นิตยสาร
สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
IPST MAGAZINE
ปีที่ 42 ฉบับที่ 187 มีนาคม - เมษายน 2557

- สนามแรงบันดาลใจจากผลงานเครื่องเร่งอนุภาค LHC ก่อเกิดเครื่องเร่งมอดูลอ้ายของ สสวท.
- เรียนรู้สะเต็มผ่านงานวิจัย
- ความสวยงามของสมการทางคณิตศาสตร์
- กิจกรรมผลิตสื่อโครงสร้างดอกจากห้องครัว

ISSN 0857-2801
0 09 77085 72803 0
ราคา 50 บาท

ISMTEC 2014

The International Science, Mathematics and Technology Education Conference

7-9 NOVEMBER 2014

Bangkok, Thailand

Strategies for Implementing STEM Education in Schools

The International Science, Mathematics and Technology Education Conference (ISMTEC) 2014, continues the success of ISMTEC 2013, attracting K-12 teachers and specialists, university educators and researchers from around the world. ISMTEC 2014 will take an innovative look at STEM education: science, mathematics, engineering (innovative design) and technology, a conference for teachers and STEM educators, planned by teachers and STEM educators.

Venue: Ambassador Hotel, Sukhumvit 11, Bangkok

Online registration is now open!!

ISMTEC website : http://www.ismtec.in.th

Email : ismtec@ipst.ac.th

คณะที่ปรึกษา
ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร
ขจรเดช บุตรพรม

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ
รองผู้อำนวยการ สสวท.
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.

หัวหน้ากองบรรณาธิการ
พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

กองบรรณาธิการ
ดร.กุศลิน มุสิกุล
ดร.จารุวรรณ แสงทอง
ดร.ชัยวุฒิ เลิศวนสิริวรรณ
ณรงค์ แสงแก้ว
ดุสิต สังข์ร่วมใจ
ถนิม ทิพย์ผ่อง
ธันยากานต์ ยืนตระกูลชัย
นวรัตน์ อินทุวงศ์
เบ็ญจวรรณ ศรีเจริญ
ประกายกานต์ ตรีอาภรณ์
ดร.ประสงค์ เมธีพินิตกุล
ปาริฉัตร พวงมณี
ดร.พรชัย อินทร์ฉาย
พรพจน์ พุฒวันเพ็ญ
ดร.รชยา ศรีสุริฉัน
ราม ติวารี
ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์
ดร.โศจิวัจน์ เสริฐศรี
สมเกียรติ เพ็ญทอง
สุพจน์ วุฒิโสภณ
ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ
อุปการ จีระพันธุ

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ
วนิดา คล่องอาสา
นิลุบล กองทอง
รัชนีกร มณีโชติรัตน์
สินีนาฎ ทาบึงกาฬ
ดวงมาลย์ บัวสังข์
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

เปิดเล่ม สสวท.

เรื่องราวเด่นๆ ของ สสวท. ฉบับนี้ ขอยกให้เป็นเรื่องของ CERN : The European Organization for Nuclear Research หรือ องค์กรเพื่อการวิจัยนิวเคลียร์แห่งยุโรป ซึ่งเป็นองค์กรระหว่างประเทศในยุโรปที่ตั้งขึ้น เพื่อการวิจัยฟิสิกส์พื้นฐานระดับโลก ตั้งอยู่ที่เมืองเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส โดยปัจจุบันงานวิจัยหลักของ CERN เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์อนุภาค และมีบทบาทสำคัญในการเผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาคตลอดจนเป็นแหล่งรวบรวมนักวิจัยที่สำคัญของโลกอีกด้วย

เนื้อหาภายในเล่มได้กล่าวถึง “โครงการความร่วมมือไทยกับ CERN ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี” ด้วยทรงมีความสนพระทัยจึงส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือ โดยส่งนักศึกษาเอกฟิสิกส์และครูสอนวิชาฟิสิกส์จากไทยไปร่วมโครงการฤดูร้อนที่ CERN โอกาสที่ท่านจะมีส่วนร่วมในโครงการอยู่ไม่ไกล ที่สำคัญ สสวท ในฐานะที่เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีหน้าที่เผยแพร่เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภารกิจของ CERN สาขาฟิสิกส์ จึงออกแบบกิจกรรมเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาค (accelerator) รวมทั้งกิจกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย

สำหรับความเข้มข้นในคอลัมน์ต่าง ๆ ยังอัดแน่นด้วยเนื้อหาสาระเช่นเดิม เช่น *การเรียนรู้สะเต็มผ่านการวิจัย เรื่องความสวยงามของสมการทางคณิตศาสตร์ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างลงตัว* และเรื่องที่น่าสนใจอื่น ๆ โปรดอย่ารอคอย...ที่จะพลิกหน้าต่อไป สาระความรู้ ความสนุกเพลิดเพลินกำลังรอท่านอยู่เพียงปลายนิ้ว แล้วพบกันใหม่ฉบับต่อไปครับ

ขจรเดช บุตรพรม
บรรณาธิการบริหาร

เจ้าของ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กทม. 10110
โทร. 0-2392-4021 ต่อ 3307
Call Center: 0-2335-5222

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง)

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

IPST MAGAZINE
ปีที่ 42 ฉบับที่ 187 มีนาคม - เมษายน 2557

สารบัญ

รอบรู้วิทย์

3 กิจกรรมผลิตสื่อโครงสร้างดอกจากห้องครัว
7 ตัวอย่างกิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสาธิต เรื่อง ปฏิกิริยาการเผาไหม้
11 สนามแรงบันดาลใจจากผลงานเครื่องเร่งอนุภาค LHC ก่อเกิดเครื่องเร่งมอดูลอ้ายของ สสวท.
16 แรงพยุง

รอบรู้คณิต

19 เบื้องหลังการออกแบบกิจกรรม steM คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
23 การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21
27 คณิตศาสตร์กับนิติวิทยาศาสตร์
31 ความสวยงามของสมการทางคณิตศาสตร์ ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างลงตัว

รอบรู้เทคโนโลยี

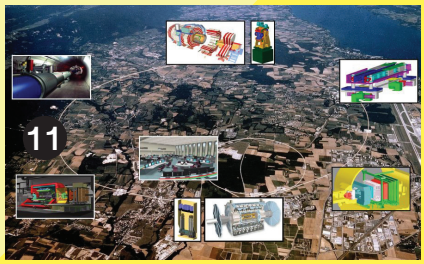
34 จะสร้างสิ่งของเครื่องใช้ต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง

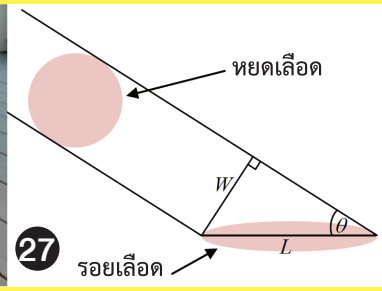
การเรียนกระตุ้นความคิด

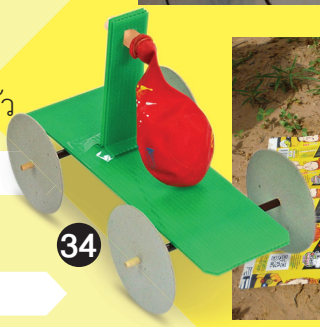
39 เรียนรู้สะเต็มผ่านงานวิจัย
43 ไขรหัสความลับเวลาและพิชิตซีกโลกซ้ายขวา ณ หอดูดาวกรีนิช ประเทศอังกฤษ
46 บอกเล่าประสบการณ์ของการเยี่ยมชม โรงไฟฟ้าที่ประเทศจีน
50 เว็บช่วยสอน
51 มารู้จักศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร

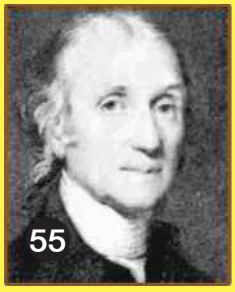
นานาสาระ และข่าวสาร

55 Henry Cavendish อัจฉริยะผู้มีปัญหาด้านจิตใจ
57 ข่าว สสวท.
59 QUIZ









ภัณฑิลา อุดร
นักวิชาการ สาขาชีววิทยา สสวท. / e-mail : pudor@ipst.ac.th

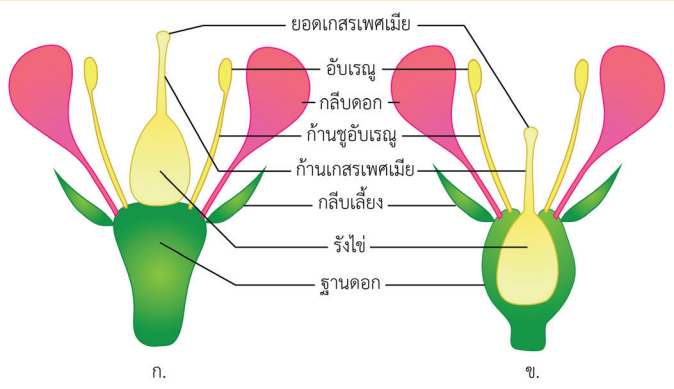
สแกนโค้ดนี้เพื่อชมภาพเคลื่อนไหว

กิจกรรมผลิตสื่อโครงสร้างดอกจากห้องครัว

การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยมีการใช้สื่อประกอบการเรียนรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่ผู้สอนนิยมใช้กระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียนให้อยากเรียนรู้บทเรียน นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ ได้ง่ายและดียิ่งขึ้น ผู้เขียนจึงขอนำเสนอสื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนและนักเรียนสามารถร่วมกันสร้างสื่อด้วยตัวเอง โดยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้รับประทานได้และหาได้ง่ายตามท้องถิ่นของนักเรียน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง **โครงสร้างของดอก** เนื่องจากว่าการเรียนรู้โครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นวงกลีบต่าง ๆ นี้ อาจเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนเนื่องจากส่วนประกอบของดอกที่เป็นรังไข่สังเกตได้ยากจากโครงสร้างภายนอกของดอก ดังนั้น การเรียนรู้จากการสร้างโมเดลโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่ด้วยตัวเอง จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างของดอกได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้สื่อที่นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมนั้นยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจอยากเรียนรู้อีกด้วย

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ไม้เสียบลูกชิ้น 1 อัน
2. ไม้จิ้มฟัน 1 กล่อง
3. ไข่ไก่หรือไข่เป็ดต้ม 2 ฟอง
4. ใบอ่อนผักกาดหอมหรือผักกาด อย่างน้อย 4 ใบ
5. แครอท 2 หัว
6. ปูอัด 4 แท่ง
7. วาซาบิ 1 หลอด หรือ ลูกเกด 4 เม็ด
8. สาลี่หอม ฝรั่ง ชมพู่ หรือ แอปเปิล (เลือกผลที่มีขนาดใหญ่กว่าไข่ไก่) ให้เลือกใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งจำนวน 2 ผล
9. ข้าวโพดอ่อน 2 ฝัก
10. มะเขือเทศราชินี 2 ลูก
11. ช้อนกลาง 1 คัน
12. มีด 1 เล่ม
13. ภาพแสดงโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่ (ภาพที่ 1)
14. ถุงมือพลาสติกสำหรับจับอาหาร ตามจำนวนสมาชิกในกลุ่ม
15. น้ำสลัด และโชยุ (สำหรับจิ้มปูอัด)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่
ก. ดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบ (superior ovary)
ข. ดอกที่มีรังไข่ใต้วงกลีบ (inferior ovary)

วิธีการทำ

1. **ศึกษาภาพโครงสร้างของดอก**ที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่จาก*ภาพที่ 1* ว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง
2. ให้นักเรียน**กำหนดก่อนลงมือทำกิจกรรม**ว่า ผักผลไม้ชนิดใดที่นักเรียนนำมาใช้แทนโครงสร้างของดอกแต่ละส่วน ดังตัวอย่างจากวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ดังนี้
   - ไข่ต้มแทน**รังไข่**
   - ข้าวโพดฝักอ่อนแทน**ก้านเกสรเพศเมีย**
   - มะเขือเทศราชินีแทน**ยอดเกสรเพศเมีย**
   - ใบอ่อนผักกาดหอมหรือผักกาดแทน**กลีบเลี้ยง**
   - แครอทแทน**กลีบดอก**
   - ปูอัดแทน**ก้านชูอับเรณู**
   - วาซาบิ ลูกเกด หรือแครอทชิ้นเล็กแทน**อับเรณู**
   - สาลี่หอม ฝรั่ง ชมพู่ หรือแอปเปิลแทน**ฐานดอก**
   - โคนข้าวโพดฝักอ่อนหรือแครอทใช้เป็นฐานสำหรับวางโครงสร้างของดอกที่ประดิษฐ์เสร็จแล้ว
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม**นำผักผลไม้สดที่เตรียมมาล้าง**ให้สะอาด จากนั้นล้างมือให้สะอาด **แล้วสวมถุงมือพลาสติกในทุกขั้นตอน**ของการทำกิจกรรม

4. เริ่ม**ประดิษฐ์โครงสร้างของดอก**แต่ละส่วน โดยเริ่มจาก **กลีบเลี้ยง** โดยการนำผักกาดหอมมาแกะออกใช้ใบอ่อนเลือกที่มีความยาวเท่ากับไข่ต้ม นำไม้จิ้มฟันมาเสียบกับโคนก้านใบอ่อนผักกาดหอม ดังรูป ให้ได้จำนวน 4 อัน

5. **กลีบดอก** โดยการนำแครอทมาแกะสลักให้มีรูปร่างคล้ายกับกลีบดอกไม้ จากนั้นนำไม้จิ้มฟันมาเสียบกับชิ้นแครอท ดังรูป ให้ได้กลีบดอกจำนวน 4 อัน

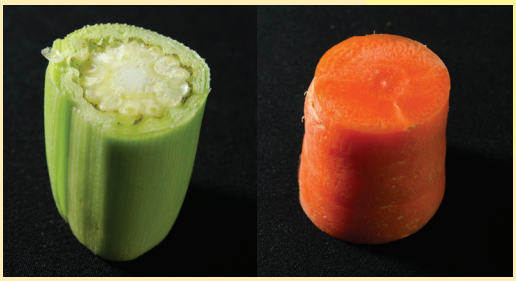
6. **เกสรเพศผู้** เริ่มด้วยทำก้านชูอับเรณู โดยการนำปูอัดออกจากพลาสติก แล้วทำอับเรณู โดยบีบวาซาบิลงไปบนด้านใดด้านหนึ่งของแท่งปูอัดให้เป็นก้อน หรืออาจใช้ลูกเกดหรือแครอทที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เสียบไม้จิ้มฟันแล้วเสียบปลายไม้จิ้มฟันอีกด้านเข้าไปในแท่งปูอัด ส่วนด้านที่เหลือของแท่งปูอัดนำมาเสียบเข้ากับไม้จิ้มฟัน ดังรูป ทำเช่นนี้ให้ได้เกสรเพศผู้จำนวน 4 อัน

7. **เกสรเพศเมีย** ในขั้นตอนนี้จะเตรียมส่วนประกอบของเกสรเพศเมียไว้ก่อนจึงนำไปใช้ประกอบในขั้นตอนที่ 10 เริ่มจากการประดิษฐ์ส่วนของรังไข่

2 รังไข่ โดยนำไข่ไก่หรือไข่เป็ดต้ม 2 ฟอง มาแกะเปลือกออก จากนั้นทำส่วนของก้านเกสรเพศเมียจำนวน 2 ก้าน โดยการนำข้าวโพดอ่อน 2 ฝัก มาตัดส่วนของโคนฝักออกประมาณ ½ ของฝัก (แล้วเก็บส่วนโคนฝักไว้ทำฐานวางโครงสร้างของดอกที่ประดิษฐ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว) นำส่วนที่เหลือมาใช้ ต่อด้วยการทำส่วนของยอดเกสรเพศเมีย 2 ยอด โดยการนำมะเขือเทศราชินี 2 ผล มาบากตรงด้านป้านของมะเขือเทศให้เป็นรูปกากบาท ดังรูป

8. **ฐานดอกสำหรับดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบ** นำผลไม้ (สำหรับผลไม้ที่เลือกใช้ในที่นี้คือ สาลี่หอม) ที่ใช้แทนฐานดอก มาตัดด้านหัวและท้ายของผลออก ดังรูป

ฐานดอกสำหรับดอกที่มีรังไข่ใต้วงกลีบ นำสาลี่หอมมาตัดด้านหัวท้ายผลออก จากนั้นผ่าครึ่งตามความยาวของผลแล้วนำช้อนกลางคว้านเนื้อผลด้านในออกจนเกิดช่องว่างตรงกลางที่มีขนาดเท่ากับไข่ต้ม ใช้มีดตัดเนื้อผลตรงกลางขั้วออกประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ดังรูป

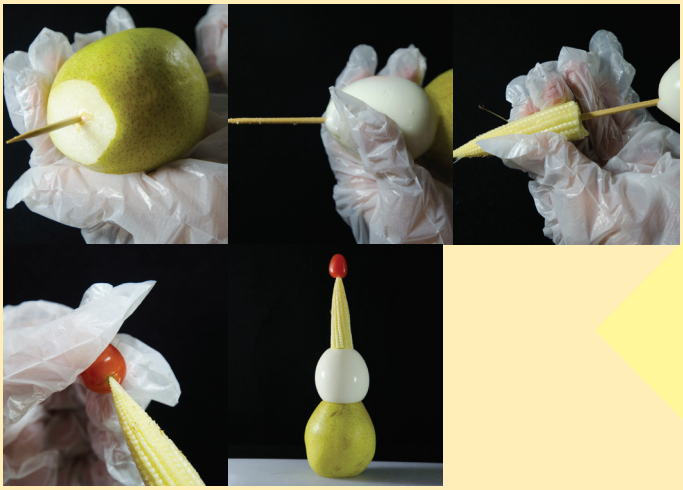


9. **ฐานสำหรับวางโครงสร้างของดอก**ที่ประดิษฐ์เสร็จแล้ว ใช้ส่วนของโคน

ฝักข้าวโพดอ่อนหรืออาจใช้แครอทมาตัดให้เป็นแท่ง ดังรูป ทำจำนวน 2 อัน

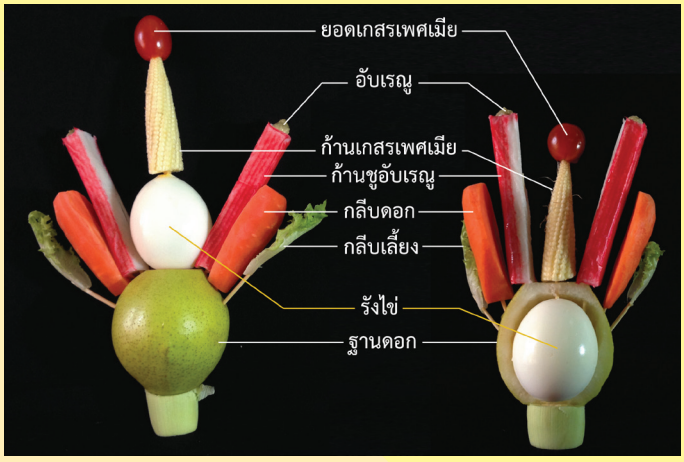
10. **นำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ทำเสร็จแล้วมาประกอบเป็นโมเดลโครงสร้างของดอก** เริ่มจากนำส่วนของฐานดอกและเกสรเพศเมียมาประกอบเข้าด้วยกันก่อน เนื่องจากมีความแตกต่างของตำแหน่งโครงสร้างของรังไข่ จึงทำให้วิธีการประกอบแตกต่างกัน ดังนี้

10.1 โครงสร้างดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบ เริ่มด้วยการนำผลสาลี่หอมที่ปาดหัวท้ายมาเสียบไม้เสียบลูกชิ้น จากนั้นนำไข่ต้มมาเสียบต่อจากผลสาลี่หอมแล้วเสียบข้าวโพดอ่อนต่อจากไข่ต้มต่อด้วยการนำด้านที่บากเป็นรูปกากบาทของมะเขือเทศราชินีมาเสียบบนยอดของข้าวโพดอ่อน ดังรูป



10.2 โครงสร้างดอกที่มีรังไข่ใต้วงกลีบ เริ่มด้วยการนำไข่ต้มที่เตรียมไว้ใส่ลงในช่องว่างตรงกลางผลสาลี่หอมที่คว้านเนื้อผลด้านในออกแล้ว ใช้ไม้จิ้มฟันตรึงส่วนของไข่ต้มให้ติดกับผลสาลี่หอมโดยเสียบไม้จิ้มฟันลงไปด้านบนให้เหลือส่วนของไม้จิ้มฟันไว้ประมาณ ½ ของไม้จิ้มฟัน และด้านล่างของไข่ต้มให้เสียบไม้จิ้มฟันจนจมเข้าไปในผลของสาลี่หอมทั้งหมด จากนั้นเสียบข้าวโพดอ่อนต่อจากไข่ต้มต่อด้วยการนำด้านที่บากเป็นรูปกากบาทของมะเขือเทศราชินีมาเสียบบนยอดของข้าวโพดอ่อน ดังรูป

11. **การปักกลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสร** เมื่อประกอบส่วนของฐานดอกเข้ากับส่วนของเกสรเพศเมียของโครงสร้างดอกทั้ง 2 แบบ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำส่วนของกลีบเลี้ยงปักลงไปบนผลสาลี่หอมให้ห่างจากแกนกลางของข้าวโพดอ่อนประมาณ 3-4 เซนติเมตร จากนั้นปักส่วนของกลีบดอกที่เตรียมไว้ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไปด้านใน จึงนำส่วนของเกสรเพศผู้ที่เตรียมไว้ปักถัดจากโครงสร้างของกลีบดอกเข้าไปด้านใน ตามภาพโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่ (ภาพที่ 1) จากนั้นนำโครงสร้างดอกทั้ง 2 มาวางบนฐานสำหรับวางโครงสร้างของดอกที่ประดิษฐ์เสร็จแล้ว เพื่อความสะอาด ดัง*ภาพที่ 2*



ก. ข.

ภาพที่ 2 โมเดลโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่จากห้องครัวที่ประดิษฐ์เสร็จแล้ว
ก. ดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบ (superior ovary)
ข. ดอกที่มีรังไข่ใต้วงกลีบ (inferior ovary)

เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้นำโครงสร้างดอกที่รับประทานได้มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วเติมน้ำสลัดทำเป็นสลัดผักที่สามารถรับประทานได้จริง อาจเพิ่มผักและผลไม้ลงไปได้ตามความชอบ (ภาพที่ 3)

ภาพที่ 3 สลัดผักที่ได้จากโครงสร้างของดอกที่รับประทานได้

การนำสื่อไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนสามารถนำกิจกรรมการผลิตสื่อโครงสร้างของดอกจากห้องครัว มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่ได้ โดยเริ่มจากผู้สอนมอบหมายล่วงหน้าให้นักเรียนนำวัสดุและอุปกรณ์ ผักผลไม้ที่จะใช้ในกิจกรรมผลิตสื่อโครงสร้างของดอก รวมทั้งดอกไม้จริงชนิดต่าง ๆ มาศึกษา เช่น บานบุรี พริก กล้วย เข็ม ตำลึง พุทธรักษา มะลิ มะเขือ มะละกอ ฝรั่ง หากในท้องถิ่นของนักเรียนไม่สามารถหาผักผลไม้ที่กำหนดมาในรายการวัสดุและอุปกรณ์ ผู้สอนสามารถให้คำแนะนำกับนักเรียนแต่ละกลุ่มก่อนการไปจัดหาซื้อจริงได้ จากนั้นให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์สื่อโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบ (superior ovary) และรังไข่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) จากนั้นนำดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ที่เตรียมมาผ่าตามยาวให้ผ่านรังไข่ แล้วศึกษาตำแหน่งของรังไข่โดยเปรียบเทียบกับสื่อโครงสร้างของดอกที่แต่ละกลุ่มประดิษฐ์ขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการเปรียบเทียบและวาดภาพตำแหน่งของรังไข่ของดอกไม้จริงแต่ละชนิดที่นำมาศึกษา

จากการศึกษานักเรียนควรสรุปได้ว่า ดอกไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้นจะต้องมีตำแหน่งของรังไข่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันเมื่อเทียบกับชั้นวงกลีบอื่น ๆ กล่าวคือ ดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบเป็นดอกไม้ที่มีรังไข่ติดอยู่บนฐานดอกในระดับที่เหนือกว่าตำแหน่งของวงกลีบเลี้ยง วงกลีบดอก และวงเกสรเพศผู้ ส่วนดอกที่มีรังไข่ใต้วงกลีบเป็นดอกไม้ที่รังไข่ติดบนฐานดอกต่ำกว่าตำแหน่งของวงกลีบเลี้ยง วงกลีบดอก และวงเกสรเพศผู้ (ภาพที่ 1 และ 2)

การเลือกใช้สื่อโครงสร้างของดอกที่แบ่งตามตำแหน่งของรังไข่จากห้องครัวเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาในชั้นเรียน ซึ่งนอกจากจะใช้ประกอบในเรื่องการแบ่งประเภทของดอกตามตำแหน่งของรังไข่แล้วอาจจะนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้เรื่อง *ดอกและส่วนประกอบของดอก* โดยให้นักเรียนเลือกประดิษฐ์ ดอกสมบูรณ์ ดอกไม่สมบูรณ์ ดอกสมบูรณ์เพศ และดอกไม่สมบูรณ์เพศได้ แล้วนำชิ้นงานมาส่งผู้สอนพร้อมกับอธิบายว่า ดอกที่เลือกประดิษฐ์นั้นจัดเป็นดอกแบบใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น โดยให้นักเรียนใช้สื่อที่ประดิษฐ์ขึ้นประกอบการอธิบาย เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนไป นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้ เช่น ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน หรือขั้นสรุปบทเรียนก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

ทั้งนี้การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเป็นทั้งผู้ประดิษฐ์และผู้ใช้สื่อด้วยตนเองนั้น เป็นการสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียนผ่านการทำกิจกรรม โดยอาศัยทักษะ และความรู้การจากเรียนมาใช้แก้ปัญหาในการปฏิบัติจริง รวมทั้งเป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้นด้วย

บรรณานุกรม

Gordon, U., Richard, S. & Randy, M. (2001). *Principles of Botany.* New York: McGraw-Hill.

คณาจารย์ภาควิชาพฤกษศาสตร์. (2548). *ปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ทั่วไป* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุมพล คุณวาสี. (2553). *สัณฐานวิทยาเบื้องต้นในการระบุชื่อวงศ์พืชดอกสามัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.

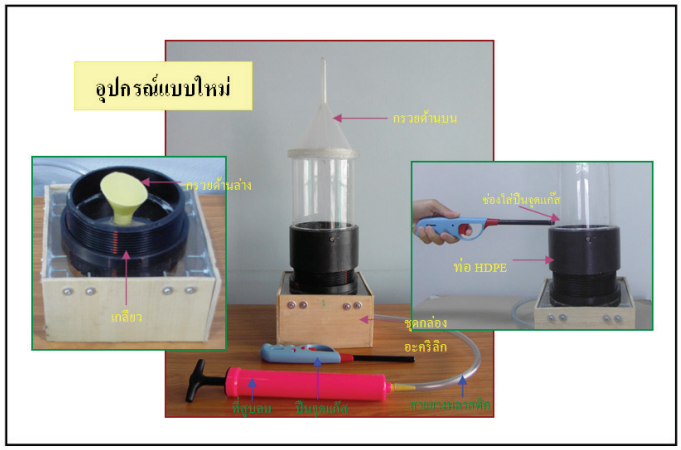
ดร.วาสนา กีรติจำเริญ
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา / e-mail : wasano1975@hotmail.com

ตัวอย่างกิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสาธิต เรื่อง ปฏิกิริยาการเผาไหม้

การสอนด้วยวิธีการสาธิต (demonstration) ควบคู่กับการตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (guided inquiry) โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามแบบ POE (predict – observe – explain technique) จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเรียนรู้ได้ด้วยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

จากตัวอย่างกิจกรรมการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (นิตยสาร สสวท. ปีที่ 38 ฉบับที่ 164 หน้า 50-51) ที่เคยนำเสนอชุดอุปกรณ์แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการสาธิตการสอน เรื่องปฏิกิริยาเคมี เพื่อเป็นการกระตุ้น (engage) และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีได้อย่างชัดเจน ตลอดจนเป็นชุดอุปกรณ์ที่ราคาถูก และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากใช้วัสดุที่เป็นอะคริลิกที่ทนความร้อนได้ ตัวอย่างกิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสาธิตที่นำเสนอนี้ เป็นการออกแบบอุปกรณ์รูปแบบใหม่ขึ้นมา เพื่อให้สามารถสอนเรื่องปฏิกิริยาการเผาไหม้ และสามารถเชื่อมโยงไปสอนเรื่อง กรด – เบส และอินดิเคเตอร์ได้ โดยการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น ตลอดจนสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยในการใช้สารเคมีอีกด้วย ทั้งนี้ในขณะสาธิต ครูผู้สอนต้องมีความรอบคอบและระมัดระวังในการใช้สารเคมีและอุปกรณ์ โดยต้องสาธิตในบริเวณเฉพาะ เช่น ตู้ดูดควัน

ภาพที่ 1 ชุดอุปกรณ์แป้งมันสำปะหลัง (แบบเก่า)



ภาพที่ 2 ชุดอุปกรณ์แป้งมันสำปะหลัง (แบบใหม่)

ในที่นี้ ขอนำเสนอตัวอย่างกิจกรรมการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาการเผาไหม้ 3 การทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 : แป้งมันสำปะหลังในกล่องอะคริลิก

อุปกรณ์

(1) ชุดกล่องอะคริลิก (∅ = 11 cm., h = 21 cm.)

(2) กรวยพลาสติก (ด้านบน ∅ = 11 cm., h = 9 cm., ด้านล่าง ∅ = 5 cm., h = 5 cm.)

(3) สายยางพลาสติก (l = 50 cm.)

(4) ปืนจุดแก๊ส

(5) ที่สูบลม

(6) แป้งมันสำปะหลัง

วิธีการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ ดังภาพที่ 2
2. ใส่แป้งมันสำปะหลัง 1 ช้อน ลงในกรวยพลาสติก (ด้านล่าง)
3. จุดปืนจุดแก๊ส และสูบลมเข้าไปในกล่องอะคริลิกอย่างรวดเร็ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น

ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นได้อย่างไร ?

ปฏิกิริยาการเผาไหม้นี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่

(1) อนุภาคขนาดเล็กของแป้งมันสำปะหลัง (เชื้อเพลิง) ซึ่งพบว่าโครงสร้างของแป้งมันสำปะหลังจะมีอะไมโลส (amylose) เป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 17.44 โดยอะไมโลส จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทฮอมอพอลิแซ็กคาไรด์ (homopolysaccharide) ที่มีโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสหลาย ๆ โมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์

(2) อากาศที่แห้ง (แก๊สออกซิเจน)

(3) ความร้อน (ไฟ)

ดังนั้นสารที่สามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยานี้ได้ คือ สารที่มีกลูโคสเป็นส่วนประกอบ เช่น แป้งมันสำปะหลัง เพราะกลูโคสจะทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนจนได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เรียกว่า ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (combustion reaction) โดยในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับสามเหลี่ยมไฟ (fire triangle) ซึ่งประกอบด้วย เชื้อเพลิง (fuel) แก๊สออกซิเจน (oxygen) และความร้อน (heat)

ตัวอย่างกิจกรรมแป้งมันสำปะหลังนี้ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาการเผาไหม้ กับแนวคิดเรื่องอื่น ๆ ได้ เช่น อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา (การเปลี่ยนชนิดของสารตั้งต้นจากแป้งมันสำปะหลังเป็นสารชนิดอื่น เช่น น้ำตาลไอซ์ซิ่ง หรือผงวุ้น จะทำให้อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร) และการดุลสมการ

ภาพที่ 3 การเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ในชุดอุปกรณ์แป้งมันสำปะหลัง

(เชื่อมโยงกับหลักการดุลสมการของปฏิกิริยาการเผาไหม้และการอธิบายกฎทรงมวลของสาร) โดยปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น เป็นดังสมการต่อไปนี้

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

กลูโคส + แก๊สออกซิเจน → แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ

การทดลองที่ 2 : การทดสอบ CO_2 ด้วย $Ca(OH)_2$

อุปกรณ์

(1) ชุดกล่องอะคริลิก (∅ = 11 cm., h = 21 cm.)

(2) กรวยพลาสติก (ด้านบน ∅ = 11 cm., h = 9 cm., ด้านล่าง ∅ = 5 cm., h = 5 cm.)

(3) สายยางพลาสติก (l = 50 cm.)

(4) ปืนจุดแก๊ส

(5) ที่สูบลม

(6) แป้งมันสำปะหลัง

(7) หลอดแก้ว

(8) ขวดรูปชมพู่ (250 cm^3)

(9) สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ปริมาตร 150 cm^3

วิธีการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ ดังภาพที่ 2
2. นำหลอดแก้วด้านหนึ่งต่อเข้ากับกรวยพลาสติก (ด้านบน) และอีกด้านหนึ่งจุ่มลงในบีกเกอร์ที่ใส่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$)
3. จุดปืนจุดแก๊ส และสูบลมเข้าไปในกล่องอะคริลิกอย่างรวดเร็ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น

ผลการทดลองเป็นอย่างไร ?

ผลการทดลองเป็นดังภาพที่ 4 คือ เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ขึ้นในกล่องอะคริลิก และพบว่า มีตะกอนสีขาวขุ่นที่ก้นของบีกเกอร์ที่ใส่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งก็คือแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ดังนั้นจึงเป็นการพิสูจน์ได้ว่าสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์จนเกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต ดังสมการต่อไปนี้

$$Ca(OH)_2\ (aq) + CO_2\ (g) \rightarrow CaCO_3\ (s) + H_2O\ (l)$$

สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ → แคลเซียมคาร์บอเนต + น้ำ

(1) ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (2) สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (3) ตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต

ภาพที่ 4 การทดสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์

การทดลองที่ 3 : การทดสอบ CO_2 ด้วย Bromothymol Blue (BTB)

อุปกรณ์

(1) ชุดกล่องอะคริลิก (∅ = 11 cm., h = 21 cm.)
(2) กรวยพลาสติก (ด้านบน ∅ = 11 cm., h = 9 cm., ด้านล่าง ∅ = 5 cm., h = 5 cm.)
(3) สายยางพลาสติก (l = 50 cm.)
(4) ปืนจุดแก๊ส
(5) ที่สูบลม
(6) แป้งมันสำปะหลัง
(7) หลอดแก้ว
(8) ขวดรูปชมพู่ (250 cm^3)
(9) สารละลายบรอมไทมอลบลู ปริมาตร 150 cm^3

วิธีการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ ดังภาพที่ 2
2. นำหลอดแก้วด้านหนึ่งต่อเข้ากับกรวยพลาสติก (ด้านบน) และอีกด้านหนึ่งจุ่มลงในบีกเกอร์ที่ใส่สารละลายบรอมไทมอลบลู
3. จุดปืนจุดแก๊ส และสูบลมเข้าไปในกล่องอะคริลิกอย่างรวดเร็ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น

ผลการทดลองเป็นอย่างไร ?

ผลการทดลองเป็นดังภาพที่ 5 คือ เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ขึ้นในกล่องอะคริลิก และพบว่า สีของสารละลายบรอมไทมอลบลูเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีเขียว เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำ (H_2O) เป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งสารละลายบรอมไทมอลบลูเป็นอินดิเคเตอร์ที่มีค่า pH สูงกว่า 7 ดังนั้นเมื่อสารละลายในบีกเกอร์เป็นกรดที่มีค่า pH ต่ำกว่า 6 จึงทำให้สารละลายเปลี่ยนสีได้ ดังสมการต่อไปนี้

(1) ชุดอุปกรณ์ (2) สารละลายสีฟ้า pH>7.6 (3) สารละลายสีเขียว pH<6.0

ภาพที่ 5 การทดสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยสารละลายบรอมไทมอลบลู

$$CO_2\ (g) + (\text{blue BMB in})\ H_2O\ (l)\ pH > 7.6 \rightarrow (\text{green BMB in})\ H_2CO_3\ (aq)\ \text{solution}\ pH < 6.0$$

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ → กรดคาร์บอนิก

ใช้สารเคมีชนิดอื่นแทนได้หรือไม่ ?

เราสามารถใช้สารชนิดอื่นแทนแป้งมันสำปะหลังได้ โดยสารชนิดนั้นจะต้องมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับแป้งมันสำปะหลัง เช่น เป็นสารที่มีอนุภาคของกลูโคสเป็นส่วนประกอบ มีขนาดอนุภาคเล็ก และเป็นสารที่แห้ง ไม่ชื้น ตัวอย่างเช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด น้ำตาลไอซ์ซิ่ง ผงวุ้น และไมโล หรือโอวัลติน ชนิด 3 in 1

จากการทดลอง ได้นำแป้งเด็ก เกลือแกง และผงฟู (Na_2CO_3) มาแทนแป้งมันสำปะหลัง พบว่าไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ เนื่องจากสารตั้งต้นไม่มีกลูโคสเป็นส่วนประกอบ หรือได้นำน้ำตาลทรายมาทดลอง ก็พบว่าไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้เช่นกัน เนื่องจากน้ำตาลทรายมีขนาดอนุภาคใหญ่ แต่ถ้าใช้น้ำตาลไอซ์ซิ่งซึ่งเป็นน้ำตาลทรายที่ผ่านกระบวนการบดละเอียด มีลักษณะเป็นผง สีขาว ละเอียดคล้ายแป้ง (powder form) จะสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นแทนแป้งมันสำปะหลังได้ เพราะน้ำตาลไอซ์ซิ่งมีส่วนประกอบของน้ำตาลกลูโคส และเป็นสารมีขนาดอนุภาคเล็กใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสารตั้งต้นของกิจกรรมปฏิกิริยาการเผาไหม้ จะต้องเป็นสารที่มีอนุภาคของกลูโคสเป็นส่วนประกอบ ที่มีขนาดอนุภาคเล็ก และจะต้องเป็นสารที่แห้ง ไม่ชื้น ซึ่งอาจจะเป็นน้ำตาลไอซ์ซิ่ง แป้งมันสำปะหลัง ผงวุ้น ฯลฯ แต่สำหรับกิจกรรมนี้ขอแนะนำให้ใช้แป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากเป็นสารที่หาได้ง่าย ราคาถูก หรือถ้าหากต้องการจะใช้กลูโคส (น้ำตาลไอซ์ซิ่ง) ก็จะได้ผลการทดลองเช่นเดียวกัน แต่มีข้อควรระวังคือน้ำตาลไอซ์ซิ่งจะเกิดความชื้นได้ง่าย และราคาแพงกว่าแป้งมันสำปะหลัง

ชุดอุปกรณ์แป้งมันสำปะหลังที่ได้นำเสนอนี้ ได้รับคำแนะนำเป็นอย่างดีจาก รศ. ดร.พิณทิพ รื่นวงษา และ รศ. ดร.ภิญโญ พานิชพันธ์ มหาวิทยาลัยมหิดล และ ดร.ปรีชาญ เดชศรี ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

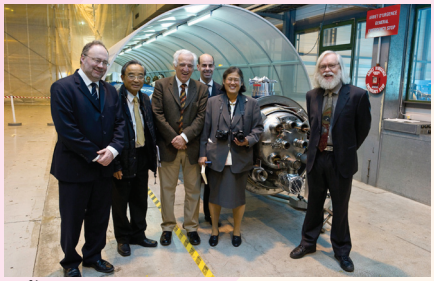
บรรณานุกรม

Keeratichamroen, W., Dechsri, P., Panijpan, B., & Ruenwongsa, P. (2010). The Tapioca Bomb: A demonstration to enhance learning about combustion and chemical safety. *Teaching Science, 56*(1), 39-41.

วาสนา กีรติจำเริญ. (2553). ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี. *นิตยสาร สสวท, 38* (164), 50-51.

ราม ติวารี
ผู้อำนวยการสาขาฟิสิกส์ สสวท. / e-mail : rtiwa@ipst.ac.th

สนามแรงบันดาลใจจากผลงานเครื่องเร่งอนุภาค LHC ก่อเกิดเครื่องเร่งมอดูลอ้ายของ สสวท.



ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2543

ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2546

ครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2552

ครั้งที่ 4 เมื่อวันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2553

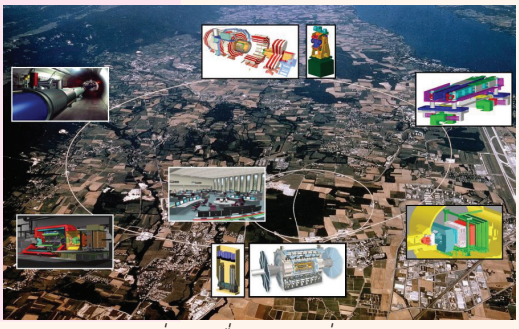
รูปที่ 1 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จเยือน CERN 4 ครั้ง

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

เพื่อนคุณครูที่เคารพรักครับ ตามที่เราทราบกันว่าแรงและการเคลื่อนที่เป็นสาระหลักหนึ่งสาระ ของวิชาวิทยาศาสตร์ของเรา มีบทบาทต่อสรรพสิ่งทั้งหลายในเอกภพตั้งแต่เรื่องง่าย ๆ เมื่อผลมะม่วงสุกหลุดจากขั้วทิ้งต้นแล้วเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งเสรีด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อมะม่วง ไปจนถึงการเร่งอนุภาคของเครื่อง LHC อันยิ่งใหญ่ในโครงการของ CERN เพื่อยืนยันการมีอยู่ของอนุภาคพระเจ้าหรืออนุภาคฮิกส์ และแล้วผลการค้นพบอนุภาค**ว่าที่ฮิกส์** (Higgs Like) ยังผลให้รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี พ.ศ. 2556 ตกเป็นของ ดร.ฟรองซัว ออองเกลต์ ศาสตราจารย์เกียรติคุณจากประเทศเบลเยียม คู่กับ ดร.ปีเตอร์ ดับเบิลยู ฮิกส์ ศาสตราจารย์เกียรติคุณจาก สหราชอาณาจักร ทั้งสองท่านได้รับรางวัลอันทรงเกียรติจากการนำเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาคออกมาเป็น “แบบจำลองมาตรฐาน (standard model)” เป็นผลเฉลยว่าอนุภาคมีมวลได้อย่างไร ทั้งสองท่านต่างคนต่างนำเสนอทฤษฎีนี้ใน พ.ศ. 2507 จนกระทั่งทฤษฎีนี้ได้รับการยืนยันโดยการค้นพบอนุภาคว่าที่ฮิกส์โดยห้องปฏิบัติการของ CERN ในวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 วันชาติอเมริกา (เหมือนหวยล็อกของไทยแลนด์)

เพื่อนคุณครูคงจะเป็นงงว่าอยู่ดี ๆ เหตุใดผมจึงนำเรื่องไกลตัวหรูสุดจะเอื้อมมาบอกกล่าว ใจเย็น ๆ ครับ จริง ๆ แล้วในปัจจุบันเรื่อง CERN ใกล้ตัวเรามากครับ เนื่องจาก “โครงการความร่วมมือไทยกับ CERN ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี”

รูปที่ 2 มะม่วงหลุดจากขั้วเมื่อยามสุก



รูปที่ 3 เครื่อง LHC ที่ CERN
(ที่มา: http://sureshemre.wordpress.com/2012/07/20/all-particles-are-god-particles/)

เพื่อนคุณครูครับ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงมีความสนพระทัยทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยโดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์เป็นพิเศษครับ ดังจะเห็นได้จากพระราชกรณียกิจและโครงการในพระราชดำริต่าง ๆ พระองค์ได้เสด็จ พระราชดำเนินเยือน CERN ถึง 4 ครั้งด้วยกัน (ครั้งแรกเมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2546 ครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2552 และครั้งที่ 4 เมื่อวันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2553) การเสด็จฯ ในครั้งที่ 3 นั้นได้มีการลงนามในเอกสารแสดงเจตจำนงที่จะมีความร่วมมือกัน (Expression of Interest : EOI) ระหว่างสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และ The Compact Muon Solenoid Experiment : CMS โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแสวงหาความร่วมมือทางวิชาการและวิจัยกับ CERN โดยเฉพาะการส่งนักศึกษาเอกฟิสิกส์และครูสอนวิชาฟิสิกส์จากประเทศไทยไปร่วมโครงการภาคฤดูร้อนที่ CERN รวมทั้งสนับสนุนนักวิจัยไทยให้เข้าร่วมทำงานวิจัยในโครงการของ CERN ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพบุคลากรของไทยให้มีบรรยากาศของการเป็นนักวิจัยมากยิ่งขึ้น

เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ทรงสนพระทัยในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค และมีพระราชประสงค์ให้นักฟิสิกส์ไทยได้มีโอกาสร่วมงานวิจัยกับนักฟิสิกส์ชั้นนำจากทั่วโลกที่ CERN ซึ่งเป็นองค์กรวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคระดับแนวหน้าของโลก ศ. ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์ จึงได้เชิญชวนหน่วยงานต่าง ๆ 13 หน่วยงาน ประกอบด้วย

1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
3) ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านฟิสิกส์
4) สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ
5) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
6) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
7) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
8) มหาวิทยาลัยมหิดล
9) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ
11) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร
12) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
13) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร

เพื่อมาร่วมผลักดันและดำเนินงานให้เป็นไปตามพระราชดำริ ทั้ง 13 หน่วยงานจึงได้มีการลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการ “โครงการความร่วมมือไทยกับ CERN” เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2554 เพื่อความยั่งยืนในการดำเนินการ และร่วมกันสนับสนุน ส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ให้เป็นรูปธรรม อาทิเช่น

1.โครงการคัดเลือกนักศึกษาเอกฟิสิกส์และครูสอนฟิสิกส์เพื่อร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อนของ CERN

CERN ได้เทิดพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยการจัดสรรทุนในการเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อนที่ CERN ให้กับนักศึกษาเอกฟิสิกส์และครูสอนวิชาฟิสิกส์อย่างละ 1 ทุน โดยทางโครงการความร่วมมือฯ ได้สนับสนุนเพิ่มเติมอีกอย่างละ 1 ทุนเช่นกัน เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาและครูฟิสิกส์จากประเทศไทยได้เข้าร่วมอบรมความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาค ฟิสิกส์ของเครื่องเร่งอนุภาค ฟิสิกส์ของเครื่องตรวจวัด

อนุภาค การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ด้านฟิสิกส์อนุภาค ตลอดจนเรียนรู้และฝึกงานกับนักฟิสิกส์ชั้นแนวหน้าที่ CERN

โครงการฯ ได้ดำเนินการคัดเลือกนักศึกษาที่ศึกษาอยู่ในสาขาฟิสิกส์ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หรือระดับบัณฑิตศึกษา และครูสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีศักยภาพและคุณสมบัติเหมาะสมในชั้นต้น แล้วนำความขึ้นกราบบังคมทูลสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อทรงคัดเลือกนักศึกษา 2 คน และครูฟิสิกส์ 2 คนในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อเป็นตัวแทนประเทศไทยในการเข้าร่วมโครงการ CERN โดยนักศึกษา 12 คนเข้าร่วม Summer Student Programme เป็นเวลา 2 เดือน และครู 2 คน เข้าร่วม CERN High School Teacher Programme เป็นเวลา 3 สัปดาห์ที่ CERN โครงการฯ ได้ดำเนินการคัดเลือกนักศึกษาและครูสอนฟิสิกส์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 เป็นรุ่นแรก ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน รุ่นที่ 4 ในปี พ.ศ. 2556 นักศึกษาและคุณครูที่สนใจสามารถติดตามรายละเอียดได้จากเว็บไซต์ http://thaicern.slri.or.th/ ประมาณเดือนกรกฎาคมของทุกปี เพื่อนคุณครูครับนี่คือจุดประสงค์หลักของการนำเสนอเรื่องราวของ CERNในบทความนี้ ซึ่งก็คือต้องการให้เพื่อนคุณครูมีโอกาสเข้าร่วม CERN High School Teacher Programme ครับ

รูปที่ 4 คุณครูปิยะมาศ บุญประกอบ จากโรงเรียนวัดบวรนิเวศ เข้าร่วมโครงการคุณครูรุ่นที่ 4 เมื่อเดือน กรกฎาคม 2556

2. โครงการ CERN School Thailand และโครงการ Thailand Experimental Particle Physics Novice Workshop (อนุภาคน้อย)

เป็นการอบรมทางวิชาการโดยผู้เชี่ยวชาญจาก CERN เพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาคและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้กับนักศึกษาในระดับปริญญาโท-เอกของไทย นิสิตนักศึกษาที่สนใจ สามารถติดตามรายละเอียดได้จากเว็บไซต์ http://www.ThaiHEP.phys.sc.chula.ac.th

3.โครงการส่งเสริมให้มี National e-Science Infrastructure Consortium

เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการประมวลผลแบบกริดเพื่อใช้ประโยชน์ในงานวิทยาศาสตร์เชิงคำนวณร่วมกัน รายละเอียดสามารถติดตามได้จากเว็บไซต์ http://www.e-science.in.th

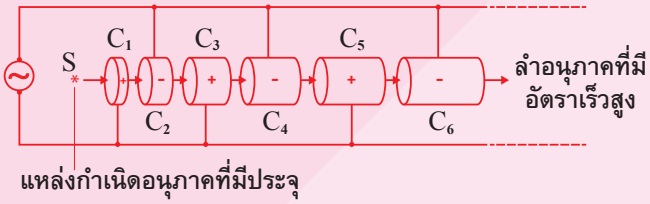
4. โครงการส่งเสริมนักศึกษาปริญญาโท – เอก นักวิจัย ไปทำวิจัย ณ CERN

5. โครงการส่งเสริมให้มีการทำวิจัยร่วมกับ CERN

เพื่อนคุณครูคงเห็นแล้วว่าโอกาสที่ท่านจะมีส่วนร่วมในโครงการที่หนึ่งอยู่แค่เอื้อม และที่สำคัญ สสวท. ในฐานะที่เป็นหน่วยงานหนึ่งใน 13 ที่มีภารกิจเผยแพร่ความรู้และสร้างความตระหนักเกี่ยวกับภารกิจของ CERN สาขาฟิสิกส์จึงออกแบบคิดกิจกรรมเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาค (accelerator) และกิจกรรมอื่น ๆ จะกล่าวต่อไป

ก่อนอื่นเรามาทำความเข้าใจกับทฤษฎีของ**เครื่องเร่งอนุภาค (accelerator)** ก่อนนะครับ ในการศึกษาองค์ประกอบของนิวเคลียสสามารถทำได้โดยใช้อนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงหรือที่มีพลังงานสูงยิงไปยังนิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ ทำให้นิวเคลียสแตกออก และพบอนุภาคจำนวนมาก การทำให้อนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง สามารถทำได้โดยใช้เครื่องเร่งอนุภาค (particle accelerator) ซึ่งมีหลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเครื่องเร่งอนุภาค 2 แบบ คือ เครื่องเร่งเชิงเส้นหรือเครื่องเร่งแนวตรง (linear accelerator) กับไซโคลทรอน (cyclotron) หรือเครื่องเร่งแนววงกลม

ก) เครื่องเร่งแนวตรง หรือ LINAC เกิดจากแนวคิดของไอซิง (Ising) ในปี พ.ศ. 2468 ที่มีแนวคิดจะเร่งอนุภาคที่มีประจุโดยใช้สนามความถี่วิทยุของกระแสสลับ ทำให้อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่แนวเส้นตรง ซึ่งมีการใช้งานจริงในปีพ.ศ. 2471 LINAC ประกอบด้วยอิเล็กโทรด (electrode) ที่เป็นทรงกระบอกกลวงสุญญากาศที่มีความยาวเพิ่มขึ้นคือ $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, \ldots$ ซึ่งต่ออนุกรมสลับกันกับแหล่งกำเนิดกระแสสลับ ระหว่างทรงกระบอกเหล่านี้มีช่องว่างที่มีระยะห่างเท่ากัน ดังรูป



รูปที่ 5 ส่วนประกอบของ LINAC

กำหนดให้ S เป็นแหล่งกำเนิดไอออนบวก

q เป็นประจุของไอออนบวก

เมื่อไอออนบวกเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด S เข้าไปยังทรงกระบอกกลวง จะถูกเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น โดยครึ่งรอบแรกของกระแสสลับ

C_1, C_3, C_5 มีศักย์บวก

C_2, C_4, C_6 มีศักย์ลบ

ส่วนครึ่งรอบหลัง

C_1, C_3, C_5 มีศักย์ลบ

C_2, C_4, C_6 มีศักย์บวก

ถ้าไอออนบวก q เคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด S เข้าสู่ทรงกระบอก C_1 ในครึ่งรอบแรกของกระแสสลับ ขณะที่ C_1 มีศักย์บวก และ C_2 มีศักย์ลบ ในการเคลื่อนที่จากศักย์บวกไปยังศักย์ลบ ไอออนบวก q จะถูกเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นผ่าน C_1 และข้ามช่องว่างเข้าสู่ C_2 โดยใช้เวลาครึ่งคาบ พอดีเป็นครึ่งรอบหลัง C_2 จึงมีศักย์บวก และ C_3 มีศักย์เป็นลบ ไอออนบวกจึงถูกเร่งอีกครั้ง ในทำนองเดียวกัน เมื่อไอออนบวกเคลื่อนที่เข้าสู่ทรงกระบอกอันถัดไป จะถูกเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งไอออนบวกใช้เวลาครึ่งคาบในการเคลื่อนที่ผ่านทรงกระบอกรวมกับช่องว่าง ดังนั้นทรงกระบอกจะต้องยาวขึ้นเรื่อย ๆ

ถ้า L_n เป็นความยาวของทรงกระบอกอันที่ n รวมช่องว่างที่ติดกัน

v_n เป็นความเร็วเฉลี่ยของไอออนขณะผ่านทรงกระบอกอันที่ n รวมช่องว่างที่ติดกัน

f เป็นความถี่ของแหล่งกำเนิดกระแสสลับ

T เป็นคาบของแหล่งกำเนิดกระแสสลับ

จะได้
$$v_n = \frac{L_n}{T/2} = \frac{L_n}{1/2f} = 2fL_n \qquad (1)$$

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{2f} = \frac{L_n}{v_n} \qquad (2)$$

ถ้า V เป็นศักย์เฉลี่ยของแหล่งกำเนิดกระแสสลับ

C เป็นพลังงานของไอออนบวกก่อนถูกเร่ง

m เป็นมวลของไอออนบวก

ขณะที่ไอออนบวกกำลังเคลื่อนที่ในทรงกระบอกอันที่ n จะได้

$$\frac{1}{2}mv_n^2 = nqV + C \qquad (3)$$

แทนค่า v_n จากสมการ (1) ในสมการ (3) จะได้

$$\frac{1}{2}mv_n^2 = nqV + C$$

$$L_n = \frac{1}{2f}\sqrt{\frac{2(nqV + C)}{m}} \qquad (4)$$

แทนค่า $f = \frac{c}{\lambda}$ เมื่อ λ แสดงความยาวคลื่นของสัญญาณคลื่นวิทยุจากแหล่งกำเนิดกระแสสลับ

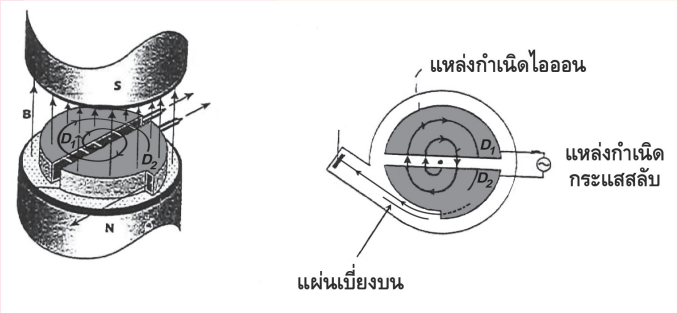
$$L_n = \frac{\lambda}{2c}\sqrt{\frac{2(nqV + C)}{m}}$$

หรือ
$$L_n = \lambda\sqrt{\frac{(nqV + C)}{2mc^2}} \qquad (5)$$

จะเห็นได้ว่า L_n เป็นปฏิภาคกับ λ

LINAC สามารถเร่งได้ทั้งโปรตอนและอิเล็กตรอน LINAC ที่ใหญ่ที่สุดที่ใช้เร่งอิเล็กตรอนคือ SLAC (Stanford Linear Accelerator) อยู่ที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) ในสหรัฐอเมริกา เครื่องนี้มีความยาว 3.0 กิโลเมตร และสามารถเร่งอิเล็กตรอนให้มีพลังงานสูงถึง 50 GeV

ข) ไซโคลทรอน ประดิษฐ์โดยลอว์เรนซ์ (Ernest Orlando Lawrence) และคณะ ในปีพ.ศ. 2475 ที่แคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา หลักการของไซโครทรอน คือเร่งอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าโดยใช้ศักย์ของแหล่งกำเนิดกระแสสลับความถี่สูง แล้วใช้สนามแม่เหล็กบังคับให้อนุภาคเคลื่อนที่แนววงกลมโดยมีรัศมีเพิ่มขึ้น ไซโคลทรอนประกอบด้วยกล่องรูปตัวดี 2 กล่อง คือ D_1 และ D_2 ต่อกับแหล่งกำเนิดกระแสสลับ กล่อง D_1 และ D_2 วางไว้กึ่งกลางระหว่างขั้วเหนือ N และขั้วใต้ S ของแท่งแม่เหล็กถาวรดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ส่วนประกอบของไซโคลทรอน

ถ้าไอออนมวล m ประจุ q เคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดด้วยความเร็ว $\vec{v}$ เข้าไปในกล่อง D ในทิศ ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ เส้นทางการเคลื่อนที่ของไอออนจะเป็นส่วนโค้งของวงกลมรัศมี r แรงที่กระทำต่อไอออน $\vec{F}$ เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ซึ่งมีขนาดดังนี้

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r} \qquad (6)$$

ศักย์ระหว่างกล่อง D_1 และ D_2 จะเปลี่ยนพอดีขณะที่ไอออนกำลังผ่านช่องว่างระหว่าง D_1 และ D_2 ไอออนจึงถูกเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากกล่อง D_1 ข้ามช่องว่างไปยังกล่อง D_2 เท่ากับครึ่งคาบของกระแสสลับ เพื่อพอดีกับศักย์ของ D_1 หรือ D_2 เปลี่ยนค่า ดังนั้นรัศมีของการเคลื่อนที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ถ้า R เป็นรัศมีของกล่อง D

v_m เป็นความเร็วมากที่สุดของไอออน

r_m เป็นรัศมีมากที่สุดของไอออน โดย $r_m = R$

จากสมการ (6) จะได้

$$qv_mB = \frac{mv_m^2}{R}$$

$$mv_m = qBR$$

$$E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2B^2R^2}{m} \qquad (7)$$

เมื่อ E_{km} เป็นพลังงานจลน์สูงสุดของไอออนที่เคลื่อนที่ออกจากกล่อง D จะเห็นได้ว่า E_{km} เป็นปฏิภาคกับ R^2

ถ้า V เป็นศักย์เฉลี่ยของแหล่งกำเนิดกระแสสลับ

n เป็นจำนวนรอบสูงสุดของไอออนที่ถูกเร่งจนมีความเร็วสูงสุด

ถ้าไอออนเคลื่อนที่แค่ครึ่งรอบ จะได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น qV และถ้าไอออนเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ ไอออนจะได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นเป็น $2qV$ เมื่อไอออนเคลื่อนที่ครบ n รอบไอออนจะมีพลังงานจลน์สูงสุดดังนี้

$$E_{km} = 2nqV$$

จะเห็นได้ว่า พลังงานจลน์สูงสุดของไอออนเป็นค่าที่ขึ้นกับจำนวนรอบ n หรือรัศมีของกล่อง D คือ R ไอออนที่มีพลังงานจลน์สูงสุดนี้จะถูกส่งไปยังนิวเคลียสของเป้า

ถ้า ω เป็นความถี่เชิงมุมของไอออนที่เคลื่อนที่แนววงกลม f เป็นความถี่ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและ T เป็นคาบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ จะได้

$$\omega = \frac{v}{r}$$

จากสมการ (6) $\quad \frac{v}{r} = \frac{qB}{m}$

ดังนั้น $\quad \omega = \frac{qB}{m} \qquad (9)$

แต่ $\quad \omega = 2\pi f$

ดังนั้น $\quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{qB}{2\pi n} \qquad (10)$

และ $\quad \frac{T}{2} = \frac{1}{2f} = \frac{\pi m}{qB} \qquad (11)$

$\frac{T}{2}$ เป็นเวลาที่ไอออนใช้ในการเคลื่อนที่ในกล่อง D_1 ข้ามช่องว่างไปยังกล่อง D_2 ซึ่งเท่ากับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากกล่อง D_2 ข้ามช่องว่างไปยังกล่อง D_1 ด้วย

ไซโคลทรอนสามารถใช้เร่งเฉพาะอนุภาคที่มีประจุบวก ได้แก่ โปรตอน ดิวเทอรอน และอนุภาคแอลฟา โดยพลังงานจลน์สูงสุดของอนุภาคที่ถูกเร่งมีค่าต่างกัน

ไซโคลทรอนที่ใหญ่ที่สุดในโลกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 เมตร คือเครื่อง TRIUMF (Tri-University Meson Facility) ที่ห้องปฏิบัติการแคนาเดียนสำหรับอนุภาคและนิวเคลียร์ฟิสิกส์ (TRIUMF, the Canadian lab for particle and nuclear physics) ไซโคลทรอน TRIUMF เริ่มทำงานเมื่อปี พ.ศ. 2517 โปรตอนที่ถูกเร่งในไซโคลทรอนเครื่องนี้เคลื่อนที่เป็นระยะทาง 45 กิโลเมตร แล้วจึงเคลื่อนที่เป็นวงกลม โดยมีพลังงานค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงสูงสุด 520 MeV หรือมีอัตราเร็วสูงสุด 3 ใน 4 ของอัตราเร็วของแสง ซึ่งทำให้โปรตอนเคลื่อนที่จากโลกไปถึงดวงจันทร์ภายในเวลา 2 วินาที

ผู้อ่านสามารถดูวิดีโอคลิปเรื่อง “กิจกรรมเร่งมอดูลอ้ายของ สสวท.” ผ่าน e-magazine ของบทความนี้ได้ครับ

กนกศักดิ์ ทองตั้ง
ผู้ชำนาญ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. / e-mail : ktong@ipst.ac.th

แรงพยุง

แรงพยุง หรือที่เคยเรียกกันว่า “แรงลอยตัว” เป็นแรงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น เวลาเรายกวัตถุในน้ำ จะรู้สึกว่าเบากว่ายกวัตถุนั้นในอากาศ ดังนั้นถ้าจะขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมาก ๆ เช่น ข้าว ไม้ โลหะ จะต้องใส่เรือแล้วขนส่งทางทะเล ทำให้มีคำถามที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง เช่น “ทำไมยกวัตถุในน้ำจึงเบากว่ายกในอากาศ” นอกจากนี้แรงพยุงยังระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น ป.5 และ ม.3 ดังนี้

“ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลว การลอยตัว และการจมของวัตถุ” และ

“ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ”

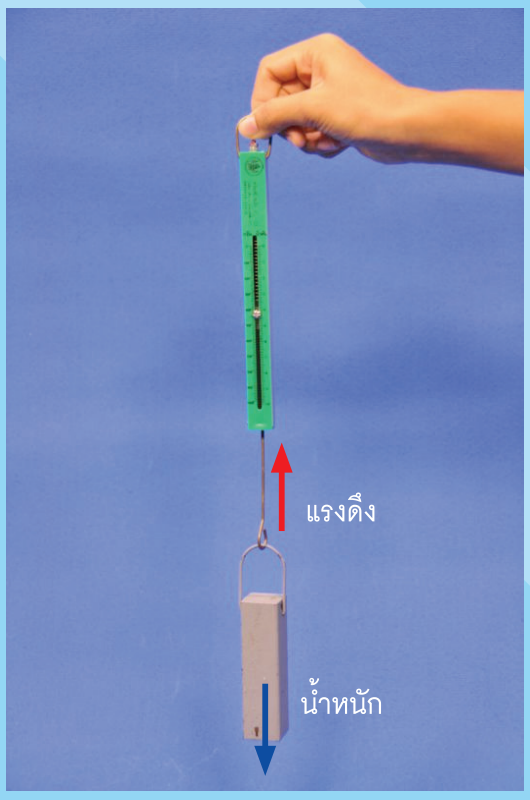
ก่อนอื่นขอให้ท่านยกแท่งเหล็ก หรือก้อนหินตันขนาดเล็ก ๆ มีมวลประมาณ 500 กรัม โดยยกขึ้นในอากาศ แล้วค่อย ๆ หย่อนมือที่มีแท่งเหล็กวางอยู่ลงในน้ำ ปล่อยลงจนกระทั่งแท่งเหล็กและมือจมมิดน้ำ แรงที่แท่งเหล็กกระทำต่อมือเราตั้งแต่ตอนที่แท่งเหล็กอยู่ในอากาศ จนกระทั่งแท่งเหล็กจมน้ำ แรงนี้มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ถ้ายังไม่แน่ใจว่าแรงนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ขอให้เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นคือ แท่งเหล็กตันก้อนเดิมมีมวลประมาณ 500 กรัมพร้อมหูเกี่ยว เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง แล้วทำดังนี้

1. ใช้เครื่องชั่งสปริง ชั่งแท่งเหล็กในอากาศ สังเกตและบันทึกแรงที่กระทำกับแท่งเหล็ก
2. หย่อนแท่งเหล็กที่แขวนอยู่กับเครื่องชั่งสปริงลงในน้ำ เมื่อแท่งเหล็กเริ่มสัมผัสผิวน้ำจนแท่งเหล็กจมอยู่ใต้ผิวน้ำเล็กน้อย สังเกตและบันทึกแรงที่กระทำกับแท่งเหล็ก

ถามว่า “ขณะค่อย ๆ หย่อนแท่งเหล็กที่แขวนกับเครื่องชั่งสปริงลงในน้ำ มีแรงอะไรบ้างที่กระทำต่อแท่งเหล็ก”

เมื่อเรายกแท่งเหล็กด้วยเครื่องชั่งสปริงให้อยู่นิ่งในอากาศ แรงในแนวดิ่งที่กระทำต่อแท่งเหล็กก็จะมีแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงออกแรงดึงแท่งเหล็กไว้ แรงนี้มีทิศทางขึ้น ส่วนโลกก็จะออกแรงกระทำกับแท่งหล็กในทิศทางลง เรียกแรงนี้ว่า**น้ำหนัก**หรือ**แรงโน้มถ่วงของโลก** ส่วนแรงในแนวระดับที่กระทำต่อแท่งแม่เหล็กก็จะมีแรงดันจากอากาศที่อยู่รอบ ๆ แท่งเหล็ก แรงนี้กระทำในแนวตั้งฉากกับทุกผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับแท่งเหล็ก



ลองถามดู 1 : ผลรวมของแรงดันอากาศทั้งหมดในระดับเดียวกันที่กระทำต่อแท่งเหล็กมีค่าเป็นเท่าไร

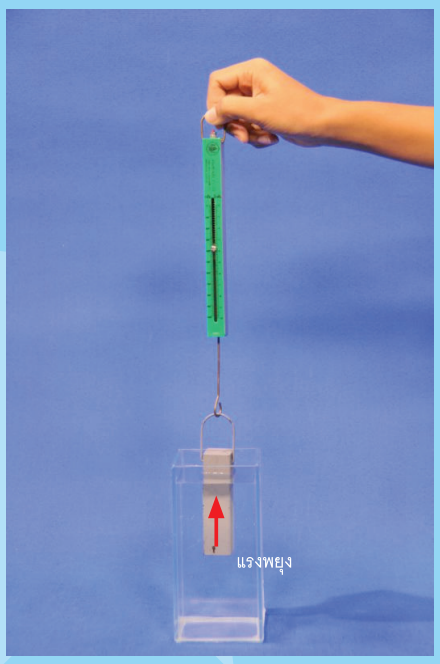
(แนวคำตอบ : มีค่ารวมเป็นศูนย์)

ลองถามดู 2 : ผลรวมของแรงในแนวดิ่งที่กระทำต่อแท่งเหล็กมีค่าเป็นเท่าไร

(แนวคำตอบ : มีค่ารวมเป็นศูนย์)

ต่อมาถ้าให้ปลายล่างของแท่งเหล็กสัมผัสผิวน้ำ สังเกตเห็นเข็มของเครื่องชั่งสปริงจะเริ่มขยับขึ้น ถ้าแท่งเหล็กจมลึกในน้ำมากขึ้น ส่งผลให้แรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงก็จะน้อยลงอีก เพราะเหตุใดแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงจึงน้อยลง เราจะอธิบายเหตุการณ์นี้ได้อย่างไร

เมื่อค่อย ๆ หย่อนแท่งเหล็กจนปลายล่างของแท่งเหล็กแตะผิวน้ำแล้วแท่งเหล็กก็จมลงในน้ำมากขึ้นเรื่อย ๆ จะเห็นเข็มชี้ของเครื่องชั่งสปริงชี้ค่าแรงได้น้อยลง แสดงว่ามีแรงจากน้ำกระทำกับแท่งเหล็กที่สัมผัสน้ำเฉพาะส่วนที่จมน้ำ และแรงนี้มีทิศทางขึ้นในแนวดิ่ง จึงทำให้เข็มของเครื่องชั่งสปริงชี้ค่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงได้น้อยลง เรียกแรงที่มาช่วยดึงแท่งเหล็กขึ้นนี้ว่า**แรงพยุง (Buoyant Force)** ถ้าแท่งเหล็กจมนิ่งอยู่ในน้ำ แรงทั้งหมดที่กระทำต่อแท่งเหล็ก แสดงดังภาพ



ถ้าเราปล่อยให้แท่งเหล็กจมมิดน้ำพอดี และให้จมลึกใต้ผิวน้ำเล็กน้อย แล้วลองเปรียบเทียบแรงพยุงของน้ำต่อแท่งเหล็กทั้งสองกรณีจะมีค่าเป็นอย่างไร ถ้าลองทำดูก็จะพบว่าไม่แตกต่างกัน นั่นคือ เมื่อจมมิดน้ำไปแล้วแรงพยุงจะมีค่าคงตัว

ต่อไปการหาค่าแรงพยุง จะทำได้อย่างไร

วิธีการหาค่าแรงพยุงของน้ำที่กระทำต่อวัตถุทำได้โดยนำอุปกรณ์คือ เครื่องชั่งสปริง ถ้วยยูรีกา บีกเกอร์ แท่งเหล็ก และกระบอกตวง โดยมีวิธีการทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักของแท่งเหล็กในอากาศ บันทึกผล
2. เติมน้ำให้เต็มถึงปากถ้วยยูรีกา แล้วชั่งน้ำหนัก แท่งเหล็กในน้ำที่อยู่ในถ้วยยูรีกา โดยหย่อนแท่งเหล็กลงน้ำจนจมมิดแท่ง และรองรับน้ำที่ล้นออกมาจากปากถ้วยยูรีกาด้วยบีกเกอร์หรือกระบอกตวง บันทึกน้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งได้ในน้ำ
3. วัดปริมาตรของน้ำด้วยกระบอกตวง บันทึกผล
4. หาน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา บันทึกผล

เมื่อชั่งแท่งเหล็กในน้ำโดยแท่งเหล็กจมมิดน้ำ น้ำหนักที่ชั่งได้จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของแท่งเหล็กในอากาศ และน้ำหนักส่วนที่ต่างกันนี้จะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาหรือน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของแท่งเหล็ก นั่นคือ เมื่อแท่งเหล็กจมมิดน้ำ จะได้ว่า

น้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งในอากาศ – น้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งในน้ำ = น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแท่งเหล็ก
= น้ำหนักของน้ำที่ถูกแท่งเหล็กแทนที่

นั่นคือ เมื่อแขวนแท่งเหล็กตันไว้กับเครื่องชั่งสปริง โดยให้แท่งเหล็กจมน้ำ

แรงพยุงของน้ำ = น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแท่งเหล็ก

หรือ ขนาดแรงพยุงของน้ำ = ขนาดน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแท่งเหล็ก

การค้นพบดังกล่าวนี้ **อาร์คิมีดีส (Archimedes)** นักปราชญ์ชาวกรีกเป็นผู้ค้นพบธรรมชาติของแรงพยุง และได้เสนอหลักการเกี่ยวกับการลอยและการจมของวัตถุ ซึ่งเรียกว่า **หลักอาร์คิมีดีส (Archimedes' principle) คือ วัตถุที่จมในของเหลวหมดทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงพยุงกระทำ และแรงพยุงจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่**

ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงพยุงทำให้เราอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในน้ำได้ เช่น ตัวอย่างคำถามเกี่ยวข้องกับการทดลองหาค่าแรงพยุง ดังนี้

1. น้ำหนักแท่งเหล็กในอากาศและน้ำหนักแท่งเหล็กในน้ำเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
2. เมื่อแท่งเหล็กจมมิดน้ำ น้ำที่ล้นออกมาหรือน้ำที่ถูกแท่งเหล็กแทนที่มีปริมาตรเท่าใด
3. น้ำที่ล้นออกมามีน้ำหนักเท่าใด
4. น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา เท่ากับส่วนต่างของน้ำหนักแท่งเหล็กในอากาศกับน้ำหนักแท่งเหล็กในน้ำหรือไม่

ตัวอย่างคำถามที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง เช่น

1. ผูกแท่งเหล็กมวล 500 กรัม ด้วยเชือกเส้นเล็กและเหนียว ปล่อยให้แท่งเหล็กจมอยู่ในน้ำซึ่งบรรจุอยู่ในบีกเกอร์ ขนาด 1000 cm^3 ถ้าปล่อยให้แท่งเหล็กจมจนแตะก้นบีกเกอร์
   - แรงพยุงของน้ำมีค่าเท่าไร
   - แรงดึงของเชือกมีค่าเท่าไร
2. ถ้ามีเรือ 1 ลำ ลอยนิ่งในน้ำนิ่ง แรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อเรือมีแรงอะไรบ้าง และออกแรงอย่างไร และถ้ามีคน 1 คน ลงไปในเรือ เรือก็ยังคงลอยนิ่งอยู่ได้ แรงที่กระทำต่อเรือมีแรงอะไรบ้าง และกระทำอย่างไร
3. เด็กคนหนึ่งสวมห่วงยางแล้วลงเล่นน้ำ ขณะที่เขาลอยนิ่งอยู่ในน้ำโดยศีรษะและคอลอยอยู่เหนือผิวน้ำ แต่แขนและมือจับที่ห่วงยาง ถามว่า
   - ร่างกายของเด็กถูกแรงอะไรกระทำบ้าง อย่างไร
   - ห่วงยางถูกแรงอะไรกระทำบ้าง อย่างไร

คำถามต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงตัวอย่างเบื้องต้นที่จะช่วยให้เข้าใจ อธิบาย ตลอดจนตอบคำถามที่เกี่ยวกับแรงพยุงได้ ต่อไปอาจได้พบความเกี่ยวข้องของแรงพยุงกับประเด็นสำคัญอื่น ๆ อีก เพราะแรงพยุงมิได้เกิดขึ้นเพียงวัตถุที่สัมผัสกับน้ำและอากาศเท่านั้น ยังมีสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุงอยู่อีกมาก

บรรณานุกรม

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สุรัชน์ อินทสังข์
อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เบื้องหลังการออกแบบกิจกรรม steM คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบ STEM คือการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการเนื้อหา โดยเน้นเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเรียนรู้ผ่านกระบวนการและเครื่องมือทางเทคโนโลยีและวิศวกรรม

ผู้เขียนร่วมยกร่างตัวอย่างกิจกรรม STEM สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผู้เขียนมีหลักการที่ยึดไว้ในใจหลายประการขณะที่ออกแบบกิจกรรม ได้แก่

หนึ่ง เครื่องจะต้องครบ ต้องมีวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

สอง เปิดเรื่องด้วยสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด และจะต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย ชวนคิดชวนแก้ และมีความสนุกอยู่ในตัว

สาม ผู้เรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติ ทั้งคิดและจัดการกับปัญหาร่วมกัน (กับครูและเพื่อน)

เพื่อให้มี T และ E อยู่ในกิจกรรมด้วย จึงได้มีการตกลงกันว่าจะนำกระบวนการเทคโนโลยี (technological process / process of technology) มาเป็นตัวนำทาง กระบวนการเทคโนโลยี (อ้างอิงสาขาออกแบบและเทคโนโลยี) มี 7 ขั้น ตามลำดับดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify)
2. ขั้นรวบรวมข้อมูล (Information gathering)
3. ขั้นเลือกวิธีการ (Selection)
4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ (Design and making)
5. ขั้นทดสอบ (Testing to see if it works)
6. ขั้นปรับปรุงแก้ไข (Modification and improvement)
7. ขั้นประเมินผล (Assessment)

กระบวนการเทคโนโลยีคล้ายกับกระบวนการแก้ปัญหาทั่ว ๆ ไปในสาขาอื่น ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ มีคำว่า technology design process ซึ่งน่าสนใจเพราะ design แปลว่า ออกแบบ ฉะนั้น ในการปฏิบัติกิจกรรมของเด็ก เด็กจะต้องออกแบบแนวทางของการแก้ปัญหาเอง ไม่ใช่การทำตามขั้นตอนวิธีที่ถูกกำหนดมาให้โดยไม่ต้องคิดอะไรเลย

เริ่มต้นการออกแบบตัวอย่างกิจกรรม ที่เด็กจะปฏิบัติร่วมกันได้ โดยเป็นกิจกรรมที่สนุก และเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วย ผู้เขียนนึกถึงกิจกรรมเกี่ยวกับการชั่ง ตวง วัด กิจกรรมปรุงอาหาร ทำขนม ทำของเล่น สร้างสิ่งประดิษฐ์ หรืองานฝีมือลักษณะต่าง ๆ จากนั้นจึงสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้เด็กเกิดข้อสงสัย และอยากจะหาคำตอบอย่างสนุกสนาน ผู้เขียนขอยกตัวอย่างตามแนวทางนี้สองกิจกรรม และลำดับที่มาที่ไปของกิจกรรมทั้งสองให้เป็นแนวทาง

ตัวอย่างกิจกรรม “ขนมเจลลีที่ถูกใจ”

หมายเหตุ : การเขียนตัว s t e เป็นตัวเล็ก และเขียน M เป็นตัวใหญ่ เพื่อบอกให้รู้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ในบทความนี้มีแกนหลักเป็นคณิตศาสตร์

ที่มาและความเป็นไป เด็ก ๆ ชอบขนม ขนมเจลลีเป็นขนมที่ทำง่าย ทำได้เองที่บ้าน ใคร ๆ ก็ทำได้ ขั้นตอนการทำขนมเจลลีต้องชั่ง ตวง และวัดปริมาณของวุ้นและน้ำ ซึ่งทักษะการวัดเป็นทักษะปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ที่เด็กควรทำได้

แนวการจัดกิจกรรม แบ่งเป็นขั้นตามกระบวนการเทคโนโลยี 7 ขั้น

1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ : ครูต้องทำให้เกิดปัญหา ด้วยการนำขนมเจลลีที่ไม่ค่อยอร่อยมาให้เด็ก ๆ ชิม (เช่น จืดและแข็งเกินไป) จากนั้นชวนกันทำขนมเจลลีที่อร่อยขึ้นตามความคิดของเด็ก สังเกตว่าในขั้นนี้ ครูเป็นผู้วางแผนสร้างสถานการณ์ปัญหาให้เด็กสงสัย แล้วให้เด็กกำหนดความต้องการของตนเองว่าจะทำขนมเจลลีอย่างไรให้อร่อยกว่าขนมที่ครูนำมาให้ชิม

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล : ค้นหาข้อมูลว่าขนมเจลลีทำอย่างไร อุปกรณ์มีอะไรบ้าง ครูอาจให้ข้อมูลตามความเหมาะสม และเตรียมอุปกรณ์ทั้งหมด ในขั้นนี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ครูอาจทำให้นักเรียนดูไปพร้อม ๆ กัน ถ้าเป็นเด็กโต ให้ทำเองเป็นกลุ่มโดยทำตามวิธีที่ระบุไว้ข้างกล่องวุ้นเจลาตินสำเร็จรูป เมื่อเด็กรู้ว่าขนมเจลลีทำได้อย่างไรให้ทำเองและชิมก่อนไปสู่ขั้นต่อไป

3. ขั้นเลือกวิธีการ วิธีการคือปัจจัยที่ส่งผลต่อความอร่อยของขนมเจลลีที่ออกมา ครูควรถามว่า ขนมเจลลีที่ทำอร่อยขึ้นไหม โดยถามเจาะจงไปที่ รสชาติ/ความหวาน/เปรี้ยว และความยืดหยุ่นของขนมเจลลี เหลวเกินไป ยืดหยุ่นพอดี หรือว่าแข็งเกินไป จากนั้นให้นักเรียนทำขนมเจลลีอีกครั้ง ให้ถูกใจตัวเองที่สุด

4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ : เด็กจะต้องคิดว่า การทำขนมเจลลีให้มีรสหวานขึ้นหรือหวานน้อยลง จะทำอย่างไร (เพิ่มหรือลดน้ำ/วุ้น) การทำขนมเจลลีให้ยืดหยุ่นพอดีถูกใจ (อาจเหลวหรือแข็ง ก็แล้วแต่ชอบ) จะทำได้อย่างไร (เพิ่มลดน้ำ/วุ้น) ในขั้นนี้ ครูควรถามกระตุ้นเพื่อให้เด็กคิดให้ได้ว่า เขาควรทำขนมเจลลีหลาย ๆ แบบในคราวเดียว ด้วยส่วนผสมที่ต่างกัน จากนั้นลงมือปฏิบัติ

5. ขั้นทดสอบ : ทดสอบด้วยการชิม ชิมคนเดียว บางคน หรือ ทุกคน แล้วแสดงความเห็น

6. ขั้นปรับปรุงแก้ไข : ขั้นนี้ให้สรุปผลการชิม หากยังไม่พอใจกับขนมเจลลีที่ทำได้ ร่วมกันพิจารณาว่าควรปรับเปลี่ยนอะไรบ้าง และปรับอย่างไร หรือพิจารณาปัจจัยใหม่อื่น ๆ (รูปแบบของภาชนะ/อุณหภูมิ/ระยะเวลาการแช่ ฯลฯ) แล้วลงมือปฏิบัติ

7. ขั้นประเมินผล : ให้เด็กชิมขนมเจลลีหลังการปรับปรุงแล้วประเมินว่า ถูกใจแล้วหรือยัง ถ้ายัง ควรปรับอะไรและอย่างไรอีก จากนั้นให้เด็กเขียนสรุปสูตรส่วนผสมและวิธีการทำขนมเจลลีที่ตัวเองถูกใจ ส่งครูและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่น

ตัวอย่างกิจกรรม “ทำว่าวกันเถอะ”

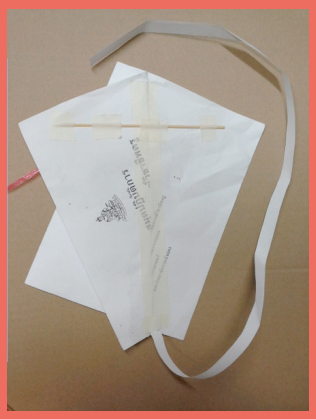
ที่มาและความเป็นไป ตัวอย่างกิจกรรม STEM ที่เกี่ยวกับเรขาคณิต รูปเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่เด็กได้เรียน เช่น กระเบื้องปูพื้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผ้าขาวม้ารูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้า ทำไมรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจึงได้ชื่อนี้ และโยงมาที่รูปว่าว ผู้เขียนอยากให้เด็กได้ทำว่าวเองและได้เล่นว่าวจริง ๆ แต่ว่าวต้องการลมและบริเวณโล่งกว้าง จึงอาจเป็นข้อจำกัดของกิจกรรมนี้ ผู้เขียนค้นข้อมูลเพิ่มเติมและพบรูปว่าวตัวเล็กที่ใช้แรงจากพัดลม

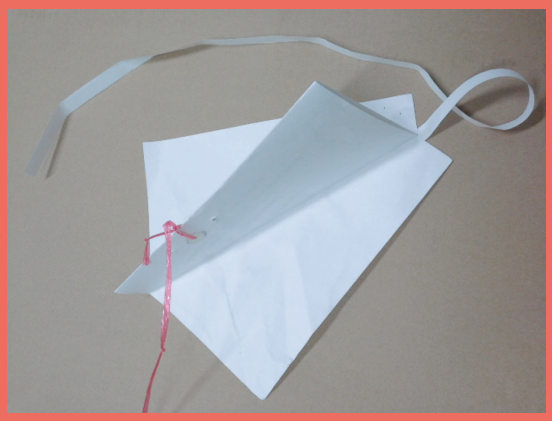
(ที่มา: http://pietmondriaan.com/pm/wp-content/uploads/2009/12/kite1-500x426.jpg)

เมื่อผู้เขียนได้ทดลองทำว่าวตัวเล็กและใช้พัดลมเป่า พบว่าลมหมุนจากพัดลมไม่ช่วยให้ว่าวตัวเล็กลอยได้ตามที่คิดไว้ ว่าวตัวเล็กที่ทำขึ้นอาจยังไม่ดีพอ ณ จุดนี้ ดูเหมือนว่า เราสามารถเริ่มกระบวนการเทคโนโลยี ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ ได้แล้ว ปัญหาคือ จะทำอย่างไรให้ว่าวตัวเล็กลอยอยู่ได้ด้วยแรงลมจากพัดลม นอกจากนี้ อาจมองไปถึงกระบวนการเทคโนโลยีขั้นอื่นได้ด้วย เช่น ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ ทำได้แน่นอน เพราะมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการลอยได้ของว่าวให้ทดลองปรับเปลี่ยนได้ เช่น ทำให้ตัวเล็กลงกว่าเดิม เปลี่ยนชนิดของกระดาษ เปลี่ยนชนิดและความยาวของเชือก เปลี่ยนตำแหน่งหรือวิธีการผูกเชือกติดกับตัวว่าว ต่อมาได้ค้นพบว่าวิธีการแก้ไขปัญหาอาจทำได้ง่าย ๆ ด้วยการปรับที่พัดลม ไม่ใช่ที่ตัวว่าว ดังรูป

(ที่มา: http://www.youtube.com/watch?v=X5VDkyNOFB8)

ในขณะที่กำลังจะลองทำต่อ ผู้เขียนพลันนึกขึ้นมาได้ว่า เด็กประถมอาจจะไม่สนุก สู้ได้จับเชือกเอง ได้เล่นว่าวของตัวเองในสนาม คงเป็นอะไรที่สนุกกว่ากิจกรรมในห้องเรียนมาก ผู้เขียนจึงคิดว่า กิจกรรมทำว่าวกันเถอะ จะต้องหาว่าวที่ทำได้ง่าย ๆ เพื่อให้เด็กทุกคนประสบความสำเร็จในการทำว่าวของตัวเอง และได้สนุกกับการเล่นว่าวนอกห้องเรียนจริง ๆ ผู้เขียนพบวิธีทำว่าวอย่างง่ายที่เว็บไซต์ http://sci4fun.com/kite/easykite/easykite.html ซึ่งได้แนะนำวิธีทำว่าวจากกระดาษ A4 ไม้เสียบลูกชิ้น และเทปกาว ผู้เขียนได้ทดลองทำตามและทดสอบว่าวในวันที่มีลมอ่อน ๆ ว่าวขึ้นได้ดี ผู้เขียนดีใจมาก และรู้ทันทีว่าเด็ก ๆ คงรู้สึกเช่นเดียวกัน พวกเขาต้องดีใจมากในวินาทีแรกที่เห็นว่าวของตัวเองลอยขึ้น ดังสโลแกนที่ว่า The best kites for kids are the ones they make themselves!





(ที่มา: หนังสือ ลมเย็นเล่นว่าว สำนักพิมพ์ก้อนเมฆ http://www.cloudbookclub.com/catalog5.htm)

แนวการจัดกิจกรรม คล้ายกับกิจกรรมแรก โดยดำเนินการตามกระบวนการเทคโนโลยี ครูเริ่มต้นด้วยการเล่าเรื่องประวัติความเป็นมาของว่าว (แนะนำให้อ่านเอกสารเรื่อง ว่าวไทย http://www.finearts.go.th/system/files/old_photo54-2.pdf) หรือนำเสนอภาพการ์ตูนพร้อมคำคล้องจองตามหนังสือ ลมเย็นเล่นว่าว

(ที่มา: หนังสือ ลมเย็นเล่นว่าว สำนักพิมพ์ก้อนเมฆ http://www.cloudbookclub.com/catalog5.htm)

และที่ดีที่สุดคือ ครูเล่นว่าวที่ครูทำเองให้เด็กดู จากนั้นชวนเด็ก ๆ ทำว่าวของตัวเอง ระหว่างการทำกิจกรรม เด็กอาจทดลองปรับเปลี่ยนรูปร่างของว่าวเป็นรูปเรขาคณิตชนิดอื่น ๆ ทั้งสองมิติและสามมิติ กิจกรรมตามขั้นของกระบวนการเทคโนโลยีเป็นไปได้หลายแนวทาง จนสุดท้ายเด็ก ๆ ได้เล่นว่าว และเขียนคู่มือการทำว่าวและการเล่นว่าว ส่งให้ครูตรวจประเมินได้

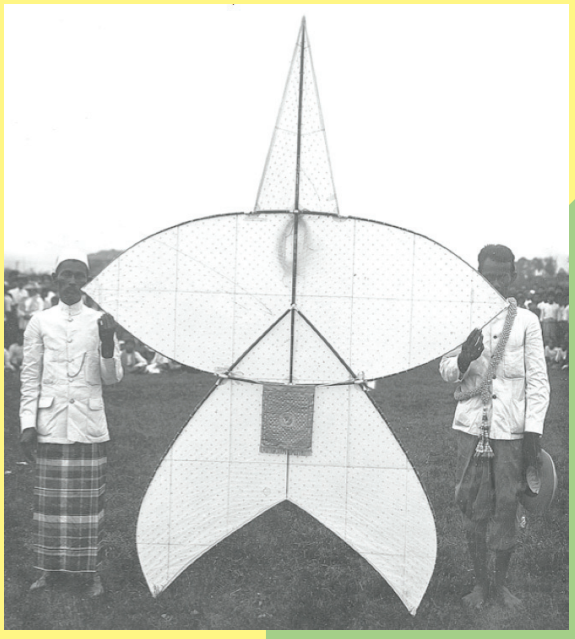
จากตัวอย่างกิจกรรมทั้งสอง ดูเหมือนว่า เป็นรูปแบบที่จะทำให้ห้องเรียนโกลาหล การเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบเดิม ๆ ก็ยังคงมีอยู่ เพราะเมื่อเสร็จสิ้นจากการทำกิจกรรม ครูสามารถโยงคณิตศาสตร์เข้ามาสู่เรื่องขนมเจลลีและเรื่องว่าวอีกครั้งได้

กิจกรรม “ขนมเจลลีที่ถูกใจ” ครูตั้งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการทำขนมเจลลี เช่น

1. วุ้นเจลาตินสำเร็จรูป 3 กล่อง จะทำขนมเจลลีได้กี่ถ้วย
2. เพื่อนแต่ละคนในห้องต้องการรับประทานขนมเจลลีคนละ 5 ถ้วย จะต้องเตรียมวุ้นเจลาตินสำเร็จรูป น้ำอุ่น น้ำเย็นเท่าไรจึงจะพอดี

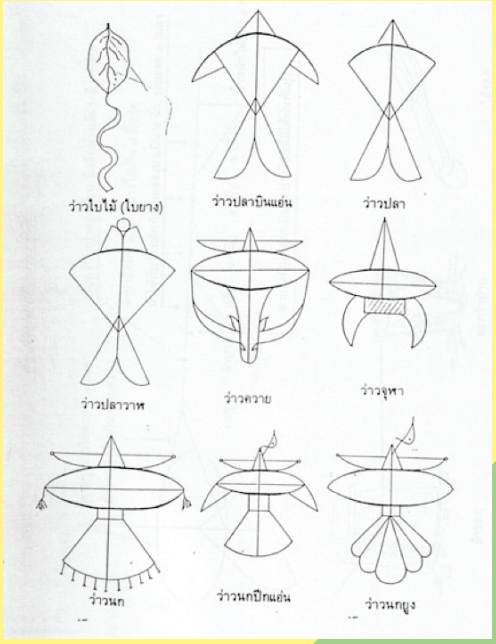
กิจกรรม “ทำว่าวกันเถอะ” ครูอาจถามคำถามเรื่องพื้นที่ของว่าวที่ทำขึ้น ถามเรื่องสมมาตร หรือผูกเรื่องเป็นคำถามคณิตศาสตร์เพิ่มเติมได้ เช่น

1. ว่าวจุฬาตัวนี้ชนะการแข่งขันว่าวพนันในสมัยรัชกาลที่ 5 ให้ประมาณพื้นที่ของกระดาษที่ใช้ทำว่าวจุฬาตัวนี้



(ที่มา: http://www.finearts.go.th/system/files/old_photo54-2.pdf)

2. ว่าวไทยมีหลายชนิด ว่าวแต่ละชนิดมีชื่อต่างกันไป นักเรียนคิดว่าทำไมว่าวแต่ละชนิดจึงมีชื่ออย่างนั้น และว่าวแต่ละชนิดมีสิ่งใดที่เหมือนกันบ้าง



(ที่มา: http://img138.imageshack.us/img138/9996/kite293qk7.jpg)

จากตัวอย่างกิจกรรม STEM ดังกล่าว ผู้เขียนมีข้อคิดเห็นบางประการ

1. ควรเพิ่มขั้น communicating the solution ต่อจากกระบวนการเทคโนโลยีทั้ง 7 ขั้น เพื่อให้เด็กได้สรุปการเรียนรู้และความคิดของตัวเอง และสื่อสารความสำเร็จของตัวเองให้ผู้อื่นรับรู้

2. กิจกรรม “ขนมเจลลีที่ถูกใจ สามารถบูรณาการหัวข้อวิทยาศาสตร์เข้าไปได้หลายเรื่อง เช่น ทำไมวุ้นจึงแข็งตัวเป็นเจลลี ปล่อยให้เย็นเอง ไม่แช่ตู้เย็น วุ้นจะแข็งตัวหรือไม่ วุ้นเจลาตินสำเร็จรูปทำมาจากอะไร มีประโยชน์อย่างไรบ้าง หรือทำไมในการทำขนมเจลลีต้องผสมน้ำอุ่นก่อนน้ำเย็น สลับผสมน้ำเย็นก่อนได้หรือไม่ ส่วนกิจกรรม “ทำว่าวกันเถอะ” เกี่ยวกับแรงที่ทำให้ว่าวลอยอยู่ได้

การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบนี้ ต้องการความร่วมมือของครูหลายสาขา กิจกรรมที่ผู้เขียนเสนอไว้ในบทความนี้ไม่ได้ลงรายละเอียดของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ว่าจะมีเรื่องอะไรบ้างและจะบูรณาการกันอย่างไร จึงต้องการครูวิทยาศาสตร์มานำเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้าไปหลอมรวม ในทางกลับกัน แผนกิจกรรม STEM ที่ยกร่างโดยครูสาขาอื่นที่ไม่ใช่คณิตศาสตร์ ก็น่าจะได้ประโยชน์จากการมีส่วนร่วมของครูคณิตศาสตร์เช่นกัน สรุปก็คือ ครูวิทยาศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ควรคิดและเขียนแผนร่วมกันตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อให้ได้แผนกิจกรรม STEM ที่เต็มจริง ๆ ไม่ใช่เป็นได้แค่ steM

ผู้เขียนหวังว่า บทความนี้คงเป็นประโยชน์ได้บ้าง

ตีรวิชช์ ทินประภา
อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
e-mail :teerawit.ti@ssru.ac.th

การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

หลังจากที่**เครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills)** หรือที่มีชื่อว่า **เครือข่ายที่ P21** ได้พัฒนาวิสัยทัศน์เพื่อความสำเร็จของนักเรียนในระบบเศรษฐกิจโลกใหม่ ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 คือ 1. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และ 3. ทักษะชีวิตและอาชีพ **ในวงการคณิตศาสตร์ก็ได้มีการปฏิรูปการเรียนการสอนเช่นกัน โดยเฉพาะการประเมินผล PISA (Programme for International Student Assessment)** ซึ่ง PISA จะมีการประเมินทุก ๆ 3 ปี ในปัจจุบันมีประเทศเข้าร่วมการประเมินมากกว่า 70 ประเทศ โดยได้มีขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 2000 ในการประเมินนั้นจะเน้นให้ความสำคัญเกี่ยวกับความสามารถของเยาวชนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประเมิน PISA 2012 นั้นเน้นไปยังการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

PISA 2012 ได้อธิบายความหมายของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นสมรรถนะของบุคคลในการสร้าง (formulate) การใช้ (employ) และการแปลความ (interpret) ทางคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน ข้อเท็จจริง เครื่องมือในการอธิบาย หรือบรรยาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้บุคคลรับรู้ถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง และเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความห่วงใย และสร้างสรรค์สังคม สำหรับการประเมินการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์นั้น PISA ได้กำหนดเนื้อหาขอบเขตไว้ 4 เรื่อง ดังนี้ 1. ปริมาณ (Quantity) 2. ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and data) 3. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and relationships) และ 4. ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and shape)

ปัญหาในบริบทของสถานการณ์จริง

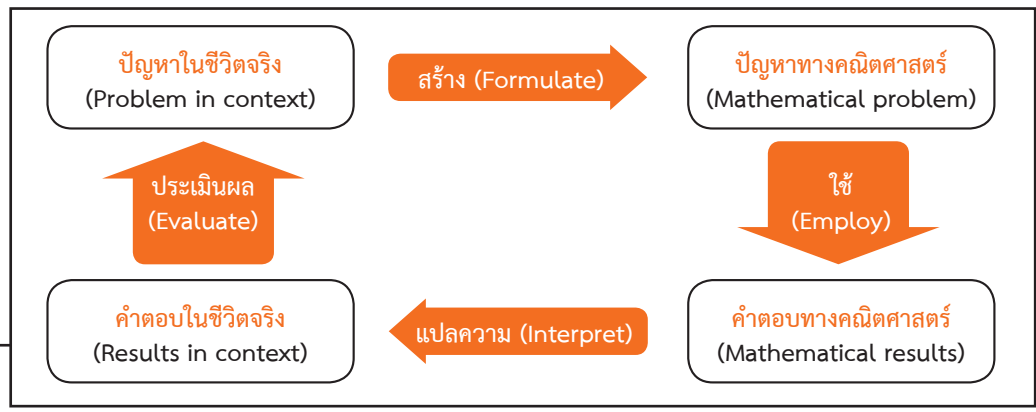
หมวดหมู่เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : ปริมาณ ความไม่แน่นอนและข้อมูล การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ และปริภูมิและรูปทรงสามมิติ

หมวดหมู่ของสิ่งแวดล้อมในสถานการณ์จริง : บุคคล สังคม การประกอบอาชีพ และวิทยาศาสตร์

แนวคิดและการปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ : มโนทัศน์ ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์

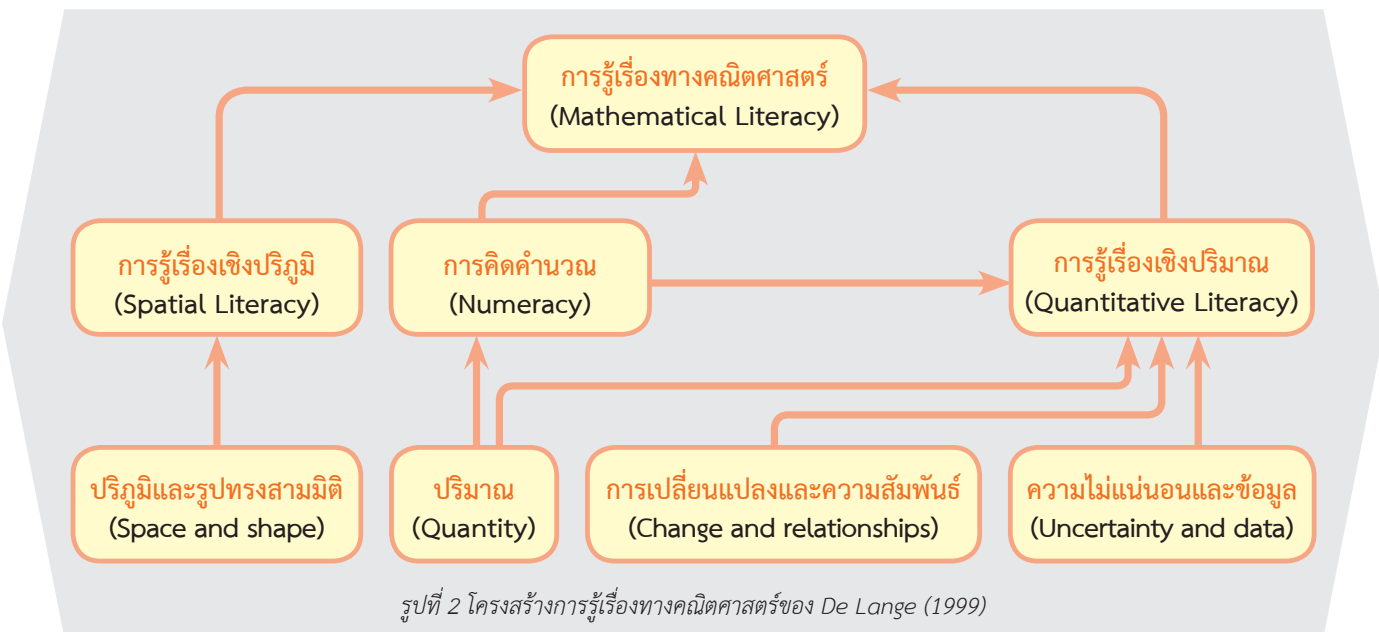
ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ : การสื่อสาร การนำเสนอ การใช้ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลและการอ้างเหตุผล การใช้สัญลักษณ์อย่างเป็นทางการ การใช้ภาษาและการดำเนินการอย่างถูกต้อง การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์

กระบวนการ : การสร้าง การใช้ การแปลความ/การประเมินผล



รูปที่ 1 รูปแบบการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

ซึ่งจากแนวคิดการประเมินของ PISA 2012 นั้นได้สอดคล้องกับแนวคิดของ De Lange ซึ่งได้อธิบายความหมายของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ วิธีการและกระบวนทางคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ อย่างชาญฉลาดและไตร่ตรอง โดยการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์นั้นมีองค์ประกอบมาจากความรู้ 3 ด้าน คือ การรู้เรื่องเชิงปริภูมิ (Spatial Literacy) การคิดคำนวณ (Numeracy) และการรู้เรื่องเชิงปริมาณ (Quantitative Literacy)



รูปที่ 2 โครงสร้างการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ของ De Lange (1999)

จากรูปที่ 2 De Lange (1999) ได้อธิบายความหมายดังนี้

1. การรู้เรื่องเชิงปริภูมิ (Spatial Literacy) เป็นความรู้พื้นฐานในการดำรงชีพ สนับสนุนความเข้าใจเกี่ยวกับโลก (สามมิติ) ที่เราอาศัยและดำรงชีวิตอยู่ โดยมนุษย์ต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของวัตถุ

2. การคิดคำนวณ (Numeracy) Treffers (1991) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการเน้นความสามารถในการจัดการจำนวนและข้อมูล และสามารถประเมินผลของการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ได้

3. การรู้เรื่องเชิงปริมาณ (Quantitative Literacy) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มของปรากฏการณ์วิทยา (phenomenology) เช่น ปริมาณ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ความไม่แน่นอน โดยเน้นไปยังความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความแน่นอน (ปริมาณ) ไม่แน่นอน และความสัมพันธ์

และจากรูปที่ 2 เราจะพบว่าสิ่งที่เป็นตัวขับเคลื่อน ความรู้ทั้ง 3 ด้านนั้นต้องเกิดมาจากความรู้ใน 4 เรื่อง PISA ให้ความสำคัญและนำมาเป็นหัวข้อในการประเมิน โดยได้อธิบายทั้ง 4 หัวข้อดังนี้

1. ปริมาณ (Quantity) จุดเน้นเรื่องนี้ คือ การบอกปริมาณ รวมทั้งความเข้าใจเกี่ยวกับขนาด แบบรูปของจำนวน การนำจำนวนไปใช้ เพื่อแสดงปริมาณและแสดงวัตถุต่าง ๆ ในโลกจริง ๆ ในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจเรื่องจำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

2. ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and data) เรื่องของความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับสองเรื่อง คือ ข้อมูล และโอกาส ซึ่งเป็นการศึกษาทางสถิติ และเรื่องของ ความน่าจะเป็น ข้อเสนอแนะสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนคือ ให้เน้นหรือให้ความสำคัญกับเรื่องสถิติและความน่าจะเป็น ให้เป็นจุดเด่นมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีต เพราะว่าโลกในปัจจุบันในยุคของ "สังคมข้อมูลข่าวสาร" ข้อมูลข่าวสารที่หลั่งไหลเข้ามาและแม้ว่าจะอ้างว่าเป็นข้อมูลที่ตรวจสอบได้จริง แต่ในชีวิตจริงเราต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนหลายอย่าง เช่น ผลการเลือกตั้งที่ไม่คาดคิด การพยากรณ์อากาศที่ไม่เที่ยงตรง การล้มละลายทางเศรษฐกิจ การเงิน การพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ผิดพลาด แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของโลก คณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้คือ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ความน่าจะเป็น และการอ้างอิงทางสถิติ

3. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and relationships) เป็นเนื้อหาที่ชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของโลกอย่างมหาศาล และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโต การหมุนเวียนของฤดูกาล การขึ้นลงของกระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอวกาศ การขึ้นลงของหุ้น การว่างงานของคน การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นตัวแบบได้โดยตรงโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรืออสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรง แต่ต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุถึงความสัมพันธ์

4. ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and shape) เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต และการวัด ซึ่งเป็นพื้นฐานไปสู่กิจกรรมของการวาด การสร้างและการอ่านแผนที่ การแปลงรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความความสัมพันธ์ระหว่างภาพ (images) ไปยังความรู้สึกในรูปของสามมิติ และการนำเสนอวัตถุและรูปร่าง นอกจากนี้ยังกล่าวถึงเรื่องแบบรูป (pattern) ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในชีวิตประจำวัน แม้แต่การพูด ดนตรี การจราจร การก่อสร้าง ศิลปะ เป็นต้น รูปร่างที่เป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เช่น รูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ดอกไม้ การศึกษาเรื่องของรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่าง ซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องของสมบัติของวัตถุและตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุ เราต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุของต่าง ๆ อย่างไร และทำไมเราจึงมองเห็นมันอย่างที่เราเห็น เราต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิด หรือภาพที่เรามองเห็น เป็นต้นว่ามองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่ รูปถ่ายของเมืองนั้น ข้อนี้รวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (perspective) และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร

เมื่อพิจารณาจะพบว่าเนื้อหาที่ PISA ใช้ในการประเมินนั้นเน้นไปยังการนำความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยหากมองย้อนกลับมาดูหลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศนั้นซึ่งได้มีการปฏิรูปเมื่อปี พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2551 โดยสามารถเปรียบเทียบกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ของ PISA ได้ดังนี้

PISA	ประเทศไทย
ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ / การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ / ปริมาณ / ความไม่แน่นอนและข้อมูล	จำนวนและการดำเนินการ
การนำไปใช้	ทักษะและกระบวนการแต่ขาดการเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง
สถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริง	แบบฝึกหัด
การแปลความ / การประเมินผลจากสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริง	การทำถูกหรือผิดจากแบบฝึกหัด

ตาราง 2 เปรียบเทียบจุดเน้นของหลักสูตร

ดังนั้นภาระหน้าที่ของครูผู้สอนจะต้องเปลี่ยนบทบาทและการสอนใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถอย่างเต็มที่และตอบศตวรรษที่ 21

บทบาทของครู

เปลี่ยนจาก		มาสู่
ออกแบบหรือจัดการเรียนการสอนเพียงลำพัง	⇒	ออกแบบหรือจัดการเรียนร่วมกับเพื่อนร่วมงาน
เน้นพุทธิพิสัย (cognitive domain)	⇒	เน้นพุทธิพิสัยควบคู่ไปกับทักษะทางสังคม กายภาพ
เน้นกิจกรรมในหนังสือ	⇒	เน้นกิจกรรมการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
ครูเป็นศูนย์กลาง	⇒	นักเรียนเป็นสำคัญ รวมถึงการเรียนรู้แบบทดลอง (exploratory learning) หรือการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry learning)
เน้นการวัดผลในการเรียน	⇒	ปรับความสมดุลระหว่างการวัดผลของการเรียนและการวัดผลเพื่อการเรียน

บทบาทของนักเรียน

เปลี่ยนจาก		มาสู่
เน้นการหาคำตอบ	⇒	เน้นการหาคำตอบควบคู่กับการแสดงถึงความเข้าใจในปัญหานั้น
ขาดการมีส่วนร่วม	⇒	มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
สร้างแรงจูงใจจากภายนอก	⇒	สร้างแรงจูงใจด้วยตนเอง
เลิกหรือยอมแพ้เมื่อเจอกับปัญหา	⇒	ตั้งเป้าหมายในการแก้ปัญหาและมีความวิริยะเมื่อเจอกับปัญหา
การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบขึ้นอยู่กับครู	⇒	ให้ครูและเพื่อนในห้องเรียนเป็นพี่เลี้ยงในการแก้ปัญหา

คำถามจากนี้คือ เมื่อมีการปฏิรูปการศึกษาครั้งที่ 2 (อาจจะเกิดขึ้นเร็ว ๆ นี้) นักเรียนไทยจะเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 หรือไม่นั้นต้องขึ้นอยู่กับหลาย ๆ องค์ประกอบ แต่หวังว่าเมื่อมีการปฏิรูป นักเรียนสามารถยืนอยู่บนสังคมได้อย่างชาญฉลาด รู้ทัน มีการคิดวิเคราะห์และไตร่ตรองข่าวสารอย่างดี พร้อมทั้งนำความรู้ที่เรียนในห้องเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน

บรรณานุกรม

De Lange, J. (1999). **Framework for Classroom Assessment in Mathematics**. Madison, WI: National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science. (ncisla)

OECD. (2013), *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, OECD Publishing.

Stacey, Kaye. (2012). **The international assessment of mathematical Literacy: PISA 2012 Framework and items**. Paper presented at 12th International Congress on Mathematical Education, 8 July-15 July, 2012, COEX, Seoul, Korea.

Treffers, A. (1991). Meeting Innumeracy at Primary School. ***Educational Studies in Mathematics***, *22*(4), 333-352.

ปฐมาภรณ์ อวชัย
นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. / e-mail : pawac@ipst.ac.th

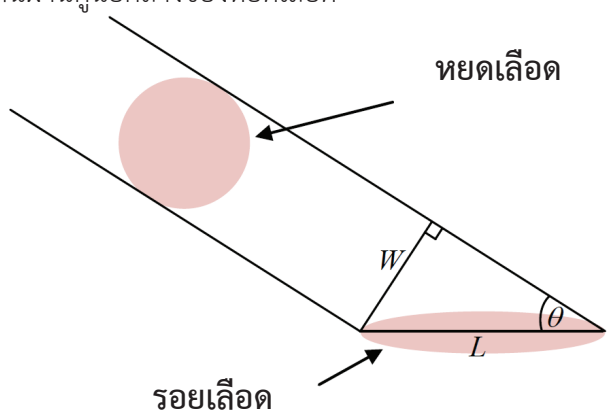
คณิตศาสตร์กับนิติวิทยาศาสตร์

เนื่องจากปัญหาอาชญากรรมที่เกิดขึ้นมากมายในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการโจรกรรม การทำร้ายร่างกาย และการฆาตกรรม ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องหาตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษตามกฎหมาย โดยอาศัยการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่าง ๆ ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อหาหลักฐานยืนยันความผิดของบุคคลเหล่านั้น ทำให้มีความต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการพิสูจน์หลักฐาน และเกิดสาขาวิชาใหม่ขึ้น คือ **นิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science)** โดยจะเน้นที่การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา กีฏวิทยา และเทคโนโลยี ไปประยุกต์ใช้ในการสืบสวนคดีต่าง ๆ

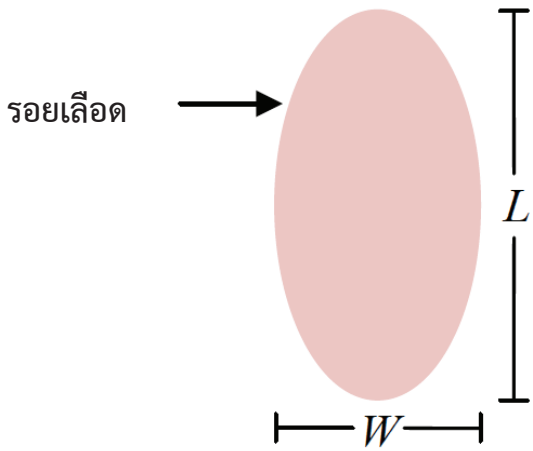
วิธีทางนิติวิทยาศาสตร์วิธีหนึ่งที่นำเสนอ คือ การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการหาตำแหน่งที่เหยื่อถูกทำร้ายจากการกระจายตัวของหยดเลือดและนำไปสู่การอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในที่เกิดเหตุได้ เช่น เจ้าหน้าที่นิติวิทยาศาสตร์สามารถใช้รอยเลือดสันนิษฐานเหตุการณ์ในห้องที่เกิดการฆาตกรรมและคาดการณ์ได้ว่าผู้ตายถูกทำร้ายที่ตำแหน่งใดของห้อง มีการขัดขืนหรือไม่ หรือมีการต่อสู้กันเกิดขึ้นในที่เกิดเหตุหรือไม่ หรือเป็นการจัดฉากเพื่ออำพรางคดี โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติที่เรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

ก่อนอื่นพิจารณาหยดเลือดที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเคลื่อนที่ไปในอากาศ กระทบกับพื้นผิวไม่ว่าจะเป็นพื้น ผนัง หรือเพดาน ถ้าหยดเลือดนี้เคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว เลือดจะกระจายตัวออกไปทุกทิศทุกทางเท่ากัน และจะได้รอยเลือดที่มีลักษณะเป็นรูปวงกลม แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ถ้าหยดเลือดเคลื่อนที่ทำมุมกับพื้นผิวน้อยกว่า 90°

ในความเป็นจริง เมื่อเกิดคดีฆาตกรรม เลือดมักจะออกมาจากตัวเหยื่อ แล้วกระเด็นไปโดนพื้นผิวต่าง ๆ โดยการเคลื่อนที่นี้จะทำมุมกับพื้นผิว ถ้าหยดเลือดเคลื่อนที่โดยทำมุม θ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 90° ($0 < \theta < 90^\circ$) เมื่อหยดเลือดกระทบกับพื้นผิว เลือดจะกระจายตัวและยืดออกไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ ซึ่งรอยเลือดจะมีลักษณะเป็นรูปวงรี ดังรูปที่ 1 และเมื่อกำหนดให้ W แทนความกว้างของรอยเลือด และ L แทนความยาวของรอยเลือด ดังรูปที่ 2 จะได้ว่าความกว้างของรอยเลือดเท่ากับความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเลือด เมื่อถึงจุดนี้ผู้อ่านอาจสงสัยว่าทำไมความกว้างของรอยเลือดจึงเท่ากับความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเลือด



รูปที่ 1

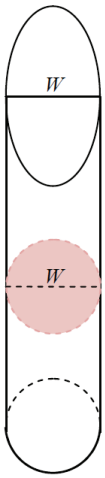


รูปที่ 2

ถ้าเปรียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดเป็นท่อทรงกระบอกที่ตอนปลายของท่อมีหน้าตัดเป็นรูปวงรี ดังรูปที่ 3 จะได้ว่าความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเลือดเท่ากับความกว้างของรูปวงรี และจากรูปที่ 1 จะสามารถหาขนาดของมุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดทำกับพื้นเมื่อทราบความกว้างและความยาวของรอยเลือดได้ เมื่อ θ แทนขนาดของ

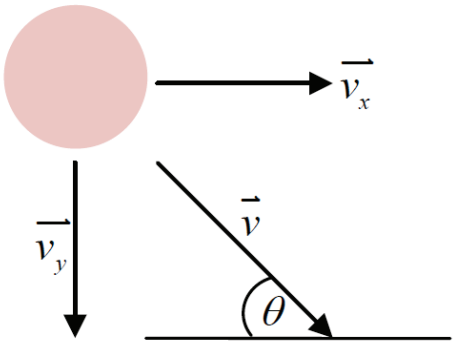
มุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดทำกับพื้น จะได้

$$\sin\theta = \frac{W}{L}$$



รูปที่ 3

พิจารณาหยดเลือดที่เคลื่อนที่ออกมาจากผู้ถูกทำร้าย เมื่อเลือดตกกระทบพื้นด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกในขณะที่ผู้ถูกทำร้ายยังเคลื่อนที่จะมีแรงในแนวนอนเกิดขึ้น ดังนั้น เมื่อเลือดกระทบกับพื้น จึงทำให้เกิดมุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดทำกับพื้นไม่ใช่ 90° ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4

กำหนดให้ v_x แทนขนาดของความเร็วในแนวระดับของการเคลื่อนที่ของผู้ถูกทำร้าย มีหน่วย เมตร/วินาที

v_y แทนขนาดของความเร็วในแนวดิ่ง มีหน่วย เมตร/วินาที

และ θ แทนขนาดของมุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดทำกับพื้นขณะกระทบพื้น

จากรูป จะได้ความสัมพันธ์ของ θ กับ v_x, v_y ดังนี้

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$$

ซึ่งสามารถนำสมการนี้ไปใช้คำนวณความเร็วของการเคลื่อนที่ของผู้ถูกทำร้าย จากการวัดมุมที่เลือดตกกระทบพื้น ส่วนขนาดของความเร็วในแนวตั้งที่แทนด้วย v_y จะคำนวณโดยใช้ความสูงจากพื้นถึงจุดกำเนิดเลือด เช่น หัว แขน ลำตัว หรือขา โดย

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

เมื่อ h แทนความสูงจากพื้นถึงจุดกำเนิดเลือด

และ g แทนค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

(สมมติให้แรงต้านทานอากาศไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะเป็นจริงสำหรับหยดเลือดขนาดใหญ่ซึ่งเคลื่อนที่ลงมาด้วยระยะทางสั้น ๆ)

ตัวอย่างการนำความรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการหาข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการสืบสวนต่าง ๆ เช่น

ตัวอย่างที่ 1

ผู้ถูกทำร้ายเพศหญิงสูง 150 เซนติเมตร ถูกตีที่ศีรษะก่อนวิ่งหนีออกจากที่เกิดเหตุ เมื่อพิจารณารอยเลือดบนพื้นในที่เกิดเหตุ พบรอยเลือดมีลักษณะเป็นรูปวงรีกว้าง 7 มิลลิเมตร และยาว 8.5 มิลลิเมตร จงหาว่าผู้ถูกทำร้ายวิ่งหนีด้วยความเร็วเท่าใด

วิธีทำ ให้ θ แทนขนาดของมุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดทำกับพื้นในที่เกิดเหตุ

จะได้

$$\sin\theta = \frac{7}{8.5}$$

$$\theta = \arcsin\left(\frac{7}{8.5}\right)$$

$$\approx 55^\circ$$

เนื่องจากผู้ถูกทำร้ายถูกตีศีรษะจึงสมมติให้ความสูงจากพื้นถึงศีรษะเป็น 1.5 เมตร

กำหนดให้ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็น 9.8 เมตร/วินาที

v_x แทนขนาดของความเร็วที่ผู้ถูกทำร้ายวิ่ง

และ v_y แทนขนาดของความเร็วที่หยดเลือดตกกระทบพื้นในแนวตั้ง

จะได้ $v_y = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.5}$

$= 5.42$ เมตร/วินาที

และ $\tan\theta = \dfrac{v_y}{v_x}$

$$\tan 55^\circ = \frac{5.42}{v_x}$$

$$v_x = \frac{5.42}{\tan 55^\circ}$$

$$\approx 3.79 \text{ เมตร/วินาที}$$

ดังนั้น ผู้ถูกทำร้ายวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 3.79 เมตร/วินาที (ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้ถูกทำร้าย)

รูปแบบการกระจายตัวของรอยเลือดถูกกำหนดโดยการกระทบของหยดเลือดจำนวนมากบนพื้นผิว ซึ่งบ่อยครั้งจะเกิดขึ้นพร้อมกันจากจุดกำเนิดเลือดเดียวกัน เช่น การตีที่ศีรษะหรือแผลจากการถูกยิง หยดเลือดต่าง ๆ จะกระทบพื้นในมุมที่ต่างกัน ซึ่งวิธีการหนึ่งในการหาจุดกำเนิดเลือดจากรูปแบบการกระจายตัวของรอยเลือด ทำได้โดยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติมาพิจารณาเส้นทางการเคลื่อนที่ โดยจะกำหนดให้เส้นทางการเคลื่อนที่เป็นแนวตรง และไม่พิจารณาความเร่งโน้มถ่วง ในทางปฏิบัติ การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของรอยเลือดจะใช้เชือกตรึงจุดที่เกิดรอยเลือดไปหาจุดที่เกิดเหตุ หรือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ ซึ่งการคำนวณนี้ใช้เพียงแค่ความรู้พื้นฐานทางตรีโกณมิติ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุกลุ่มของรอยเลือดที่เหมาะสมและการคำนวณหามุมที่ตกกระทบของรอยเลือดกลุ่มนี้
2. พิจารณาจุดตัดของเส้นที่ลากผ่านแกนสมมาตรที่ยาวที่สุดของรอยเลือดบนพื้นผิว
3. พิจารณาจุดตัดของเส้นทางการเคลื่อนที่ของรอยเลือดที่มาบรรจบกันในปริภูมิสามมิติ หรือพิจารณาหาจุดกำเนิดเลือด

ในการคำนวณหาจุดกำเนิดเลือดจะต้องพิจารณารอยเลือด 2 รอย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2

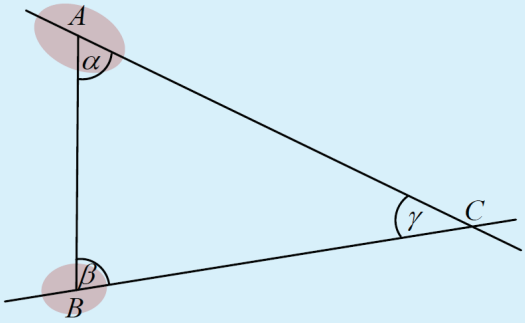
เกิดเหตุการทำร้ายร่างกายภายในห้อง เมื่อตำรวจไปถึงที่เกิดเหตุก็ไม่พบทั้งผู้ทำร้ายและผู้ถูกทำร้าย แต่พบรอยเลือดจำนวนหนึ่งบนผนัง เพื่อที่จะหาจุดที่เหยื่อถูกทำร้าย เจ้าหน้าที่นิติวิทยาศาสตร์จึงได้เลือกรอยเลือด 2 รอย คือ รอยเลือด A และรอยเลือด B ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่า

รอยเลือด A กว้าง 3.8 มิลลิเมตร ยาว 5 มิลลิเมตร

รอยเลือด B กว้าง 4.5 มิลลิเมตร ยาว 5.7 มิลลิเมตร

รอยเลือด A และรอยเลือด B อยู่ห่างกัน 75 เซนติเมตร

เมื่อลากเส้นผ่านแกนสมมาตรที่ยาวที่สุดของรอยเลือด A และรอยเลือด B ให้ตัดกันที่จุด C ดังรูปที่ 5 และเมื่อวัดขนาดของมุม A และ B ได้ $\alpha = 65^\circ$ และ $\beta = 80^\circ$ ตามลำดับ จงหาว่าจุดที่เหยื่อถูกทำร้ายอยู่ห่างจากผนังเท่าใด



รูปที่ 5

วิธีทำ พิจารณารูปสามเหลี่ยม ABC

จะได้ $\gamma = 180^o - \alpha - \beta$

$= 180^o - 65^o - 80^o$

$= 35^o$

จากกฎของไซน์ $\dfrac{\sin\alpha}{BC} = \dfrac{\sin\beta}{AC} = \dfrac{\sin\gamma}{AB}$

จะได้ $\dfrac{\sin\gamma}{AB} = \dfrac{\sin\alpha}{BC}$

$$\frac{\sin 35^o}{75} = \frac{\sin 65^o}{BC}$$

$$BC = \frac{65 \times \sin 65^o}{\sin 35^o}$$

$\approx$ 118.5 เซนติเมตร

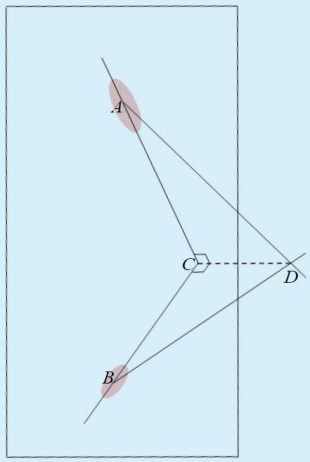
และ $\dfrac{\sin\gamma}{AB} = \dfrac{\sin\beta}{AC}$

$$\frac{\sin 35^o}{75} = \frac{\sin 80^o}{AC}$$

$$AC = \frac{75 \times \sin 80^o}{\sin 35^o}$$

$\approx$ 128.8 เซนติเมตร

ให้จุด D แทนแผลบนตัวผู้ถูกทำร้ายที่เป็นจุดกำเนิดเลือด ดังรูปที่ 6



และ CD แทนระยะห่างระหว่างแผลบนตัวผู้ถูกทำร้ายและผนัง

รูปที่ 6

พิจารณารอยเลือด A จะหาขนาดของมุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือด A ทำกับผนัง ได้ดังนี้

$$\sin C\hat{A}D = \frac{3.8}{5}$$

$$C\hat{A}D = \arcsin\left(\frac{3.8}{5}\right)$$

$$\approx 49.5^\circ$$

พิจารณารอยเลือด B จะหาขนาดของมุมที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือด B ทำกับผนัง ได้ดังนี้

$$\sin C\hat{B}D = \frac{4.5}{5.7}$$

$$C\hat{B}D = \arcsin\left(\frac{4.5}{5.7}\right)$$

$$\approx 52^\circ$$

พิจารณารูปสามเหลี่ยม ACD จะได้

$$\tan C\hat{A}D = \frac{CD}{AC}$$

$$\tan 42.5^\circ = \frac{CD}{128.8}$$

$$CD = 128.8 \times \tan 49.5^\circ$$

$$\approx 150.8 \text{ เซนติเมตร}$$

พิจารณารูปสามเหลี่ยม BCD จะได้

$$\tan C\hat{B}D = \frac{CD}{BC}$$

$$\tan 52^\circ = \frac{CD}{118.5}$$

$$CD = 118.5 \times \tan 52^\circ$$

$$\approx 151.7 \text{ เซนติเมตร}$$

ดังนั้น แผลที่เกิดบนตัวเหยื่ออยู่ห่างจากผนังที่มีรอยเลือดประมาณ

$$\frac{150.8 + 151.7}{2} = 151.25 \text{ เซนติเมตร}$$

นั่นคือ เหยื่อถูกทำร้ายอยู่ห่างจากผนังประมาณ 1.5 เมตร

หมายเหตุ จุด A, B และ C เป็นจุดที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ซึ่งอาจจะอยู่บนพื้นหรือผนังก็ได้

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการหาตำแหน่งที่มีการทำร้ายกันทำได้ไม่ยาก แต่การหาตำแหน่งที่ถูกทำร้ายยังไม่เพียงพอต่อการพิจารณาคดี ซึ่งจำเป็นต้องมีหลักฐานสำคัญอื่น ๆ อีก เช่น รอยนิ้วมือ การระบุ DNA ของผู้กระทำความผิดในที่เกิดเหตุ การหาขนาดและชนิดของแมลงบนศพซึ่งจะทำให้ทราบเวลาเสียชีวิตและอาจจะบอกถึงสถานที่เกิดเหตุด้วย ดังนั้น ผู้ที่ศึกษานิติวิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรอบรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ

จากบทความนี้จะเห็นว่าเราสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ระดับพื้นฐานไปช่วยในการคลี่คลายคดีอาชญากรรมที่มีอยู่ในปัจจุบันได้ ผู้เขียนจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้จะช่วยจุดประกายให้ผู้อ่านเสาะหาลู่ทางในการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตจริง ให้ครั้งหน้าผู้เขียนจะนำเรื่องที่น่าสนใจมาเล่าสู่กันฟังอีกนะคะ

บรรณานุกรม

Adam. Craig. (2010). *Essential Mathematics and Statistics for Forensic Science.* Wiltchire: Wiley - Blackwell.

Blood splatter. สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2556, จาก http://cmb.physics.wisc.edu/people/gault/Blood%20Splatter%20Trig.pdf

Bloodstain. สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2556, จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Bloodstain_pattern_analysis

Forensic. สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2556, จาก http://www.math.wvu.edu/~mays/AVdemo/Labs/Forensic.pdf

นิพนธ์ ทรายเพชร
ราชบัณฑิต ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สสวท.

ความสวยงามของสมการทางคณิตศาสตร์ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างลงตัว

สมการทางคณิตศาสตร์ที่เรียบง่าย ไม่สลับซับซ้อน กลายเป็นสมการที่มีความสวยงามซึ่งมีมากมายหลายสมการ แต่มีสมการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเราตลอดเวลา เพราะบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวเราซึ่งมีมวล m กับโลกที่เราอาศัยอยู่มวล M รัศมี R ว่า

$$F = mg \qquad \text{..... (1)}$$

เมื่อ F คือ แรงที่โลกกระทำต่อตัวเรา

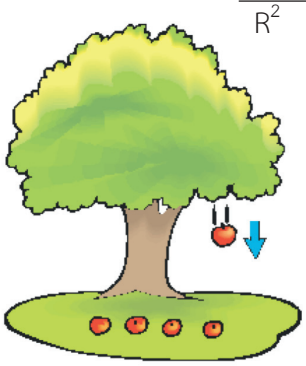
g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

$$\text{โดย } g = \frac{GM}{R^2} \qquad \text{..... (2)}$$

G คือ ค่าคงตัวความโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ $6.672 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$

สมการ (1) บอกให้ทราบว่า แรงที่กระทำต่อเราเท่ากับมวลของเราคูณด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตันที่ว่า แรงเท่ากับมวลคูณด้วยความเร่ง

เซอร์ไอแซก นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้กฎข้อนี้จากกฎแรงโน้มถ่วงที่นิวตันคิดได้ขณะนั่งอยู่ใต้ต้นแอปเปิล โดยกล่าวว่า แอปเปิลมวล m หล่นลงสู่ผิวโลกมวล M รัศมี R เพราะแรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับแอปเปิลที่มีค่าเท่ากับ $\frac{GMm}{R^2}$



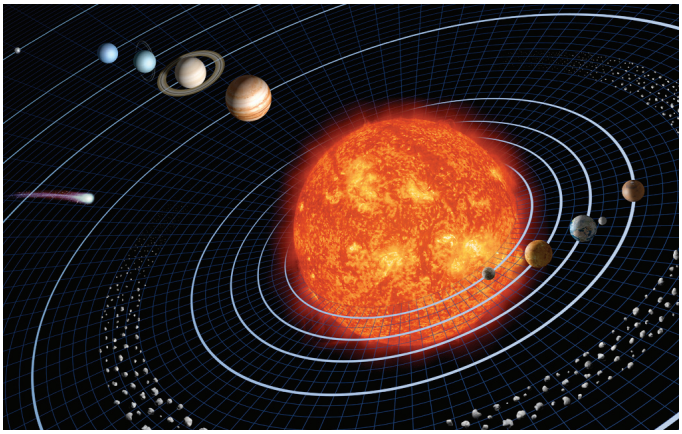
แอปเปิลหล่นสู่พื้นโลก

(ที่มา: http://idahoptv.org/dialogue4kids/images/season12/gravity/tree_and_apple.gif)

แรงโน้มถ่วงเป็นแรงธรรมชาติสำคัญที่ทำให้เกิดความเป็นทรงกลมของดาว เกิดเป็นระบบต่าง ๆ เช่น ทำให้โลกมีสัณฐานกลม ทำให้ดาวกลม ทำให้เกิด

(1) ระบบโลกดวงจันทร์ ซึ่งดวงจันทร์เคลื่อนรอบโลกรอบละ 1 เดือน

(2) ระบบสุริยะซึ่งมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารเคลื่อนไปรอบ ๆ ด้วยแรงโน้มถ่วง



ระบบสุริยะ แสดงวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์
(ที่มา: http://serc.carleton.edu/images/spaceboston/solar_system.jpg)

(3) ระบบดาวฤกษ์หลายแสนล้านดวงอยู่ด้วยกันเป็นระบบใหญ่ด้วยแรงโน้มถ่วงของหลุมดำมวลยวดยิ่งที่ศูนย์กลาง เรียกว่า กาแล็กซี หรือ ดาราจักร

แรงโน้มถ่วงระหว่างกาแล็กซีที่อยู่ใกล้กันเกิดเป็นกระจุกของกาแล็กซี หลาย ๆ กระจุกของกาแล็กซีเป็นกระจุกของกระจุกกาแล็กซีหรือซูเปอร์คลัสเตอร์ของกาแล็กซี ทุก ๆ ซูเปอร์คลัสเตอร์ของกาแล็กซีรวมกันเป็นเอกภพ

แรงโน้มถ่วงระหว่างตัวเรากับโลกช่วยให้เราวัดมวลของโลกได้ เพราะว่าจาก (2)

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

หรือ $$M = \frac{gR^2}{G} \quad \text{..... (3)}$$

เราสามารถวัด g บนพื้นโลกได้ด้วยวิธีง่าย ๆ กล่าวคือ จับเวลา t ในการปล่อยลูกปืนจากที่สูง h จนถึงพื้น จะได้

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

$$= 9.8\ ms^{-2}$$

โลกของเรามีรัศมี R = 6,371 km = 6.371×10^6 m

แทนค่า g, R, G ใน (3) จะได้ M = 6×10^{24} kg

นั่นคือ มวลของโลกเท่ากับ 6 ล้านล้านล้านล้านกิโลกรัม หรือ 6 พันล้านล้านล้านตัน

โลกเป็นทรงกลมรัศมี R มีปริมาตร (V) เท่ากับ $\frac{4}{3}\pi R^3$

ดังนั้น ความหนาแน่นของโลก $\rho = \frac{M}{V}$

$$= \frac{gR^2}{G} \cdot \frac{1}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$= \frac{3}{4\pi G R} \cdot g \quad \text{.....(4)}$$

$$\rho \ \alpha \ \frac{g}{R}$$

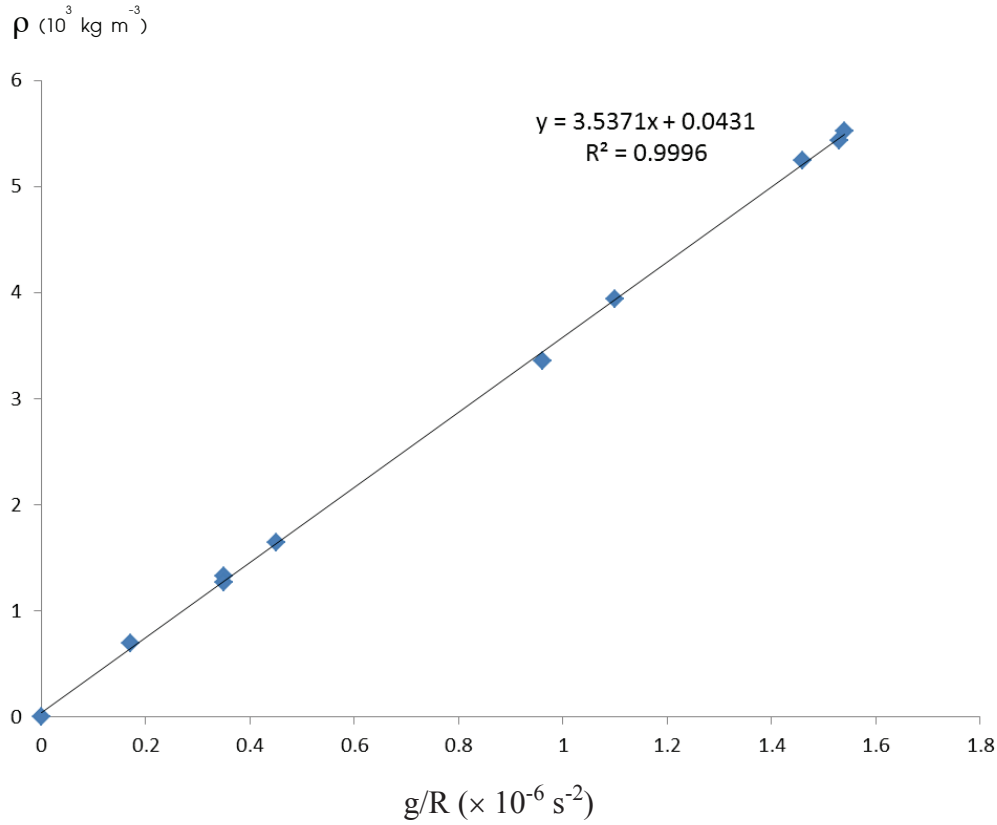
ตารางที่ 1 ความหนาแน่น รัศมี ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ผิว และมวลของดาวเคราะห์

ดาวเคราะห์และดวงจันทร์	รัศมี R (10^3 m)	ความหนาแน่น ρ (10^3 kg m^{-3})	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ผิว g (9.8 m s^{-2})	$\frac{g}{R}$ (10^{-6} s^{-2})	มวล M (6×10^{24} kg)
พุธ	2,440	5.43	0.38	1.53	0.055274
ศุกร์	6,052	5.24	0.90	1.46	0.815005
โลก	6,371	5.52	1.00	1.54	1.000000
ดวงจันทร์	1,737	3.35	0.17	0.96	0.012300
อังคาร	3,396	3.94	0.38	1.10	0.107447
พฤหัสบดี	71,490	1.33	2.53	0.35	317.833
เสาร์	60,270	0.69	1.06	0.17	95.163
ยูเรนัส	25,560	1.27	0.90	0.35	14.536
เนปจูน	24,765	1.64	1.14	0.45	17.149

นั่นคือ ความหนาแน่นโลกเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และเป็นปฏิภาคผกผันกับรัศมี

จาก (4) เราสามารถคำนวณหา g ของดาวเคราะห์จากความหนาแน่น (ρ) และรัศมี (R) ของดาวเคราะห์ได้

ดังนั้น หากเราทราบ**ความหนาแน่น**และ**ขนาดของดาวเคราะห์** เราสามารถคำนวณหามวลของดาวเคราะห์แต่ละดวงได้ดังตารางที่ 1



กราฟ $\rho \;\; \alpha \;\; \frac{g}{R}$ หรือ $\rho = \frac{3}{4\pi G R} \cdot g$ ดัง (4)

slope ของกราฟเส้นตรงข้างบนคือ $(3.54 \pm 0.04) \times 10^{9}$ kg m^{-3} s^{2}
เทียบกับ slope ของ (4) คือ

$$\frac{3}{4\pi G R} = \frac{3}{4\pi \times 6.672 \times 10^{-11} \;\; N\,m^{2} kg^{-2}}$$

$$= 3.58 \times 10^{9} \;\; kg\ m^{-3}\ s^{2}$$

$$\because \qquad N = kg\,m\,s^{-2}$$

กราฟข้างบนจึงถูกต้องภายใต้ความคลาดเคลื่อนของการเขียนเส้นตรงผ่านจุดต่าง ๆ

บุญวิทย์ รัตนทิพยาภรณ์
นักวิชาการ สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท. / e-mail : bratt@ipst.ac.th

จะสร้างสิ่งของเครื่องใช้ ต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง

หากท่านผู้อ่านกำลังคิดจะสร้างสิ่งของเครื่องใช้อะไรสักอย่างหนึ่งเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ท่านจะต้องคำนึงถึงเรื่องอะไรบ้างเพื่อที่จะสร้างชิ้นงานนั้นให้สำเร็จ เช่น เมื่อเกิดน้ำท่วม ท่านมีปัญหาการเดินทาง จึงต้องการสร้างพาหนะที่สามารถพาท่านไปยังสถานที่ต่าง ๆ ท่านจะสร้างพาหนะนั้นได้อย่างไร บางท่านอาจมองไปที่เงินทุนเป็นอันดับแรกว่ามีอยู่เท่าไหร่ บางท่านอาจมองไปที่วัสดุว่ามีอะไรที่จะนำมาสร้างพาหนะได้บ้าง รวมไปถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะสร้างพาหนะ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น เวลา แรงงาน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่มีส่วนสำคัญในการสร้างด้วย ดังนั้นสิ่งของเครื่องใช้ที่เราจะสร้างขึ้นมาให้เสร็จสมบูรณ์ได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง

(ที่มา: http://photo.sf.co.ua/id177)

ในสาระการออกแบบและเทคโนโลยี (Design and Technology) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ จะเรียกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้นี้ว่า **ทรัพยากรทางเทคโนโลยี (Technological Resources หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Resources)**

ทรัพยากรทางเทคโนโลยี แบ่งเป็น 7 ด้าน ได้แก่

- คน (People)

เทคโนโลยีหรือสิ่งของเครื่องใช้เกิดมาจากความต้องการของคน คนเป็นทั้งผู้สร้างและผู้ใช้เทคโนโลยี ดังนั้นคนจึงเป็นปัจจัยสำคัญทั้งในด้านของการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ ตัดสินใจตลอดจนการลงมือสร้างซึ่งต้องใช้กำลังคนในการทำงาน

- ข้อมูลและสารสนเทศ (Data and Information)

ข้อมูลและสารสนเทศเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ช่วยให้เราสามารถคิดวิเคราะห์และออกแบบว่าจะสร้างสิ่งของเครื่องใช้นั้นได้อย่างไร ในปัจจุบันเราอยู่ในยุคของข้อมูลข่าวสาร (data) จำนวนมากมาย เราจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูล นำมาวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อให้ได้สารสนเทศ (information) ที่จำเป็นต่อการออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ที่ต้องการ ข้อมูลและสารสนเทศอาจได้มาจากหนังสือ อินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญ หรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น

- วัสดุ (Materials)

วัสดุเป็นปัจจัยในลำดับต้น ๆ ที่คนทั่วไปจะนึกถึงเมื่อจะสร้างสิ่งของเครื่องใช้ เพราะต้องเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติตามความต้องการในการใช้งาน ในขณะเดียวกันเราอาจใช้วัสดุเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดคุณลักษณะของสิ่งของเครื่องใช้ที่จะสร้างขึ้นด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปวัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ไม้ สามารถทำให้มีรูปร่างต่าง ๆ ได้โดยใช้เครื่องมือช่างพื้นฐาน แต่จะบิดตัวหรือโค้งงอได้ โฟมและพลาสติกมีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปง่ายแต่ไม่ทนกับสารเคมีบางชนิด เหล็กมีความแข็งแรงสูงแต่มีน้ำหนักมาก ส่วนเซรามิกมีความแข็งสูงมากแต่เปราะหรือแตกหักง่าย นอกจากสมบัติของวัสดุแล้วยังต้องคำนึงว่าสามารถจัดหาวัสดุนั้นมาใช้งานได้หรือไม่

- **เครื่องมือและอุปกรณ์ (Machines and Tools)**

เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานของคนเพื่อใช้เปลี่ยนรูปร่าง ประสานวัสดุและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เครื่องมือและอุปกรณ์มีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ เช่น มีด ค้อน ไขควง แม่แรง มีแบบอย่างง่ายและแบบที่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น เลื่อยมือ เลื่อยไฟฟ้า เลื่อยยนต์ รวมถึงการนำอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วย เช่น มัลติมิเตอร์ชนิดดิจิทัล เครื่องขึ้นรูปชิ้นงานแบบ 3 มิติ ดังนั้นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เราเลือกใช้จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สิ่งของเครื่องใช้มีความแตกต่างกัน เช่น หากเราใช้เครื่องกลึงในการสร้างล้อไม้จะทำให้ได้ล้อที่มีความกลมและเรียบมากกว่าการใช้เลื่อยมือ หรือหากไม่มีเครื่องขึ้นรูปพลาสติก เราอาจต้องเปลี่ยนไปใช้วัสดุอื่น เช่น กระดาษ ที่สามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องมืออย่างง่ายแทน

- **พลังงาน (Energy)**

พลังงานเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สิ่งต่าง ๆ ทำงานได้ เราใช้พลังงานทั้งในส่วนของกระบวนการผลิตและเป็นแหล่งพลังงานสำหรับสิ่งของเครื่องใช้ให้สามารถทำงานได้ การเลือกใช้พลังงานในกระบวนการผลิตมีผลต่อค่าใช้จ่าย ลักษณะและสมบัติของชิ้นงานที่ได้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เตาเผาเซรามิกแบบใช้ฟืน จะใช้ฟืนจำนวนเผามากและให้ความร้อนภายในเตาไม่เท่ากัน ทำให้เซรามิกแตกง่าย ในขณะที่เตาแบบใช้แก๊สหรือไฟฟ้า จะให้ความร้อนภายในเตาเท่ากัน ทำให้เซรามิกไม่แตกง่ายและมีสีสันสวยงามกว่า ในขณะที่แหล่งพลังงานสำหรับสิ่งของเครื่องใช้ที่ต้องการสร้างอาจต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงาน และการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เช่น เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ รถพลังงานไฟฟ้า

- **ทุนหรือทรัพย์สิน (Capital or Asset)**

การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ย่อมต้องใช้เงินทุนหรือมีค่าใช้จ่าย ไม่ว่าจะเป็นค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน ค่าบริการต่าง ๆ สิ่งของเครื่องใช้บางอย่างต้องการเงินทุนจำนวนมาก รวมถึงทรัพย์สินที่เป็นอาคาร สถานที่หรือที่ดิน จึงต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าด้วย การมีทุนมากจะช่วยให้การจัดหาวัสดุอุปกรณ์หรือการดำเนินงานต่าง ๆ ทำได้ง่ายขึ้น แต่ในบางครั้งการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ก็ถูกจำกัดด้วยเงินทุนทำให้การดำเนินงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ถูกจำกัดไปด้วย ทุนหรือทรัพย์สินจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดลักษณะหรือรูปแบบการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

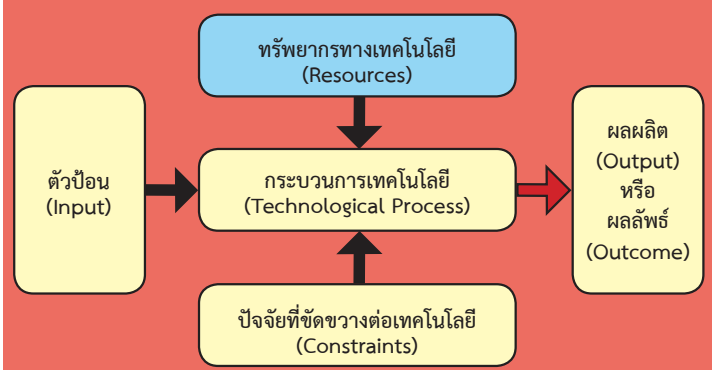
- **เวลา (Time)**

โดยทั่วไป เวลาเป็นปัจจัยในการกำหนดแผนงานว่าจะเสร็จสิ้นเมื่อใด ในการแก้ปัญหาบางครั้งต้องดำเนินการในเวลาที่จำกัดและเร่งด่วนเพื่อให้ทันต่อสถานการณ์หรือผลกระทบที่เกิดขึ้น เวลาจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดรูปแบบของการแก้ปัญหาหรือการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ เช่น ความละเอียดของชิ้นงาน ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน การแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ตรงประเด็น หรือการหาวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธีในเวลาที่จำกัดจึงเป็นทักษะสำคัญที่จะทำให้สิ่งของเครื่องใช้ที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือสนองความต้องการได้

ดังนั้นทรัพยากรทางเทคโนโลยีจึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อชิ้นงานหรือสิ่งของเครื่องใช้ ทำให้สิ่งของที่มีวัตถุประสงค์เดียวกันมีความแตกต่างกัน เช่น เรือที่ทำจากขวดน้ำพลาสติกกับแพที่ทำจากไม้ไผ่ ทั้งสองอย่างเป็นพาหนะที่ใช้แก้ปัญหาการเดินทางขณะเกิดน้ำท่วม แต่มีปัจจัยด้านวัสดุที่หาได้ในแต่ละท้องถิ่น จึงทำให้ได้พาหนะที่แตกต่างกัน

(ที่มา : http://www.iurban.in.th/inspiration/thaiflood-hack/)

สาระการออกแบบและเทคโนโลยีได้กำหนดให้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของระบบเทคโนโลยีซึ่งประกอบไปด้วยตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิตหรือผลลัพธ์ ทรัพยากรทางเทคโนโลยีและปัจจัยที่ขัดขวางต่อเทคโนโลยี การเรียนรู้เรื่องทรัพยากรทางเทคโนโลยีจะทำให้ผู้เรียนวางแผนการแก้ปัญหาและตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพ



แผนภาพระบบเทคโนโลยี

การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรทางเทคโนโลยีสามารถทำได้อย่างหลากหลายโดยการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นเงื่อนไขในการทำงาน ตัวอย่างกิจกรรมต่อไปนี้เป็นการกำหนดปัจจัยในด้านวัสดุ ทุน พลังงานและเวลา เพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

ชื่อกิจกรรม รถแข่งมาราธอน

เวลา 1 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ง. 2.1 ม.4-6/2 วิเคราะห์ระบบเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

- ระบบเทคโนโลยีประกอบด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) ผลลัพธ์ (output) ทรัพยากรทางเทคโนโลยี (resources) ปัจจัยที่ขัดขวางต่อเทคโนโลยี (constraint)
- การวิเคราะห์ระบบเทคโนโลยีทำให้ทราบเกี่ยวกับปัจจัยในด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

จุดประสงค์

- สร้างรถแข่งโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้เพื่อทำให้รถวิ่งได้ไกลที่สุดได้
- ทำงานตามกระบวนการเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

เงื่อนไข/ ความท้าท้าย :

สร้างรถแข่งให้วิ่งได้ไกลที่สุดจากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ภายในงบประมาณ 100 บาท โดยวัสดุแต่ละชิ้นมีราคาตามที่กำหนด รถแข่งของกลุ่มไหนวิ่งได้ไกลที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

วัสดุและเงื่อนไขราคา

1. **พลาสติกลูกฟูก, กระดาษลูกฟูก, กระดาษแข็ง ราคาแผ่นละ 10 บาท**

2. **ตะเกียบ, ไม้เสียบลูกชิ้น ราคา 5 บาท**

3. **ฝาขวดน้ำพลาสติกราคา 10 บาท**

4. **ลูกโป่ง ราคา 10 บาท**

5. แผ่นซีดี ราคา 10 บาท

6. หลอดชานมไข่มุก ราคา 5 บาท

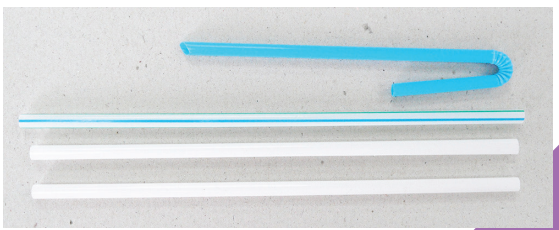
7. ยางวงเส้นเล็กและเส้นใหญ่ ราคา 5 บาท

8. เชือก ราคา 5 บาท

9. ยางโอริง ราคา 5 บาท

10. คลิปหนีบ ราคา 5 บาท

11. หลอดดูด ราคา 5 บาท



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเทคโนโลยี

1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ

ผู้สอนอภิปรายร่วมกับผู้เรียนว่ารถของเล่นที่มีขายตามท้องตลาดใช้วิธีการขับเคลื่อนแบบใดบ้าง เช่น ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ใช้ลาน ใช้แรงดันอากาศจากหลอดฉีดยา ซึ่งรถของเล่นบางคันมีราคาแพง ผู้สอนสรุปว่าเราสามารถสร้างรถของเล่นให้สามารถขับเคลื่อนหรือวิ่งได้หลายวิธีจากวัสดุที่หาได้ทั่วไป จากนั้นสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนว่า เราจะสร้างรถแข่งให้วิ่งได้ไกลที่สุดจากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ภายในงบประมาณ 100 บาท โดยวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นมีราคาที่ตามที่กำหนด

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล

ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและปรึกษากันในกลุ่มว่า วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำรถแข่งมีอะไรบ้าง แต่ละชิ้นมีราคาเท่าใด สามารถนำมาใช้สร้างรถแข่งได้อย่างไร และจะมีวิธีการขับเคลื่อนรถได้อย่างไร

3. ขั้นเลือกวิธีการ

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจว่าจะใช้วัสดุใดในการสร้างตัวรถและวิธีการขับเคลื่อนรถแบบไหนที่ทำให้รถแข่งวิ่งได้ไกลที่สุด เช่น เลือกใช้กระดาษลูกฟูกเป็นโครงรถเนื่องจากมีน้ำหนักเบา เลือกใช้ยางวงเป็นพลังขับเคลื่อนโดยใช้วิธีพันเข้ากับเพลารถ หรือ เลือกใช้พลังลมจากลูกโป่งติดที่ด้านบนตัวรถ

4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ

แต่ละกลุ่มออกแบบรถแข่งของตนเองว่ามีรูปร่างลักษณะแบบใด จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ชิ้นไหน จำนวนเท่าใด โดยร่างภาพรถแข่งที่จะสร้างโดยแสดงว่าได้นำวัสดุอุปกรณ์ใดมาใช้เป็นส่วนประกอบของตัวรถ แล้วสร้างรถแข่งตามที่ได้ออกแบบไว้ ผู้สอนควรดูแล ตรวจสอบและช่วยเหลือการทำงานของผู้เรียนให้เป็นไปตามกระบวนการเทคโนโลยีและคำนึงถึงความปลอดภัย

5. ขั้นทดสอบ

หลังจากที่แต่ละกลุ่มสร้างรถแข่งเสร็จแล้ว ให้ทดสอบว่ารถสามารถวิ่งได้หรือไม่ และวิ่งได้ไกลตามที่ต้องการหรือไม่

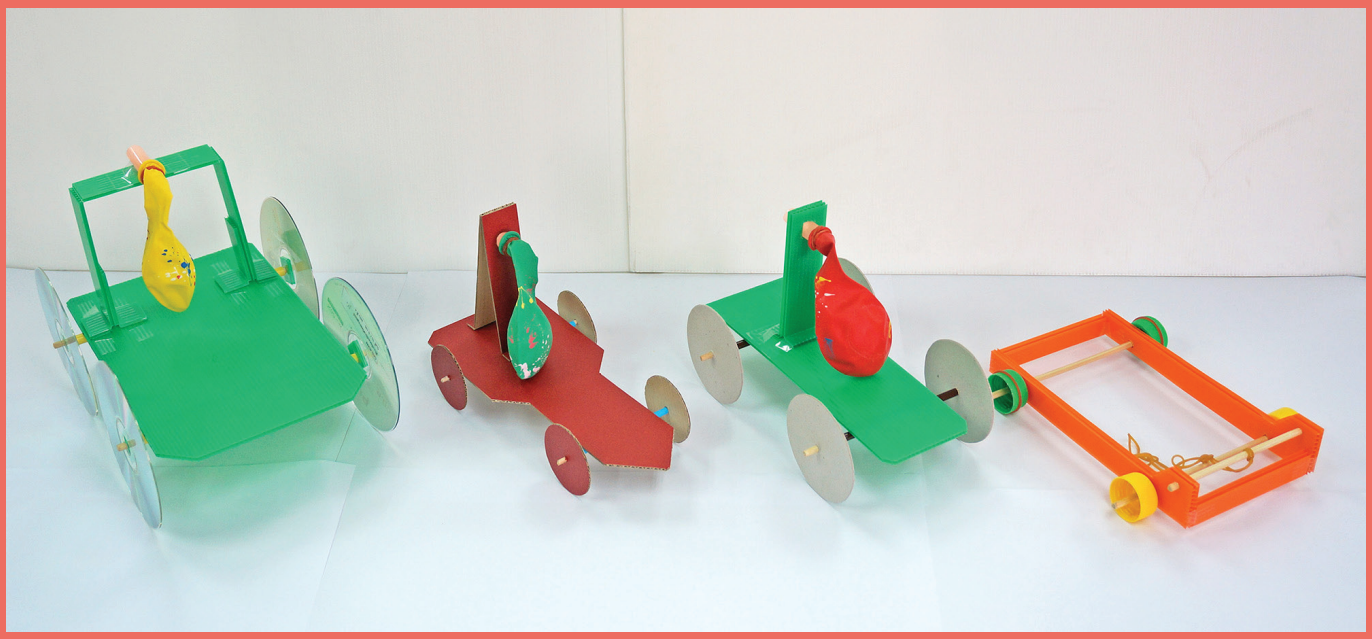
6. ขั้นปรับปรุงแก้ไข

รถของกลุ่มไหนทดสอบแล้วไม่วิ่งหรือวิ่งได้ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ต้องแก้ไขหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

7. ขั้นประเมินผล

7.1 แต่ละกลุ่มประเมินผลงานของตนเองว่าได้รถแข่งที่สามารถวิ่งไปได้ไกลตามที่ต้องการหรือไม่ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน

7.2 ผู้สอนจัดแข่งขันรถแข่งมาราธอนว่ากลุ่มไหนวิ่งได้ไกลที่สุด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลของกิจกรรม



รูปตัวอย่างรถแข่งมาราธอน

บรรณานุกรม

Hacker, M . & Barden, R. (1992). *Technology in Your World* (2nd edition). The United Stated of America. Glencoe / McGraw-Hill.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน การออกแบบและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเสริมการเรียนรู้การออกแบบและเทคโนโลยี.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สุวินัย มงคลธารณ์
นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก (โครงการ GLOBE) สสวท. / e-mail : smong@ipst.ac.th

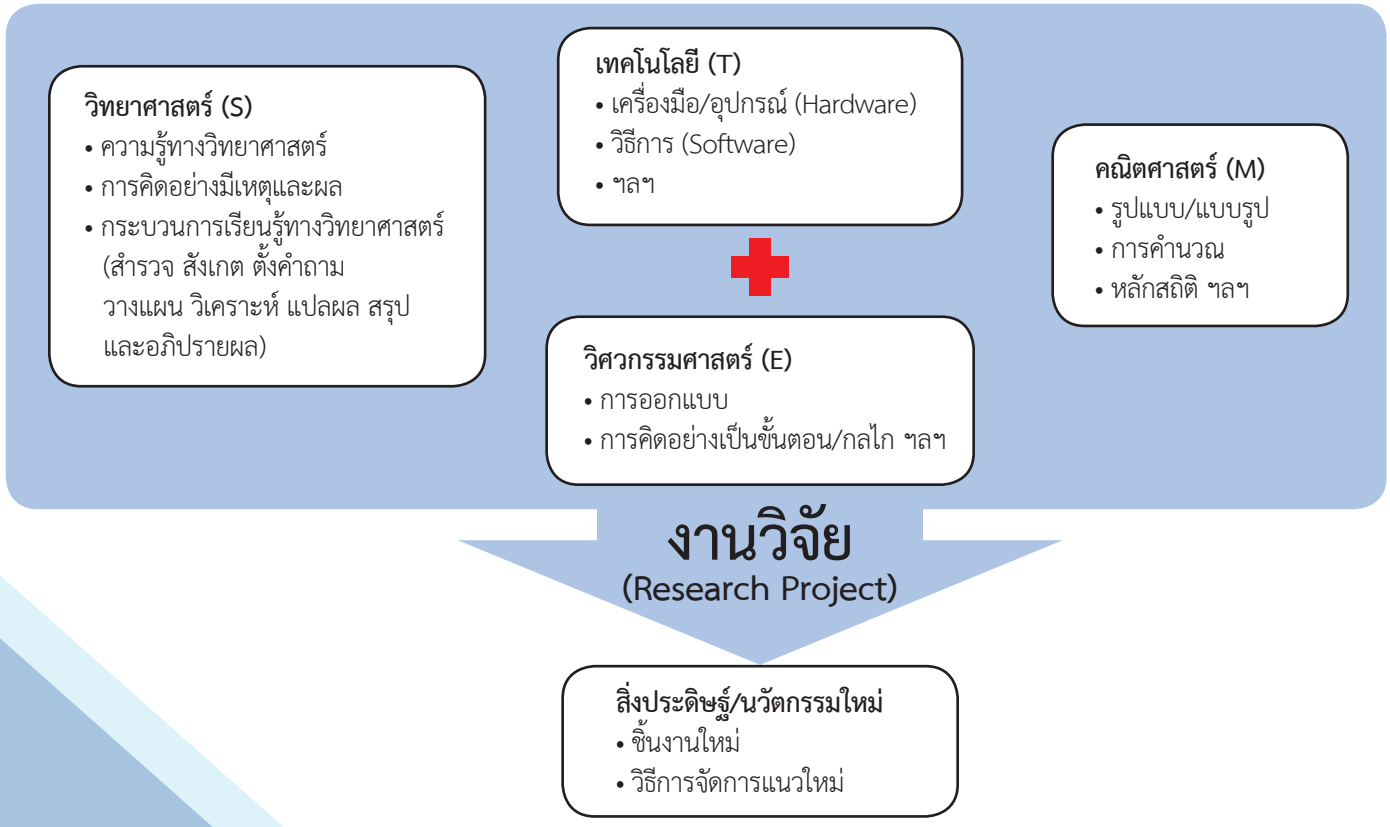
เรียนรู้สะเต็มผ่านงานวิจัย

ในแวดวงการศึกษาในปัจจุบัน "STEM" กำลังอยู่ในความสนใจกันอย่างกว้างขวาง แต่จะมีความเข้าใจกับคำว่า STEM มากน้อยเพียงใด เราคงต้องค่อย ๆ เรียนรู้กันไป

STEM ย่อมาจากคำว่า Science Technology Engineering และ Mathematics นั่นคือ การนำศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้ ดังนั้น **การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)** เป็นการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดย สสวท. มุ่งเน้นส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อเข้าใจ แก้ไขปัญหา และพัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ผ่านการทำกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หรืองานวิจัยเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ ที่นำไปสู่นวัตกรรมที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียนได้

ที่จริงแล้วการเรียนการสอนในหลายโรงเรียน โดยเฉพาะโรงเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรืองานวิจัย ก็ได้นำการเรียนรู้แบบ STEM มาใช้อยู่แล้ว วันนี้ขอยกตัวอย่างการเรียนรู้แบบ STEM แนวทางหนึ่ง ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ผ่านการทำงานวิจัยทางด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำโดย สสวท. ร่วมกับบริษัทน้ำประปาไทย จำกัด (มหาชน) ดำเนินการโครงการยุวชนไทยร่วมใจรักษ์น้ำ (Thailand Junior Water Prize) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เยาวชนไทยทั่วประเทศได้เรียนรู้ ดูแล และรักษาทรัพยากรน้ำโดยผ่านการสร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำโดยขอยกตัวอย่างงานวิจัยชิ้นหนึ่งที่น่าจะเป็นงานวิจัยที่บูรณาการการเรียนรู้แบบ STEM ได้เป็นอย่างดี

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผ่านการทำงานวิจัย



งานวิจัยที่ขอยกตัวอย่าง เป็นงานวิจัยที่มีการนำเสนอวิธีการจัดการแนวใหม่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นจนเกิดสิ่งประดิษฐ์ในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ คือ งานวิจัย เรื่อง "**อุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ (The Equipment Eradicates the Weed)**" ของนักเรียนจากโรงเรียนภูมิซรอลวิทยา จ.ศรีสะเกษ ซึ่งงานวิจัยนี้ถือได้ว่าเป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ให้เกิดขึ้นจากสภาพปัญหาที่นักเรียนได้พบเจอในชีวิตประจำวันและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี

“อุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ (The Equipment Eradicates the Weed)”

งานวิจัย

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผู้วิจัยได้เห็นปัญหาของเกษตรกรที่ปลูกยางพาราในชุมชน ซึ่งมีปัญหาหลายด้านดังนี้ ปัญหาหญ้าวัชพืชที่ขึ้นบริเวณโคนต้นยางพาราที่ปลูกใหม่ ทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตช้าเนื่องจากถูกหญ้าวัชพืชแย่งน้ำ แร่ธาตุและสารอาหาร ปัญหาการใช้สารฆ่าหญ้าในการกำจัดวัชพืชของเกษตรกร จากต้นกล้ายางพาราที่ปลูก ปัญหาต้นกล้ายางพาราที่ปลูกในระยะเริ่มปลูก 1-2 ปี มีอัตราการตายสูงเนื่องจากขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ต้องปลูกซ่อมและสิ้นเปลืองงบประมาณ ในการซื้อต้นกล้ายางพาราเพื่อปลูกซ่อม เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดค้นและสร้างนวัตกรรมที่เรียกว่า “อุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ” ขึ้นมา

คำถามวิจัย

อุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกกล้ายางพาราได้อย่างไร

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำจัดวัชพืช หมายถึง ประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกกล้ายางพาราดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นยางพารา
2. ประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดของวัชพืชภายใต้อุปกรณ์ฯ
3. ประสิทธิภาพการลดอัตราการตายของต้นยางพาราเปรียบเทียบกับต้นยางพาราที่ปลูกโดยไม่ใช้อุปกรณ์ฯ
4. ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชที่มีบริเวณโคนต้นกล้ายางพาราและอยู่ภายใต้อุปกรณ์ฯ
5. ประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดต้นยางพารา เปรียบเทียบกับการรดน้ำแบบธรรมดาในช่วงฤดูแล้ง

การวางแผนและออกแบบการทดลอง

“อุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ” อาศัยหลักการทำงานจากส่วนประกอบ 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 คืออุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืช ทำหน้าที่กำจัดวัชพืช และป้องกันการเกิดของวัชพืชภายใต้บริเวณที่อุปกรณ์คลุม ประดิษฐ์จากกล่องเครื่องดื่มประเภทกล่องยูเอชทีที่มีกระดาษ, อะลูมิเนียมฟอยล์ และพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เป็นส่วนประกอบซึ่งช่วยให้ทนต่อสภาพความชื้นและแสงแดด โดยใช้จำนวน 9 กล่องต่ออุปกรณ์กำจัดวัชพืชฯ 1 ชิ้น เย็บติดกันด้วยเครื่องเย็บกระดาษ ขนาดกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร

ภาพที่ 1 อุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืช

การเรียนรู้แบบ STEM

สำรวจปัญหาและเลือกปัญหา

งานวิจัยชิ้นนี้ นักเรียนเรียนรู้จากปัญหาในชีวิตจริง โดยได้นำปัญหาสำคัญของเกษตรกรที่ปลูกยางพาราในชุมชน 3 ปัญหามาใช้เป็นโจทย์งานวิจัย ได้แก่

- ปัญหาหญ้าวัชพืชที่ขึ้นบริเวณโคนต้นยางพาราที่ปลูกใหม่ ทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตช้า เนื่องจากถูกหญ้าวัชพืชแย่งน้ำ แร่ธาตุและสารอาหาร
- ปัญหาการใช้สารฆ่าหญ้าในการกำจัดวัชพืชของเกษตรกร
- ปัญหาต้นกล้ายางพาราที่ปลูกในระยะ 1-2 ปี มีอัตราการตายสูงเนื่องจากขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง

สาระสำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

S : ความรู้พื้นฐานทางด้านต่าง ๆ เช่น
- ความชื้นของดิน
- แสงแดด
- การระเหยของน้ำ
- การปลูกยางพารา

T : วัสดุและเทคโนโลยีที่นำมาใช้ เช่น
- กล่องยูเอชที
- เครื่องเย็บกระดาษ
- ปูนปลาสเตอร์
- ขวดน้ำอัดลมพลาสติกพร้อมจุกปิด
- เศษผ้าฝ้าย

E : ออกแบบอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ เช่น
- อุปกรณ์คลุมดิน ประดิษฐ์จากกล่องเครื่องดื่มประเภทยูเอชที
- อุปกรณ์ส่วนกดทับ ทำหน้าที่กดทับอุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืชป้องกันไม่ให้ปลิว
- อุปกรณ์ส่วนกักเก็บน้ำสำหรับต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง เพื่อป้องกันการตายจากการขาดน้ำของต้นยางพาราปลูกใหม่

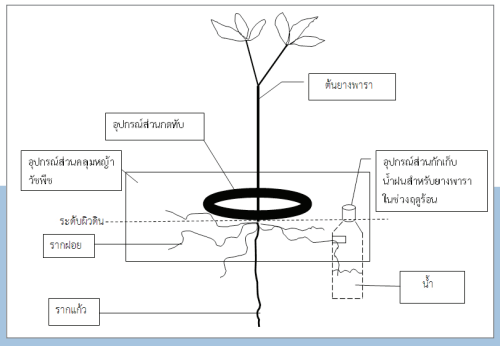
M : ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้
- ค่าเฉลี่ย
- อัตราการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

ภาพที่ 2 อุปกรณ์ส่วนกดทับผลิตจากปูนปลาสเตอร์

ส่วนที่ 2 คืออุปกรณ์ส่วนกดทับ ผลิตจากปูนปลาสเตอร์ทำหน้าที่กดทับอุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืชป้องกันไม่ให้ปลิว ประดิษฐ์จากปูนปลาสเตอร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร หนัก 40 กรัม

ภาพที่ 3 อุปกรณ์ส่วนกักเก็บน้ำ

ส่วนที่ 3 คืออุปกรณ์ส่วนกักเก็บน้ำสำหรับต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง เพื่อป้องกันการตายจากการขาดน้ำของต้นยางพาราปลูกใหม่ ประดิษฐ์จากขวดน้ำอัดลมพลาสติก ขนาด 1.25 ลิตร 1 ขวด และเศษผ้าขนาด 3 × 10 เซนติเมตร 1 ชิ้น ต่ออุปกรณ์ฯ 1 ชิ้น วางฝังลงดินไว้บริเวณโคนต้น



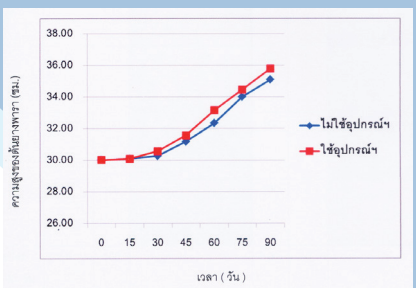
ภาพที่ 4 อุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำจัดวัชพืช ดังนี้

1. **ประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นยางพารา**

ต้นยางพาราที่ปลูกโดยใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช มีความสูงเฉลี่ยมากกว่าต้นยางพาราที่ปลูกโดยไม่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช เนื่องจากอุปกรณ์จะช่วยรักษาความชุ่มชื้น และลดอุณหภูมิผิวดิน ทำให้มีน้ำเก็บไว้หล่อเลี้ยงต้นยางพารามากกว่า



ภาพที่ 5 ความสูงเฉลี่ยของต้นยางพาราที่ปลูกในเวลา 90 วัน

- อัตราการตายของต้นยางพารา
- ปริมาณการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้ง
- ประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำจัดวัชพืช

วิธีการหรือแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาจากการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน รวมทั้งความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา
- นักเรียนตรวจสอบข้อบกพร่องของสิ่งประดิษฐ์ที่จัดทำขึ้นและปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

นักเรียนออกแบบชุดอุปกรณ์กำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ โดยประกอบ 3 ส่วน

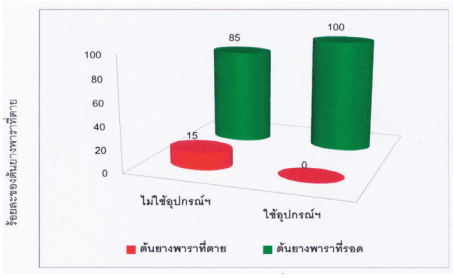
- **ส่วนที่ 1** คืออุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืช ทำหน้าที่กำจัดวัชพืช และป้องกันการเกิดของวัชพืชภายใต้บริเวณที่อุปกรณ์คลุม ซึ่งได้ความคิดมาจากการที่นักเรียนได้สังเกตเห็นขยะจากกล่องนมที่ถูกทิ้งไว้บริเวณสนามหญ้าเป็นเวลานาน เมื่อเก็บขึ้นมาจะสังเกตเห็นว่า หญ้าที่อยู่บริเวณด้านล่างกล่องนมมีลักษณะใบเหลืองและตายบางส่วน นักเรียนจึงได้แนวคิดที่จะใช้กล่องนมเป็นวัสดุที่ใช้กำจัดวัชพืชบริเวณโคนต้นยางพาราที่ปลูก แทนการใช้ยาฆ่าหญ้าซึ่งส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม
- **ส่วนที่ 2** คืออุปกรณ์ส่วนกดทับ ทำหน้าที่กดทับอุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืชป้องกันไม่ให้ปลิว ประดิษฐ์จากปูนปลาสเตอร์ ซึ่งปูนปลาสเตอร์มีคุณสมบัติคือ ผลิตง่าย ขึ้นรูปได้ง่าย มีความเย็นเนื่องจากมีโมเลกุลของน้ำในสูตรโครงสร้างของสารประกอบ ($CaSO_4.2H_2O$) ช่วยทำให้ดินบริเวณโคนต้นยางพาราภายใต้อุปกรณ์ฯ มีความเย็นในช่วงฤดูแล้ง
- **ส่วนที่ 3** คืออุปกรณ์ส่วนกักเก็บน้ำสำหรับต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง เพื่อป้องกัน

งานวิจัย

2. ประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดของวัชพืชภายใต้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช

ต้นยางพาราที่ไม่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช มีวัชพืชเกิดรอบโคนต้น 100% ส่วนต้นยางพาราที่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช ไม่มีวัชพืชที่อยู่ภายใต้อุปกรณ์รอบโคนต้นเลย

3. ประสิทธิภาพการลดอัตราการตายของต้นยางพาราเปรียบเทียบกับต้นยางพาราที่ปลูกโดยไม่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช

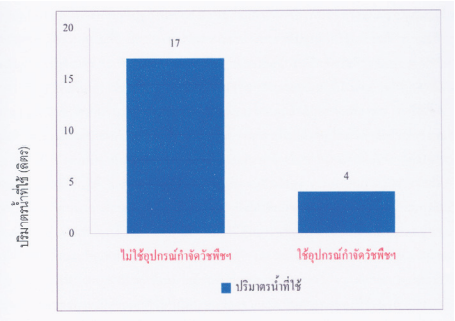


ต้นยางพาราที่ไม่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช มีอัตราการตาย 15% ส่วนต้นยางพาราที่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช มีอัตราการตาย 0%

ภาพที่ 6 ความสูงเฉลี่ยของต้นยางพาราที่ปลูกในเวลา 90 วัน

4. ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชที่มีบริเวณโคนต้นกล้ายางพาราและอยู่ภายใต้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช

อุปกรณ์กำจัดวัชพืช สามารถกำจัดวัชพืชได้ 76.27% โดยวัชพืชที่อยู่ภายใต้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช จะตายและเน่าเปื่อยไปในที่สุด



5. ประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดต้นยางพารา เปรียบเทียบกับการรดน้ำแบบธรรมดาในช่วงฤดูแล้ง

ต้นยางพาราที่ไม่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืช ใช้น้ำ 17 ลิตร/ต้น ส่วนต้นยางพาราที่ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืชใช้น้ำเพียง 4 ลิตร/ต้น ซึ่งใช้น้ำน้อยกว่า 4.25 เท่า

ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำที่ใช้รดต้นยางพารา

ภาพที่ 8 นักเรียนนำชุดอุปกรณ์กำจัดวัชพืชที่ประดิษฐ์ขึ้นไปเผยแพร่ให้เกษตรกรในชุมชนได้นำไปใช้ประโยชน์จริง

การเรียนรู้แบบ STEM

การตายจากการขาดน้ำของต้นยางพาราปลูกใหม่ อุปกรณ์ส่วนนี้มีที่มาจากแนวคิดที่ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยกักเก็บน้ำให้ต้นยางพาราด้วยหลักการแก้มลิง

วิธีการทดสอบเพื่อปรับปรุงชิ้นงานหรือวิธีการ

นักเรียนดำเนินการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยหากเกษตรกรต้องการนำไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดของวัชพืชภายใต้อุปกรณ์กำจัดวัชพืชนั้น จะต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์กดทับกับอุปกรณ์ส่วนคลุมหญ้าวัชพืชให้มากขึ้นเหมาะสมกับการนำไปใช้จริงในสวนยางของท้องถิ่น

การประเมินราคาหรือความคุ้มค่า/การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง

จากผลการทดลองของนักเรียนจะเห็นได้ว่าชุดอุปกรณ์กำจัดวัชพืช สามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ลดอัตราการตาย และช่วยประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดต้นยางพาราได้ ดังนั้นหากเกษตรกรหรือผู้สนใจนำอุปกรณ์ชุดนี้ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นมาจากวัสดุที่หาได้ง่ายรอบตัว ไปใช้ประโยชน์จะช่วยประหยัดแรงงานของเกษตรกรในการรดน้ำ ช่วยประหยัดน้ำ ลดอัตราการตายของต้นยางพารา ลดต้นทุนเกษตรกรในการซื้อต้นกล้าพันธุ์ยางพาราเพื่อปลูกซ่อมซึ่งเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการปลูกต้นยางพารา และยังเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นได้อีกด้วย

จากตัวอย่างงานวิจัยชิ้นนี้ของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นอกจากนักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการทำงานวิจัย โดยการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ ออกแบบ ทดลอง และแก้ปัญหาโดยการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนรู้ และแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนแล้ว ยังเป็นการช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจนเกิดนวัตกรรมใหม่ในท้องถิ่นที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน และเพื่อการประกอบอาชีพได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

ขวัญทิวา ตั้งมั่น, ปรางวลัย จำปาลี, อภิชาต อุนัยบรรณ และ วินัย ทองมาก. (2555). *งานวิจัยเรื่อง อุปกรณ์กำจัดวัชพืชขอนุรักษ์น้ำ (The Equipment Eradicates the Weed).* โรงเรียนภูมิชรอดวิทยา จังหวัดศรีสะเกษ. โครงการยุวชนไทยร่วมใจรักษ์น้ำ ปี 2555.

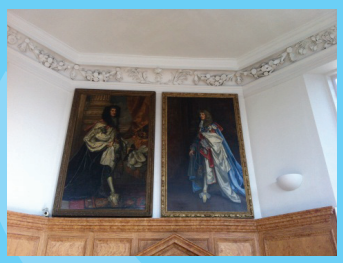
ดร.อลงกต ใหม่ด้วง
นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. / e-mail : amaid@ipst.ac.th

ไขรหัสความลับเวลาและพิชิตซีกโลกซ้ายขวา ณ หอดูดาวกรีนิช ประเทศอังกฤษ

สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญที่คนรักวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งดาราศาสตร์ ไม่สามารถมองข้ามหากมีโอกาสได้ไปเยือน กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ก็คือหอดูดาวหลวงที่ตำบลกรีนิชซึ่งมีประวัติศาสตร์อันยาวนาน แถมยังเป็นสถานที่สำคัญในทางภูมิศาสตร์และเวลาของโลกในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่กำหนดให้เป็นเส้นลองจิจูด 0 องศา หรือที่เรียกว่าเส้นเมริเดียนปฐม ซึ่งเป็นเส้นอ้างอิงสำคัญในการแบ่งโซนเวลารวมทั้งแบ่งซีกโลกออกเป็นฝั่งซ้ายและฝั่งขวานั่นเอง

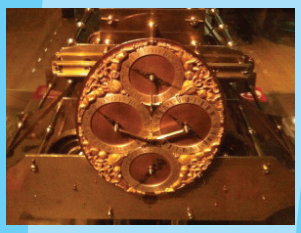
หอดูดาวหลวงที่ตำบลกรีนิชนี้สร้างขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1675 โดยกษัตริย์ Charles ที่ 2 ทรงแต่งตั้งให้ John Flamsteed เป็นนักดาราศาสตร์หลวงทำหน้าที่ศึกษาและพัฒนาแผนที่ดาวซึ่งมีประโยชน์ต่อการเดินเรือในสมัยนั้นโดยใช้หอดูดาวแห่งนี้เป็นทั้งที่พักและที่ทำงาน John Flamsteed ดำรงตำแหน่งเป็นนักดาราศาสตร์หลวงที่นี่จนเขาเสียชีวิตในปี ค.ศ. 1719 จากนั้นก็มีผู้สืบทอดตำแหน่งนักดาราศาสตร์หลวงต่อจากเขาอีกสิบรายกระทั่งปี ค.ศ. 1948 จึงมีการย้ายสถานที่ปฏิบัติงานดาราศาสตร์หลวงไปที่เมืองซัสเซกส์แทน หอดูดาวที่ตำบลกรีนิชแห่งนี้จึงได้กลายเป็นพิพิธภัณฑ์ดาราศาสตร์เปิดบริการให้นักท่องเที่ยวได้สำรวจประวัติด้านการศึกษาดาราศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และวิวัฒนาการของการพยายามสร้างเครื่องมือบอกเวลาที่เที่ยงตรง

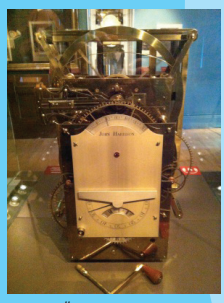
พื้นที่จัดแสดงหลัก ๆ ของพิพิธภัณฑ์ดาราศาสตร์หรืออดีตหอดูดาวหลวงแห่งนี้ก็อยู่ที่ตัวอาคารซึ่งเคยเป็นที่พักและที่ทำงานของเหล่านักดาราศาสตร์หลวงทั้งหลายเหล่านี้นั่นเอง โดยปัจจุบันพิพิธภัณฑ์ได้ตั้งชื่ออาคารแห่งนี้ว่า Flamsteed House เพื่อเป็นเกียรติแก่นักดาราศาสตร์หลวงท่านแรก และได้เปิดแสดงทั้งในส่วนของชั้นล่าง ชั้นบน รวมถึงชั้นใต้ดินด้วย สำหรับห้องต่าง ๆ ใน Flamsteed House นี้ก็ประกอบไปด้วยห้องพักและห้องทำงานของบรรดานักดาราศาสตร์ โดยยังมีการเก็บรักษาเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ อาทิ โต๊ะทำงาน โต๊ะเขียนแผนที่ เครื่องเขียนและเครื่องมือโบราณ เก้าอี้นั่งรวมถึงเตียงนอนเอาไว้ให้ผู้ชมได้สัมผัสถึงบรรยากาศในยุคสมัยนั้น ในส่วนของชั้นบนซึ่งเป็นห้องแปดเหลี่ยมทำให้สามารถมองเห็นท้องฟ้าได้รอบทิศทาง ก็มีการจัดแสดงกล้องโทรทรรศน์ดูดาวแบบโบราณที่ประกอบด้วยไม้และมีขั้นคล้ายบันไดเพื่อปรับมุมเงยของตัวกล้องในองศาต่าง ๆ ได้ โดยในด้านหนึ่งของห้องก็มีการจัดแสดงพระบรมฉายาทิศลักษณ์ขนาดใหญ่ของกษัตริย์ Charles ที่ 2 และกษัตริย์ James ที่ 2 องค์อุปถัมภ์พระองค์สำคัญของหอดูดาวหลวงแห่งนี้ด้วย



สำหรับชั้นใต้ดินของ Flamsteed House ก็เป็นการแสดงนิทรรศการประวัติศาสตร์ของประดิษฐกรรมนาฬิกาและระบบการแบ่งเขตเวลาของมนุษย์ โดยมีการเท้าความกันตั้งแต่ความจำเป็นของการพัฒนาเครื่องมือบอกตำแหน่งภูมิศาสตร์และเวลาที่แม่นยำซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญในการเดินเรือข้ามมหาสมุทรในสมัยนั้น ความท้าทายสำคัญคือการประดิษฐ์นาฬิกาที่สามารถนำไปใช้บนเรือและสามารถบอกเวลาได้อย่างเที่ยงตรงโดยไม่อาศัยการแกว่งของลูกตุ้มเพราะพื้นเรือจะโคลงเคลงไปตามกระแสคลื่นตลอดเวลาไม่สามารถรักษาความเสถียรได้ ปัญหาอันนี้นับเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอังกฤษในยุคสมัยนั้นมาก ถึงขนาดที่เมื่อปี ค.ศ. 1714 รัฐบาลอังกฤษได้ประกาศให้เงินรางวัลเป็นจำนวนถึง 20,000 ปอนด์หรือเทียบเท่ากับ 137 ล้านบาทในปัจจุบันแก่ผู้ใดก็ตามที่สามารถประดิษฐ์คิดค้นนาฬิกาบอกเวลาซึ่งสามารถใช้ในการเดินเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็ยังไม่มีผู้ใดสามารถพิชิตความท้าทายนี้ได้จนกระทั่งปี ค.ศ. 1736 John Harrison ช่างไม้และ

ช่างทำนาฬิกาจากแคว้นยอร์กเชียร์ก็สามารถประดิษฐ์นาฬิกาเดินเรือที่ชื่อ H1 ที่มีความแม่นยำขึ้นมาได้ โดยเขาได้ดัดแปลงกลไกการใช้ลูกตุ้มแกว่งของนาฬิกาบก มาเป็นการใช้ตุ้มดัมเบลล์โลหะสองลูกเชื่อมต่อกันแทน พร้อมทั้งได้ปรับกลไกของเฟืองด้วยการใช้ซี่โลหะรูปร่างคล้ายขาตั๊กแตนมาบังคับการหมุน ทำให้นาฬิกา H1 ของเขาสามารถบอกเวลาได้อย่างเที่ยงตรงที่สุดเท่าที่มีการสร้างมา แม้ว่าจะยังไม่ถึงระดับความแม่นยำที่จะได้รับรางวัลก็ตาม อย่างไรก็ดี John Harrison ก็ยังได้รับเงินรางวัลปลอบใจจากรัฐบาลอังกฤษเป็นจำนวน 500 ปอนด์ เพื่อเป็นทุนในการพัฒนานาฬิกา H1 ให้แม่นยำขึ้น จนในที่สุดเขาก็สามารถผลิตนาฬิกาเดินเรือขนาดเล็กที่มีกลไกแบบนาฬิกาข้อมือซึ่งใช้สปริงเป็นกลไกในการควบคุมเวลาซึ่งเรียกว่า H4 และสามารถรักษาความเที่ยงตรงได้โดยไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิ ความชื้น แรงเสียดทานหรือแม้แต่การเคลื่อนที่ของเรือ ทำให้เขาได้รับเงินรางวัลที่เหลือไปในที่สุด ซึ่งพิพิธภัณฑ์ดาราศาสตร์แห่งนี้ก็ได้จัดแสดงนาฬิกาเดินเรือรุ่นต่าง ๆ ของ John Harrison ตั้งแต่รุ่น H1 ถึง H4 ให้ผู้ชมได้เห็นถึงวิวัฒนาการและความพยายามของนักประดิษฐ์ท่านนี้อีกด้วย





วิวัฒนาการนาฬิกาเดินเรือของ John Harrison รุ่น H1-H4

รายละเอียดขั้นตอนของการพัฒนานาฬิกาที่สามารถบอกเวลาในสภาพต่าง ๆ โดยเฉพาะในระหว่างการเดินเรือได้อย่างเที่ยงตรงที่จัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ดาราศาสตร์แห่งนี้ ทำให้เราเห็นว่ากว่าที่นักประดิษฐ์จะคิดค้นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพอย่างที่เราใช้กันในปัจจุบัน ก็ต้องผ่านการคิดแก้ปัญหาลองผิดลองถูกกันเป็นเวลายาวนาน ซึ่งหลังจากที่ John Harrison สามารถพัฒนาต้นแบบของนาฬิกาพกหรือนาฬิกาข้อมือในปัจจุบันได้แล้ว นิทรรศการประวัติศาสตร์การสร้างเครื่องมือบอกเวลาก็ยังมีการแสดงวิทยาการใหม่ ๆ ที่ให้ความแม่นยำในการบอกเวลามากขึ้น อาทิ การใช้เครื่องสั่นอิเล็กทรอนิกส์ของผลึกแร่ควอตซ์การวัดเวลาด้วยอะตอม และเทคโนโลยีล่าสุดคือการยิงเลเซอร์ไปวัดคาบการสั่นของอนุภาคอิออนเดี่ยวในสนามของแรงซึ่งสามารถให้ความละเอียดแม่นยำในระดับผิดพลาดเพียงแค่ 1 วินาทีในหนึ่งร้อยล้านปี

นอกจากเรื่องราวสนุก ๆ ของการคิดค้นเครื่องมือบอกเวลาต่าง ๆ เหล่านี้แล้ว ทางพิพิธภัณฑ์ดาราศาสตร์ที่หอดูดาวกรีนิชนี้ยังมีการจัดแสดงนาฬิกาแดดรูปปลาโลมาที่ใช้เงาของหางปลาคอยชี้บอกเวลา รวมทั้งนาฬิกาโบราณที่มีเลขบนหน้าปัดตั้งแต่ 0 ถึง 23 ชั่วโมงแสดงให้ดูอีกด้วย

นาฬิกาแดดรูปปลาโลมา

นาฬิกา 24 ชั่วโมง

ในส่วนด้านข้างของอาคาร Flamsteed House ก็ยังมีการแสดงห้องมืดสำหรับสังเกตการณ์ที่เรียกว่า Camera Obscura ซึ่งอาศัยหลักการสะท้อนแสงผ่านกระจกและเลนส์ project ภาพสะท้อนผ่านรูแคบ ๆ บริเวณโดมของตัวอาคารซึ่งปิดทึบและมืดสนิทส่องลงบนโต๊ะที่ตั้งไว้กลางห้อง โดยภาพที่ปรากฏบนโต๊ะนั้นจะเป็นภาพสะท้อนของอาคาร Queen's House ซึ่งตั้งอยู่อีกฟากถนนหนึ่ง ทำให้ผู้ชมสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกได้ แม้จะอยู่ในห้องที่ปิดมิดชิด หลักการของ Camera Obscura นี้ถือเป็นต้นกำเนิดของกล้องถ่ายรูปที่ใช้กันในปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ในการเล่นกับหลักการสะท้อนของแสงผ่านกระจกและเลนส์มาประยุกต์ใช้ในการช่วยการมองเห็นวิธีต่าง ๆ ได้อย่างน่าสนใจ

ทางเข้า Camera Obscura

ช่องรับแสง

ภาพสะท้อนบนโต๊ะ

ไม่เพียงแต่จะเป็นมาตรฐานในการบอกเวลาสำหรับชาวอังกฤษ มาตั้งแต่สมัยยุคคริสต์ศตวรรษที่ 17 เท่านั้น หอดูดาวเมืองกรีนิชยังทำหน้าที่เป็นผู้ให้มาตรฐานด้านการวัดความยาวด้วยการใช้หมุดโลหะแสดงระยะตามหน่วยวัดที่นิยมใช้ในประเทศอังกฤษ ซึ่งประกอบด้วย ความยาวหนึ่งหลาอังกฤษ ความยาวสองฟุต หนึ่งฟุต หกนิ้ว และสามนิ้ว ให้ผู้คนมาเทียบวัดกันได้บริเวณทางเข้าหอดูดาว

มาตรฐานความยาวที่นิยมใช้กันในอังกฤษ

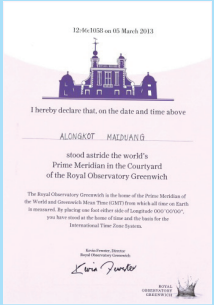
ส่วนพื้นที่เด็ดที่ผู้เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์หอดูดาวแห่งนี้จะพลาดถ่ายรูปเก็บไว้เป็นที่ระลึกไม่ได้ก็คือบริเวณลานหน้าอาคาร Flamsteed House ที่แสดงเส้นลองจิจูด 0 องศา ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถยืนแยกขาตั้งท่าพิชิตซีกโลกทั้งซ้ายและขวาหน้าประติมากรรมโลหะแสดงจุดผ่านของเส้นลองจิจูดกันอย่างเท่ โดยทางหอดูดาวก็ได้ติดป้ายแสดงจุดเริ่มต้นของเส้นเมริเดียนปฐมด้วยแถบสีแดงก่อนจะลากต่อลงมาเป็นแถบโลหะสีทองบนพื้นลาน ซึ่งบนป้ายแสดงเส้นเมริเดียนปฐมหรือ Prime Meridian of the World นี้ก็มีการระบุตำแหน่งลองจิจูดที่ 0 องศา 0 ลิปดา 0 ฟิลิปดา และละติจูดที่ 51 องศา 28 ลิปดา 38 ฟิลิปดา เหนืออย่างชัดเจน ทั้งยังมีการแบ่งซีกโลกเป็นฝั่งตะวันออกและตะวันตกอย่างเด่นชัดอีกด้วย โดยบริเวณพื้นที่มีการตีด้วยเส้นโลหะสีทองก็มีการบอกพิกัดลองจิจูดของเมืองสำคัญ ๆ ต่าง ๆ ว่าอยู่ห่างจากหอดูดาวตำบลกรีนิชแห่งนี้ไปกี่องศา ซึ่งประเทศไทยของเราก็ไม่น้อยหน้าเพราะมีการแจ้งพิกัดของกรุงเทพมหานครเอาไว้ที่ 100 องศา 30 ลิปดา ตะวันออกด้วย

เส้นเมริเดียนปฐม

ตำแหน่งลองจิจูดของกรุงเทพมหานคร

ถ่ายรูปกับเส้นลองจิจูดแบ่งซีกโลก

นอกเหนือจากจะได้ถ่ายรูปกับเส้นเมริเดียนปฐมอันเป็นจุดกำเนิดของเส้นแบ่งเวลาโลกแล้ว ผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ยังสามารถสั่งประกาศนียบัตรที่ระลึกเพื่อเป็นการยืนยันว่าได้มาพิชิตเส้นแบ่งซีกโลก ณ ลองจิจูดที่ 0 องศา 0 ลิปดา 0 ฟิลิปดา ณ วันที่เท่าไหร่ เวลาใด ในราคาเพียงแค่ 1 ปอนด์ ซึ่งโอกาสดี ๆ อย่างนี้ผมเองก็ไม่ขอพลาดขอสั่งประกาศนียบัตรจากเจ้าหน้าที่เพื่อยืนยันว่าได้มาเยือนสถานที่สำคัญทางดาราศาสตร์และภูมิศาสตร์แห่งนี้ เมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2556 เวลา 12:46:1058 นาฬิกา ตามเวลาท้องถิ่นที่ตำบลกรีนิช


12:46:1058 on 05 March 2013

I hereby declare that, on the date and time above

ALONGKOT MADUANG

stood astride the world's
Prime Meridian in the Courtyard
of the Royal Observatory Greenwich

The Royal Observatory Greenwich is the home of the Prime Meridian of the World and Greenwich Mean Time (GMT) from which all time on Earth is measured. By placing one foot either side of Longitude 000°00'00", you have stood at the home of time and the basis for the International Time Zone System.

Kevin Fewster, Director
Royal Observatory Greenwich

ประกาศนียบัตรจากหอดูดาวกรีนิช

พิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์ดาราศาสตร์และภูมิศาสตร์แห่งนี้จึงนับเป็นอีกหนึ่งสถานที่ท่องเที่ยวที่คนรักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายไม่ควรพลาด โดยสามารถไปเยี่ยมชมกันได้ด้วยการเดินทางไปยังสถานี DLR ชื่อ Cutty Sark แล้วเดินไปตามป้ายบอกทางอีกเพียงประมาณ 10 นาทีเท่านั้นครับ

บรรณานุกรม

Classroom Resources. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2556, จาก http://www.rmg.co.uk/schools/royal-observatory/classroom-resources

What's on guide Royal Museum Greenwich. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2556, จาก http://www.rmg.co.uk/whats-on/whats-on-guide

รักษพล ธนานุวงศ์
นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท./ e-mail: rthan@ipst.ac.th

บอกเล่าประสบการณ์ของการเยี่ยมชมโรงไฟฟ้าที่ประเทศจีน

สแกนโค้ดนี้เพื่อชมภาพเคลื่อนไหว

เมื่อไม่นานมานี้ คณะนักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. จำนวน 11 คน ร่วมกับคณาจารย์จากสถานศึกษาต่าง ๆ จำนวน 9 คน และพนักงานจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตอีก 8 คน ได้มีโอกาสเดินทางไปที่เกาะฮ่องกง และ มณฑลกวางดง ประเทศจีน เพื่อศึกษาดูงานโรงไฟฟ้า 3 โรง 3 ประเภท ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานลม โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ และโรงไฟฟ้าถ่านหิน โดยมีวัตถุประสงค์คือ การได้เรียนรู้เชิงประจักษ์ ได้พูดคุย ซักถามจากผู้ปฏิบัติจริงในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับโรงไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็น ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้า การจ่ายกระแสไฟฟ้า การจัดการมลพิษและของเสียจากโรงไฟฟ้า ผลกระทบกับชุมชนรอบ ๆ เพื่อนำข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์ที่ได้มาเผยแพร่ให้กับนักเรียนไทย ผ่านหนังสือเรียน หรือสื่อต่าง ๆ ที่ทาง สสวท. และคณาจารย์เป็นผู้ร่วมจัดทำ โดยในการเดินทางไปศึกษาดูงานครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กระทรวงพลังงาน

แผนที่แสดงที่ตั้งของโรงไฟฟ้าทั้ง 3 แห่งที่ได้เดินทางไปเยี่ยมชม

โรงไฟฟ้าพลังงานลมเซียชุงดาว

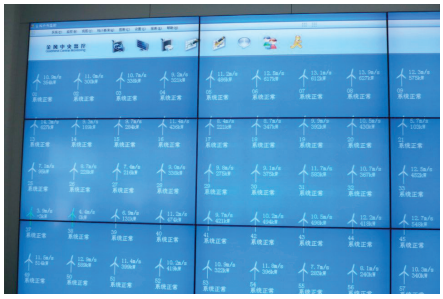
โรงไฟฟ้าพลังงานลมเซียชุงดาว ประกอบด้วยกังหันลมขนาดความสูงกว่า 60 เมตรจำนวน 157 ตัว ที่กระจายบนเกาะ 2 เกาะ คือ เกาะเซียชวนและเกาะซางชวน เมืองไท่ซาน มณฑลกวางดง ซึ่งเป็นมณฑลที่อยู่ห่างออกไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะฮ่องกงประมาณ 250 กิโลเมตร

โรงไฟฟ้าพลังงานลมเซียชุงดาวให้กำลังผลิตไฟฟ้ารวมทั้งหมดประมาณ 128 เมกะวัตต์ และได้ดำเนินการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้บริการกับชุมชนในเมืองไท่ซานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของกังหันและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของโรงไฟฟ้า ถูกผลิตและพัฒนาขึ้นโดยบริษัทเอกชนสัญชาติจีน

ภายในห้องควบคุมของโรงไฟฟ้าพลังงานลมเซียชุงดาวซึ่งมีขนาดประมาณ 8x8 เมตร มีอุปกรณ์ที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อนเหมือนกับโรงไฟฟ้าถ่านหินหรือโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ยกตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง จอมอนิเตอร์ขนาดใหญ่สำหรับแสดงสภาวะการทำงานของกังหันลม ณ เวลาจริง รวมทั้งแผนที่ของเกาะที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของกังหันลม

ที่บริเวณยอดเขา ซึ่งเป็นสถานที่ติดตั้งกังหันลม หลังจากที่พวกเราได้เดินทางไปถึง และได้ยืนใต้กังหันลมแล้วพบว่า กังหัน

กังหันลมบนเกาะเซียชวน
โรงไฟฟ้าพลังงานลมเซียชุงดาว



ภายในห้องควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานลมเซียชุงดาว

ลมที่กำลังหมุนไม่ทำให้เกิดเสียงรบกวนอย่างที่ได้คาดการณ์เอาไว้ และหลังจากที่เราพิจารณาสภาวะของลมบนยอดเขาที่ค่อนข้างแรงและมีลมพัดตลอดเวลาแล้ว ทางเราคาดว่า การจะสร้างโรงไฟฟ้าลักษณะเดียวกันนี้ในประเทศไทย อาจจะไม่สามารถทำได้ เพราะประเทศไทยไม่มีบริเวณที่มีสภาวะลมแรงและสม่ำเสมออย่างที่บนยอดเกาะเซียชวนแห่งนี้

ทางเจ้าหน้าที่โรงไฟฟ้าชาวจีนได้บอกว่า ถึงแม้ว่าโรงไฟฟ้าพลังงานลมแห่งนี้จะเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ามา 9 ปีแล้ว แต่ชาวจีนยังไม่สามารถพึ่งพาพลังงานจากที่นี่ได้ตลอดเวลา ด้วยความไม่แน่นอนของสภาพลมฟ้าอากาศ ทำให้ต้องมีการจัดหาพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าอื่นมาเตรียมรองรับไว้เสมอ

เนื่องจากประเทศจีนมีพื้นที่ที่กว้างใหญ่และมีชายฝั่งที่ยาวหลายพันกิโลเมตร ทำให้ประเทศจีนสามารถพัฒนาศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีพลังงานลมจนก้าวขึ้นมาเป็นลำดับต้น ๆ ของโลกทางด้านนี้ในปัจจุบัน ซึ่งตัวเลขกำลังผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมทั่วประเทศกว่า 25.1 กิกะวัตต์ และกังหันลมกว่า 35,000 ตัวทั่วประเทศ เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงศักยภาพด้านพลังงานลมของประเทศจีนได้เป็นอย่างดี

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์ (Daya Bay Nuclear Power Station) เป็นโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชิงพาณิชย์แห่งแรกของจีน เริ่มเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟในปี พ.ศ. 2537 โดยให้กำลังการผลิตไฟฟ้ากว่า 1,968 จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์จำนวน 2 เครื่อง (แต่ละเครื่องให้กำลังผลิตไฟฟ้า 984 เมกะวัตต์) ทั้งนี้ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้กว่า 70% ได้ส่งให้เกาะฮ่องกง ส่วนที่เหลืออีก 30% ส่งให้ชาวจีนในมณฑลกวางดง

สถานที่ตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์เป็นพื้นที่ที่ทางรัฐบาลจีนได้มีการทำการศึกษามาเป็นอย่างดีว่า จะไม่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นแผ่นดินไหว สึนามิ อุทกภัยหรือวาตภัย และด้วยอาคารครอบคลุมเครื่องปฏิกรณ์ที่สร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็กกล้าหนากว่า 1 เมตร ประกอบกับการออกแบบด้านความปลอดภัยที่ทันสมัยกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ฟุกุชิมะ ประเทศญี่ปุ่น กว่า 20 ปี ทำให้ ถึงแม้จะเกิดเหตุการณ์รุนแรงใด ๆ โรงไฟฟ้าแห่งนี้จะสามารถป้องกันการรั่วไหลของรังสีได้เป็นอย่างดี ไม่เว้นแม้แต่ในกรณีที่เครื่องบินพุ่งชนอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์

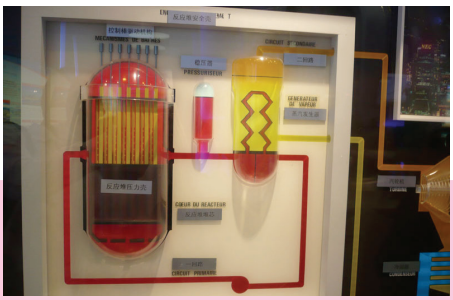
เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์เป็นแบบ Pressurized Water Reactor (PWR) ที่ใช้ระบบน้ำ 3 วงจร (3 Loops) สำหรับ การผลิตน้ำร้อน การผลิตไอน้ำ และ การระบายความร้อน ตามลำดับ โดยในส่วนของวงจรที่ใช้ผลิตน้ำร้อน น้ำในวงจรจะทำหน้าที่รับพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ของเครื่องปฏิกรณ์ สำหรับนำไปถ่ายโอนต่อให้น้ำในวงจรที่ 2 เพื่อผลิตไอน้ำ น้ำในวงจรแรกนี้จะมีอุณหภูมิสูงมากแต่จะยังไม่กลายเป็นไอน้ำ เพราะถูกควบคุมโดยระบบปรับความดัน จึงเป็นที่มาของคำว่า Pressurized ของชื่อประเภทเครื่องปฏิกรณ์

ในส่วนของน้ำที่ใช้ระบายความร้อน โรงไฟฟ้าได้ใช้น้ำทะเลที่อยู่บริเวณรอบ ๆ ที่ทำหน้าที่รับความร้อนจากไอน้ำที่ใช้มาจากวงจรที่ 2 ก่อนจะนำไปปล่อยออกสู่ทะเลที่อ่าวดาย่า ดังนั้น โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ดาย่าเบย์แห่งนี้จึงไม่จำเป็นสร้างปล่องควันขนาดใหญ่สำหรับปล่อยไอน้ำเพื่อระบายความร้อนเหมือนกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์รุ่นก่อน ๆ จึงไม่เกิดภาพการปล่อยควันสีขาวใหญ่ ๆ ที่หลายคนรู้สึกกลัวและหวาดระแวง

ในช่วงที่ประเทศจีนเริ่มนำเทคโนโลยีเครื่องปฏิกรณ์มาใช้สร้างพลังงานไฟฟ้า ประเทศจีนได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมาจากประเทศฝรั่งเศส ซึ่งในเวลาต่อมา นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรนิวเคลียร์ของจีนได้ทำการค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติม จนกระทั่งสามารถเป็นผู้ผลิตและพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์ได้เอง ซึ่งปัจจุบัน ประเทศจีนได้มีการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ของประเทศจีนเองให้มีอายุการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบเดิม ซึ่งจีนได้จดสิทธิบัตรภายใต้ชื่อ CPR-1000+ ที่จีนพร้อมถ่ายทอดให้กับประเทศอื่น ๆ

สำหรับเชื้อเพลิงที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์ใช้ในการสร้าง

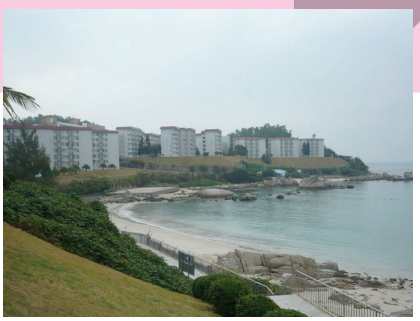
การฟังบรรยายในห้องประชุม ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์



การแสดงนิทรรศการให้ความรู้ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์

แท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมจำลอง (ซ้ายมือ)
การวัดปริมาณรังสีในบริเวณโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์ (ขวา)

บริเวณรอบๆ โรงฟฟ้านิวเคลียร์



ริมชายหาดในบริเวณของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ของเครื่องปฏิกรณ์ โรงไฟฟ้าแห่งนี้ได้แก่ **ยูเรเนียมออกไซด์** ที่มีการนำเข้าจากประเทศออสเตรเลียและอินโดนิเซีย แท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมออกไซด์รูปทรงกระบอกขนาดยาวประมาณ 12 มิลลิเมตรและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 มิลลิเมตรสามารถใช้ผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่ากับการเผาไหม้ถ่านหินปริมาณกว่า 2 ตันในโรงไฟฟ้าถ่านหิน

ในการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สามารถเดินเครื่องต่อเนื่องกันได้เป็นเวลานานกว่า 18 – 30 เดือน ทำให้ไฟฟ้าที่จ่ายให้ภาคชุมชนและภาคอุตสาหกรรมมีเสถียรภาพ เป็นที่พึ่งพาได้ อีกทั้ง เนื่องจากไม่ต้องมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จึงไม่ก่อให้เกิดมลพิษที่เป็นอันตรายต่อผู้คนและสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ

ด้านความปลอดภัย นอกจากโรงไฟฟ้าได้กำหนดให้มีการตรวจวัดระดับความเข้มของรังสีทั้งภายในและรอบ ๆ โรงไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอเพื่อเฝ้าระวังการรั่วไหลของรังสีแล้ว ยังมีการสร้างเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัยภายในโรงไฟฟ้า และมีระบบฝึกฝนบุคลากรของโรงไฟฟ้าอย่างเข้มข้น เพื่อป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น

ด้วยเหตุนี้ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์ จึงได้รับความไว้วางใจจากชุมชนรอบ ๆ เป็นอย่างดี อีกทั้ง การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทำให้เกิดการสร้างถนน และระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ประปาไฟฟ้า ทำให้ชุมชนรอบ ๆ มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น การจับจ่ายใช้สอยของพนักงานของโรงไฟฟ้าในพื้นที่ ทำให้เศรษฐกิจของชุมชนรอบ ๆ โรงไฟฟ้าดีขึ้นด้วย

สำหรับสิ่งแวดล้อมและอากาศรอบโรงไฟฟ้า มีความคล้ายกับอุทยานธรรมชาติในต่างจังหวัดของประเทศไทย อากาศสะอาด ปรอดโปร่ง สดชื่น บริเวณรอบ ๆ เต็มไปด้วยต้นไม้ ดอกไม้ และต้นหญ้าสีเขียวขจี เมื่อเดินออกไปไม่ไกลไปจากอาคารรับรอง หาดทรายที่บริเวณริมทะลมีสีขาวสะอาด น้ำทะเลบริเวณชายหาดใสจนสามารถมองเห็นโขดหินใต้น้ำได้

ในการจัดการกับกากกัมมันตรังสีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดาย่าเบย์ ทางโรงไฟฟ้าได้สร้างโกดังสำหรับกักเก็บกากกัมมันตรังสีที่ห่างจากอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์ไปประมาณ 2 กิโลเมตร ขั้นตอนการปฏิบัติในการจัดการกับกากกัมมันตรังสีของที่นี่เป็นไปตามขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นที่ยอมรับของนานาชาติ นั่นคือ จะมีการบีบอัดของเสียที่มีสภาวะกัมมันตรังสีให้แน่นจนมีขนาดประมาณกระบอกข้าวหลามก่อนจะใช้ปูนโบกทับให้หนากว่า 90 เซนติเมตร จากนั้นเจ้าหน้าที่จะนำกากกัมมันตรังสีที่ถูกโบกทับเรียบร้อยแล้วไปจัดเก็บไว้ในโกดังที่ปลูกสร้างอยู่บนดิน เพื่อรอวันกลบฝังทั้งโกดัง เมื่อมีความจุเต็ม

จากความมีเสถียรภาพ ความมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และการไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสภาวะแวดล้อมของการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ประเทศจีนที่มีความต้องการพลังงานอย่างมากในการรองรับเศรษฐกิจที่กำลังเจริญเติบโตอย่างก้าวกระโดดและตระหนักดีถึงมลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จึงได้มีการวางแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นอีกกว่า 50 โรงภายในอีก 10 ปีข้างหน้า เพื่อให้สัดส่วนพลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดจากเดิม 2% เพิ่มเป็น 6% ซึ่งขณะนี้ ประเทศจีนได้สงวนแร่ยูเรเนียมไว้สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้กับประเทศไปอีกนานกว่า 25 ปีแล้ว

(ซ้ายมือ) ตัวอย่างการใช้ปูนโบกทับกากกัมมันตรังสีที่ถูกอัดเป็นรูปทรงกระบอกอยู่ตรงกลาง
(ขวามือ) โกดังสำหรับเก็บกากกัมมันตรังสีที่ได้รับการโบกปูนทับเรียบร้อยแล้ว

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ที่โรงไฟฟ้าถ่านหินแคสเทิ้ลพีค

รางลำเลียงถ่านหินไปยังเตาเผา

โรงไฟฟ้าถ่านหินแคสเทิ้ลพีค (Castle Peak Power Station)

โรงไฟฟ้าถ่านหินแคสเทิ้ลพีค ถูกสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2532 ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 8 เครื่อง ให้กำลังผลิตไฟฟ้ารวมทั้งหมดกว่า 4,110 เมกกะวัตต์ เพื่อแจกจ่ายให้กับชาวฮ่องกง เนื่องจากอายุการใช้งานนานกว่า 15 ปี อุปกรณ์หลายอย่างได้มีการเสื่อมสภาพ ทำให้ปัจจุบัน โรงไฟฟ้าไม่สามารถเดินเครื่องได้เต็ม 100%

เทคโนโลยีที่สำคัญของโรงไฟฟ้าแห่งนี้คือ เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด ที่ทางโรงไฟฟ้าได้พยายามเรื่อยมาในการออกแบบและพัฒนาให้การเผาไหม้ถ่านหินปล่อยมลพิษต่าง ๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ผงฝุ่น ออกมาน้อยที่สุด เท่าที่จะทำได้ ซึ่งในปัจจุบัน บริษัทได้รับการยอมรับว่า มีเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดที่มีประสิทธิภาพลำดับต้น ๆ ของโลก

ในด้านแผนการพัฒนาด้านพลังงานในอนาคตของฮ่องกง ฮ่องกงจะหันไปใช้พลังงานจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ มากขึ้น ถึงแม้โรงไฟฟ้าถ่านหินจะยังทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่มลพิษและก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ถ่านหินยังถือว่าเป็นปัญหาใหญ่ และถึงแม้จะมีการแสดงความวิตกกังวลจากชาวฮ่องกงหลังจากเกิดเหตุการณ์ที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เมืองฟุกุชิมะ ประเทศญี่ปุ่น ชาวฮ่องกงส่วนใหญ่ ยังไว้ใจในความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ สาเหตุหนึ่งมาจากการทำความเข้าใจที่ดีระหว่างทางเจ้าหน้าที่โรงไฟฟ้ากับประชาชนชาวฮ่องกง ดังนั้น พลังงานนิวเคลียร์จึงถือได้ว่า เป็นหนึ่งในพลังงานแห่งอนาคต ที่จะช่วยสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน พัฒนาเศรษฐกิจและชีวิตความเป็นอยู่ของชาวฮ่องกง

การศึกษาดูงานครั้งนี้ นอกจากคณะของเราจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าทั้ง 3 แบบแล้ว ยังได้ทราบถึงการพัฒนาและการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับสถานการณ์ด้านพลังงานในอนาคตของประเทศจีน ได้เห็นความเจริญทางวัตถุของเมืองเซินเจิ้น เห็นผู้คนชาวจีนที่ขยันขันแข็ง ทำให้ได้เรียนรู้ว่า ประเทศจีนที่ได้ถูกคาดการณ์ไว้ว่าจะก้าวมาเป็นเบอร์ 1 ของโลกทางด้านเศรษฐกิจในอนาคตอันใกล้ จะสามารถก้าวถึงจุดนั้นได้อย่างไม่ยากเย็น และเมื่อหันกลับมามองสถานการณ์ด้านพลังงานของเมืองไทยที่ปัจจุบันยังต้องพึ่งพาก๊าซธรรมชาติกว่า 70% และจะหมดไปในอีก 20 ปีข้างหน้า แหล่งพลังงานอื่น ๆ ที่มีในประเทศจะถูกใช้หมดไปในไม่นาน ในขณะที่ประชากรและอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นทุกขณะ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยได้คือ **การให้การศึกษาที่ดีกับเยาวชน ให้เยาวชนได้ความรู้ความเข้าใจด้านพลังงานที่ถูกต้องรอบด้าน และเพียงพอ ที่จะช่วยให้พวกเขามีวิจารณญาณในการตัดสินใจที่ดีเมื่อพวกเขาจะต้องเผชิญกับสถานการณ์ด้านพลังงานในอนาคต ได้เกิดความหวงแหนและใช้ทรัพยากรด้านพลังงานอย่างรู้คุณค่า และ หากเป็นไปได้ ให้พวกเขาได้เกิดความคิดต่อยอด มีทักษะสร้างสรรค์ ค้นคว้าวิจัย หรือประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรมที่จะมาช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้านพลังงานของประเทศในอนาคต และการได้รับศึกษาที่ดีของประชากรไทยในอนาคตเหล่านี้ จะมาเป็นรากฐานด้านพลังงานให้กับเมืองไทย ให้เมืองไทยมีพลังงานใช้อย่างมั่นคงและยั่งยืน สามารถพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้านให้ทัดเทียมกับนานาชาติต่อไป**

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

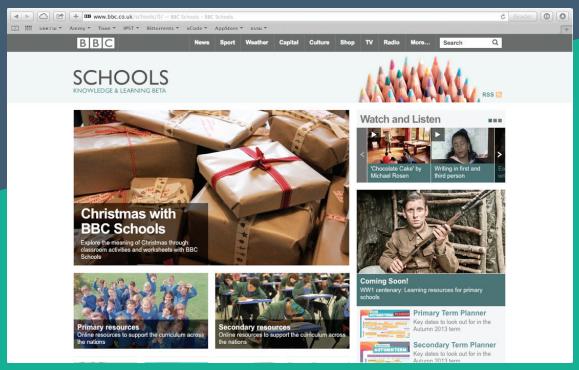
คณะเดินทางไปเยี่ยมชมโรงไฟฟ้า

สุประดิษฐ์ รุ่งศรี
นักวิชาการ ฝ่ายนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สสวท. / e-mail : sroon@ipst.ac.th

เว็บช่วยสอน

BBC – Online learning resources
http://www.bbc.co.uk/learning/

เว็บไซต์นี้พัฒนาขึ้นโดย BBC (British Broadcasting Corporation) ประเทศอังกฤษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลออนไลน์ในการสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ เหมาะสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ภายในประกอบด้วยสื่อสำหรับการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งเข้าใจและเข้าถึงได้ง่าย เช่น บทความ รูปภาพวีดิทัศน์แผนการจัดการเรียนรู้ เกมและแอนนิเมชัน รวมทั้งใบงานและใบกิจกรรมสำหรับเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในทุกที่ ทุกเวลา



Technology - The online teacher resource
http://www.teach-nology.com

The Art and Science of Teaching with Technology เป็นแหล่งทรัพยากรออนไลน์สำหรับครูที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนหลายด้าน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้มากกว่า 46,000 แผน และเอกสารต่าง ๆ มากกว่า 10,200 ชุด เช่น แบบทดสอบ เอกสารเกณฑ์การประเมินของแต่ละสาขาวิชา เทคนิคการเรียนการสอนรวมถึงเกมแอนนิเมชันและเครื่องมือที่จะช่วยครูผู้สอนให้สามารถสร้างเอกสารได้ด้วยตนเอง เหมาะสำหรับครูที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ถือเป็นแหล่งทรัพยากรออนไลน์สำหรับครูที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของแต่ละวิชาได้เป็นอย่างดี

Teachade - Online community for educators
http://www.teachade.com

TeachAde.com เป็นหนึ่งในเว็บไซต์ลำดับต้น ๆ ที่มีการนำระบบโซเชียลมีเดียหรือสังคมแห่งการเรียนรู้มาใช้ ทำให้สามารถจัดตั้งกลุ่มหรือรวมกลุ่มกับสมาชิกที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกันเพื่อแบ่งปันและขยายองค์ความรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ยังมีสื่อที่ช่วยส่งเสริมความรู้ด้านการศึกษามากกว่า 58,000 รายการ อาทิ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อมัลติมีเดีย วีดิทัศน์ ซึ่งมีหลากหลายสาขาวิชาให้เลือกศึกษาตามความสนใจ เหมาะสำหรับครูผู้สอนทุกวิชาทุกระดับชั้นตั้งแต่ประถมศึกษาตอนต้นถึงมัธยมศึกษาตอนปลายและผู้ที่สนใจทั่วไป จึงจัดเป็นแหล่งเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ สร้างสรรค์งานด้านการศึกษาเพื่อพัฒนาชาติให้ก้าวหน้าต่อไปได้เป็นอย่างดี

นิตยสาร สสวท.

นีรนันท์ ปิยะวิทยาธรรม
นักวิชาการ สาขาเครือข่ายครูบุคลากรทางการศึกษาและพัฒนาวิชาชีพครู สสวท. e-mail: npiya@ipst.ac.th

มารู้จักศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร

ความเป็นมาของศูนย์

การปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีเจตนารมณ์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรมจริยธรรม ตลอดจนวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ส่งเสริมสนับสนุนให้ครูผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น ทั้งแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติและแหล่งเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในชุมชน เช่น สถานประกอบการอาชีพต่าง ๆ ในท้องถิ่น

ภาพศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการวิจัยพัฒนาและส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ทดลองริเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ใช้ทรัพยากรและแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยบูรณาการการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และภูมิปัญญาไทย และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การฝึกอบรมครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น ต้องมีสถานที่เหมาะสมที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เข้าอบรมฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย การจัดสร้างศูนย์ฝึกอบรมครูที่อยู่ในสถานที่ใกล้กับแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายจะทำให้ครูสามารถเรียนรู้และพัฒนาความรู้ ความคิด ทักษะ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งเห็นคุณค่าของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่ต้องช่วยกันดูแลรักษากันให้มั่นคงยั่งยืนตลอดไป

ในปี พ.ศ. 2546 สสวท. ได้จัดทำโครงการความร่วมมือจัดสร้างศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ร่วมกับมูลนิธิอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โครงการดังกล่าวสนองยุทธศาสตร์ของ สสวท. ในด้านพัฒนาส่งเสริมความร่วมมือและสร้างเครือข่ายในการสร้างความเข้มแข็งด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี กับ

หน่วยงานและสถาบันอื่น ๆ รวมทั้งการสนับสนุนเพื่อสนองโครงการอันเนื่องจากพระราชดำริฯ ต่าง ๆ จึงเกิดโครงการความร่วมมือจัดสร้างศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ระหว่าง สสวท. กับมูลนิธิอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ซึ่งมีสถานที่ พื้นที่ และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เหมาะสมที่จะเป็นที่ตั้งศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในโรงเรียนสังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน และโรงเรียนโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร

อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ตั้งอยู่ที่ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ก่อตั้งขึ้นโดยกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดนร่วมกับมูลนิธิพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดาสิริโสภาพัณณวดี และศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีวัตถุประสงค์เพื่อเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในโอกาสที่ทรงเจริญพระชนมายุ 48 พรรษา ในปีพุทธศักราช 2546 นอกจากนี้ ก็เพื่อเป็นการฟื้นฟูพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าชายเลน ป่าชายหาด ป่าเบญจพรรณ และ ที่อยู่อาศัยของสัตว์นานาชนิดให้กลับมาอยู่ในสภาพเดิม ตลอดจนเป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อกระตุ้นและปลูกจิตสำนึกของประชาชนทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศให้เห็นคุณค่าของการอนุรักษ์พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

อุทยานแห่งนี้ ดำเนินงานโดยมูลนิธิอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

วัตถุประสงค์และเป้าหมายของศูนย์ฯ

การก่อสร้างศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติ สิรินธร ในเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการ ดังนี้

1. เพื่อเป็นต้นแบบศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ตั้งอยู่ในภูมิภาค
2. เพื่อใช้เป็นสถานที่ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของครูในโรงเรียนสังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน และโรงเรียนโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร
3. เพื่อเป็นสถานที่จัดการเรียนการสอน ฝึกอบรม เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์สำหรับครูและเยาวชนในท้องถิ่น

ต่อมาในวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2550 ประธานกรรมการมูลนิธิอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (มอนส) และผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ทำบันทึกความร่วมมือทางวิชาการ ในการร่วมมือกันเป็นเครือข่ายเพื่อสร้างและพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงาน และการพัฒนาพลังงานทดแทน ในพื้นที่ของอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร โดยมีเป้าหมายร่วมกันดังนี้

1. จัดให้มีศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับครูผู้สอนอยู่ในโรงเรียนสังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน โรงเรียนในโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และโรงเรียนอื่น ๆ ที่ สสวท. จัดฝึกอบรม
2. จัดให้มีแหล่งเรียนรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน การพัฒนาพลังงานทดแทน วิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ และ ดาราศาสตร์
3. ให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และมูลนิธิอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (มอนส) ได้ใช้อาคารฝึกอบรม อาคารปฏิบัติการ อาคารบ้านพัก และแหล่งเรียนรู้ในส่วนของค่ายสิ่งแวดล้อมนานาชาติ และในอาคารอื่น ๆ ของค่ายสิ่งแวดล้อมนานาชาติ ตามแผนการใช้อาคารที่ สสวท. และ มอนส จัดทำร่วมกัน
4. ให้ สสวท. และ มอนส ประสานความร่วมมือให้ชุมชนและท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้ศูนย์ฯ เพื่อ การศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ สร้างวัฒนธรรมสังคมวิทยาศาสตร์
5. ความร่วมมือระหว่าง สสวท. และ มอนส ให้เป็นกิจกรรมในโครงการที่ดำเนินการร่วมกัน ส่วนการดำเนินการอื่น ๆ ให้ประธานกรรมการ มอนส และผู้อำนวยการ สสวท. เห็นชอบและตกลงกันแต่ละปี

เนื้อหาการอบรมวิชาคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – ป.3)

1. จำนวนและการดำเนินการ	2. การวัด
3. เรขาคณิต	4. พีชคณิต
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	6. ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์
7. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์	8. แนะนำการเรียนรู้โดยใช้ The Geometer's Sketchpad (GSP)
9. การใช้สื่อเทคโนโลยีช่วยในการเรียนรู้	10. การผลิตสื่อการเรียนรู้
11. สาธิตการใช้สื่อและกิจกรรมการสอน	12. การวัดผลและประเมินผล

สสวท. ได้จัดกิจกรรมอบรมครูโรงเรียนในโครงการพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ณ ศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร เช่น จัดกิจกรรมอบรมครูวิชาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา ในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน สังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน จำนวน 176 โรงเรียน ศูนย์การเรียนรู้ตำรวจตระเวนชายแดน จำนวน 12 ศูนย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาครูผู้สอนคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – ป.3) ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตรและเหมาะสมตามสภาพแวดล้อมในชีวิตจริงของแต่ละท้องถิ่น

แนวการพัฒนาทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

หลักสูตรได้กำหนดมาตรฐานด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องสอนให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ให้ได้มาตรฐานด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

(1) การพัฒนาทักษะ / กระบวนการแก้ปัญหา

(2) การพัฒนาทักษะ / กระบวนการให้เหตุผล

(3) การพัฒนาทักษะ / กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

(4) การพัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

(5) การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้กระบวนการเรียนรู้ เกิดทักษะในการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

การสอนที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป และควรเริ่มจากปัญหาที่ง่าย ใกล้ตัวผู้เรียนก่อน โดยกำหนดประเด็นปัญหาให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไปจนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ หลังจากนั้นในปัญหาต่อ ๆ ไป ผู้สอนค่อย ๆ ลดคำถามชี้นำจนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้ว ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองเมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว อาจให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาแต่ละปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย

4. ครู นักเรียน และประชาชนในท้องถิ่นมีแหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาธรรมชาติสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในท้องถิ่น

ปัจจุบันศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้เปิดให้บริการสำหรับหน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานเอกชน ครู นักเรียน และประชาชนทั่วไปที่สนใจ สามารถเข้าไปใช้บริการได้ โดยติดต่อใช้บริการที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

ภาพกิจกรรมผู้บริหารและพนักงาน สสวท. ร่วมกันปลูกป่ารอบบริเวณ และการจัดกิจกรรมการอบรมครู ณ ศูนย์ฝึกอบรม

ศูนย์ฝึกอบรมครูจึงมีประโยชน์หลายด้าน ที่สำคัญได้แก่

1. เป็นศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เป็นต้นแบบของ สสวท. ที่ตั้งอยู่ในส่วนภูมิภาค
2. เป็นศูนย์และแหล่งเรียนรู้ แหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และการศึกษาธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์สำหรับครูและเยาวชนในท้องถิ่น
3. ครูที่สอนในโรงเรียนสังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน และครูในโรงเรียนในโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร มีแหล่งเรียนรู้ แหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ขั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

HENRY CAVENDISH

(ที่มา : http://www.famousscientists.org/henry-cavendish/)

แม้จะได้รับการยกย่องว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์อังกฤษผู้ยิ่งใหญ่ที่สุดแห่งคริสต์ศตวรรษที่ 18 (หลังจากที่ Newton เสียชีวิต) แต่ถ้าถามใครสักคนในสมัยที่ Henry Cavendish ยังมีชีวิตอยู่ว่ารู้จัก Cavendish หรือไม่ เขาก็จะตอบว่า "ไม่รู้จัก"

ทั้งนี้เพราะ Henry Cavendish แม้จะเป็นคนฉลาดระดับอัจฉริยะที่มีผลงานสำคัญมากมาย เช่น พบแก๊สไฮโดรเจน และเป็นผู้ที่หามวลของโลกเป็นคนแรก แต่เขามีบุคลิกภาพที่ประหลาดคือ เป็นคนขี้อายถึงระดับจิตผิดปกติ เช่น เวลานั่งรถม้าไปไหนมาไหน ก็จะปิดม่านหน้าต่างรถไม่ให้ใครเห็น ชอบเดินเล่นคนเดียวในเวลากลางคืน ไม่ชอบออกจากบ้านในเวลากลางวัน แม้ที่บ้านจะมีคนใช้ทำความสะอาด และหุงหาอาหารให้ แต่ Cavendish ก็ไม่ชอบพบปะเธอ ดังนั้น จึงใช้วิธีเขียนใบสั่งงานแทน มีอยู่ครั้งหนึ่ง Cavendish พบสาวใช้ที่หน้าบ้านโดยบังเอิญ เขารู้สึกทุกข์ใจมาก จึงสั่งให้สร้างบันไดหลังบ้านสำหรับให้เธอใช้โดยเฉพาะ และกำหนดว่า Cavendish เป็นผู้ใช้บันไดหน้าบ้านแต่เพียงผู้เดียว เวลานั่งรับประทานอาหารก็จะไม่โอภาปราศรัยกับใคร ชอบนั่งกินข้าวคนเดียว และทุกวันจะกินขาแกะทอดเป็นอาหารหลัก อีกทั้งไม่ชอบแต่งตัว และชอบใส่สูทชุดเดิม แม้วันเวลาจะผ่านไปหลายปีก็ตามสไตล์ของเสื้อผ้าที่สวมใส่ก็ยังเหมือนเดิม Cavendish จึงเป็นคนแต่งตัวตกยุค และเวลาออกสังคมชอบใส่หมวกปีกทรงสามเหลี่ยม และมักแขวนหมวกที่ขอแขวนเดิม บางคืนจะปีนขึ้นต้นไม้ใหญ่หน้าบ้านเพื่อดูดาว และได้ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์บนหลังคาบ้าน เพื่อบันทึกอุณหภูมิของอากาศในแต่ละวัน

นิสัยเหล่านี้แสดงชัดว่า Cavendish เป็นคนไม่แคร์ใคร และไม่มีความรู้สึกผูกพันกับใครหรือกับสิ่งใด ชีวิตจึงดำเนินไปเหมือนนาฬิกา คือ ซ้ำ ๆ ซาก ๆ แต่ตรงเวลา

กระนั้น Cavendish ก็ยังมีส่วนดีอยู่บ้าง คือเป็นคนรวยที่มีใจเมตตา อีกทั้งรักวิทยาศาสตร์และคิดว่า ความรักที่มีนี้เพียงพอสำหรับชีวิตของเขาแล้ว

ตามปกติ Cavendish ไม่ชอบพูดโอ้อวดความสำเร็จของตัวเอง และ

อัจฉริยะผู้มีปัญหาด้านจิตใจ

ชอบเก็บความรู้สึก ไม่ว่าจะเสียใจหรือดีใจเกี่ยวกับอะไรก็ตาม Cavendish จะไม่ปริปากเล่าคนอื่น ดังนั้นจึงเป็นเรื่องไม่น่าแปลกใจเลยที่หลังจากที่ Cavendish ได้ตายจากไปนานนับศตวรรษ จึงมีคนพบงานวิจัยของ Cavendish อีกหลายชิ้นที่โลกไม่เคยรู้มาก่อน

Henry Cavendish เกิดเมื่อ ค.ศ.1731 (รัชสมัยพระภูมินทราชา) ในปีที่ Cavendish ถือกำเนิด Isaac Newton เสียชีวิตแล้ว 4 ปี Benjamin Franklin อายุ 25 ปี และ Leonhard Euler มีอายุ 24 ปี บิดาของ Cavendish ชื่อ Lord Charles Cavendish เป็นลูกคนที่ 3 ของ Duke of Devonshire ที่ 2 เมื่อบิดาแต่งงานกับ Lady Anne Grey นั้นสุขภาพของเธอไม่ดีเลย ดังนั้น เมื่อเธอตั้งครรภ์ แพทย์จึงแนะนำให้ครอบครัวไปพักผ่อนที่เมือง Nice ในฝรั่งเศส และเธอได้คลอดลูกคนแรกชื่อ Henry Cavendish เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม ค.ศ.1731 อีกสองปีต่อมา หลังจากที่คลอดลูกคนที่ 2 ได้ไม่นาน มารดาก็เสียชีวิต Cavendish จึงกำพร้ามารดาตั้งแต่มีอายุได้ 2 ขวบ

Cavendish เข้าเรียนหนังสือที่โรงเรียนชื่อ Hackney Academy ในลอนดอน ซึ่งเป็นโรงเรียนสำหรับลูกของเศรษฐี จากที่นี่ Cavendish ได้ไปเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัยที่ St. Peter's College แห่งมหาวิทยาลัย Cambridge เป็นเวลา 4 ปี จากนั้นบิดาได้ให้ Cavendish เดินทางแบบ Grand Tour ไปยุโรปซึ่งเป็นประเพณีที่นิยมทำในสมัยนั้น Cavendish ได้เดินทางไปฝรั่งเศส เพื่อเรียนคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ที่ปารีส

เมื่อกลับถึงอังกฤษ Cavendish ได้เข้าพักกับบิดาที่บ้าน ซึ่งตั้งอยู่ที่ถนน Great Marlborough ในย่าน Soho ของลอนดอน และพำนักอยู่ที่นั่นนานเกือบ 30 ปี เพราะบิดาของ Cavendish เป็นนักฟิสิกส์ที่มีความสามารถอีกทั้งยังเป็นสมาชิกของ Royal Society ด้วย ดังนั้น Cavendish จึงเริ่มใช้ชีวิตวิทยาศาสตร์โดยการทำงานเป็นผู้ช่วยในห้องปฏิบัติการของบิดา เพื่อทดลองเรื่องไฟฟ้า ความร้อน และแม่เหล็ก ซึ่งได้ทำให้ James Clerk Maxwell ซึ่งได้อ่านผลงานของ Cavendish ในเวลาต่อมารู้สึกประทับใจมาก

เมื่อบิดาเสียชีวิตในปีค.ศ. 1783 Cavendish ได้รับมรดกเป็นเงินมหาศาล ทำให้เป็นมหาเศรษฐีที่ร่ำรวยที่สุดในอังกฤษ แต่ Cavendish ก็ยังใช้ชีวิตอย่างสมถะเหมือนเดิม

Cavendish มีบ้านหลายหลัง โดยเฉพาะบ้านที่ Clapham ซึ่งตั้งอยู่ทางใต้ของลอนดอน มีอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์มากมาย และมีห้องสมุดขนาดใหญ่ให้นักวิชาการซึ่งเป็นเพื่อน ๆ ของบิดามาค้นคว้า Cavendish ได้จ้างบรรณารักษ์มาดูแลห้องสมุดนี้และให้เงินเดือนค่อนข้างสูง ที่บริเวณนอกบ้านมีต้นไม้ขนาดใหญ่ให้ Cavendish ปีนขึ้นไปสังเกตดูดาวในท้องฟ้าด้วยกล้องโทรทรรศน์ และจดบันทึกข้อมูลดินฟ้าอากาศ และที่ Clapham นี้เอง Cavendish ได้พบว่าน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจนกับออกซิเจน

ตามปกติเวลาทดลองวิทยาศาสตร์ Cavendish มี Charles Blagden เป็นผู้ช่วย ครั้นเมื่อ Blagden ได้รับเลือกเป็นเลขานุการของ Royal Society ทำให้ต้องติดตามนายกสมาคมเดินทางไปเยือนยุโรปบ่อย จึงขอลาออกจากการเป็นผู้ช่วย และ Cavendish ก็ได้ให้เงินตอบแทนเป็นการสมนาคุณ 500 ปอนด์ และได้เขียนในพินัยกรรมว่าจะมอบเงิน 15,000 ปอนด์เป็นมรดกให้ Blagden ด้วยเมื่อถึงเวลาที่ Cavendish เสียชีวิต

Henry Cavendish สนใจธรรมชาติหลายเรื่อง และชอบทดลองวิทยาศาสตร์เพื่อวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ อย่างละเอียด โดยใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ และใช้คณิตศาสตร์ช่วยเพื่อตั้งกฎและทฤษฎีวิทยาศาสตร์

Cavendish ไม่ชอบถกเถียงเชิงวิชาการกับผู้ใด (นิสัยเหมือน Newton) ดังนั้น จึงมีผลงานที่ตีพิมพ์จำนวนค่อนข้างน้อย แต่เขาได้บันทึกองค์ความรู้ที่เขาพบทุกเรื่องอย่างมีขั้นตอน เมื่อ Cavendish ตาย เขาได้มอบผลงานทุกชิ้นของเขาแก่ James Clerk Maxwell ซึ่งทำให้ Maxwell ตื่นเต้น เพราะได้พบว่า Cavendish รู้ความจริงของธรรมชาติหลายเรื่องที่ไม่มีใครรู้มาก่อน เช่น เรื่องไฟฟ้าสถิต วิธีวัดค่าของประจุไฟฟ้า และการทดลองให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายคน รวมถึงได้ออกแบบสายล่อฟ้าร่วมกับ Benjamin Franklin เพื่อนำไปติดตั้งที่ยอดตึกเป็นการป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

ถึง Cavendish ไม่ชอบเข้าสังคมเลย แต่ก็ได้พยายามฝืนใจโดยการออกงานสังคมในลอนดอนบ้าง เมื่ออายุ 29 ปี Cavendish ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ Royal Society ซึ่งมีกฎบังคับสมาชิกทุกคนให้นำภาพเหมือนของตนมามอบให้สมาคม แต่ Cavendish มิได้ปฏิบัติตาม นายกสมาคมจึงต้องจ้างจิตรกรมาแอบวาดภาพของ Cavendish ขณะเขานั่งกินอาหารเย็นคนเดียว

ผลงานวิทยาศาสตร์ของ Cavendish ที่มีมากมายทำให้ได้รับเลือกเป็นสมาชิกต่างชาติของ Paris Academy of Sciences และเป็น F.R.S.A. (Fellow of the Royal Society of Arts) รวมถึงเป็นผู้อำนวยการที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบ British Museum ด้วย

เมื่ออายุเกือบ 70 ปี Cavendish ได้ทำการทดลองเรื่องหนึ่งซึ่งทำให้เขามีชื่อเสียงโด่งดังมาก นั่นคือ การวัดหาค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของโลก ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่มีใครในสมัยนั้นรู้คำตอบ เพราะการจะเอาโลกขึ้นตาชั่งนั้นเป็นเรื่องที่ไม่มีใครทำได้ ดังนั้น Cavendish จึงต้องคิดหาวิธีอื่น คือใช้กฎของ Newton ซึ่งแถลงว่า แรงดึงดูดโน้มถ่วงระหว่างวัตถุ 2 ก้อนที่มีมวล M กับ m เมื่ออยู่ห่างกัน r จะสามารถหาได้จากสูตร $F = GMm/r^2$ ดังนั้น จากสูตรนี้ ถ้ารู้ m, r, G ซึ่งเป็นค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลและ F ก็จะหา M ได้

แต่ F ตามปกติมีค่าน้อยนิดเพราะ M, m มีค่าน้อย แต่จะมีค่ามากถ้า M, m มีค่ามาก เช่น ในกรณี M เป็นมวลดวงอาทิตย์ และ m เป็นมวลโลก

เมื่อไม่รู้วิธีจะวัดมวลของโลก Cavendish จึงสมมุติให้ โลกประกอบด้วยน้ำที่ผิวและมีหินที่แกนกลาง แล้วคำนวณพบว่า ความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของโลกมีค่าประมาณ 6 เท่าของความหนาแน่นของน้ำ

ในปี ค.ศ.1772 ทาง Royal Society ได้ตั้งคณะกรรมการชุดหนึ่งขึ้นมาหามวลของโลก โดยจะวัดแรงดึงดูดระหว่างภูเขากับเพนดูลัมที่แขวนอยู่ใกล้ภูเขา แต่ไม่ได้ผล เพราะแรงดึงดูดดังกล่าวมิได้ทำให้แนวของเพนดูลัมเบี่ยงเบนจากแนวดิ่งมาก นอกจากนี้นักทดลองก็ไม่รู้ตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล และมวลของภูเขาด้วย

นักฟิสิกส์ชื่อ John Mitchell จึงเสนอวิธีวัดใหม่ โดยให้ศึกษาแรงดึงดูดระหว่างทรงกลม 2 ลูกที่รู้ค่ามวล และระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของทรงกลมอย่างแน่ชัด จากนั้นให้นำแรงที่ได้ไปเปรียบเทียบกับแรงที่โลกดึงดูดทรงกลม ก็จะทำให้รู้มวลโลก

ในการนี้ Mitchell ได้ออกแบบสร้างตาชั่งบิด (torsion balance) แต่เขาทำยังไม่ลุล่วงก็เสียชีวิตก่อน Henry Cavendish จึงนำแนวคิดของ Mitchell ไปสานต่อ โดยใช้ลูกบอลขนาดเล็ก 2 ลูก และลูกบอลขนาดใหญ่ 2 ลูก แล้วนำลูกบอลเล็กทั้งสองไปติดแผ่นที่ปลายท่อนไม้เบาซึ่งยาวประมาณ 6 ฟุต จากนั้นแขวนท่อนไม้ให้อยู่ในแนวนอนด้วยลวดที่ยาว 40 นิ้ว อุปกรณ์นี้ถูกแขวนอยู่ในภาชนะปิด โดยไม่ให้ลม หรือลมหายใจของคนรบกวน และ Cavendish ก็ได้พบว่า เมื่อนำลูกบอลขนาดใหญ่ที่มีมวล 150 กิโลกรัม ไปวางใกล้ลูกบอลขนาดเล็ก มีมวล 0.7 กิโลกรัม แรงดึงดูดระหว่างมวลทั้งสองจะทำให้ลวดที่แขวน บิดตัวไปเล็กน้อย ซึ่งจะวัดได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ การรู้มวลของลูกบอลทั้งสี่และระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของลูกใหญ่กับลูกเล็ก รวมถึงรู้ค่า G โดยประมาณทำให้ Cavendish สามารถวัดมวลของโลกได้ และเมื่อรู้รัศมีของโลก เขาก็พบว่า ความหนาแน่นของโลกโดยเฉลี่ย = 5.44 เท่าของความหนาแน่นของน้ำ (ค่าปัจจุบันคือ 5.518)

Henry Cavendish เสียชีวิตเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ ค.ศ.1810 สิริอายุ 78 ปี

ศพของเขาถูกนำไปฝังที่ All Saints Church ในแคว้น Derby เพราะเป็นคนไม่มีครอบครัว ดังนั้นเขาจึงได้มอบเงินมรดกทั้งหมดให้มหาวิทยาลัย Cambridge เพื่อจัดตั้งเป็นทุนวิจัยแก่อาจารย์ และจัดให้มีตำแหน่ง Cavendish Professorship of Experimental Physics แห่ง Cavendish Laboratory ด้วย

ณ วันนี้ เทคนิคการวัดมวลของโลกที่ Henry Cavendish ออกแบบได้ถูกนำไปใช้ในการวัดค่า G อย่างละเอียด เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีสนามของ Dirac ซึ่งได้ตั้งสมมติฐานว่า G มิได้มีค่าคงตัว แต่ขึ้นกับเวลา

ดังเช่นในปี ค.ศ. 1996 Jens Gundlach แห่งมหาวิทยาลัย Washington ได้วัดค่า G โดยใช้เลเซอร์วัดมุมที่ลวดบิดไปซึ่งมีขนาดเล็กมาก และให้ระบบกวัดแกว่งไปมาในสุญญากาศด้วยคาบละ 10 นาที เขาได้พบว่า G มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงคือคงตัวอย่างผิดพลาดไม่เกิน ±0.0015%

อีก 4 ปีต่อมา เขาก็ได้วัดค่า G อีก และพบว่า ค่า G ที่วัดได้ ผิดพลาดไม่เกิน ±0.0014%

บรรณานุกรม

Krebs, R. E. (2004). *Groundbreaking Scientific Experiments, Inventions, and Discoveries of the Middle Ages and the Renaissance*. London: Greenwood Press.

สื่อดิจิทัลส่งเสริมการเรียนรู้ด้านไอที ดาวน์โหลดฟรีที่ สสวท.

สสวท. ได้พัฒนาสื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งนอกจากจะสามารถใช้งานได้ด้วยคอมพิวเตอร์ทั่วไปแล้ว ผู้ใช้ยังสามารถใช้โทรศัพท์มือถือหรือแทบเล็ตสแกน QRcode เพื่อดาวน์โหลดสื่อดิจิทัลมาใช้งานได้ทันที ผู้สนใจเข้าไปใช้งานและดาวน์โหลดได้ฟรี ! ที่เว็บไซต์ สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท. http://oho.ipst.ac.th/Learning-Media

"ของเล่นวิทยาศาสตร์แสนสนุก" กับ สสวท.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ถูกออกแบบมาสำหรับการเรียนการสอนในเวลา 40 ชั่วโมง และจำนวนหน่วยกิต 1 หน่วยกิต ซึ่งทางสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. ได้จัดทำคู่มือครู รวมทั้งชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยมีข้อแนะนำในการทำกิจกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายการวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ตัวอย่างการทำกิจกรรม พร้อมด้วยการแนะนำวิธีประดิษฐ์ของเล่นชนิดต่าง ๆ โดยละเอียด เป็นลำดับขั้นตอน อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยชัดเจน รวมทั้งเฉลยสำหรับคำถามท้ายกิจกรรม สามารถให้ครูนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน และทั้งครูและนักเรียนนำไปใช้เป็นแนวทางในการประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ได้ไม่ยาก

หนังสือเรียนและคู่มือครู รวมทั้งชุดวัสดุอุปกรณ์ที่กล่าวถึงนี้ สามารถสั่งซื้อได้จากร้านศึกษาภัณฑ์ หรือร้านค้าตัวแทนจำหน่ายขององค์การค้าของ สกสค. ทั่วประเทศ ติดตามข้อมูลข่าวสารได้ที่เว็บไซต์ http://secondsci.ipst.ac.th/

ประชุมวิชาการ และนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ปฐมวัย

สสวท. จัดงานประชุมวิชาการ “สะเต็มศึกษาพัฒนาเด็กไทย” และเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ปฐมวัย ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 1 - 3 พฤษภาคม 2557 ณ กรุงเทพมหานคร เพื่อให้ ครู นักวิชาการ และบุคลากรทางการศึกษา ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการส่งเสริมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับปฐมวัยและประถมศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สนใจสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมพร้อมทั้งดาวน์โหลดเอกสารต่าง ๆ ได้ที่เว็บไซต์สาขาปฐมวัย สสวท. http://www.ipst.ac.th/early-childhood/

ประชุมวิชาการ ISMTEC 2014

สสวท. ขอเชิญชวนครูและบุคลากรทางการศึกษา สมัครเข้าร่วมงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี “The International Science, Mathematics and Technology Education Conference 2014” (ISMTEC 2014) ซึ่งจะจัดขึ้นระหว่างวันที่ 7 – 9 พฤศจิกายน 2557 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ ถนนสุขุมวิท กรุงเทพมหานคร กิจกรรมภายในงานประกอบด้วย การบรรยาย การเสวนาทางวิชาการ การนำเสนอผลงาน และนิทรรศการต่าง ๆ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในเว็บไซต์ http://www.ismtec.in.th/ismtec2014/

สวัสดีคุณ ๆ ที่รักของต่าย ฉบับนี้ต่ายมีเคล็ดไม่ลับ สุขภาพดี ๆ มาฝาก การศึกษาในระบบโรงเรียนสอนให้มนุษย์กินผักและผลไม้ในสัดส่วนที่มากกว่าอาหารประเภทเนื้อสัตว์และแป้ง แต่ในทางปฏิบัติมนุษย์ไม่สามารถเอาชนะจิตใจอันอ่อนไหวต่อสิ่งเร้าอันเกิดจากรูปแบบของอาหารที่เย้ายวน ซึ่งมักจะก่อให้เกิดโทษมากกว่าประโยชน์หากบริโภคมาก ๆ และบริโภคติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน

แต่ใช่ว่า... การกินผักมาก ๆ จะดีในแบบที่คุณ ๆ คิด ในสังคมปัจจุบัน ต้องยอมรับว่า มีการเอารัดเอาเปรียบ แก่งแย่ง แข่งขันกันทุกรูปแบบ แม้แต่การขายผัก ผู้ค้าจะพยายามทำทุกวิธีทางที่จะทำให้ผักขายได้ ราคาดี นั่นหมายความว่า ผักต้องสวย สด แม้เราจะเรียนโดยการบอกให้จำว่า ผักที่ดีนั้นต้องมีแมลงกัดกินบ้าง อีกเช่นเคย ในทางปฏิบัติ พอเราเห็นผักที่เรียกว่าสวย และไม่สวย เราก็มักจะหันไปหยิบที่สวยงามก่อนอยู่ดี เมื่อผู้ซื้อต้องการของสวยงาม ความต้องการของผู้ซื้อก็จะสะท้อนกลับไปให้ผู้ผลิตรู้ว่า **"ฉันต้องใส่ปุ๋ยและสารฆ่าแมลงเพิ่มอีก ผักจะได้สวย ๆ"**

ไม่น่าแปลกใจเลย ที่จะเห็นข่าว **"เตือน กินผักปนเปื้อนสารพิษ เสี่ยงมะเร็งเต้านม"**, **"เผยผลตรวจผักก่อนกินเจ พบผักปนเปื้อนยาฆ่าแมลง 83%"**, **"ตะลึง พบสารพิษตกค้างในเลือด 90% คะน้า กวางตุ้ง ถั่วฝักยาวปนเปื้อนยาฆ่าแมลงสูงสุด"** นี่เป็นแค่ตัวอย่างหัวข้อข่าว เล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ต่ายนำมาประกอบการเล่าเรื่องราว ต่ายไม่อยากให้คุณ ๆ ปักใจเชื่อว่าคะน้า กวางตุ้ง ถั่วฝักยาวจะเป็นวายร้ายตลอดไป เพราะอะไรน่ะหรือ เพราะว่าในแต่ละปี ผักแต่ละชนิดก็จะสลับกันขึ้นมารับตำแหน่งผักปนเปื้อนสารเคมีวนเวียนกันไป ขึ้นกับแหล่งที่เก็บผักมาตรวจสอบ เพราะการตรวจสอบเป็นแบบสุ่มนั่นเอง

แล้วจะมีวิธีการเลือกกินอย่างไรให้ปลอดภัยล่ะ ต่ายคิดว่า พอมีทางออก อย่างแรกคือ ต้องทำความสะอาดผักตามคำแนะนำของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ข้อที่ 2 ถ้าคุณ ๆ อยากสอนลูกหลานให้คิดแบบวิทยาศาสตร์ สนุกกับการทดลองภายใต้การควบคุมและดูแลของผู้ปกครองอย่างใกล้ชิด คุณ ๆ ก็สามารถซื้อชุดทดสอบสารฆ่าแมลงในผักและผลไม้ มาตรวจเองที่บ้านได้เลย คุณ ๆ สามารถดูวีดิทัศน์ ต่าง ๆ เหล่านี้ได้ในเว็บไซต์ ทัศนศึกษาออนไลน์ไปกับ สสวท. โดยใช้คำค้นหาได้จาก google.com จากนั้นก็เลือกแหล่งเรียนรู้ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ แล้วคุณ ๆ จะเห็นเลยว่า วิธีการทดสอบนั้นง่าย สนุก ตื่นเต้น และไม่ยุ่งยากซับซ้อนอะไรเลย ^_^

ข้อที่ 3 คุณ ๆ ไม่ควรซื้อผักจากร้านค้าเดิม ๆ กินเป็นประจำ แม้ว่าจะซื้อได้ในราคาถูกก็ตาม ทำไมน่ะหรือ เพราะว่า ร้านค้าหรือตลาดเดิม ๆ ก็จะรับเอาผักจากไร่ สวน เดิม ๆ ซึ่งถ้าหากใช้สารเคมีมาก ๆ อยู่แล้ว คุณ ๆ ก็จะได้รับสารพิษตกค้างในปริมาณมาก ๆ ซ้ำ ๆ ตามไปด้วย ถ้าคุณเปลี่ยนแหล่งที่มาของผัก โอกาสเสี่ยงของคุณ ๆ ก็จะลดลง เลือกซื้อผักปลอดสารพิษ **"จากร้านค้าที่เชื่อถือได้ว่าปลอดสารพิษจริง ๆ"** ไม่ใช่แค่ขึ้นป้ายเพื่อโก่งราคา ถ้ายังไงซะ ลองซื้อมาแล้วใช้ชุดทดสอบหาสารพิษตรวจซะเลย จะทำให้คุณได้มั่นใจกับร้านนั้นมากยิ่ง ๆ ขึ้น ต่ายคิดว่าเคล็ดไม่ลับ แบบนี้ น่าจะทำให้คุณ ๆ ลดความเสี่ยงต่อสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ได้อย่างแน่นอน

เฉลยคำถามฉบับที่ 185 ที่ต่ายถามเรื่องกระติกน้ำที่เหมือนกันเป๊ะ ใบไหนจะมีน้ำหนักมากกว่ากัน ระหว่างกระติกน้ำของเพื่อนต่ายที่เป็นน้ำแข็งมาทั้งกระติก กับกระติกน้ำของต่ายที่เป็นน้ำธรรมดา คำตอบก็คือ กระติกน้ำของต่ายจะหนักกว่า ใช้หลักการที่คุณ ๆ เรียนมาก็คือ น้ำแข็งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จะพูดง่าย ๆ ก็คือน้ำแข็งเบากว่าน้ำ ทีนี้กระติกน้ำทั้งสองใบเหมือนกันเป๊ะเลย ทำให้กระติกน้ำของต่ายหนักกว่ากระติกน้ำแข็งของเพื่อนต่ายนั่นเอง คุณ ๆ ลองคิดดูได้จากสูตร

ความหนาแน่น = มวล / ปริมาตร

ข้อกำหนดของต่ายก็คือ ปริมาตรกระติกเท่ากัน เพราะกระติกแบบเดียวกัน ความหนาแน่นน้ำแข็งน้อยกว่าน้ำ และเช่นเดิมเสียใจด้วยกับคำตอบที่ต่ายได้รับ อิอิ คุณ ๆ คงต้องพยายามใหม่แล้วล่ะ ไม่มีคนให้เหตุผลแล้วโดนใจต่ายเลยสักคนเดียว

สำหรับคำถามฉบับที่ 187 ช่วงเวลานี้ มีข่าวโด่งดังไปทั่วโลกเกี่ยวกับ วาฬ ที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาศัยในทะเล คุณ ๆ พอทราบไหมว่า เป็นข่าวเกี่ยวกับเรื่องอะไร ข่าวนี้เกี่ยวข้องกับความอยู่รอดของเผ่าพันธุ์วาฬเลยทีเดียว เมื่อได้คำตอบแล้ว ส่งมาที่ funny_rabbit@live.co.uk ภายในวันที่ **30 มิถุนายน 2557 โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณ ๆ มาให้เรียบร้อย** สำหรับเฉลยอ่านได้ในฉบับที่ 189 นะจ๊ะ

ไม่มีเกม หรือปัญหาอะไรที่จะสนุกไปกว่าการคิดหาวิธีแก้ปัญหาชีวิตในรูปแบบที่ถูกต้องและเป็นเหตุเป็นผล

ต่าย แสนซน

ใบสมัครสมาชิก นิตยสาร สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โทรศัพท์ 0-2392-4021 ต่อ 3307 โทรสาร 0-2712-3758

○ สมาชิกใหม่

○ นาย ○ นาง ○ นางสาว ○ เด็กชาย ○ เด็กหญิง ○ อื่นๆ.....

ชื่อ-สกุล : .....

สถานที่ทำงาน/สถาบัน : .....

สถานะ : ..... ครู / นักเรียน / นักศึกษา / บุคคลทั่วไป / อื่นๆ .....

สถานที่จัดส่งนิตยสาร : .....

.....

.....

โทรศัพท์ที่บ้าน : ..... โทรศัพท์ที่ทำงาน : ..... โทรศัพท์มือถือ : .....

โทรสาร : ..... E-mail : .....

สมัครสมาชิก 1 ปี 300 บาท (6 เล่ม) 2 ปี 600 บาท (12 เล่ม)

อายุ : ○ ต่ำกว่า 1-15 ปี ○ 16-25 ปี ○ 26-35 ปี

○ 36-45 ปี ○ 46-60 ปี ○ 60 ปีขึ้นไป

ออกใบเสร็จในนาม .....

กรุณา FAX เอกสารต่อไปนี้ไปที่ สสวท. หมายเลขโทรสาร 0-2712-3758

1. ใบสมัครสมาชิก
2. สำเนาการชำระเงิน

แบบฟอรมการชำระเงินค่านิตยสาร สสวท.

ส่วนนี้สำหรับธนาคาร

COMPANY CODE = 90007

ออกใบเสร็จในนาม :
(สาขากรุณาคีย์ชำระเป็นนามตามที่ออกใบเสร็จ)

REF NO. : 0

	รายการ			ค่าสมัคร (บาท)
	ค่าสมาชิกนิตยสาร สสวท.		1 ปี	300
	ค่าสมาชิกนิตยสาร สสวท.		2 ปี	600
ยอดเงินรวมเป็นตัวอักษร				

ชำระเงินที่ ( ) ธนาคารกรุงไทย สาขา .....

ชื่อผู้นำฝาก ..... โทรศัพท์ .....

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่ของธนาคาร ..... วันที่รับเงิน .....

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน

วทท.เพื่อเยาวชน

ประชุมวิชาการ

วทท.เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9

ระหว่างวันที่ 30 พ.ค. - 1 มิ.ย. 2557

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค

ลงทะเบียนที่

http://dpstcenter.org/stt4youth

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)

สสวท. Contact Center
๐-๒๓๓๕-๕๒๒๒

www.ipst.ac.th

ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร
ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สสวท. Call Center
สวัสดีค่ะ

สอบถามโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพฯ	กด ๑
ติดต่อเจ้าหน้าที่	กด ๐
ต้องการฟังซ้ำ	กด *

จันทร์-ศุกร์ เวลา ๐๘.๐๐-๑๖.๓๐ น.
หยุดเสาร์-อาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์

วิสัยทัศน์

สสวท. เป็นองค์กรที่ขับเคลื่อนการจัดการศึกษา เพื่อให้นักเรียนไทยมีความรู้ ความสามารถ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ทัดเทียมกับนานาชาติ

หน่วยงานภายใน สสวท. ประกอบด้วย

- สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ
- สำนักยุทธศาสตร์และแผน
- สำนักพัฒนาองค์กร

- สำนักบริหาร
- สำนักวิจัยและประเมินมาตรฐาน
- สำนักวิชาการ และสนับสนุนวิชาการ

- สำนักพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
- สำนักบริหารเครือข่ายและพัฒนาวิชาชีพครู

- สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน
- ฝ่ายตรวจสอบภายใน