gravity, making them nearly impossible to detect.(wikipedia)

3.กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568(2/2):TRISTAN เพื่อการค้นหานูภาค Sterile Neutrinos

3.4 บทความตีพิมพ์

1. "Searching for a Dark dimension in KATRIN experiment." ศ.ดร. อิกนาทืออส แอนโทเนียดิส รศ.ดร. อรรถกฤต ฉัตรภูติ ดร.ฮีโรชิ อิโซโนะ ส่งไปยังวารสาร Journal of High Energy Physics อยู่ในระหว่างการพิจารณา
2. "Direct neutrino-mass measurement based on 259 days of KATRIN data." Science: 10 เมษายน 2568, Vol 388 Issue 6743, pp 180-185, Katrin Collaboration.
3. "Sterile-neutrino search based on 259 days of KATRIN data." ส่งไปยังวารสาร NATURE ได้รับการยอมรับเพื่อตีพิมพ์, Katrin Collaboration.

Searching for a Dark Dimension Right-handed Neutrino in KATRIN

Ignatios Antoniadis^{a,b} Auttakit Chatrabhuti^a Hiroshi Isono^a

^aHigh Energy Physics Research Unit, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
^bLaboratoire de Physique Théorique et Hautes Energies - LPTHE Sorbonne Université, CNRS, 4 Place Jussieu, 75005 Paris, France
E-mail: antoniad@lpthe.jussieu.fr, auttakit.c@chula.ac.th, hiroshi.i@chula.ac.th

ABSTRACT: We study the possibility that the Right-handed neutrino is a five-dimensional state propagating along a micron size extra dimension, as required in the dark dimension proposal. We work out the signatures of R-neutrino production in KATRIN experiment and compare them with those of a sterile neutrino which manifests by a kink in the electron energy spectrum of the beta-decay at a value corresponding to the sterile neutrino mass. We explore the allowed parameter space of the compactification scale and the R-neutrino bulk mass versus the Yukawa coupling, and show that a large part of it is within KATRIN's sensitivity. When the bulk mass is much smaller than the compactification scale, several kinks could be observed corresponding to the positions of the R-neutrino Kaluza-Klein excitations, while for large bulk mass there will be effectively one kink at the position of the bulk mass.

3.5 ผลงานวิจัยเสนอในการประชุมวิชาการ

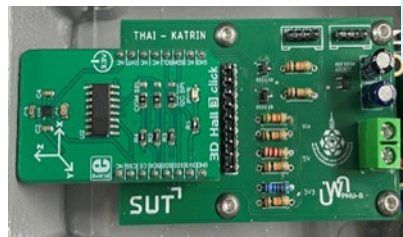
1. รศ. ดร.อรรถกฤต ฉัตรภูติ (จุฬาฯ) นำเสนอเรื่อง "New Constraints on the Electron Antineutrino Mass from the KATRIN Experiment" ในงาน "21st Rencontres du Vietnam, Neutrino in Vietnam 2025, International Centre for Interdisciplinary Science Education (ICISE)" ณ เมือง Quy Nhon, Vietnam, ระหว่างวันที่ 21 – 25 กรกฎาคม 2568
2. ดร.จักรภัทร สียงนอก (จุฬาฯ) นำเสนอเรื่อง "New Constraints on the Electron Antineutrino Mass from the KATRIN Experiment" ในงาน "Vietnam Flavor Physics Conference 2025 at International Centre for Interdisciplinary Science and Education (ICISE)" ณ เมือง Quy Nhon, Vietnam, ระหว่างวันที่ 17 – 23 สิงหาคม 2568

4.กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568(2/2):การปรับปรุงหน่วยวัดสนามแม่เหล็กของTRISTAN

- เนื่องจาก sensor ที่ใช้ในการวัดสนามแม่เหล็กในบริเวณ Main Spectrometer (MS) ของ **KATRIN วัดได้ไม่เกิน 10 G (GAUSS) ไม่สามารถใช้กับ TRISTAN ได้ จึงจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นไปถึง 30 G** แบ่งภารกิจออกเป็น
 - (1) การพัฒนาชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็ก **30 G ใช้ที่ TRISTAN**ซึ่งนำไปติดตั้งให้**TRISTAN**แล้วโดยนายวิฑพงษ์ คล้ายกบิลท์ และ นายพชรพล ธีรเศรษฐ์ น.ศ. ป.โท (มทส.)
 - (2) การนำต้นแบบ mobile device วัดสนามแม่เหล็กจาก KATRIN มาศึกษาที่มทส.เพื่อประโยชน์งานอื่นเช่น **JUNO เป็นต้น** แบ่งออกเป็น (2.1) ชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่(mobile)ในแนววงกลมระนาบตั้ง (vertical ring) และ (2.2) ชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ในแนวพิกัด (x,y,z)

4.1 การพัฒนาชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็กวัดค่าสนามแม่เหล็ก 30 G ใช้ที่TRISTAN

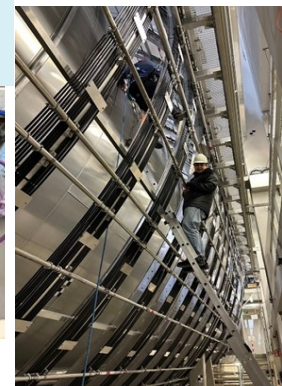
- ดำเนินการพัฒนา sensor วัดสนามแม่เหล็กที่สามารถวัดขนาด 30 G แล้วเสร็จ
- นักศึกษาได้นำชุดวัดสนามแม่เหล็กที่ออกแบบและทำการสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว จำนวน 10 ชุด ไปติดตั้งบริเวณ Main Spectrometer (9 มกราคม – 12 กุมภาพันธ์ 2568)



เซ็นเซอร์วัดสนามแม่เหล็ก
ที่ได้ออกมาแล้วเสร็จ
ระร
วัน
พ
ค
ม
2
5
6
8

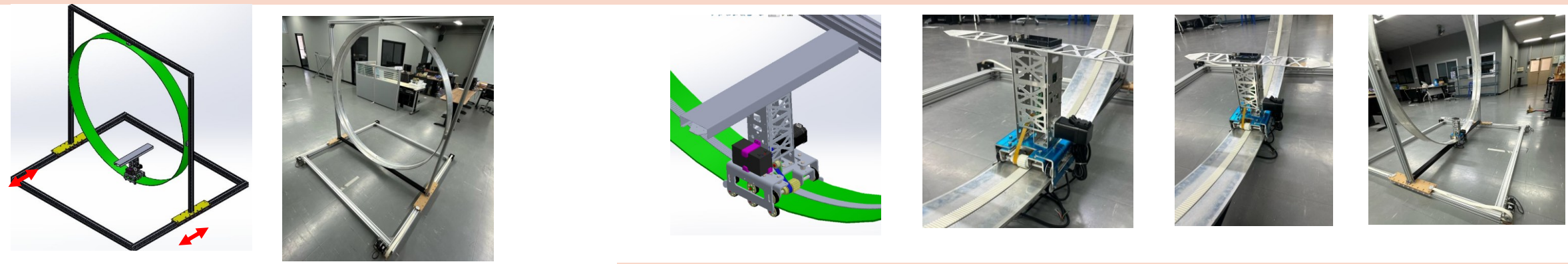
เซ็นเซอร์ 8 ตัว จาก 10 ตัวที่
ส่งมอบให้ KATRIN





9 ม.ค. – 12 ก.พ.
2568 นายวิฑพงษ์
คล้ายกบิลท์ และ
นายพชรพล ธีร
เศรษฐ์ น.ศ. ป.
โท (มทส.) ไป
ร่วมทดสอบและ
ติดตั้งชุดวัด
สนามแม่เหล็กที่
KATRIN

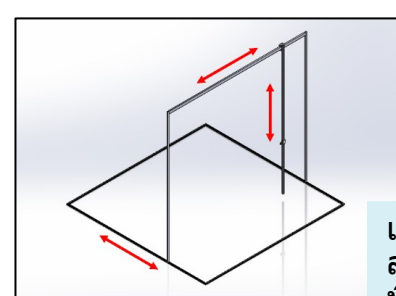
(4.2) ชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ในแนวเส้นรอบวงกลม ระนาบตั้ง: ดำเนินการจัดทำซอฟต์แวร์สำหรับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแนววงกลมแล้วเสร็จ เหลือส่วนของชุดควบคุมการเคลื่อนที่



หุ่นยนต์เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระนาบตั้งอัตโนมัติ

(i)ทำการประกอบตัวหุ่นยนต์ที่ใช้สำหรับวัดค่าสนามแม่เหล็กในแนววงกลมระนาบตั้ง (ii)หลังจากประกอบเสร็จ ทำการประกอบหุ่นยนต์เข้ากับชุดซอฟต์แวร์สำหรับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแนววงกลม

(4.3) ชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ในแนวพิกัด (x,y,z): ดำเนินการจัดสร้างชุดวัดสนามแม่เหล็กที่สามารถระบุตำแหน่งในการวัดได้ภายในห้องทดสอบ ประสิทธิภาพของ PMT ประกอบ ด้วยเซนเซอร์และโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถวัดได้ในแนวแกน 3 แกนที่ตั้งฉากกัน (แกน X Y และ แกน Z) โดยการวัดสนามแม่เหล็กเป็นการเคลื่อนที่เพื่อหยุดวัด ณ ตำแหน่งนั้น ๆ อย่างอัตโนมัติ โครงสร้างทำจากวัสดุที่ไม่มีผลกระทบต่อสนามแม่เหล็ก รวมถึงมีน้ำหนักเบา



แสดงแบบจำลองการเคลื่อนที่ของ sensor ตามแนวแกน และหัววัดสนามแม่เหล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้ที่ใช้ภายในห้องทดสอบประสิทธิภาพ PMT



นายวิทพงษ์ คล้ายกมล นศ.ป.โท (มทส.)ผู้พัฒนา



การเคลื่อนที่ของ sensor จริงตามแนวแกนและหัววัดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะถูกนำไปใช้ภายในห้องทดสอบประสิทธิภาพ PMT

คณาจารย์พัฒนาชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็ก



ผศ.ดร.ชรรค์ชัย โกศลทองกี วิทยาศาสตร์ (มทส.) ผศ. ดร. โทธภา แข็งการ วิศวกรรมศาสตร์ (มทส.) อ. ดร.จิตติมา วระกุล วิศวกรรมศาสตร์ (มทส.) Dr.Woosik Gil Institute for Nuclear Physics, (KIT) Dr.Heiko Bouquet Institute for Data Processing and Electronics, (KIT)

นักวิจัยพัฒนาชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็ก



นายภาสกร ภูมรา นักวิจัยหลังปริญญาโท (มทส.) นายเทเลอร์ แยน นักวิจัยหลังปริญญาโท (PSI) นายพชรพล สิริเศรษฐร์ นศ.ป.โท (มทส.)

4.กิจกรรม ปีพ.ศ. 2568(2/2):การปรับปรุงหน่วยวัดสนามแม่เหล็กของTRISTAN

(4.5)แผนการต่อไปในส่วนของการพัฒนาชุดวัดสนามแม่เหล็กของTRISTAN

1. มทส จะส่งมอบ ชุดวัดสนามแม่เหล็ก ที่สามารถวัดสนามแม่เหล็กได้ 30 G ที่ผ่านการสอบเทียบแล้วชุดที่สองจำนวน 20 ชุด แก่โครงการ TRISTAN ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2568 และ มกราคม 2569
2. มกราคม - กุมภาพันธ์ 2569 นายวิทพงษ์ คล้ายกบิลท์เดินทางไปร่วมทำวิจัย ณ KIT โดยนำชุดวัดสนามแม่เหล็ก ชุดที่ 2 ไปติดตั้งและทดสอบการใช้กับระบบกลางของ TRISTAN
3. กุมภาพันธ์ 2569 ผศ.ดร.ชรรค์ชัย โกศลทองกี เดินทางไปร่วมทำวิจัย ณ KIT

5.สรุป

1. การทดลอง KATRIN (KArlsruhe TRItium Neutrino experiment) ตั้งอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีคาร์ลสรู เมืองคาร์ลสรู เยอรมนี เริ่มเก็บผลการทดลองเมื่อเมษายน พ.ศ.2562 จนถึงปัจจุบัน
2. นักวิจัยมีนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ช่างและนักศึกษามากกว่า 150 คนจาก 23 สถาบันใน 7 ประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย
3. วัตถุประสงค์หลัก เพื่อหาค่ามวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโน ที่ได้จากการสลายแบบบีตาของทริเทียม (ไอโซโทปหนึ่งของไฮโดรเจน)
4. การเผยแพร่ล่าสุดเมื่อ 19 มิถุนายน 2024 รายงานว่าเพดานมวลของอิเล็กตรอนแอนตินิวทริโนอยู่ที่ $0.45 \text{ eV}/c^2$ (90% CL)
5. การทราบมวลของนิวทริโนจะทำให้เราเข้าใจสาเหตุ และอาจช่วยไขปริศนาเกี่ยวกับสสารมืดและพลังงานมืดที่เป็นองค์ประกอบหลักของเอกภพด้วยก็ได้
6. นักวิจัยจากจุฬาฯ และมทส. ได้เข้าร่วม KATRIN รวมทั้งการประเมินค่าสนามแม่เหล็กในสเปกโตรมิเตอร์ โดยใช้ประสบการณ์จากการทดลอง JUNO
7. นักศึกษาระดับ ป.โท และเอก สามารถเข้าร่วมรับฟังการบรรยาย การประชุมเชิงปฏิบัติการ และการฝึกงานวิจัยระยะสั้นที่ KIT
8. **หลังสิ้นสุด KATRIN ตอนปลายปี 2025** ก็จะเริ่มโครงการใหม่ในการค้นหาสเตอไรล์นิวทริโนที่เรียกว่า TRitium Investigation on STerile to Active Neutrino Mixing : TRISTAN ซึ่งมีแผนจะเริ่มในปี ค.ศ. 2026
9. ประเทศไทยเริ่มต้นด้วยการเข้าร่วมทำการพัฒนาชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็กของTRISTAN และหาค่าสนามแม่เหล็กที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม KASSIOPEIA เพื่อการค้นหา sterile neutrino ในปี2566และทำงานต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน
10. กิจกรรม ปี พ.ศ. 2568 มีความก้าวหน้าดังนี้ เกิดภาคีไทย-แคทริน, 49th KATRIN Collaboration Meeting ที่KIT, Remote shift takers จากประเทศไทย, วิทยากรกระเจิงของอิเล็กตรอนภายในกับดักสนามแม่เหล็กโครงการTRISTAN, การทดลองเพื่อค้นหามิติที่4, การศึกษาผลกระทบของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในเครื่องตรวจวัดหลักของแคทรินสำหรับการทดลอง TRISTAN ผลงานไปตีพิมพ์ในวารสารและประชุมวิชาการ
11. การส่งมอบและทดสอบพัฒนาชุดตรวจวัดสนามแม่เหล็ก 30 G ที่ TRISTAN, **ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก บพค. 2566 -68**

ประเด็นเสนอที่ประชุม

เพื่อรับทราบผลการดำเนินงาน ปี 2568
และเห็นชอบแผนการดำเนินงาน ปี 2569