

พลาสติกใช้ง่าย แต่เหลือร้าย

- หมายเลขบนรีนเวย์
- กิจกรรม เรือดำน้ำหาสมบัติ
- ค่ายพีโอลิมปิกวิชาการสอนน้อง



ISSN 0857-2801



0 09 77085 72803 0



หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน และรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนแนวคิดใหม่ สสวท.

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



คู่มือครู

- แนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับตัวชี้วัด
- มีขั้นตอนการเตรียมตัวของผู้สอน
- มีแผนการจัดการเรียนรู้
- พร้อมตัวอย่างคำถามที่เน้นการคิดระดับต่างๆ
- มีเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน

QR CODE และ Short URL เชื่อมกับ แอปพลิเคชัน **AR , VR** เพื่อช่วยให้เข้าใจง่าย เชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ถูกต้อง และนำเชื่อกับระบบ Learning Space ของ สสวท.



● ระดับประถมศึกษา

- พัฒนาโดยทีมผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หลักสูตร และการสอน • ผ่านการวิจัย ทดลองใช้ และปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนไทย
- เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ • เน้นการพัฒนาทักษะการอ่าน การเขียน และการให้เหตุผล • รูปเล่ม และการจัดวางสวยงาม สีสันน่าใช้
- พัฒนากิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 • มีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบให้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง

● ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- พัฒนาโดยทีมผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หลักสูตร และการสอน • ผ่านการวิจัย ทดลองใช้ และปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนไทย
- เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ • พัฒนากิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 • เชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง
- มีกิจกรรมเพิ่มเติมท้ายบทเรียนทุกบท • มีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบให้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง • รูปเล่ม และการจัดวางสวยงาม สีสันน่าใช้

● ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

- เน้นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อในด้านที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน • ใช้สถานการณ์หรือคำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม



ร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ทุกสาขาและร้านค้าเครือข่ายศึกษาภัณฑ์พาณิชย์จังหวัด

องค์การค้ำของ สกสค. 2249 ฝ่ายค้ำส่ง ถนนลาดพร้าว แขวงสะพานสอง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์ 0 2538 3033 ต่อ 512, 513, 516, 518, 520 และ 521 โทรสาร 0 2530 2026-29 เว็บไซต์ www.suksapanpanit.com

สอบถามเพิ่มเติมได้ที่ : ฝ่ายบริการวิชาการและบริหารทรัพยากร สสวท. โทร 0 2392 4021 ต่อ 3101 3102 เว็บไซต์ <http://www.ipst.ac.th>

เปิดเล่ม สสวท.

ทุกวันนี้เราใช้พลาสติกในชีวิตประจำวันจำนวนมาก แล้วปลายทางของขยะพลาสติกไปอยู่ที่ไหน ปัญหาขยะพลาสติกล้นไปในทะเลและกำลังจะล้นโลก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์และพืชในแหล่งน้ำ สารเคมีจากพลาสติกจะรั่วไหลไปในแหล่งน้ำ เมื่อสัตว์กินกินสารเคมีเหล่านี้จึงเกิดการเคลื่อนย้ายตามห่วงโซ่อาหารกลับสู่มนุษย์ได้ ถึงเวลาแล้วที่จะลดการใช้พลาสติกที่ไม่จำเป็น เคยสงสัยไหมว่าหมายเลขบนรีนเวย์เครื่องบินนั้นสื่อความหมายอะไร ซึ่งเป็นตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ และสัมพันธ์กับคำพิสดารของรีนเวย์ที่อ่านได้จากเข็มทิศมีหน่วยเป็นองศา และยังมีอักษร L, C และ R บทความนี้จะช่วยเฉลยให้ท่านได้เข้าใจเมื่อเครื่องบินขึ้นลงครั้งต่อไปอย่าลืมสังเกตตัวเลขว่าใช้รีนเวย์หมายเลขใด

การจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ได้พัฒนากระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์จะคงอยู่นานกว่าการท่องจำ กิจกรรมเรือดำน้ำหาสมบัติเป็นอีกกิจกรรมที่ผู้เรียนจะได้แข่งขันกันอย่างสนุกสนานกับอุปกรณ์การทดลองที่หาได้ง่าย ได้เข้าใจหลักการทำงานของเรือดำน้ำ การควบคุมการลอยตัวหรือจมผ่านการอัดอากาศจากถังเก็บ อีกทั้งได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกัน

สสวท. ได้มีการจัดค่ายเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนมาโดยตลอด ค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกวิชาการสอนน้อง เป็นค่ายกิจกรรม Hands-on ที่บูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และช่วยเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับโครงการโอลิมปิกวิชาการ ได้จัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และกิจกรรมย่อย ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา วิทยาศาสตร์ ควบคู่กับความสนุกสนาน โดยมีวิทยากรหลักเป็นรุ่นพี่นักเรียนโอลิมปิกวิชาการซึ่งได้ถ่ายทอดแรงบันดาลใจในการเรียน

ติดตาม นิตยสาร สสวท. ผ่าน emagazine.ipst.ac.th และ fb.com/ipstmag แล้วท่านจะได้รับเรื่องราวดี ๆ จากเราก่อนใครแน่นอนค่ะ

ธรรญา พันธุวานิช
บรรณาธิการบริหาร

ภาพปกจาก <http://www.definitelynews.co/2018/07/17/refugees-choose-garbage-island-over-america/>



คณะที่ปรึกษา

ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.
รองผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร

ธรรญา พันธุวานิช

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
ผู้อำนวยการสาขา/ฝ่าย
ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ/ผู้เชี่ยวชาญ
ชจิต เมตตาเมธา
ดร.ดวงกมล เบ้าวัน
ดร.เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว
นันท์พัชร วงษ์ปัญญา
ดร.บัญชา ธนบุญสมบัติ
ดร.ภัทรวดี หาดแก้ว
ดร.รณชัย ปานะโปย
ดร.สนธิ พลชัยยา
ดร.สุนัดดา โยมญาติ

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ

ดวงมัลย์ บัวสังข์
เทอด พิธิยานุวัฒน์
นิลุบล กองทอง
รัชนิกร มณีโชติรัตน์
ศิลปเวท คนธคามิ
ดร.สมชาติ ไพศาลรัตน์
สินีนาง ทาปิงภาพ
สิริมนี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี
ดร.อนุชิต อารมณีสาวะ

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

เจ้าของ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย
กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. 0-2392-4021 ต่อ 3307

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มีใช้ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วยจักเป็นพระคุณยิ่ง)

สารบัญ

รอบรู้วิทย์

- 3 พลาสติกใช้อย่างไร แต่เหลือร้าย
ดร. นิสากรณีย์ แสงประทุม
- 8 สนุกกับการเรียนรู้
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทร
โดยใช้เลนส์มิวอาย (Mu Eye)
กัญญ์ณวัฏร์ สวัสดิ์ดีสว่าง

รอบรู้คณิต

- 14 กิจกรรม “จัดเค็ก”
ณภาพักษ์ วุฒิพิรพร • ทศธรรม เมฆดา • ธนากร ปริญญาศาสตร์
- 17 หมายเลขบนรันเวย์
ดร.สุรารศ นิลรอด • ว่าที่ร้อยตรีภูริวัจน์ จิราตันดิพัฒน์

รอบรู้เทคโนโลยี

- 22 สู้กลางใจเธอ...
(กิจกรรมการสร้างยานอวกาศลงจอดบนดาวพลูโต)
ดร.สุนัดดา โยมญาติ



3



17



46

การเรียนรู้ระดับความคิด

- 29 สะเต็มสู่การประกอบอาชีพ: การเลี้ยงไส้เดือนดิน
ผศ.ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน • ศศิตา ปิติพรเทพิน
• ดร.อรรณพวิทย์ ไก่วิทย • สุรารศ อินสำราญ • วชิร ศรีคุ้ม
- 34 การรายงานผลการทดลอง
ที่มีการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน
วิทชุกร ภูทอง
- 41 กิจกรรม เรือดำน้ำหาสมบัติ
พจนา ดอกตาลยงค์
- 46 ค่ายพี่โอลิมปิกวิชาการสอนน้อง
ทวินันท์ แสงขัติยะ

นานาสาระและข่าวสาร

- 52 Christiaan Huygens:
นักดาราศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ชาวดัชช
ศ.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน
- 55 เว็บไซต์สอน
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี
- 56 ข่าว-สสวท
- 58 QUIZ



52

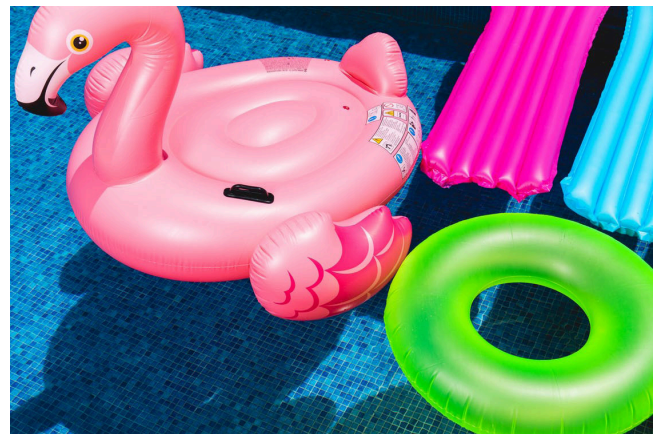
พลาสติกใช้ง่าย แต่เลื้อร้าย



ที่มา <https://www.newscientist.com/article/2165118-why-the-uks-plastic-bottle-deposit-plan-doesnt-go-far-enough/>

เมื่อพูดถึงพลาสติก คุณคิดถึงอะไรบ้าง ?

ในปัจจุบัน สิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ บรรจุภัณฑ์ ถุงใส่ของ ของเล่น ของใช้ หรือชิ้นส่วนอุปกรณ์หลายชนิดก็ล้วนทำจากพลาสติก ดังภาพ 1 จนอาจกล่าวได้ว่า พลาสติกเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตของคนในยุคนี้ไปแล้วก็ว่าได้



ภาพ 1 บรรจุภัณฑ์และของเล่นพลาสติก

ที่มา http://www.ph-house.net/blog/DesignKnow/blog_What_is_PET.html

เส้นทางพลาสติกสู่การใช้ที่หลากหลาย

หากเราย้อนกลับไปศึกษาประวัติการสังเคราะห์พลาสติกชนิดแรกของโลกจะพบว่า พลาสติกที่เราคุ้นเคยและใช้กันอยู่ในปัจจุบันถูกสังเคราะห์มานานกว่า 149 ปีแล้ว หรืออาจกล่าวได้ว่า เราเริ่มรู้จักพลาสติกตั้งแต่ พ.ศ. 2412 โดยนายจอห์น เวสลีย์ ไฮเอตต์ (John Wesley Hyatt) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน โดยมีจุดเริ่มต้นที่บริษัทผลิตลูกบิลเลียดในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ต้องการหาวัสดุทดแทนงาช้างซึ่งมีราคาแพงเพื่อใช้ในการทำลูกบิลเลียด ดังตัวอย่างในภาพ 2 และพบว่าวัสดุที่สามารถใช้แทนงาช้างได้คือ เซลลูโลส จึงกล่าวได้ว่า เซลลูโลส เป็นพลาสติกกึ่งสังเคราะห์ชนิดแรกของโลก



ภาพ 2 ลูกบิลเลียด

หลังจากนั้น พลาสติกได้ถูกปรับปรุงพัฒนาโครงสร้างและสมบัติ และนำไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติกหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย การที่พลาสติกเป็นวัสดุที่ผลิตได้จากแหล่งวัตถุดิบที่มีอยู่มาก และมีสมบัติที่สามารถออกแบบและขึ้นรูปได้อย่างหลากหลาย มีน้ำหนักเบาและราคาถูก ทำให้บรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์จากพลาสติกได้รับความนิยมสูง และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนคือ พลาสติกเป็นส่วนสำคัญในการผลิตบรรจุภัณฑ์ เพื่อห่อหุ้มสินค้าอุปโภคบริโภคในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้ในยุคที่มนุษย์ต้องทำงานแข่งกับเวลา วิวัฒนาการของบรรจุภัณฑ์ก็ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ใส่อาหาร อาหารจานด่วน อาหารแช่แข็ง ซึ่งเป็นที่นิยมของประชาชนที่ไม่มีเวลาปรุงอาหาร เพราะเพียงนำบรรจุภัณฑ์ที่มีอาหารเข้าไมโครเวฟ 1-2 นาที ก็สามารถนำออกมารับประทานได้ทันที ส่วนบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ก็ถูกทิ้งไปเป็นขยะพลาสติก ดังตัวอย่างในภาพ 3



ภาพ 3 ขยะพลาสติกปริมาณมหาศาล
ที่มา <https://readthecloud.co/masala-plastic/>

ปลายทางของขยะพลาสติกอยู่ที่ไหน

นักวิทยาศาสตร์พบว่าในบริเวณตอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก มีขยะพลาสติกอยู่ในปริมาณมาก มีบริเวณกว้างขวางใหญ่โตราวครึ่งหนึ่งของพื้นที่รัฐเท็กซัส หรือราว 1 ใน 4 ของพื้นที่ประเทศไทย คิดเป็นน้ำหนักรวมประมาณ 300 ล้านตัน ในแต่ละปีจะมีขยะพลาสติกในทะเลเพิ่มขึ้น 8 ล้านตัน สหประชาชาติคาดว่าหากมนุษย์ยังทิ้งขยะกันต่อเนื่องในระดับนี้ทุกปีแล้ว ภายในปี พ.ศ. 2593 ในทะเลจะมีขยะพลาสติกจำนวนมากกว่าปลา ซึ่งจะมีผลต่อการประมง สัตว์น้ำ และการท่องเที่ยว ขยะจึงเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล นอกจากนั้นในกระแสน้ำของมหาสมุทรมียังมีขยะจากบริเวณตอนเหนือของเอเชีย และตอนเหนือของทวีปอเมริกาด้วย

ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกำลังประสบปัญหาขยะพลาสติกล้นโลก และขยะพลาสติกบางส่วนได้เคลื่อนย้ายไปอยู่ในทะเล และกำลังเป็นอันตรายต่อสัตว์และพืชในแหล่งน้ำ ดังภาพ 4



ภาพ 4 ขยะพลาสติกบางส่วนในทะเล
ที่มา <http://daily.bangkokbiznews.com/detail/342727>

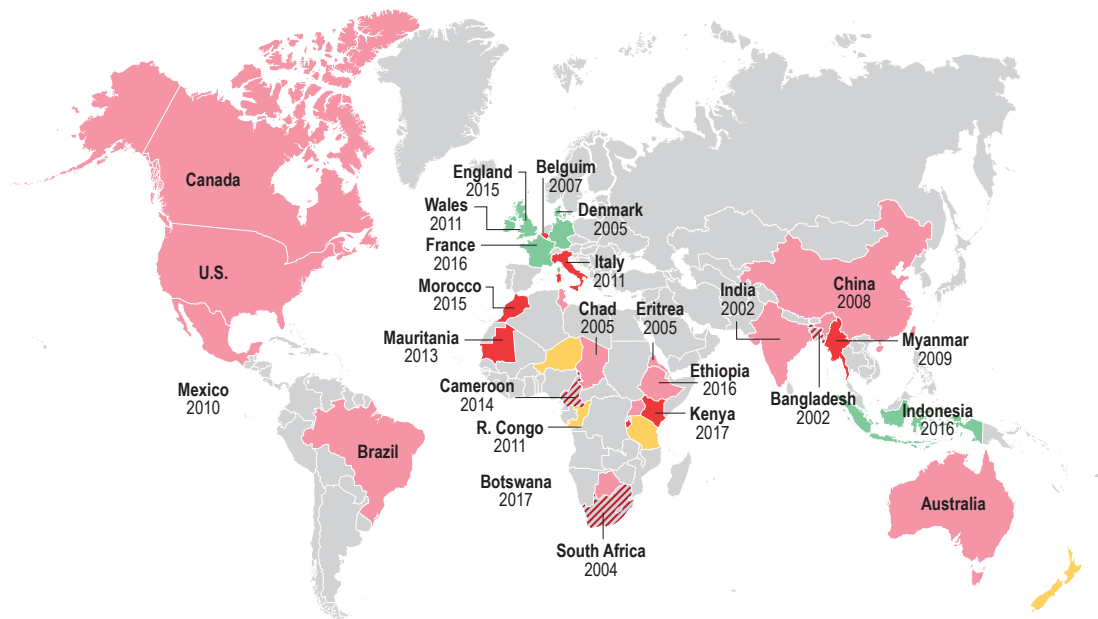
เนื่องจากพลาสติกเป็นสิ่งที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา และไม่สามารถย่อยสลายด้วยตัวเอง จากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และความเห็นแก่ตัวของมนุษย์ที่ทิ้งขยะพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำ สารเคมีจากพลาสติกจึงรั่วไหลไปในแหล่งน้ำได้ ถ้าสัตว์ที่อาศัยในแหล่งน้ำกินกินสารเคมีเหล่านี้ แล้วมนุษย์กินสัตว์น้ำ สารพิษจะเคลื่อนย้ายตามโซ่อาหารกลับสู่มนุษย์ได้ กรณีตัวอย่าง เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ชาวบ้านคลองนาทับ อ.จะนะ จ.สงขลา ได้พบวาฬน้ำร่องครีบสั้นลอยตัวเข้ามาในคลองด้วยอาการอ่อนแรง และไม่สามารถดำน้ำได้ จึงแจ้งศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนล่าง จังหวัดสงขลา เพื่อให้ช่วยรักษา แต่ไม่สามารถยื้อชีวิตวาฬได้ หลังจากทีวาฬเสียชีวิต แพทย์ได้ผ่าชันสูตรซากวาฬ ดังภาพ 5 และพบความผิดปกติในอวัยวะต่างๆ เช่น ปอดอักเสบ หัวใจขาดเลือด พยาธิในปอด ท่อน้ำดีและลำไส้ อีกทั้งพบขยะพลาสติกในส่วนต้นของกระเพาะอาหารหนักประมาณ 8 กิโลกรัม จำนวน 85 ชิ้น (BBC NEWS ประเทศไทย) ซึ่งเป็นเหตุการณ์น่าสลดใจที่เกิดจากปัญหาขยะพลาสติก แสดงว่าขยะพลาสติกเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาอื่นอีกมากมาย นอกจากจะทำลายสุขภาพและทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแล้ว ยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำลายชีวิตของสัตว์ป่า มีผลต่อพื้นที่เกษตรกรรม ทำลายแหล่งท่องเที่ยว และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงที่เป็นพาหะเชื้อมาเลเรียและเชื้อไข้เลือดออก



ภาพ 5 ทีมแพทย์ได้ผ่าชันสูตรซากวาฬ
ที่มา <https://www.bbc.com/thai/thailand-44346034>

ถึงเวลาจะหยุดใช้พลาสติกกันหรือยัง

จากปัญหาขยะพลาสติกดังกล่าว คงถึงเวลาที่เราทุกคนต้องตระหนักในภัยขยะพลาสติกโลก และให้ความสำคัญกับการฟื้นฟูและรักษาสีงแวดล้อมในทุกด้านให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกได้มีการออกกฎหมายควบคุมการกระทำของมนุษย์ที่สร้างความเสียหายให้แก่ธรรมชาติ รวมทั้งสร้างความตื่นตัวในการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมให้กับพลโลก ตลอดจนการพยายามปลูกจิตสำนึกเกี่ยวกับปัญหาสีงแวดล้อม ด้วยการกำหนดให้วันที่ 5 มิถุนายนของทุกปีเป็นวันสิ่งแวดล้อมโลก (World Environment Day) และกำหนดให้วันที่ 22 เมษายนของทุกปีเป็นวันคุ้มครองโลก (Earth Day) ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 นี้ ทั้งวันคุ้มครองโลกและวันสิ่งแวดล้อมโลกใช้แนวคิดเดียวกัน คือ การลดปัญหาขยะพลาสติก โดยวันคุ้มครองโลกเมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2561 ใช้แนวคิด End Plastic Pollution และวันคุ้มครองโลก 5 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ได้มีการประชุมที่อินเดีย ในแนวคิด Beat Plastic Pollution



TYPE OF BAN ประเภทการประกาศห้าม

- Full country ban: ห้ามใช้ทั้งประเทศ
- Localised bans/partial bans*: ห้ามใช้ในบางพื้นที่
- Ban could include jail term**: ห้ามใช้อย่างเด็ดขาดเป็นลึงผิดกฎหมาย
- Ban not yet implemented/under consideration: อยู่ในช่วงการพิจารณาห้ามใช้
- Tax, charge or other measures instead of lines: ใช้ได้แต่เก็บภาษี หรือ ค่าธรรมเนียม

ภาพ 6 ประเทศที่มีมาตรการห้ามใช้หรือเก็บภาษีถุงพลาสติก

ที่มา <http://www.abc.net.au/news/2017-08-28/countries-with-plastic-bag-bans/8850284>

ปัจจุบันทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้ว ประเทศที่กำลังพัฒนา และประเทศในโลกลำดับสามได้ให้ความสำคัญและพยายามแก้ไขและลดปัญหาขยะพลาสติกอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งใช้มาตรการที่หลากหลาย ทั้งห้ามใช้ทุกรูปแบบ ห้ามเพียงบางส่วน หรือเก็บภาษีถุงพลาสติกประเภทที่ใช้แล้วทิ้ง ซึ่งมีประมาณ 40 ประเทศ เช่น จีน อังกฤษ อิตาลี รัสเซีย อินเดีย โดยในปี พ.ศ. 2559 เกาะแนนทักเก็ต หรือ Nantucket ที่รัฐแมสซาชูเซตส์ ในสหรัฐอเมริกา ได้มีการประกาศห้ามใช้ถุงพลาสติกเป็นแห่งแรก ดังภาพ 6

แนวทางการนำขยะพลาสติกมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ได้รับการคิดค้นขึ้นโดยบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศสกอตแลนด์ โดยมีวิศวกรที่รู้จักกันในชื่อ โทบี แมคคาร์ทนี ได้ตั้งธุรกิจสตาร์ทอัพที่ใช้ขยะพลาสติกในท้องถิ่นแปรรูปเป็นเม็ดพลาสติกสำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างถนน โดยมีราคาขายย่อมเยาและทนทานกว่าถนนทั่วไป โทบี แมคคาร์ทนีกล่าวว่า เขาได้แนวคิดเรื่องนี้หลังจากที่ได้เห็นข่าวเกี่ยวกับคนอินเดียนำพลาสติกมาเผาเพื่ออุดหลุม บ่อตามท้องถนน จากแนวคิดดังกล่าวจึงได้พัฒนากรรมวิธีทางอุตสาหกรรมขึ้นมา โดยปรกติส่วนประกอบของถนนทั่วไป เป็นหิน ทกราย หินปูน 90% และอีก 10% คือยางมะตอยจากการกลั่นน้ำมันดิบ โดยยางมะตอยทำหน้าที่ยึดส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน แต่ แมคคาร์ทนีบอกว่า บริษัทของเขาใช้เม็ดพลาสติกที่ทำจากขยะพลาสติกที่ได้จากครัวเรือน ภาคเกษตรกรรม และภาคธุรกิจมาทดแทนยางมะตอย

โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดให้มีการรณรงค์ให้ประชาชนทั่วไปมีจิตสำนึกในการลดการใช้พลาสติก โดยให้ส่ง Infographic หัวข้อ หมอดมลพิษพลาสติก (End Plastic Pollution) ในวันคุ้มครองโลก (Earth Day 2018) ที่ผ่านมา และมีผู้ให้ความสนใจส่งผลงาน Infographic เข้าร่วมกิจกรรมมากมาย ดังตัวอย่างในภาพ 7 จึงเห็นได้ว่า ความร่วมมือในการลดการใช้พลาสติกของประชาชนสามารถเกิดขึ้นได้ ถ้าเราสร้างความตระหนักในปัญหาของพลาสติกกันอย่างจริงจังทั่วประเทศ ถึงเวลาแล้วหรือยังที่เราจะให้ความสำคัญเรื่องปัญหาขยะพลาสติกอย่างจริงจัง



ภาพ 7 Infographic หัวข้อ มลพิษพลาสติก (End Plastic Pollution)
ในวันคุ้มครองโลก (Earth Day 2018)

ปัจจุบันประชาชนทุกภาคส่วนกำลังเร่งหาวิธีจัดการและวิธีกำจัดขยะพลาสติกที่มีในปริมาณมหาศาล และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แท้จริงแล้วเรายังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการกำจัดขยะพลาสติกได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น ผู้เขียนคิดว่าแทนที่จะพยายามหาวิธีกำจัดขยะพลาสติกเราลองเปลี่ยนมุมมองใหม่มาเป็นการลดใช้พลาสติกที่ไม่จำเป็น จะดีกว่า เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะพลาสติกก่อน แล้วจึงหาวิธีกำจัดที่เหมาะสม 

บรรณานุกรม

BBC NEWS ประเทศไทย. ถนนจากขยะพลาสติก. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.bbc.com/thai/features-39709111>.

BBC NEWS ประเทศไทย. เปิดใจทีมสัตวแพทย์ ยื้อชีวิตวาฬนํ้าร้อน กินถุงพลาสติก 85 ชิ้น. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.bbc.com/thai/thailand-44346034>.

BBC NEWS ประเทศไทย. มลพิษพลาสติก: รวมภาพปัญหาขยะพลาสติกจากทั่วทุกมุมโลก. สืบค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.bbc.com/thai/international-44266276>.

Nicholson, Joseph L. & Leighton, George R. (August 1942). Plastics Come of Age. *Harper's Magazine*, 306.

THAIPUBLICA. โลกจับมือเร่งแก้ไขขยะพลาสติก (ตอนที่1) : เคนยาใช้กฎหมายแรงสุด – ได้หัวนเดินหน้าสู่ Plastic-free Island. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561, จาก <https://thaipublica.org/2018/05/plasticbag-ban-waste-environment/>.

กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก สมาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. Plastic story พลาสติกแดนดีมีอยู่รอบตัว. สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2561, จาก <http://www.ftiplastic.com>.

เชิดชวนเข้าร่วมกิจกรรม วันคุ้มครองโลก (Earth Day 2018). สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561, จาก <http://globethailand.ipst.ac.th/?p=5706>.

ปัญหาขยะพลาสติก ทำลายสิ่งแวดล้อมในเอเชีย. สืบค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.voathai.com/a/a-47-2009-07-24-voa3-90653099/923148.html>.



สนุกกับการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทร โดยใช้เลนส์มิวอาย (Mu Eye)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดกิจกรรมเพื่อสร้างการรับรู้ เรื่อง โรงเรียนคุณภาพ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. ให้แก่ผู้บริหาร ครู นักเรียน และผู้เกี่ยวข้อง ณ จังหวัดหนองคาย พระนครศรีอยุธยา และประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีความหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติและทดลองทำกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถ สร้างความตระหนักและสร้างแรงบันดาลใจ ให้แก่นักเรียนของโรงเรียนที่สมัครเข้าร่วมในโครงการโรงเรียนคุณภาพฯ และกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ใฝ่รู้ และสนุกสนานที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมีความสำคัญในการดำรงชีวิต

หนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียน คือ สนุกกับการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทร โดยใช้เลนส์มิวอาย (Mu Eye) ซึ่งครูหลายท่านที่นำนักเรียนมาร่วมทำกิจกรรม ได้สนใจติดต่อขอรายละเอียดของกิจกรรม เพื่อนำไปใช้สอนนักเรียนในชั้นเรียน ผู้จัดกิจกรรมจึงมีแนวคิดเพื่อให้กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนทั้งหลาย จึงขอนำเสนอรายละเอียดของกิจกรรมไว้ในนิตยสาร สสวท. ฉบับนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป



ที่มา <https://mgronline.com/science/detail/9600000103587>

ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้

สนุกกับการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทร โดยใช้เลนส์มิวอาย (Mu Eye)

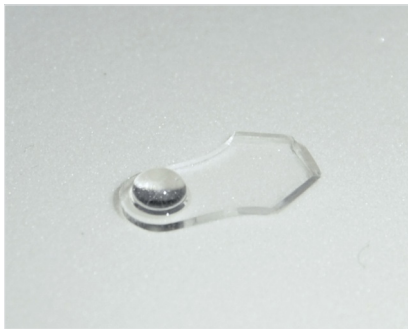
จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีใช้สื่อเทคโนโลยี (กล้องจุลทรรศน์แบบพกพา)
2. เพื่อเรียนรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบฟังก์ชัน (ต่อไทรกับต้นไทร)
3. เพื่อเรียนรู้วัฏจักรชีวิตของต่อไทร
4. เพื่อออกแบบสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในธรรมชาติ

สาระสำคัญ

กล้องจุลทรรศน์ เป็นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษารายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ตามโรงเรียนเป็นแบบตั้งโต๊ะ ซึ่งใช้ระบบแสงหรือใช้ไฟฟ้าช่วยในการมองเห็น จึงไม่สะดวกต่อการพกพา ถ้าต้องการถ่ายภาพ ต้องซื้อกล้องมาประกอบอีกต่างหาก และมีราคาแพง

กล้องจุลทรรศน์แบบพกพา เป็นนวัตกรรมใหม่ ที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นผู้ออกแบบและพัฒนา ซึ่งประกอบด้วยเลนส์ “ขนาดจิ๋ว” ที่เรียกก็นวัตกรรมนี้ว่า “เลนส์มิวอาย” เป็นเลนส์พอลิเมอร์ที่มีขนาดเล็ก มีความยืดหยุ่น ทนทานต่อการใช้งาน จึงสามารถนำไปติดบนหน้ากล้องของสมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ตที่มีกล้องสำหรับถ่ายภาพ และใช้งานเป็นกล้องจุลทรรศน์แบบพกพาได้ เลนส์มิวอายมีกำลังขยายแตกต่างกันตั้งแต่ 25 เท่า 30 เท่า และ 100 เท่า ของวัตถุ ดังนั้น ภาพที่ปรากฏในกล้องจะถูกขยายชัดเจน อย่างชัดเจน สามารถบันทึกทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เมื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตก็จะช่วยในการสื่อสารต่อไปได้นอกจากนี้ยังได้ออกแบบ “ฐานรองรับวัตถุแบบประกอบด้วยตัวเอง Do-It-Yourself (DIY)” ซึ่งใช้เป็นแท่นวางวัตถุตัวอย่างที่ต้องการศึกษา เพื่อลดการสั่นไหวของอุปกรณ์ โดยใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์



ภาพ 1 เลนส์มิวอายรุ่น 50S

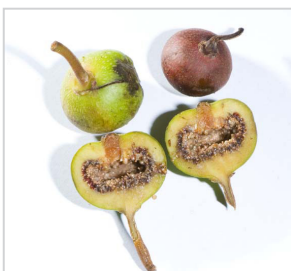
ที่มา <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/mueye.html>



ภาพ 2 ฐานรองรับวัตถุแบบประกอบด้วยตัวเอง Do-It-Yourself (DIY)

ที่มา <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/mueye.html>

ต่อไทรกับต้นไทร เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด แบบต้องพึ่งพากัน ซึ่งได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่ โดยต้องอาศัยอยู่ร่วมกันไปตลอดชีวิต ต่อไทรเป็นแมลงชนิดหนึ่งใน Order Hymenoptera ที่อาศัยอยู่และขยายพันธุ์ในลูกไทร ที่เราเห็นเป็นลูกเล็กๆ มีสีเขียว เหลือง แดงอยู่ตามต้นไทรนั้นเป็นดอกของไทรที่รวมตัวกันเป็นกระจุก ทำให้มองดูคล้ายผลไทรหรือลูกไทร เพื่อล่อ นก กา มาจิกกิน เมื่อถ่ายมูลออกมา ต้นไทรก็จะเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ต่อไปได้ ส่วนการผสมเกสรภายในดอกไทร ก็ต้องอาศัยแมลงที่มีขนาดเล็กมาก แมลงชนิดนั้นคือ ต่อไทร ซึ่งจะทำหน้าที่ผสมเกสรต่อไทรที่ดำรงชีวิตอยู่ในลูกไทรมีทั้งต่อไทรตัวผู้และต่อไทรตัวเมีย ต่อไทรตัวผู้เมื่อเกิดมาตาจะบอด ปีกจะกุด จึงไม่สามารถบินได้ แต่คืบคลานไปบนดอกได้ เพื่อผสมพันธุ์กับต่อไทรตัวเมียเพียงอย่างเดียว เมื่อผสมพันธุ์เสร็จก็จะตายไป ส่วนต่อไทรตัวเมียหลังการผสมพันธุ์ ก็จะวางไข่ และเมื่อวางไข่เสร็จก็จะตายไปเช่นเดียวกับตัวผู้ ต่อไทรตัวเมียวางไข่ได้ครั้งละหนึ่งใบหรือสองใบ เมื่อไข่เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนและตัวดักแด้แล้ว ต่อไทรตัวผู้ก็จะมาผสมพันธุ์ สืบทอดวัฏจักรชีวิตต่อไป



ภาพ 3 ลูกไทรผ่าซีก

ที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>



ภาพ 4 ต่อไทรตัวผู้ และต่อไทรตัวเมีย

ที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>



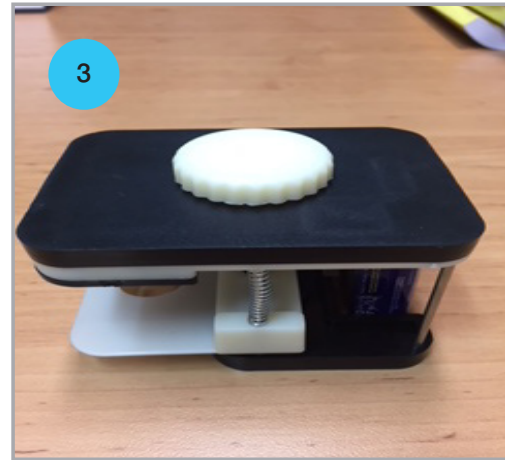
รายการสื่อ อุปกรณ์

1. เลนส์มิกวาย
2. สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต
3. ฐานรองรับวัตถุ
4. กระดาษลวด/เข็มเย็บ/พู่กัน
5. แวนขยาย
6. ลูกไทโร
7. กระดาษขาว ขนาด A4
8. เอกสารบทความต่อไทโรกับต้นไทโร

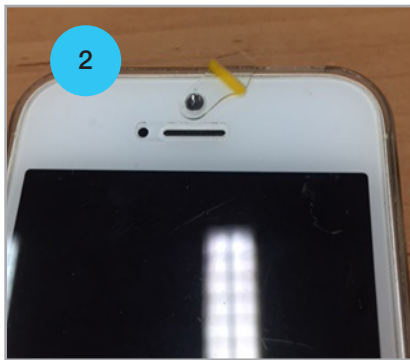
การเตรียมกล้องจุลทรรศน์แบบพกพาและการจัดอุปกรณ์



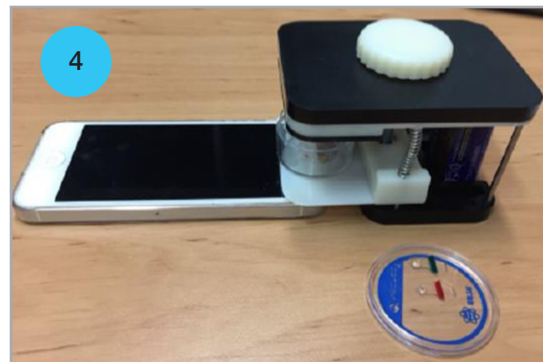
เลือกเลนส์มิกวายที่มีกำลังขยายเหมาะสม



จัดเตรียมฐานรองรับวัตถุหรือขาตั้ง DIY



ติดเลนส์มิกวายบนหน้ากล้องของสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต



จัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาลักษณะต่อไทโร (กรณีใช้กล้องหน้า)

เวลาในการจัดกิจกรรม

60 นาที

การเตรียมตัวของครูก่อนจัดกิจกรรม

1. จัดหาลูกไทโรที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเก็บจากต้นไทโรย้อยขนาดใหญ่ และควรเก็บลูกไทโรที่มีสีเหลืองหรือสีส้ม โดยเด็ดมาทั้งกิ่งที่มีใบติดมาด้วย
2. ศึกษาและฝึกใช้กล้องจุลทรรศน์แบบพกพา และฝึกถ่ายภาพโดยใช้เลนส์มิกวายจนชำนาญ
3. คัดเลือกนักเรียนที่สนใจใฝ่รู้ และมีความสามารถ เป็นผู้ช่วยครูในระหว่างการสอน โดยให้นักเรียนที่เป็นผู้ช่วยครูได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติการทดลองล่วงหน้า

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน และวางลูกไทรจริงบนโต๊ะปฏิบัติการ
2. นักเรียนใช้แว่นขยายสังเกตลูกไทร และตั้งคำถามที่อยากรู้คำตอบ เพื่อโยงเข้าสู่ประเด็นที่ว่า ต้นไทรขยายพันธุ์อย่างไร เช่น
 - พืชชนิดนี้ชื่ออะไร
 - ในโรงเรียนของเรามีพืชชนิดนี้หรือไม่
 - ลักษณะเด่นของพืชชนิดนี้เป็นอย่างไร
 - ลูกไทรที่เห็นมีลักษณะภายในอย่างไร
 - ลูกไทรเป็นผลของต้นไทรหรือไม่
 - สัตว์อะไรกินลูกไทรเป็นอาหาร
 - ต้นไทรขยายพันธุ์ได้อย่างไร
3. นักเรียนทุกคนอ่านบทความ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทรของลุงเกรียงไกร สุวรรณภักดี
4. นักเรียนจับคู่กับเพื่อนๆ แล้วเล่าเรื่องที่อ่านสู่กันฟัง และช่วยกันตอบคำถามที่นักเรียนอยากรู้คำตอบในข้อที่ 2
5. นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง ไทรพิสดาร จากยูทูป https://www.youtube.com/watch?v=9DQTjv_u3Vc และ <https://www.youtube.com/watch?v=arpEEssFUBQ> แล้วอภิปรายเพื่อตอบคำถามที่นักเรียนอยากรู้คำตอบในข้อที่ 2



https://www.youtube.com/watch?v=9DQTjv_u3Vc



<https://www.youtube.com/watch?v=arpEEssFUBQ>

6. ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักเลนส์ไมวอยและกล้องจุลทรรศน์แบบพกพา
7. นักเรียนอ่านคู่มือประกอบการใช้งานชุดเลนส์ไมวอยให้เข้าใจ ก่อนลงมือทดลอง
8. นักเรียนลงมือปฏิบัติทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์แบบพกพา ในการค้นหาต่อไทรในลูกไทร
9. นักเรียนฝึกถ่ายภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวของต่อไทร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบพกพา
10. นักเรียนแสดงภาพต่อไทรให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้ร่วมกัน

ภาระงานสืบเนื่อง: นักเรียนออกแบบพัฒนาวิดิทัศน์ เรื่อง ความสัมพันธ์ของต่อไทรกับต้นไทร หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในธรรมชาติ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบพกพาเป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ ทำรายงานกลุ่ม เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนต่อไป

ข้อคิดสำหรับครู: การสร้างหน่วยการเรียนรู้ หรือการจัดกิจกรรมใด ๆ ให้นักเรียน ครูควรพิจารณาทบทวนว่า ผลที่ได้จากการทำกิจกรรมในแต่ละครั้ง สอดคล้องกับชีวิตจริงมากน้อยเพียงใด กิจกรรมได้มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มหรือไม่ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนหรือไม่ มีนักเรียนบางคนที่ไม่สนใจเข้าร่วมในกิจกรรมหรือไม่ กิจกรรมสร้างความตื่นตัว สนุกสนาน เข้าใจในตัวนักเรียนไหม สุดท้ายความรู้ที่ครูตั้งใจจะให้นักเรียนนั้น เป็นไปตามจุดประสงค์หรือไม่ ทั้งหมดนี้ครูควรทำบันทึกหลังการสอน เพื่อใช้ปรับปรุงพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

บทความ ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทร

โดย ลุงเกรียงไกร สุวรรณภักดี

วันหนึ่งมีเหตุเกิดขึ้นภายในลูกไทร เมื่อต่อไทร หนุ่มหล่อแตกเนื้อหนุ่มเต็มตัวได้ตะเกียกตะกายพาตัวเอง ออกจากดักแด้ พอออกมาเรียบร้อยได้สะบัดแข้งสะบัดขา คลานออกไปทันที มันยังบินไม่ได้ เพราะปีกสั้นมาก และ ถ้าอยู่ในลูกไทรแบบนี้ก็ไม่ต้องบิน แถมตายงับอด อีกต่างหาก ทว่ามีคำสั่งมาจากเบื้องลึกของหัวใจให้มัน คลานไปหาสาวต่อไทรวัยรุ่น ด้วยสัญชาตญาณพิเศษ มันสามารถหาสาวต่อไทรวัยรุ่นที่ยังหลบอยู่ในคราบดักแด้ จนพบ จากนั้นก็ถือวิสาสะเข้าเจาะเปลือกดักแด้ของสาว ต่อไทรวัยรุ่นเพื่อทำการผสมพันธุ์ โดยที่แม่สาววัยรุ่นนั้น ยังหลบอยู่ เมื่อหนุ่มต่อไทรเสร็จหน้าที ชีวิตมันก็หมด ความหมาย คือตายชะดิกว่า แล้วมันก็ตายจากไปอย่าง สงบด้วยตาหลับสนิท เพราะได้ทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์แล้ว แต่หนุ่มต่อไทรบางตัวยังทำหน้าที่แถมให้อีกเล็กน้อย ก่อนที่จะตายจากไป ด้วยการเจาะรูที่ผนังของลูกไทร ให้อากาศภายนอกผ่านเข้ามาได้ เป็นการเร่งให้ดอกไทร ภายในบานเร็วขึ้น อีกหลายวันต่อมา ต่อไทรสาววัยรุ่น ก็กลายเป็นสาวเต็มตัวและเป็นแม่โดยไม่รู้เนื้อรู้ตัว (ไม่รู้ แม้กระทั่งว่าพ่อของลูกๆ ในท้องคือใคร) ก็บินออกทาง กันลูกไทรที่เป็นแหล่งให้กำเนิดตัวเอง โดยมีละอองเกสร ดอกไทรตัวผู้ติดที่หน้าอก และติดขาไปด้วย สัญชาตญาณ ของความเป็นแม่ บังคับให้มันบินไปหาที่วางไข่ให้ได้ภายใน เวลา 2-3 วัน โดยไม่ต้องแวะกิน แวะเที่ยวที่ไหน ถ้าเกิน 3 วัน

แล้วมันยังหาที่วางไข่ไม่ได้ มันก็ต้องจบชีวิตลงเหมือนกัน ต่อตัวเมียบางชนิดมีอายุอยู่เพียง 1 วันเท่านั้นโดยที่ยัง ทำหน้าที่ไม่ได้ครบถ้วน แม่ต่อไทรบินไปพบลูกไทรของ อีกต้นหนึ่ง ซึ่งเป็นไทรชนิดเดียวกับต้นที่จากมา มันค่อยๆ คลานกระดืบๆ เข้าไปในซอกรูที่กันลูกไทร (หลานลอง หยิบลูกไทรมาดู จะเห็นว่าตรงกันลูกไทรมีช่องเล็ก ๆ อยู่ ซึ่งถูกอัดแน่นด้วยเกล็ดชั้นเล็ก ๆ เรียงซ้อนกันจำนวนมาก) จนเข้าไปอยู่ภายในลูกไทรซึ่งเต็มไปด้วยดอกจำนวนมาก หลานอย่าลืมนะว่าต่อไทรมีขนาดเล็กมาก และมีลำตัวยาว แคหัวเข็มหมุดเท่านั้นเอง (1-2 มิลลิเมตร) ในช่องที่หลาน มองไม่เห็นนั้น มันสามารถคลานเข้าไปได้ ถึงจะลำบาก หน่อยแต่ก็เพื่อลูกๆ แม่ก็ยอมได้ แต่บางตัวไม่สามารถ ผ่านด่านนี้ไปได้ จึงเสียชีวิตก่อนที่จะผ่านด่านเข้าไปถึง ภายในผลไทรได้ และแม่ต่อไทรตัวที่หลุดรอดเข้าไปได้ ก็แทบจะเหลือแต่ตัวเปล่าเปลือย เพราะปีกหลุดลุ่ยคาอยู่ที่ ช่องทางด่าน สันนิษฐานว่าดอกไทรสร้างกลไกนี้ เพื่อป้องกันเชื้อราและแบคทีเรียที่ติดมากับแม่ต่อไทร ดอกไทรไม่ได้เบ่งบานชูช่อให้หลานๆ เห็นเหมือนดอกไม้ ส่วนใหญ่ แต่จะอัดแน่นอยู่ในเปลือกหนาที่เราเรียกกัน ว่าลูกไทรนั่นเอง ละอองเกสรตัวผู้ของดอกไทรต้นเก่าที่ ติดมากับตัวของแม่ต่อไทรสาวสวยจึงถูกนำมาผสมกับ เกสรตัวเมียของไทรต้นใหม่ น่าไม่ทราบเหมือนกันว่า แม่ต่อไทรสาวสวยตั้งใจทำหน้าที่ผสมเกสรไทร หรือว่าเป็น



ภาพ 5 ดอกไทร

ที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>

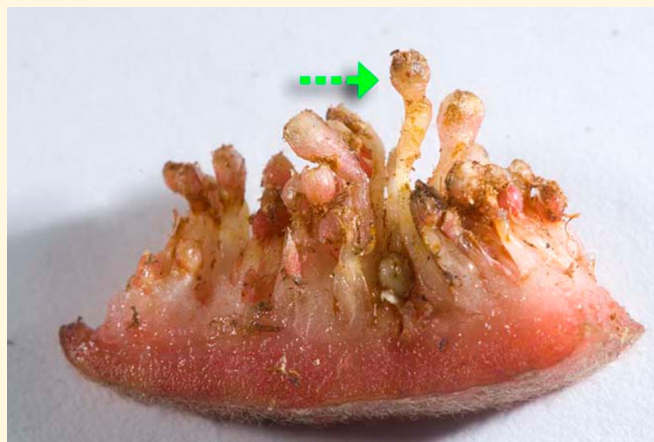


ภาพ 6 เมื่อผ่าลูกไทรออกมาจะเห็นเนื้อในขยุกขยิกอัดแน่นอยู่ภายใน

ที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>

ความบังเอิญกันแน่ นักชีววิทยาบางท่านคิดว่าเป็นความตั้งใจของต่อไทรสาวสวย หลังจากนั้นแม่ต่อไทรสาวสวยที่พกไข่มาเต็มท้อง ก็บรรจุวางไข่ลงในดอกปลอมหรือ **ดอกกอลล์ (Gall flower)** แล้วมันก็จะตายอยู่ภายในผลไทรนั่นเอง **ดอกกอลล์** เป็นดอกไม้พิเศษที่ไทรตั้งใจสร้างไว้ให้สาวต่อไทรมาวางไข่โดยเฉพาะ รูปร่างคล้ายๆ ดอกเกสรตัวเมีย แต่ไม่ได้กลายเป็นเมล็ดเหมือนดอกเกสรตัวเมียทั่วไป

หลังจากนั้นไข่ก็ฟักเป็นตัวอ่อนแล้วก็เข้าดักแด้แฝงอยู่ใน **ดอกกอลล์** จนกระทั่งกลายเป็นต่อไทรหนุ่มและต่อไทรสาว ก่อนออกไปหาไทรต้นใหม่เป็นที่ให้กำเนิดลูกหลานต่อไป หลานจะเห็นว่าต้นไทรมีมากมายหลายชนิด มีทั้งลูกใหญ่ ลูกเล็ก ต้นมะเดื่อ ต้นโพธิ์ ก็เป็นไทรพวกหนึ่งเหมือนกัน ต่อไทรแต่ละชนิดจะเลือกเฉพาะไทรบางชนิดเท่านั้นในการทำหน้าที่ขยายพันธุ์ตัวเอง โดยขยายพันธุ์ต้นไทรไปพร้อมๆ กัน ซึ่งเป็นหน้าที่ที่ธรรมชาติเลือกให้โดยเฉพาะ หลานที่ใหม่กับหน้าที่ของต่อไทรพวกนี้ ต่อไปถ้าหลานจะดูดอกไทร คงทราบแล้วนะครีว่าจะหาดูได้ที่ไหน สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณนายชาย (ภาณุมาศ จันทรสุวรรณ) นักวิจัยไทร ประจำพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาที่ช่วยให้ความกระจ่างเรื่อง ดอกไทร และขอบคุณบทความเรื่อง “ไทร ไพรพิศดาร” ของหมอหม่อง (นพ.รังสฤษฎ์ กาญจนะวณิช) ที่ทำให้น้าเข้าใจเรื่องต่อไทรไปพร้อมๆ กับหลาน



ภาพ 7 ดอกกอลล์

ที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>



ชื่อเล่นภาษาอังกฤษ Agaonid Wasp ชื่อจริง Agaoni
สัดส่วน ความยาวลำตัว 2-3 มม. (ประมาณหัวเข็มหมุด)
สถานที่נדพบ ป่าทั่วไป มีต้นไทรที่ไหน มีต่อไทรที่นั่น
สมาชิกพลพรรค อันดับไฮเมนอปเทอรา (Order Hymenoptera)

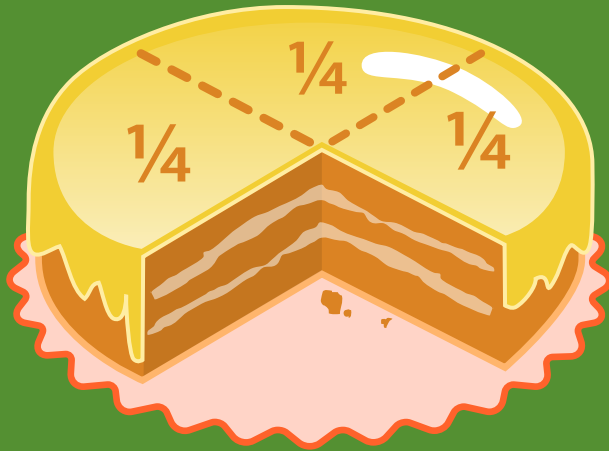
ข้อมูลเพิ่มเติม



<http://bit.ly/214-v1>

บรรณานุกรม

Are There Dead Wasps In Figs? | Gross Science. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2561, จาก https://www.youtube.com/watch?v=9DQTjv_u3Vc.
Figwasp entering into the Fig Nimo. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2561, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=arpEEssFUBQ>.
เกรียงไกร สุวรรณภักดิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างต่อไทรกับต้นไทร. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2561, จาก <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>.
ท่องเที่ยวธรรมชาติกับน้าเกรียง. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2561, จาก <http://oknation.nationtv.tv/blog/nakriang/2011/08/28/entry-1>.



กิจกรรม “จัดเค้ก”

ข้อมูลเพิ่มเติม



<http://bit.ly/214-v2>

ในปีนี้มีผู้เขียนมีโอกาสได้จัด Workshop ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี ซึ่งผู้เขียนเลือกจัดกิจกรรม “จัดเค้ก” จึงขอเสนอวิธีการจัดกิจกรรม ปัญหาที่พบในการดำเนินกิจกรรม รวมถึงวิธีการป้องกันปัญหานี้ เพื่อให้ครูสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนต่อไป

กิจกรรม “จัดเค้ก” มีจุดประสงค์ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเข้าใจแนวคิดการบวกเศษส่วนของจำนวนเต็มบวก ซึ่งเนื้อหาอยู่ในระดับประถมศึกษา แต่ก็เป็นพื้นฐานของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในหลายๆ เรื่องที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป เช่น การบวกเศษส่วนของพหุนามในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งใช้หลักการเดียวกันคือ การปรับตัวส่วนให้เท่ากันก่อนแล้วจึงนำตัวเศษมาบวกกัน

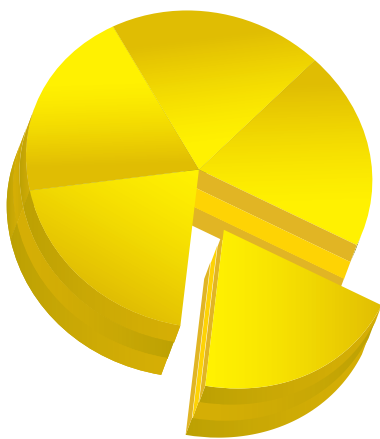
กิจกรรมแบ่งเป็นรอบ รอบละประมาณ 1-3 นาที ขึ้นกับระดับความยาก-ง่ายของโจทย์ ในแต่ละรอบจะแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละเท่าๆ กันโดยวัดความสามารถ แต่ละกลุ่มจะได้รับเค้ก 6 ก้อน ที่มีการแบ่งให้มีขนาดแตกต่างกันดังนี้



ภาพ 1 เค้กขนาด $\frac{1}{3}$ ของทั้งก้อน ทั้งหมด 3 ชิ้น



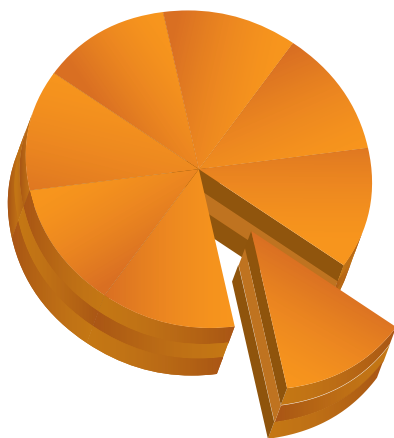
ภาพ 2 เค้กขนาด $\frac{1}{4}$ ของทั้งก้อน ทั้งหมด 4 ชิ้น



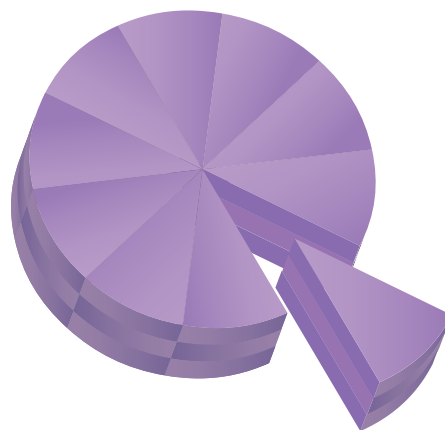
ภาพ 3 เค้กขนาด $\frac{1}{5}$ ของทั้งก้อน ทั้งหมด 5 ชิ้น



ภาพ 4 เค้กขนาด $\frac{1}{6}$ ของทั้งก้อน ทั้งหมด 6 ชิ้น



ภาพ 5 เค้กขนาด $\frac{1}{8}$ ของทั้งก้อน ทั้งหมด 8 ชิ้น



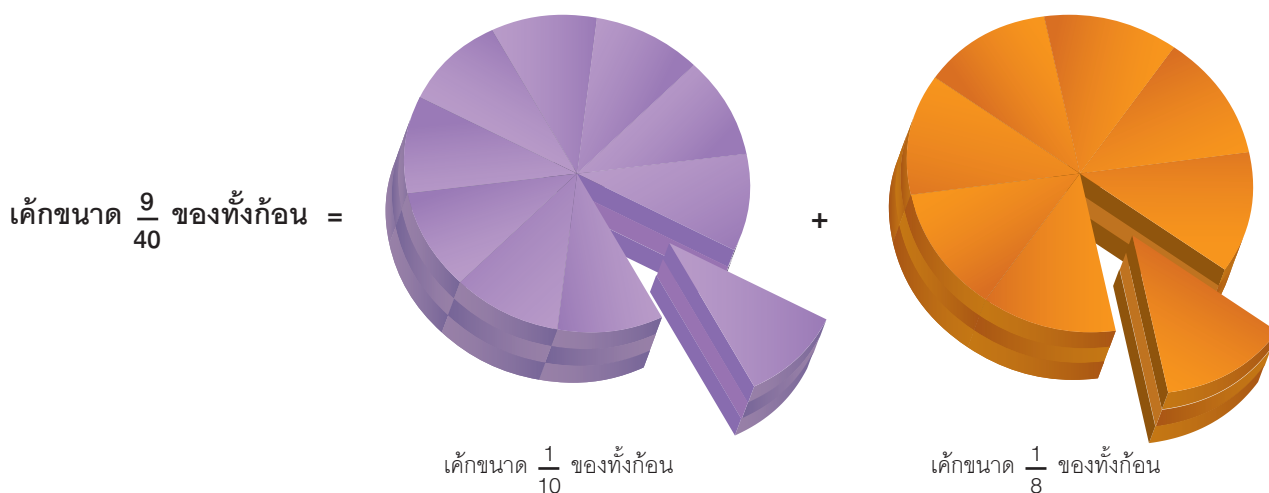
ภาพ 6 เค้กขนาด $\frac{1}{10}$ ของทั้งก้อน ทั้งหมด 10 ชิ้น

ในแต่ละรอบ นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะได้รับโจทย์เดียวกัน ซึ่งเป็นโจทย์ที่ให้แต่ละกลุ่มเลือกจัดเค้กที่มีอยู่ให้เป็นเศษส่วนตามที่โจทย์กำหนด กลุ่มใดสามารถรวมเค้กตามที่โจทย์กำหนดได้ก่อน จะเป็นผู้ชนะในรอบนั้นๆ

ตัวอย่างโจทย์: ให้นักเรียนจัดเค้กให้มีขนาด $\frac{1}{2}$ ของทั้งก้อน นักเรียนที่มีความรู้เรื่องการบวกเศษส่วนไม่มาก อาจจัดเค้กโดยการสังเกตว่า เค้กขนาด $\frac{1}{2}$ ของทั้งก้อนคือเค้กที่มีขนาดครึ่งก้อน ก็จะจัดเค้กให้มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม ส่วนนักเรียนที่มีความรู้เรื่องการบวกเศษส่วน จะสามารถใช้ความรู้หาวิธีจัดเค้กโดยมองเห็นว่า $\frac{1}{2}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของผลบวกของ $\frac{1}{n}$ เมื่อ n เป็น 3, 4, 5, 6, 8 หรือ 10 ได้ 8 แบบดังนี้

$$\begin{aligned} &\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}, \quad \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5}, \quad \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5}, \\ &\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8}, \quad \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{4}, \\ &\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6}, \quad \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \end{aligned}$$

กิจกรรมนี้สามารถปรับใช้กับผู้ร่วมกิจกรรมในหลายระดับ โดยการปรับระดับความยากของโจทย์ให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม ตัวอย่างโจทย์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นโจทย์ระดับง่าย ที่ผู้เรียนเศษส่วนของจำนวนเต็มเบื้องต้นสามารถแก้ปัญหาได้ หากครูพบว่านักเรียนมีระดับความรู้สูงขึ้นก็สามารถปรับโจทย์ให้ยากขึ้น โดยกำหนดให้ตัวส่วนมีค่าเป็นจำนวนเต็มที่มากขึ้น เช่น ให้นักเรียนจัดเค้กให้มีขนาด $\frac{9}{40}$ ของทั้งก้อน ในตัวอย่างนี้ โจทย์จะยากเพราะคำตอบมีเพียงคำตอบเดียวคือ $\frac{1}{10} + \frac{1}{8}$ หรือครูสามารถปรับโจทย์ให้ยากขึ้นโดยกำหนดให้มีเงื่อนไขบางอย่างเพิ่มขึ้น เช่น ให้นักเรียนจัดเค้กให้มีขนาด $\frac{2}{3}$ ของทั้งก้อน โดยห้ามใช้เค้กที่มีขนาด $\frac{1}{3}$ ของทั้งก้อนเป็นส่วนประกอบในเค้กที่จัดนั้น ซึ่งการปรับโจทย์ในลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้นักเรียนต้องแก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดที่มากขึ้น จึงต้องใช้ความคิดที่ซับซ้อนขึ้น



ภาพ 7 ตัวอย่างการจัดเค้กให้มีขนาด $\frac{9}{40}$ ของทั้งก้อน

จากการดำเนินกิจกรรมนี้ ผู้เขียนพบว่า การปรับโจทย์ให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนมีความสำคัญเป็นอย่างมาก การสอบถามเกี่ยวกับระดับความรู้ของนักเรียนจึงเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติก่อนจะเริ่มกิจกรรม เพราะถ้าใช้โจทย์ที่ซับซ้อนเกินความสามารถของนักเรียน นักเรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ได้ ทำให้การดำเนินกิจกรรมต้องใช้เวลานาน และนักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย การเริ่มจากโจทย์ที่ง่ายในรอบแรกๆ จึงเป็นอีกวิธีที่ผู้เขียนใช้ในการแก้ปัญหานี้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนแล้ว ยังทำให้นักเรียนรู้จักปรับตัวให้คุ้นเคยกับกิจกรรมอีกด้วย 🌟

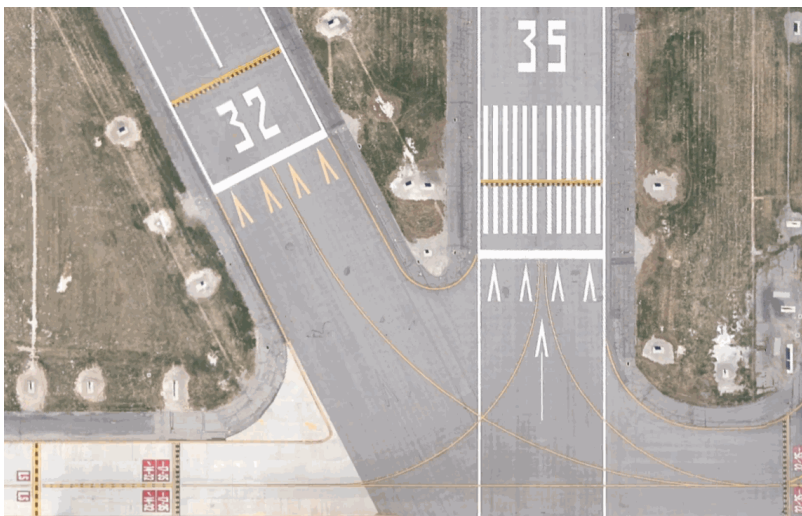
บรรณานุกรม

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.



ที่มา <http://blog.elevatingtheupstate.com/fff-how-runways-are-made/>

ในระหว่างที่เครื่องบินกำลังขึ้นหรือลง หลายคนอาจเคยสังเกตเห็นหมายเลขที่ปรากฏอยู่บนรันเวย์ ทราบหรือไม่ว่าหมายเลขนั้นสื่อความหมายอะไรต่อผู้ใช้รันเวย์

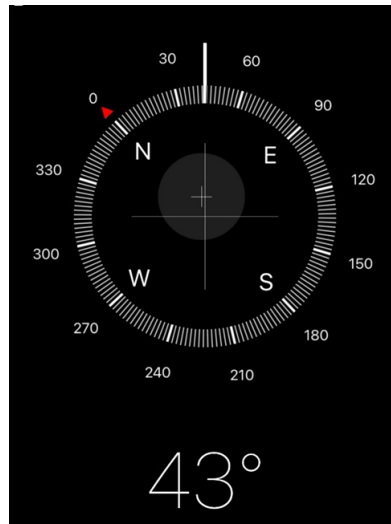


หมายเลขบนรันเวย์ (Runway marking) เป็นตัวอย่างหนึ่งของการสื่อสาร และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่พบเห็นได้ในชีวิตจริง บุคคลทั่วไปอาจเข้าใจว่าหมายเลขบนรันเวย์ใช้แสดงตำแหน่งในการสื่อสารระหว่างนักบินและเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ เพื่อนำเครื่องบินขึ้นหรือลงเท่านั้น ความเข้าใจนี้ถูกต้องเพียงส่วนเดียว เพราะยังมีรายละเอียดอื่นๆ แฝงอยู่ในหมายเลขดังกล่าว

ภาพ 1 ตัวอย่างหมายเลขบนรันเวย์ในสนามบิน
ที่มา <http://www.cfnotebook.net/notebook/aircraft-operations/terminal/airport-markings-and-signs>

ดังนั้น หลักการกำหนดหมายเลขบนรันเวย์จึงต้องมีการกำหนดอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้รันเวย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเป็นสากล

หมายเลขบนรันเวย์ถูกกำหนดเป็นจำนวน 2 หลัก โดยเป็นจำนวนที่อยู่ระหว่าง 01 กับ 36 จึงมีหมายเลขที่นำไปใช้ได้ทั้งสิ้น 36 จำนวน สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ หมายเลขบนรันเวย์ต้องสัมพันธ์กับค่าทิศทางของรันเวย์ที่อ่านได้จากเข็มทิศ (Compass Bearing) ค่าที่อ่านได้จะเรียกว่าค่าแอซิมัทแม่เหล็ก (Magnetic Azimuth) มีหน่วยเป็นองศา ซึ่งเข็มทิศนี้จะใช้แนวทิศเหนือแม่เหล็ก (Magnetic North) เป็นทิศเหนือในการกำหนดทิศทาง ในบทความนี้จะเรียกค่าแอซิมัทแม่เหล็กหรือค่าที่อ่านได้จากเข็มทิศว่า ค่าทิศทางของรันเวย์



ภาพ 2 ตัวอย่างค่าที่อ่านได้จากเข็มทิศในแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ

เข็มทิศ (Compass) เป็นเครื่องมือสำหรับอ่านค่าทิศทาง ค่าที่อ่านได้ซึ่งเรียกว่าค่าแอซิมัทแม่เหล็ก มีค่าอยู่ระหว่าง 0° ถึง 360° โดยสเกลของเข็มทิศมีระยะห่างกัน 1° ดังภาพ 3 เข็มทิศจะแสดงทิศทางหลัก 4 ทิศหลัก คือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก



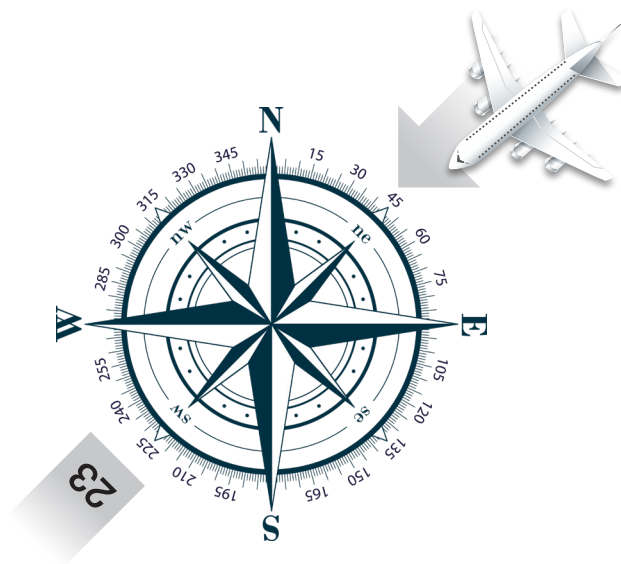
ทิศเหนือ (North : N)	ค่าแอซิมัทแม่เหล็กคือ 0° หรือ 360°
ทิศตะวันออก (East : E)	ค่าแอซิมัทแม่เหล็กคือ 90°
ทิศใต้ (South : S)	ค่าแอซิมัทแม่เหล็กคือ 180°
ทิศตะวันตก (West : W)	ค่าแอซิมัทแม่เหล็กคือ 270°

ภาพ 3 เข็มทิศ

ดังที่กล่าวข้างต้นว่าหมายเลขบนรันเวย์ถูกกำหนดเป็นจำนวนสองหลักเสมอ นั่นคือ หากเริ่มต้นพิจารณาทิศทางของรันเวย์สำหรับทิศทางหลักทั้ง 4 ทิศหลัก ซึ่งได้แก่ ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก จะกำหนดตัวเลขบนรันเวย์เพื่อเป็นสัญลักษณ์บอกทิศทางให้เครื่องบินมุ่งหน้าไป โดยใช้หลักการตัดเลขโดดในหลักหน่วยออก ดังนี้

รันเวย์มุ่งหน้าทางทิศตะวันออก	จะกำหนดหมายเลขบนรันเวย์เป็น 09
รันเวย์มุ่งหน้าทางทิศใต้	จะกำหนดหมายเลขบนรันเวย์เป็น 18
รันเวย์มุ่งหน้าทางทิศตะวันตก	จะกำหนดหมายเลขบนรันเวย์เป็น 27
รันเวย์มุ่งหน้าทางทิศเหนือ	จะกำหนดหมายเลขบนรันเวย์เป็น 36

ถ้าค่าทิศทางของรันเวย์ที่วัดได้คือ 227° จะต้องปัดเศษในหลักหน่วยก่อน ได้เป็น 230 จากนั้น ตัดเลขโดดในหลักหน่วยออก เหลือเพียง 23 ซึ่งจะเป็นตัวเลขที่แสดงไว้บนรันเวย์ ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงเครื่องบินมุ่งหน้าไปในทิศทางดังที่แสดงไว้ตามตัวเลขบนรันเวย์

นอกจากจะมีตัวเลขแสดงอยู่บนต้นทางของรันเวย์แล้ว ปลายทางของรันเวย์ก็จะมีตัวเลขปรากฏเช่นกัน โดยตัวเลขทั้งสองจำนวนที่ปรากฏนั้นจะสัมพันธ์กัน นั่นคือ หากพิจารณาทิศทาง จะได้ว่าทิศทางตรงข้ามจะต่างกัน 180° ตัวอย่างเช่น หากรันเวย์ต้นทางกำหนดตัวเลขไว้ 25 นั้นหมายความว่ารันเวย์นี้มีทิศทาง 250° ดังนั้น ฝั่งตรงข้ามของรันเวย์นี้มุมจะต่างกัน 180° นั่นคือ ปลายทางของรันเวย์มีทิศทาง 70° ซึ่งจะแสดงด้วยตัวเลข 07 ดังแสดงในภาพจำลองรันเวย์ภาพ 5 จากหลักการนี้ หากต้นทางของรันเวย์ถูกกำหนดด้วยตัวเลข 33 ตัวเลขที่ปรากฏตรงปลายทางของรันเวย์เส้นนี้คือ 15 ดังแสดงในภาพ 6



ภาพ 5 ภาพจำลองรันเวย์ 07/25



ภาพ 6 ภาพจำลองรันเวย์ 15/33

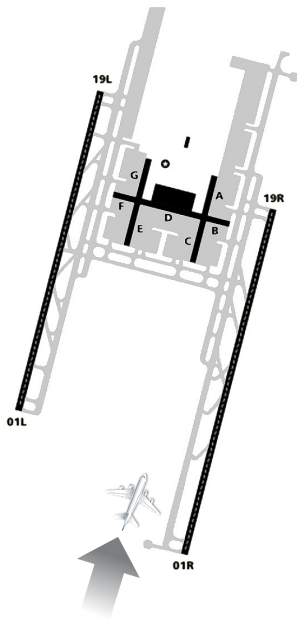
ถ้าสนามบินนั้นเป็นสนามบินขนาดใหญ่ ซึ่งอาจมีหลายรันเวย์ที่หันไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งรันเวย์เหล่านั้นจะขนานกัน เพื่อไม่ให้ผู้ใช้รันเวย์สับสนจึงมีการกำหนดให้มิตัวอักษร L, C และ R โดย L แทน Left หรือ ซ้าย C แทน Center หรือ กลาง และ R แทน Right หรือ ขวา ตัวอย่างดังแสดงในภาพ 7



ภาพ 7 ตัวอย่างรันเวย์ 28L ของท่าอากาศยานนานาชาติชานพรานซิสโก แสดงให้เห็นว่ารันเวย์นี้ตั้งอยู่ในทิศทาง 280° และเป็นรันเวย์ทางด้านซ้าย

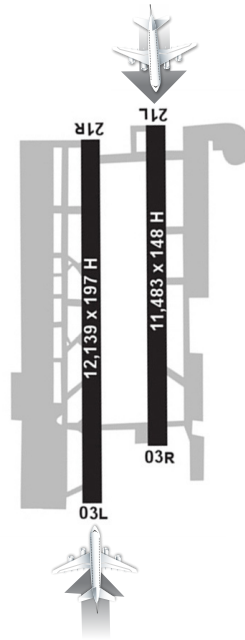
ที่มา <https://sites.google.com/site/atsys2ay1516te04team2b/technical-specifications/systems/pavement-type>

หลายคนอาจสงสัยว่ารันเวย์ของสนามบินในประเทศไทย ใช้ระบบการกำหนดหมายเลขบนรันเวย์เช่นนี้หรือไม่ จึงขอยกตัวอย่างข้อมูลและแผนผังรันเวย์ของสนามบินสุวรรณภูมิ และสนามบินดอนเมือง ดังแสดงในภาพ 8 และภาพ 9



ภาพ 8 แผนผังแสดงรันเวย์ของท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นท่าอากาศยานหลักของประเทศไทย จากแผนผังจะเห็นว่หมายเลขบนรันเวย์นี้คือ 01L/19L และ 01R /19R สนามบินสุวรรณภูมิมี 2 รันเวย์ ทั้งรันเวย์ด้านซ้ายและรันเวย์ด้านขวาซึ่งมีทิศทาง 190° และอีกด้านหนึ่งของรันเวย์มีทิศทาง 10°

ที่มา <https://th.wikipedia.org/wiki/ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ>



ภาพ 9 แผนผังแสดงรันเวย์ของท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมืองซึ่งเป็นท่าอากาศยานนานาชาติที่สองของประเทศไทย จากแผนผังจะเห็นว่า หมายเลขบนรันเวย์นี้คือ 03L/21R และ 03R/21L นั่นคือสนามบินดอนเมืองมี 2 รันเวย์ ทั้งรันเวย์ด้านซ้ายและรันเวย์ด้านขวาซึ่งมีทิศทาง 210° และอีกด้านหนึ่งของรันเวย์มีทิศทาง 30°

ที่มา <https://th.wikipedia.org/wiki/ท่าอากาศยานดอนเมือง>



ภาพ 10 เครื่องบินกำลังลง (Landing) บนรันเวย์อย่างสวยงาม
ที่มา <http://toniostrike86.tumblr.com/image/120690546726>

จะเห็นได้ว่าหมายเลขบนรันเวย์ มีความสำคัญมาก และเป็นตัวอย่างหนึ่งของการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง หากเราซึ่งเป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่อยู่ภายใต้ข้อตกลงควรเข้าใจในความหมายที่ใช้สื่อสารกัน เพื่อให้การติดต่อประสานงานเป็นไปอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณ กับต้นอนุพงษ์ เจริญพงษ์ จากบริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้อง และเพิ่มเติมข้อมูลให้บทความนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

Laurie, D. Airport Markings. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561. จาก <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2012/ICAOFAAAGA-Certification2012/ICAOFAACertification07.pdf>.

Oscar, A. Runway Numbering. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2561. จาก <https://www.presidential-aviation.com/runway-numbering/>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2561. จาก <http://www.scimath.org/e-books/8379/8379.pdf>.



สู่กลางใจเธอ... กิจกรรมการสร้างยานอวกาศ ลงจอดบนดาวพลูโต



ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และในงานคาราวานวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนได้มีโอกาสจัด Workshop สานิตกิจกรรมยานอวกาศลงจอดบนดาวพลูโต (Spacecraft's Pluto landing) โดยมีจุดประสงค์ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ลงมือปฏิบัติสร้างยานอวกาศเพื่อไปลงจอดบนดาวพลูโต และพบว่าเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการวางแผนการทำงาน การแก้ปัญหา และการมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่มีหลายระดับชั้น และเป็นกิจกรรมได้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม

สถานการณ์ของกิจกรรมคือ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะต้องออกแบบและสร้างยานอวกาศ เพื่อนำนักบินอวกาศ 2 คน ไปลงจอดบนดาวพลูโต โดยใช้เฉพาะวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้เท่านั้น

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

กระตุ้นความสนใจ โดยให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดู VDO clip อ่านบทความด้านล่าง และตอบคำถามเกี่ยวกับการสร้างจรวดและยานอวกาศ การสำรวจอวกาศ ระบบสุริยะ และดาวพลูโต รวมทั้งการลงจอดของยานอวกาศบนดวงจันทร์และดาวหางที่ได้กระทำมาแล้ว

“ใคร ๆ ก็สร้างจรวดได้”

ในอดีตการสร้างจรวดหรือยานอวกาศเป็นเรื่องที่ซับซ้อน และต้องใช้งบประมาณมาก อีกทั้งต้องเป็นองค์กรขนาดใหญ่จึงจะสามารถทำได้ เช่น NASA (National Aeronautics and Space Administration) แต่ในปัจจุบันคนที่มีแนวคิดที่น่าสนใจสามารถระดมทุนสร้างสิ่งของหรือนวัตกรรมใหม่ๆ ได้ด้วยตนเอง หรือที่เรียกว่า startup เช่น บริษัท SpaceX ที่สร้างจรวดเพื่อส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร และรับจ้างขนส่งพัสดุไปยังสถานีอวกาศ โดยที่ SpaceX มีแนวคิดจะสร้างจรวดขนาดที่ไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักเบา ประหยัดเชื้อเพลิง และสามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง มีการเติมเชื้อเพลิงและบินขึ้นได้อีก เช่น จรวดฟัลคอนไนน์ (Falcon 9) เคยทำภารกิจขนส่งสัมภาระขึ้น/ลงจากสถานีอวกาศนานาชาติ และหลังจากนั้นได้ใช้ส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรอีกหลายครั้ง



ภาพ 1 จรวดฟัลคอนไนน์ถูกปล่อยจากฐานปล่อยจรวด Complex 39 (LC-39) ณ ศูนย์อวกาศเคนเนดี (Kennedy Space Center) รัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา

ที่มา <https://www.spacex.com/media-gallery/detail/149436/9501>

“เพราะว่าพลูโตน่ารัก”

สำหรับการสร้างยานอวกาศ ต้นแบบจะเป็นการสร้างยานไปลงจอดบนดวงจันทร์ แต่ผู้เขียนเลือกดาวพลูโตด้วยเหตุผลหลายประการ เพราะดาวพลูโตถูกค้นพบในปี พ.ศ. 2473 โดย Clyde Tombaugh และถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์ดวงที่ 9 ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ แต่ในปี พ.ศ. 2549 ดาวพลูโตถูกลดสถานะจากดาวเคราะห์เป็นดาวเคราะห์แคระ แม้เราจะมีความรู้เกี่ยวกับดาวพลูโตค่อนข้างน้อย และยังไม่เห็นดาวพลูโตได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ยานอวกาศชื่อ New Horizons ของสหรัฐอเมริกาได้โคจรผ่านดาวพลูโตและถ่ายภาพเพื่อส่งข้อมูลกลับมาถึงโลก ทำให้เห็นภาพดาวพลูโตชัดเจนขึ้นว่า มีบริเวณส่วนหนึ่งบนดาวมีลักษณะคล้ายหัวใจ ซึ่งทำให้เราจดจำดาวดวงนี้ได้ดีขึ้นว่าเป็นดาวที่มีหัวใจ



ภาพ 2 ดาวพลูโตที่ถ่ายภาพโดยยาน New Horizons ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Pluto#/media/File:Pluto-01_Stern_03_Pluto_Color_TXT.jpg

“ครั้งหนึ่งพลูโตเคยเป็นดาวเคราะห์”

ดาวพลูโตเคยถูกจัดว่าเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง แต่ปัจจุบันถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์แคระ การเปลี่ยนแปลงของความรู้ต่างๆ สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกวิชาไม่ใช่เฉพาะแต่ดาราศาสตร์เท่านั้น โดยเมื่อเวลาผ่านไป ความรู้ต่างๆ สามารถจะเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติมหรือมีข้อมูลมากขึ้น และการจัดแบ่งหมวดหมู่ของสิ่งใดๆ ก็ตาม ล้วนขึ้นกับการกำหนดเกณฑ์ของมนุษย์ เช่น การจัดหมวดหมู่ของดวงดาวและการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมนี้จึงควรกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของความรู้ต่างๆ โดยยกตัวอย่างดาวพลูโตและทำความเดิมว่า เมื่อนานมาแล้ว (ก่อนปี พ.ศ. 2549) นักเรียนจะมีความรู้วาระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ 9 ดวง หรือที่เรียกว่าดาวเคราะห์ เรียงจากที่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดจนถึงไกลที่สุดดังนี้คือ พุธ ศุกร์ โลก อังคาร พฤหัสบดี เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน และพลูโต แต่ในหนังสือเรียนปัจจุบันนี้ หรือที่นักเรียนศึกษาในห้องเรียน จะพบว่าระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ 8 ดวง และมีบริวารอื่นๆ เช่น ดาวเคราะห์แคระ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย ซึ่งดาวเคราะห์แคระที่คุ้นเคยคือ ดาวพลูโต ซึ่งเคยถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์

ผู้จัดกิจกรรมอาจใช้คำถามต่างๆ และอภิปรายร่วมกับผู้เข้าร่วมกิจกรรม เช่น ทำไมดาวพลูโตที่เคยเป็นดาวเคราะห์จึงถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์แคระ? ชื่อดาวเคราะห์แคระเพราะมีขนาดเล็กลง แสดงว่าดาวพลูโตมีขนาดเล็กลงใช่หรือไม่? หรือเพราะดาวพลูโตโคจรห่างจากโลกมากทำให้เห็นดาวเล็กลงใช่หรือไม่? และดาวพลูโตมีความแตกต่างจากดาวอื่นอย่างไร?

ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถตอบได้ว่า ดาวพลูโตไม่ได้ถูกเปลี่ยนสถานะเพราะเปลี่ยนแปลงขนาดไปจากเดิม ดาวพลูโตยังมีขนาดเท่าเดิมและโคจรเหมือนเดิม แต่เนื่องจากดาวพลูโตมีความแตกต่างจากดาวเคราะห์ดวงอื่น เช่น มีวงโคจรเป็นวงรี ส่วนดาวดวงอื่นเช่น พฤหัสบดี ยูเรนัส และเนปจูน มีวงโคจรเกือบจะเป็นวงกลม นอกจากนั้นระนาบวงโคจรของดาวพลูโตเอียงทำมุมกับระนาบวงโคจรของดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ และมีดาวดวงอื่นๆ อีกที่ไม่ได้เป็นดาวเคราะห์แต่มีขนาดใหญ่กว่าหรือใกล้เคียงกับดาวพลูโต จนทำให้ดาวพลูโตถูกตั้งข้อสงสัยว่า ยังสมควรเป็นดาวเคราะห์หรือไม่

ความรู้เพิ่มเติม

ในวันที่ 14-25 สิงหาคม พ.ศ.2549 สหพันธ์ดาราศาสตร์สากล (International Astronomical Union : IAU) ได้จัดประชุมเกี่ยวกับการหาข้อสรุปเรื่องคำจำกัดความของดาวเคราะห์ และได้คำจำกัดความใน RESOLUTION B5: Definition of a Planet in the Solar System ดังนี้ ดาวเคราะห์เป็นวัตถุที่ 1. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 2. มีมวลมากพอที่ทำให้มีรูปร่างใกล้เคียงทรงกลมได้โดยแรงโน้มถ่วงของตัวเอง 3. ไม่มีวัตถุอื่นที่มีขนาดใกล้เคียงกันอยู่ใกล้วงโคจร ส่วนดาวเคราะห์แคระมีคำจำกัดความดังนี้ คือ เป็นวัตถุที่ 1. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 2. มีมวลมากพอที่ทำให้รูปร่างใกล้เคียงทรงกลมได้โดยแรงโน้มถ่วงของตัวเอง 3. มีวัตถุอื่นที่มีขนาดใกล้เคียงกันอยู่ใกล้วงโคจร 4. ไม่ใช่ดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์ เนื่องจากดาวพลูโตไม่เป็นไปตามนิยามข้อ 3 ของดาวเคราะห์ และผลการลงมติในวันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม พ.ศ.2549 ทำให้ดาวพลูโตถูกลดสถานะจากดาวเคราะห์เป็นดาวเคราะห์แคระ

“การลงจอดของยานอวกาศก็พลาดกันได้”

อาจเริ่มต้นจากการตั้งคำถามและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการลงจอดของยานอวกาศว่า มนุษย์เคยส่งยานอวกาศและมนุษย์อวกาศไปสำรวจดาวดวงใดบ้าง ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะตอบเกี่ยวกับการสำรวจดวงจันทร์ของโครงการอะพอลโล โดยมีนิล อาร์มสตรอง เป็นมนุษย์คนแรกที่เหยียบดวงจันทร์ จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสำรวจดาวหาง Churyumov-Gerasimenko ของยานอวกาศ Rosetta ที่มียานลูกชื่อ Philae ซึ่งถูกส่งลงไปจอดบนดาวหางดวงนี้ อย่างไรก็ตาม ในการลงจอดของ Philae ได้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ทำให้ยานกระเด็นบนพื้นดาวหาง 2 ครั้ง จึงจะลงจอดได้ เพราะบริเวณนั้นไม่ได้รับแสงอาทิตย์ ทำให้แผงโซลาร์เซลล์บนยานไม่สามารถสร้างพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ บนยานได้ เมื่อพลังงานสำรองที่มีอยู่บนยานหมด Philae จึงไม่สามารถส่งข้อมูลต่างๆ กลับมาได้อีก อย่างไรก็ตาม ก่อนที่พลังงานจะหมดไป Philae ได้ส่งข้อมูลบางส่วนที่ยานสำรวจได้มายังโลก ทำให้มนุษย์ได้ทราบข้อมูลของดาวหางมากขึ้น ความผิดพลาดหรือล้มเหลวไม่ใช่สิ่งที่เลวร้ายเสมอไป แต่เป็นแนวทางเริ่มต้นที่ทำให้เรานำมาวิเคราะห์ ปรับปรุง และแก้ไขสิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ดีขึ้น

จากนั้นมีการตั้งคำถามและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบให้ยานอวกาศลงจอดได้อย่าง



ภาพ 3 ยานอวกาศ Rosetta ที่มียานลูกชื่อ Philae ส่งลงไปจอดบนดาวหาง

ที่มา <https://cnes.fr/en/web/CNES-en/11223-gp-mission-rosetta-l-atte-ris-seur-philae-se-reveille-come-prevu.php>

ปลอดภัย โดยพิจารณาสภาพอากาศที่บางเบาและแรงโน้มถ่วงที่น้อยกว่าโลก ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถให้คำตอบเกี่ยวกับการออกแบบยานได้ว่า ยานจะต้องมีขาตั้งที่แข็งแรงและกางออกได้สมดุล เพื่อลงจอดได้อย่างมั่นคง มีฐานยานแบบสปริงเพื่อรับแรงกระแทก มีปีกเพื่อให้เกิดแรงต้านหรือมีร่มชูชีพเพื่อชะลอความเร็ว รวมทั้งมีเครื่องยนต์เพื่อบังคับทิศทางและชะลอความเร็วขณะลงจอด ซึ่งวิทยากรสามารถให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่และเรื่องแรง

สถานการณ์

- ออกแบบและสร้างยานอวกาศเพื่อลงจอดบนดาวพลูโตซึ่งมีมนุษย์อวกาศ 2 คน โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดไว้ใน การสร้างชิ้นงาน และใช้แก้วกระดาษเป็นยานอวกาศ
- การทดสอบชิ้นงานที่สร้างเสร็จ ทำโดยการปล่อยชิ้นงานจากระดับความสูง 1 เมตร โดยที่นักบินอวกาศที่แทน ด้วยเม็ดช็อคโกแล็ตจะต้องไม่กระเด็นออกจากยานขณะทำการทดสอบ

วัสดุและอุปกรณ์

- แก้วกระดาษ 1 ใบ
- หลอดพลาสติกทิ้งได้ 4 หลอด
- สำลี 4 ก้อน
- กระดาษสีขนาด A4 1 แผ่น
- กระดาษแข็งขนาด 15 x 10 เซนติเมตร 2 แผ่น
- เม็ดช็อคโกแล็ต 2 เม็ด
- กรรไกร
- เทปใสติดกระดาษ



ข้อกำหนด

สามารถใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ สร้างชิ้นงานให้มีลักษณะใดก็ได้ ใช้อุปกรณ์ครบทุกชิ้นหรือใช้บางส่วนก็ได้ แต่ไม่สามารถขออุปกรณ์เพิ่มได้ และไม่ใส่วัสดุใดๆ ลงในแก้วหรือทำเป็นฝาปิด

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม (30 นาที)

1. ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสำรวจอุปกรณ์ที่ได้รับแจก ออกแบบยานอวกาศที่ต้องการจะสร้าง และเขียนแบบลงบนกระดาษ (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที)
2. ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมการสร้างชิ้นงาน (ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที) เมื่อทำเสร็จแล้วให้ทดลองปล่อยยานอวกาศ ที่โต๊ะของตนเองก่อน โดยกำหนดระดับความสูง 1 เมตร เพื่อทดสอบว่ายานอวกาศจะลงจอดได้สำเร็จหรือไม่ และนักบินอวกาศต้องไม่หลุดออกจากตัวยาน ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถทดลองและแก้ไขผลงานของตนเองได้ จนกว่าจะทำได้สำเร็จ และให้วิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เมื่อทดสอบที่โต๊ะตนเองจนสำเร็จและมั่นใจแล้ว ก็นำมาปล่อยให้ผู้จัดกิจกรรมได้ตรวจสอบ
3. ผู้จัดกิจกรรมให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมปล่อยยานอวกาศจากระดับความสูง 1 เมตร จำนวน 2 ครั้ง โดยยานต้องลงจอด สำเร็จทั้ง 2 ครั้ง ถ้าไม่สำเร็จก็สามารถนำยานกลับไปปรับปรุงแก้ไขได้ ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมปรับปรุง ชิ้นงานแล้วยังลงจอดไม่สำเร็จ ผู้จัดกิจกรรมจะแนะนำให้ปรับปรุงชิ้นงานโดยไม่บอกจุดที่มีปัญหา แต่จะใช้ การตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้พิจารณาสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานของตนเองลงจอดไม่สำเร็จ และใช้ข้อมูลนี้ ในการปรับปรุงชิ้นงานต่อไป



ภาพ 4 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมออกแบบและสร้างยานอวกาศ

จากการทำกิจกรรม ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถออกแบบยานอวกาศตามข้อกำหนดได้หลายแบบ เมื่อนำมาทดสอบพบว่าสิ่งที่สามารถทำได้สำเร็จในครั้งแรก และที่ต้องนำกลับไปแก้ไขเพื่อนำมาทดสอบใหม่ เมื่อได้สอบถามเกี่ยวกับแนวทางที่จะต้องแก้ไข ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถวิเคราะห์ชิ้นงานของตนเองได้ว่า เพราะเหตุใดยานจึงลงจอดไม่สำเร็จ เช่น ฐานยานแคบเกินไป เมื่อยานตกลงบนพื้นทำให้ยานตะแคงและล้ม หรือกระดาษที่พับเป็นสปริงบางมากเกินไป ทำให้ไม่สามารถรับแรงกระแทกได้ หรือปีกของยานไม่สมดุลทำให้ยานเอียงจนนักบินอวกาศหลุดออกมาจากตัวยาน และผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้ว่าควรจะต้องแก้ไขอย่างไร เมื่อนำมาทดสอบอีกครั้งก็สามารถลงจอดได้สำเร็จ ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมไม่สามารถวิเคราะห์และแก้ไขชิ้นงานได้ ผู้จัดกิจกรรมควรให้คำแนะนำเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม



ภาพ 5 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดสอบการลงจอดของยานอวกาศ



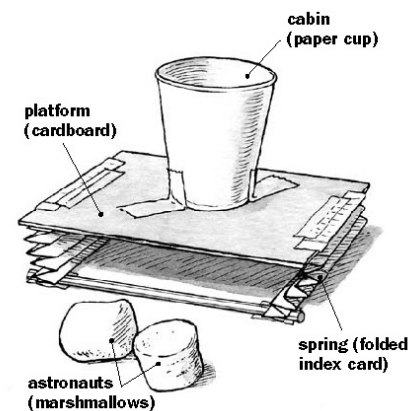
ภาพ 6 ยานอวกาศรูปแบบต่างๆ ที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ออกแบบ สร้าง และทดสอบการลงจอดได้สำเร็จ

การทำกิจกรรมนี้ อาจมีรางวัลสำหรับผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่นำยานอวกาศลงจอดสำเร็จเป็น 3 คนแรก เพื่อจูงใจให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทดสอบตนเองในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้สำเร็จ เข้าร่วมการแข่งขันกับเพื่อนๆ เพื่อความสนุกสนาน ตื่นเต้น และเชื่อมโยงกับชีวิตจริงว่า การแข่งขันทางธุรกิจเพื่อผลิตสินค้าออกมาขายก่อนบริษัทคู่แข่ง จำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ในการผลิตสิ่งใหม่ๆ และรีบผลิตออกมาเพื่อการเป็นผู้นำในตลาด

ในการทำกิจกรรมนี้ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้รับความรู้ ความสนุก ความมุ่งมั่น การยอมรับความผิดพลาด และได้ใช้ความคิดในการสร้างสรรค์ การวิเคราะห์และปรับปรุงชิ้นงาน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเสนอนวัตกรรมใหม่ๆ

ข้อเสนอแนะ: ภารกิจที่เปลี่ยนไปและยานอวกาศที่ไม่เหมือนเดิม

1. ในกรณีที่เวลาในการทำกิจกรรมมีน้อย ผู้จัดกิจกรรมอาจให้ดูตัวอย่างยานอวกาศ แต่ถ้าใช้รูปแบบยานเหมือนตัวอย่าง ผู้เข้าร่วมกิจกรรมอาจทำภารกิจได้ไม่สำเร็จ ดังนั้นผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะต้องดัดแปลงหรือออกแบบเพิ่มเติม
2. จากภารกิจเดิมที่ยานอวกาศสามารถบรรทุกนักบินอวกาศได้ 2 คน และถูกปล่อยจากที่สูง 1 เมตร ถ้าภารกิจเปลี่ยนแปลงไป เช่น บรรทุกนักบินอวกาศหรือบรรทุกสิ่งของเพิ่มขึ้น หรือปล่อยยานอวกาศจากระดับความสูงมากขึ้น ยานอวกาศที่สร้างขึ้นยังสามารถปฏิบัติภารกิจที่แตกต่างไปได้หรือไม่ หรือผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะดัดแปลงยานอวกาศอย่างไร โดยอาจกำหนดภารกิจ เช่น



ที่มา <http://teachers.egfi-k12.org/lesson-build-lunar-lander/>

- บรรทุกนักบินอวกาศ 2 คน และปล่อยยานอวกาศจากที่สูง 2 เมตร
- บรรทุกนักบินอวกาศ 4 คน และปล่อยยานอวกาศจากที่สูง 1 เมตร

แม้ว่าปัจจุบันดาวพลูโตจะถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์แคระ แต่มีนักดาราศาสตร์อีกหลายคนที่ไม่ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับนิยามของดาวเคราะห์ เช่น ฟิลิป เม็ตเซอร์ (Philip Metzger) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกันจาก The University of Central Florida ได้ตีพิมพ์งานวิจัยในวารสาร ICARUS โดยเสนอให้กำหนดนิยามของดาวเคราะห์ขึ้นใหม่ เพื่อพิจารณาดาวพลูโตให้กลับมาเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะอีกครั้ง หลังจากที่ถูกเปลี่ยนสถานะเป็นดาวเคราะห์แคระเมื่อ พ.ศ. 2549 ในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป ผู้จัดกิจกรรมควรตรวจสอบข้อมูลล่าสุดว่าดาวพลูโตได้กลับมาเป็นดาวเคราะห์อีกครั้งหนึ่งหรือไม่ เพื่อจะได้บอกกับผู้เข้าร่วมกิจกรรมว่า ความรู้ต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ ดาวพลูโตเคยเป็นดาวเคราะห์ แล้วก็ถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์แคระ ซึ่งอาจจะกลับมาเป็นดาวเคราะห์ได้อีกครั้ง

อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าดาวพลูโตจะถูกจัดเป็นดาวเคราะห์หรือดาวเคราะห์แคระ ดาวพลูโตก็ยังเป็นดาวที่น่าสนใจที่มนุษย์จะส่งยานอวกาศไปสำรวจเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม ไม่แน่ว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมอาจจะเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการไปสำรวจดาวพลูโตในอนาคตก็ได้ โดยอาจจะเป็นวิศวกรที่ออกแบบจรวดหรือยานอวกาศ เป็นนักบินอวกาศ หรือเป็นโปรแกรมเมอร์คำนวณเส้นทางเดินทางไปดาวพลูโต แล้วพบกันนะพลูโต

ความประทับใจของผู้เขียน

ผู้ที่มาเข้าร่วมกิจกรรม Workshop ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทั้งนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา และระดับประถมศึกษา ทุกคนตั้งใจตอบคำถามมาก แสดงว่ามีความรู้และสนใจเกี่ยวกับยานอวกาศ ดาวเคราะห์ต่างๆ และระบบสุริยะ แม้ว่าการตอบคำถามจะถูกบ้าง ผิดบ้าง แต่ทุกคนชอบที่จะตอบคำถาม รวมทั้งมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ไม่เคยรู้มาก่อน นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมในวันหยุดนั้น ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมักเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีผู้ปกครองพามาและเข้าร่วมกิจกรรมด้วย ซึ่งผู้ปกครองบางคนได้มากระซิบถามผู้เขียนว่า คำตอบที่ลูกตอบเป็นคำตอบที่ถูกจริง ๆ ไช้หรือไม่ พวกเขาแปลกใจเพราะไม่ทราบมาก่อนเลยว่าลูกสนใจและมีความรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์ และดีใจที่ลูกสนุกในการร่วมกิจกรรม กล่าวตอบคำถามโดยที่ไม่กลัวว่าคำตอบนั้นจะผิด 

ข้อมูลเพิ่มเติม



<http://bit.ly/214-v3>

บรรณานุกรม

Build a Lunar Lander. Retrieved May 1, 2018, from <http://teachers.egfi-k12.org/lesson-build-lunar-lander/>.

IAU. (2006). General Assembly: Resolutions 5 and 6. IAU. 24 August 2006. Retrieved May 1, 2018, from https://www.iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6.pdf.

Is Pluto a Planet? New Paper Adds to Decade-Long Debate. Retrieved May 1, 2018, from <https://www.space.com/41769-pluto-planet-definition-debate-rages-on.html>.

การประชุมกำหนดนิยามดาวเคราะห์. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2561. จาก <http://thaiastro.nectec.or.th/library/article/261/> สุทัศน์ ยกส้าน. (2558). Clyde Tombaugh กับ การพบพลูโต. นิตยสาร สสวท. 43,196. 46 – 49.

สะสมสู่การประกอบอาชีพ: การเลี้ยงไส้เดือนดิน



ปัญหาอาหารเหลือทิ้งจากการรับประทานอาหารกลางวันของนักเรียน หรือขยะอินทรีย์ เป็นสิ่งที่โรงเรียนส่วนใหญ่กำลังเผชิญอยู่ หากขยะเหล่านั้นไม่ได้รับการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมตามหลักสุขอนามัยแล้ว จะทำให้เกิดกลิ่นรบกวนและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคต่างๆ มากมาย แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้นี้ คือ การใช้วิธีการทางชีวภาพในการกำจัดขยะอินทรีย์เหล่านั้นด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย และไส้เดือน โดยไส้เดือนเป็นสิ่งมีชีวิตที่นิยมใช้เนื่องจากเป็นผู้ย่อยสลาย (Decomposer) สารอินทรีย์ ในระบบนิเวศตามธรรมชาติ

ปัจจุบันได้มีการนำมูลไส้เดือนมาใช้ในการเกษตรในรูปแบบของปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น เป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้มูลไส้เดือนยังมีธาตุอาหารหลักและรองในปริมาณมากกว่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก มีจุลินทรีย์ที่ดีและมีฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งสามารถผลิตได้รวดเร็วกว่า (Sharma และคณะ, 2005) ทั้งนี้การเลี้ยงไส้เดือนสามารถเลี้ยงได้ในภาชนะหรือพื้นที่ขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำ และเป็นตัวอย่างที่ดีในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ที่ชัดเจน ซึ่งครูสามารถประยุกต์การเลี้ยงไส้เดือนเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสะเต็มศึกษา (STEM education) ให้แก่นักเรียน เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของความรู้ (Knowledge awareness) แขนงต่างๆ และพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นต่อการต่อยอดสู่แนวทางการประกอบอาชีพ (Career connection) ได้เป็นอย่างดี



ภาพ 1 ไส้เดือนดินสายพันธุ์ต่างๆ

ที่มา <http://www.santichaifarm.com/category/7/สายพันธุ์ไส้เดือนดิน>

วิทยาศาสตร์ของการเลี้ยงไส้เดือน

ก่อนจะเริ่มให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเลี้ยงไส้เดือน ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางชีวภาพและการดำรงชีวิตของไส้เดือนก่อน ตัวอย่างเช่น อาหารไส้เดือนเป็นสารอินทรีย์ เช่น ผัก ถั่วเหลือง มูลสัตว์ อาหารของไส้เดือนขณะเริ่มต้น (Bedding) ซึ่งผู้เลี้ยงสามารถใช้มูลโค (หรือมูลสัตว์อื่น) ผสมกับขุยมะพร้าว (หรือใช้เศษใบไม้ ใบหญ้า หรือสารอินทรีย์ชนิดอื่นที่มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง) และผ่านการหมักอย่างเหมาะสมแล้ว ทั้งนี้ที่อยู่อาศัย (Habitat) ของไส้เดือน ควรมีความพรุน (Porosity) และไม่อัดตัวแน่น (Not Packed Tightly) เก็บความชื้น (Retain Moisture) ได้ดี ส่วนภาชนะสำหรับเป็นที่อยู่ของไส้เดือนมีหลากหลาย เช่น กระดาษลัง กล่องพลาสติก ลังพลาสติก โดยพื้นของภาชนะจะต้องเจาะรู เพื่อป้องกันน้ำขังและช่วยระบายอากาศ ส่วนสถานที่เลี้ยงไส้เดือน ควรมีอุณหภูมิ 15-25 °C ความชื้น 80-90 % ความเข้มข้นของแอมโมเนียต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเกลือต่ำกว่า 0.5 % ความเป็นกรด-เบส (pH) ควรอยู่ในช่วง 5-9 ควรปิดภาชนะให้มิด แต่ให้มีอากาศระบายได้สะดวก อาหารเสริมของไส้เดือน เป็นการให้อาหารแก่ไส้เดือนระหว่างการเลี้ยงโดยโรยที่ผิวด้านบน (กากเต้าหู้) หรือฝังกลบ (ผัก อาหารสด) (อุทัยวรรณ โกวิทวที และคณะ, 2559)

ไส้เดือนสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงคือ African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*) เป็นไส้เดือนในกลุ่มไส้เดือนผิวดิน (Epigamic Earthworm) จะกินอาหารที่ผิวดินเป็นหลัก และขับถ่ายที่ผิวดิน โดยจะออกหากินในเวลากลางคืน นอกจากนั้น สภาพแวดล้อมของไส้เดือนต้องมีความชื้นที่เหมาะสม คือ ไม่แห้งหรือชื้นเกินไป รวมทั้งต้องมีระดับออกซิเจนที่เพียงพอ และอากาศต้องถ่ายเทได้ดีจึงจะทำให้ไส้เดือนมีชีวิตอยู่ได้ การจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อไส้เดือน ย่อมทำให้ไส้เดือนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และผสมพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ สิ่งที่ต้องคำนึงอีกอย่างหนึ่งคือ พันธุกรรมของไส้เดือนหรือสายพันธุ์ ไส้เดือนสายพันธุ์แอฟริกา ดังภาพ 1 จะเจริญเติบโตเร็ว กินอาหารมาก ออกลูกเป็นจำนวนมากในแต่ละครั้ง เหมาะสำหรับการเลี้ยงเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์ ผลิตปุ๋ยหมัก และนำไส้เดือนไปเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ ซึ่งแตกต่างจากไส้เดือนชนิดอื่น (Curry และ Schmidt, 2007) อย่างไรก็ตาม หากเลี้ยงไส้เดือนเป็นเวลานาน (หลายรอบวงจรชีวิต) อาจมีโอกาสเกิดการผสมเลือดชิด (Inbreeding) สูงขึ้น ทำให้ไส้เดือนมีพันธุกรรมด้อยลง ซึ่งจะทำให้ขนาดเล็กลง ไม่แข็งแรง และตายง่าย (Velando และคณะ, 2006) ซึ่งในประเด็นเหล่านี้ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตัวเอง ในประเด็นที่นักเรียนสนใจ นอกเหนือจากประเด็นการเลี้ยง เช่น กายวิภาค และคุณค่าทางเศรษฐกิจ

นอกจากจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงไส้เดือนแล้ว ครูควรส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ให้แก่นักเรียนในระหว่างการเลี้ยงไส้เดือนด้วย โดยให้นักเรียนสังเกตพฤติกรรมของไส้เดือนว่าผิดปกติไปจากเดิมหรือไม่ การจำแนก ไส้เดือนออกมาจากกากอาหาร ซึ่งสามารถใช้พฤติกรรมธรรมชาติของไส้เดือนเพื่อให้ง่ายขึ้นด้วย และนักเรียนต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) เช่น มีความสงสัยใคร่รู้ และอดทนต่อสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเลี้ยงไส้เดือนได้เป็นอย่างดี



ภาพ 2 ไส้เดือนสายพันธุ์แอฟริกา

เทคโนโลยีของการเลี้ยงไส้เดือน

นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องการใช้เทคโนโลยีในการเลี้ยงไส้เดือน เช่น การใช้เครื่องวัดค่า pH เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-เบส เครื่องตรวจวัดความชื้น เครื่องชั่งน้ำหนักไส้เดือน อาหาร ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล ซึ่งเป็นการส่งเสริมด้าน ICT literacy อีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้การหาสูตรอาหารเลี้ยงไส้เดือนก็ถือว่าเป็นเทคโนโลยีหนึ่ง เช่น สูตรอาหารจากมูลไก่และเศษใบไม้ ในกรณีที่หามูลวัวและขุยมะพร้าวไม่ได้ พบว่าต้องใช้มูลไก่ 1 ส่วน และเศษใบไม้ 1 ส่วน ซึ่งแตกต่างจากสูตรทั่วไปที่ใช้มูลวัว 2 ส่วน ขุยมะพร้าว 1 ส่วน เนื่องจากมูลไก่มีความเข้มข้นสูงกว่ามูลวัว

นอกจากนี้เทคโนโลยียังหมายถึงความรวมถึงการใช้อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์มาเพื่อช่วยในกระบวนการเลี้ยงไส้เดือน เช่น เครื่องร่อนมูลไส้เดือนออกจากกากอาหาร ซึ่งผู้เขียนพบเห็นที่มินิมูราห์ฟาร์ม จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังภาพ 3 รวมถึงเทคโนโลยีที่เป็นเทคนิครูปแบบและวิธีการใหม่ๆ ที่ได้จากปัญหาระหว่างเลี้ยงไส้เดือน เช่น มีพื้นที่ในการเลี้ยงจำกัด ไม่มีเวลาในการรดน้ำทุกวัน สามารถใช้ชั้นวางของมาเจาะรูในแต่ละชั้น โดยชั้นล่างไม่ต้องเจาะรูระบายน้ำ เพื่อให้ความชื้นแก่ไส้เดือน การเลี้ยงเช่นนี้ไส้เดือนสามารถอยู่ได้นานกว่า 7 วัน ซึ่งรวมไปถึงการขยายขนาดการเลี้ยงในปริมาณที่มากขึ้น โดยใช้ระยะเวลาในการทำงานที่น้อยลง ซึ่งอาจหมายถึงใช้เครื่องมืออัตโนมัติด้วย นอกจากนี้เทคโนโลยียังเกี่ยวข้องกับ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการเลี้ยงไส้เดือน รวมทั้งใช้โปรแกรมต่างๆ ในคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบโลโก้ผลิตภัณฑ์มูลไส้เดือนเพื่อจำหน่ายได้อีกด้วย



ภาพ 3 เครื่องร่อนมูลไส้เดือน

วิศวกรรมศาสตร์ของการเลี้ยงไส้เดือน

วิศวกรรมศาสตร์เป็นกระบวนการในการทำงานที่เกิดขึ้นในระหว่างการเลี้ยงไส้เดือน ทั้งในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่พบหรือใช้พัฒนาขั้นตอนการทำงานต่างๆ เช่น ในบางครั้งอาจพบปัญหาไส้เดือนเลื้อยหนีจากที่อยู่อาศัย โดยไม่ยอมเลื้อยลงดิน เมื่อวิเคราะห์สาเหตุแล้ว อาจเป็นเพราะแหล่งที่อยู่ยังไม่มีความเหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะที่ใช้เลี้ยงหรือปุ๋ยคอกที่ได้มาจากการล้างโรงเรือนด้วยโซดาไฟที่อาจติดมา ทำให้ไส้เดือนไม่ยอมลงดิน จึงจำเป็นต้องออกแบบสัดส่วนของสิ่งที่เป็นไปในภาชนะเพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของไส้เดือน ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพว่า เมื่อเปลี่ยนสูตรการเลี้ยงแล้วไส้เดือนยังคงเลื้อยหนีออกนอกภาชนะเลี้ยงหรือไม่ จากนั้นอาจมีการทบทวนและปรับเปลี่ยนส่วนผสมอีกหลายครั้ง จนกระทั่งได้สูตรที่ดีที่สุด นอกจากนี้เวลาเก็บมูลไส้เดือนต้องรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและหาวิธีการแก้ปัญหา อาจพบปัญหาในการแยกมูลไส้เดือนกับกากอาหาร และวัสดุปนออกนอกจากกัน การใช้ตะแกรกร่อนอาจแยกวัสดุดังกล่าวไม่หมด จึงต้อง

ประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการจำแนกวัสดุดังกล่าว โดยเริ่มจากการออกแบบ (Design) การสร้าง (Develop) การทดสอบ ประสิทธิภาพที่เหมาะสม (Optimize) หากพบว่ายังมีประสิทธิภาพไม่ดี ก็สามารถกลับมาออกแบบใหม่อีกครั้ง (Re-design) จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์มูลไส้เดือนที่สามารถจำหน่ายให้ผู้สนใจได้ดังภาพ 4



ภาพ 4 ผลิตภัณฑ์มูลไส้เดือน

ผู้อ่านอาจมองเห็นว่า การเลี้ยงไส้เดือนดิน นักเรียนจะได้เรียนรู้และฝึกฝนกระบวนการทำงานที่เน้นการแก้ปัญหา และคิดอย่างเป็นระบบ (System Thinking) ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเกิดเฉพาะหน้าและต้องระบุปัญหาให้เห็นขอบเขต ที่ชัดเจน (Define Problem) และต้องอาศัยการศึกษาและเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เพื่อออกแบบสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา (Possible Solutions) มีการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)

คณิตศาสตร์ของการเลี้ยงไส้เดือน



คณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการคำนวณสัดส่วนอาหาร ที่ใช้เลี้ยงไส้เดือน ให้เหมาะสมกับจำนวนไส้เดือน การนับจำนวนไส้เดือน การชั่งน้ำหนักไส้เดือน การชั่ง น้ำหนักอาหาร การวัดความยาวตัวไส้เดือน การคำนวณกำไรขาดทุนในการจำหน่าย มูลไส้เดือน นอกจากการคำนวณแล้วยังต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ เรื่องรูปร่าง รูปทรง ปริมาตร ปริภูมิ ซึ่งในกิจกรรมจะต้องมีการออกแบบรูเครื่องร่อน มูลไส้เดือนว่าจะต้องมีรูปร่างและขนาดที่เหมาะสม ตลอดจนการหาพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย ต่าง ๆ ในการเลี้ยงไส้เดือน รวมถึงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม การให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ โดยครูอาจจะเสริมให้นักเรียนมีการนำเสนอข้อมูลสถิติเกี่ยวกับปริมาณการขายมูลไส้เดือน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ได้



ภาพ 5 การชั่งน้ำหนักไส้เดือน

ที่มา <http://www.thaiarcheep.com/เลี้ยงไส้เดือน-ประโยชน์.html>

จากกิจกรรมการเลี้ยงไส้เดือน จะเห็นได้ว่าในชีวิตจริงศาสตร์ทั้ง 4 ที่กล่าวมาแล้วไม่ได้แยกออกจากกัน ในทางตรงกันข้ามยังมีความเกี่ยวข้องกันอย่างเป็นเนื้อเดียว และยังสามารถขยายความรู้และความสามารถไปบูรณาการศาสตร์อื่นๆ ด้วย ไม่ว่าจะเป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ก็สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารนำเสนอข้อมูลต่างๆ ให้ผู้สนใจ การออกแบบลวดลายให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์และดึงดูดความสนใจ ก็ต้องใช้ความเข้าใจทางศิลปะ (Art) ด้วยเหตุนี้ การเลี้ยงไส้เดือนดินจึงเป็นแนวทางที่ครูสามารถนำมาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนที่ฝึกทักษะชีวิต และประกอบอาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม (STEM Related Jobs) ให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งยังเหมาะสมกับแนวโน้มการศึกษาที่เน้นการเรียนการสอนเพื่อชีวิต (Learning for Life) มากกว่าการเรียนรู้เพื่อการทำข้อสอบหรือเพื่อทำคะแนนในโรงเรียนเท่านั้น (Learning for School) 

บรรณานุกรม

- Curry J.P. & Schmidt. (2007). The feeding ecology of earthworms - A review. *Pedobiologia*. 50, 463-477.
- Sharma S, Pradhan K, Satya S. & Vasudevan P. (2005). Potentiality of earthworms for waste management and in other uses – a review. *The Journal of American Science*. 1, 4-16.
- Velando A., Domínguez J., & Ferreiro A. (2006). Inbreeding and outbreeding reduces cocoon production in the earthworm *Eisenia Andrei*. *European Journal of Soil Biology*. 42, 354-357.
- อุทัยวรรณ โกวิทวที วีระศักดิ์ พึ่งเฟื่อง อภิญา หิรัญวงษ์ วรณวิภา วงศ์แสงนาค วิยะวัฒน์ ใจตรง และจักรพันธ์ ทรัพย์แก้ว. (2559). การเพาะเลี้ยงไส้เดือนและผลิตภัณฑ์จากไส้เดือน. เอกสารประกอบการอบรมโครงการวิจัยย่อย “แหล่งเรียนรู้ทางด้านสัตว์” ภายใต้ชุดโครงการวิจัย “โครงการนำร่องการสร้างองค์ความรู้และแหล่งเรียนรู้ด้านทรัพยากรดิน น้ำ อากาศ และความหลากหลายทางชีวภาพ สวนป่าเขตน้อมเกล้า ตำบลทรงคนอง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ”. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

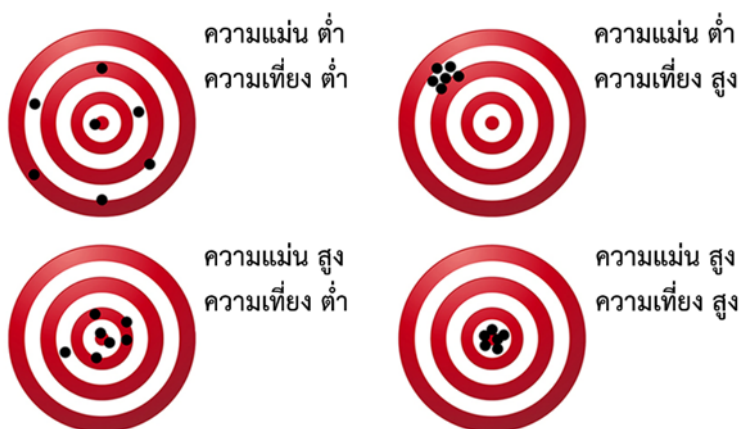


การรายงานผลการทดลอง ที่มีการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน

การรายงานผลการทดลองมีความสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทฤษฎี หรือพบความบกพร่องของทฤษฎีเดิมที่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ดังที่ Richard Feynman ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ในปี ค.ศ. 1965 กล่าวไว้ว่า “The test of all knowledge is experiment. Experiment is the sole judge of scientific ‘truth’.”

ความเที่ยงและความแม่นยำ

การรายงานผลการทดลอง สิ่งที่ผู้รายงานจำเป็นต้องคำนึงถึงเสมอคือ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งขึ้นอยู่กับความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยง (Precision) โดยความเที่ยงจะบ่งบอกว่าค่าที่ได้ (วัดมาหรือคำนวณมา) ใกล้เคียงกับค่าควรจะเป็นมากหรือน้อยเพียงใด ส่วนความแม่นยำจะบ่งบอกความแตกต่างกันของค่าที่ได้จากการวัดหลาย ๆ ครั้ง ความแม่นยำและความเที่ยงในการทดลองหนึ่ง ๆ อาจพิจารณาได้เป็น 4 กรณี ดังภาพ 1



ภาพ 1 ความเป็นไปได้ของความแม่นยำและความเที่ยง จากการทดลองหนึ่ง ๆ

ผู้ทำการทดลองจึงควรออกแบบการทดลองให้ได้ผลที่มีความแม่นยำสูงและความเที่ยงสูง โดยการลดความคลาดเคลื่อน (Error) จากการทดลอง ความคลาดเคลื่อนในการทดลองวิทยาศาสตร์ไม่ถือว่าเป็นความผิดพลาด (Mistake) อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้ทดลองไม่สามารถหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนได้ การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังคำกล่าวที่ว่า “การทดลองจะไม่ถือว่าสิ้นสุด ถ้าผู้ทดลองยังไม่ได้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน” ความคลาดเคลื่อนสามารถคำนวณได้หลายวิธี โดยทั่วไปสามารถแบ่งความคลาดเคลื่อนได้เป็น ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) หรือความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ (Statistical Error) และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic Error) โดยที่ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม จะเกิดขึ้นในการทดลองที่มีความเที่ยงต่ำ (Low Precision) การทดลองที่ทำซ้ำยาก จะมีสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่ไม่ชัดเจน เช่น

ความไม่สม่ำเสมอของผู้ทดลอง (Experimenter's Inconsistency) การลดความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มสามารถทำได้โดยทดลองซ้ำครั้งมากขึ้น ส่วนความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ จะเป็นการทดลองที่มีความแม่นยำต่ำ (Low Accuracy) ซึ่งเกิดครั้งแล้วครั้งเล่า ในสภาวะการทดลองเดียวกัน สาเหตุของความคลาดเคลื่อนเชิงระบบจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยเฉพาะของการทดลอง เช่น ข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์การทดลอง ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่สามารถพิจารณาหาได้ง่าย ดังนั้น การลดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบจะเป็นไปในลักษณะการใช้เทคนิคทางการทดลองใหม่ หรือเครื่องมือวัดที่มีเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้น เพื่อให้สามารถหาค่าตัวแปรเดิมมาเปรียบเทียบให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น

การแสดงผลของปริมาณในการรายงานผลการทดลอง

ในยุคหนึ่ง การทดลองจะถูกจำกัดโดยเทคโนโลยีหรือเครื่องมือวัดที่มีอยู่และหาได้ในขณะนั้น การลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองหรือการสังเกต มักจะทำโดยการทดลองวัดซ้ำ เช่น ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง หรือ 3 Replicates ซึ่งอาจเป็นการทดลองด้วยเครื่องมือเดิม (Technical Replicates) หรือในทางชีววิทยา ซึ่งเป็นการทำซ้ำในสิ่งมีชีวิตชนิดเดิมแต่เป็นตัวใหม่ที่เรียกว่า Biological Replicates การแสดงผลจากการวัดซ้ำจะต้องคำนึงถึงค่าเฉลี่ย (Means) จากการวัดหลายๆ ครั้ง และความคลาดเคลื่อน (Error) จากการวัดค่าหลายๆ ครั้ง ซึ่งจะใช้เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) หรือความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of the Mean; SEM) ดังสมการที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ

$$\bar{x} = \frac{1}{N} (x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad 1$$

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_N - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad 2$$

$$\alpha = \frac{\sigma_{N-1}}{\sqrt{N}} \quad 3$$

หมายเหตุ

1. ในการทดลองจริงเราสามารถนำข้อมูลที่วัดได้ และใช้สูตรจากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล เช่น Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงสร้างสูตรเพื่อหาค่าคลาดเคลื่อน
2. เหตุผลที่ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพราะเป็นการวัดความแตกต่างที่วัดในแต่ละครั้งจากค่าเฉลี่ยในลักษณะที่ป้องกันการหักล้าง เนื่องจากความแตกต่างของค่าที่วัดแต่ละครั้งกับค่าเฉลี่ยมีเครื่องหมายตรงกันข้าม

ดังนั้น ปริมาณที่ได้จากการทำการทดลองวัดซ้ำ ในกรณีที่ใช้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเป็นค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงได้เป็น $\bar{x} \pm \alpha$ นอกจากนี้ การแสดงปริมาณดังกล่าวยังต้องคำนึงถึงเลขนัยสำคัญ (Significant Figures) ด้วย โดยทั่วไปเลขนัยสำคัญที่แสดงขึ้นกับความละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ซึ่งอาจแตกต่างกันเมื่อใช้เครื่องมือที่เป็น Analog หรือเครื่องมือวัด Digital หรือความไม่แน่นอนของปริมาณที่เครื่องมือวัดวัดได้ ทั้งนี้ การรายงานผลการวัดที่น่าเชื่อถือจะต้องกำหนดเลขทศนิยมของปริมาณที่วัดเฉลี่ย ให้สอดคล้องกับความไม่แน่นอนของเครื่องมือวัด (ใช้จำนวนทศนิยมเท่ากัน) แทนการรายงานเลขทศนิยมทุกตำแหน่งที่คำนวณได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของการวัดความกว้างของโต๊ะ 3 ครั้ง ด้วยไม้บรรทัด เป็น 25.42 cm ความไม่แน่นอนของการวัดด้วยไม้บรรทัดเท่ากับ 0.1 cm และค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้เป็น 0.24 cm ควรรายงานค่าการวัดความกว้างของโต๊ะเป็น 25.4 ± 0.2 cm (รายงานค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดที่คิดว่าจะเป็นไปได้)

ในการทดลองทางฟิสิกส์ ปริมาณที่ต้องการหาค่า (ขั้นตอนสุดท้าย) จะมีความเกี่ยวข้องกับการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปร (ปริมาณที่วัดได้) ความคลาดเคลื่อนของปริมาณที่ต้องการหาค่าจะมีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อนปริมาณพื้นฐานที่หาได้ ซึ่งสามารถหาได้จากหลายวิธี ในบทความนี้จะเสนอเป็นวิธี Quadrature โดยสามารถแบ่งออกตามการกระทำเชิงคณิตศาสตร์พื้นฐานได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีการบวกลบ

$$q = x + \dots + z - (u + w)$$

4

$$\delta q = \sqrt{(\delta x)^2 + \dots + (\delta z)^2 + (\delta u)^2 + \dots + (\delta w)^2}$$

5

กรณีการคูณหาร

$$q = \frac{x \dots z}{u \dots w}$$

6

$$\delta q = \sqrt{\left(\frac{\delta x}{x}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\delta z}{z}\right)^2 + \left(\frac{\delta u}{u}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\delta w}{w}\right)^2}$$

7

กรณีฟังก์ชัน

$$q = f(x)$$

8

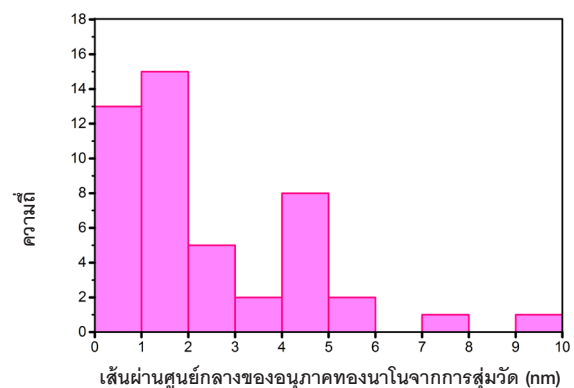
$$\delta q = \left| \frac{dq}{dx} \right| \delta x$$

9

ส่วนใหญ่ปริมาณทางฟิสิกส์ที่ต้องการหาค่า จะเป็นการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบของ 3 กรณีผสมกัน เมื่อทราบปริมาณที่ต้องการนำเสนอ รวมถึงความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลายรูปแบบ อย่างที่ง่ายที่สุดคือรูปแบบตาราง จำนวนทศนิยมที่นำเสนอจะต้องมีความสอดคล้องกับเลขนัยสำคัญ (ไม่ใช่การคำนวณมาโดยตรง) และต้องใส่หน่วยของปริมาณนั้นๆ ด้วยรูปแบบที่มีความซับซ้อนขึ้นแต่เป็นที่นิยมคือ การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงภาพ (Graphic Representation) ในบทความนี้จะนำเสนอเป็น Histogram แผนภูมิแท่ง (Bar Graph) แผนภูมิวงกลม (Pie Graph) และการวาดกราฟแบบกระจาย (Scatter Plot)

Histogram

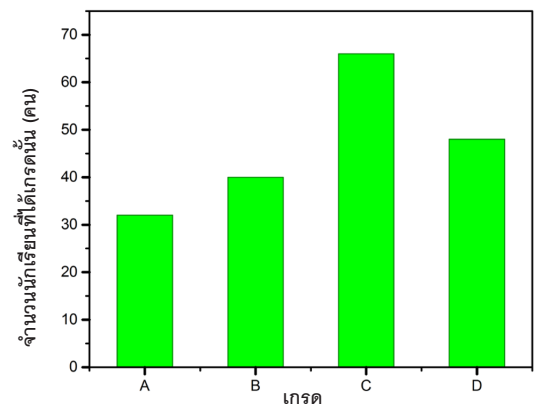
เป็นการแสดงการกระจายตัวของข้อมูล โดยแกนตั้งจะเป็นจำนวนหรือความถี่ของข้อมูล และแกนนอนจะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ต่อเนื่อง ข้อสังเกตของการแสดงข้อมูลแบบนี้คือ แท่งความถี่ของข้อมูลที่สร้างขึ้นจะติดกัน เนื่องจากข้อมูลเชิงปริมาณมีความสัมพันธ์กับจำนวนหรือความถี่ดังตัวอย่างในภาพ 2



ภาพ 2 ตัวอย่าง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคทองคำจากการสุ่มวัด

แผนภูมิแท่ง (Bar Graph)

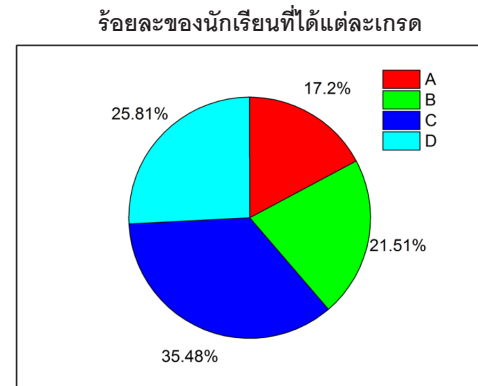
เป็นการแสดงการกระจายของข้อมูลคล้ายกับ Histogram โดยในแกนนอนจะเป็นที่ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์กับข้อมูลจำนวนหรือความถี่ในแกนตั้ง ดังนั้น แท่งข้อมูลความถี่ที่สร้างขึ้นจึงอยู่ห่างกัน ดังตัวอย่างในภาพ 3



ภาพ 3 ตัวอย่างแผนภูมิแท่งของจำนวนนักเรียนที่ได้แต่ละเกรด

แผนภูมิวงกลม (Pie Graph)

เป็นการแสดงข้อมูลของแต่ละส่วนเมื่อเทียบกับข้อมูลทั้งหมด ดังภาพ 4 ซึ่งแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้แต่ละเกรดจากข้อมูลในภาพ 3



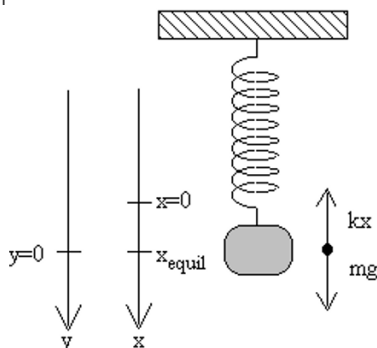
ภาพ 4 ตัวอย่างแผนภูมิวงกลม

การวาดกราฟแบบกระจาย (Scatter Plot)

เป็นแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดยให้มีตัวแปรต้นอยู่บนแกนนอนและตัวแปรตามอยู่บนแกนตั้ง ในกราฟแบบกระจายควรแสดงค่าตัวแปรตามที่วัดได้ในรูปของค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องในรูปของ Error Bar ส่วนประกอบของกราฟจะมีชื่อกราฟ ชื่อตัวแปรบนแกนตั้งและแกนนอนควรใส่หน่วยด้วย ข้อมูลในแต่ละจุดควรมีเลขนัยสำคัญและมีทศนิยมเหมือนกัน และมีการลากเส้นแนวโน้มและคำนวณค่าตัวแปรเสริม (Parameter) ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ดังภาพ 6 และ 8 ซึ่งเป็นผลการทดลองของตัวอย่างที่ 1 และ 2

ตัวอย่างที่ 1 Hooke's law

ข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการ หาค่าคงตัวของสปริงเมื่อมีมวลขนาดต่าง ๆ กันถ่วงสปริง (ให้มวลของสปริงมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับมวลที่ถ่วง) ดังภาพ 5 และผลการวัดระยะยืดออกจากตำแหน่งสมดุลเมื่อมีมวลมาถ่วง ดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพ 5 แผนภาพระบบมวลถ่วงสปริง

ตารางที่ 1 ข้อมูลระยะยืดออกจากตำแหน่งสมดุลของสปริงเมื่อแขวนมวลที่มีขนาดต่าง ๆ

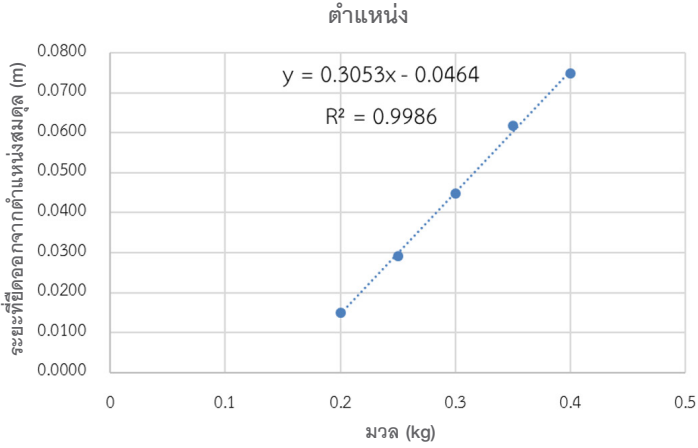
มวล (g)	ระยะยืดออกจากตำแหน่งสมดุล (cm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
200	1.49	1.52	1.48
250	2.98	2.87	2.91
300	4.49	4.43	4.51
350	6.14	6.18	6.24
400	7.48	7.52	7.49

ข้อมูลในตารางที่ 1 สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของระยะที่สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมวล และเปลี่ยนเป็นหน่วย SI ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลระยะที่สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุลเมื่อแขวนมวลขนาดต่าง ๆ ที่มีการคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อน

มวล (g)	มวล (kg)	ระยะที่ยืดออกจากตำแหน่งสมดุล (cm)					ระยะที่ยืดออกจากตำแหน่งสมดุล (m)	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (cm)	ค่าความคลาดเคลื่อน (cm)	ค่าเฉลี่ย (m)	ค่าความคลาดเคลื่อน (m)
200	0.200	1.49	1.52	1.48	1.50	0.02	0.0150	0.0002
250	0.250	2.98	2.87	2.91	2.92	0.05	0.0292	0.0005
300	0.300	4.49	4.43	4.51	4.48	0.03	0.0448	0.0003
350	0.350	6.14	6.18	6.24	6.19	0.04	0.0619	0.0004
400	0.400	7.48	7.52	7.49	7.50	0.02	0.0750	0.0002

ข้อมูลในตารางคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สูตร AVERAGE เพื่อหาค่าเฉลี่ย และใช้สูตร STDEV.P เพื่อหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาใช้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของระยะที่ยืดออกจากตำแหน่งสมดุล และวาดกราฟความสัมพันธ์ของมวลและระยะที่ยืดออกจากตำแหน่งสมดุลดังภาพ 6 เนื่องจากเห็นแนวโน้มของข้อมูลเป็นเส้นตรง จึงทำการปรับเส้นโค้งของข้อมูล โดยเลือกใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้น และแสดงเส้นกราฟและความสัมพันธ์ที่เกิดจากการปรับเส้นโค้งมาในภาพเดียวกันจะได้ ดังภาพ 6



ภาพ 6 กราฟความสัมพันธ์ของมวลและระยะที่ยืดออกจากตำแหน่งสมดุลของระบบมวลถ่วงสปริง

เมื่อพิจารณาระบบก่อนทำการทดลอง (ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรทำ) พบว่ามวลจะอยู่ในสมดุล (ไม่มีการเคลื่อนที่ของมวล) นั่นคือแรงสปริง (ในทิศขึ้น) มีค่าเท่ากับแรงโน้มถ่วง (ในทิศลง)

$$kx = mg$$

$$x = \left(\frac{g}{k}\right)m$$

ดังนั้น จะพบว่า $Slope = \frac{g}{k}$ หรือ $k = \frac{g}{Slope}$

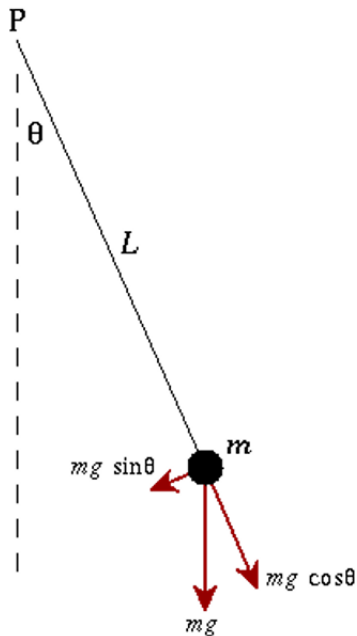
10

สามารถคำนวณค่าคงตัวของสปริงได้จากสมการที่ 10 ดังนี้ $k = \frac{9.81 \frac{m}{s^2}}{0.305 \frac{m}{kg}} = 32.16 \frac{kg}{s^2} = 32.16 N/m$

อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่า เส้นกราฟไม่ผ่านจุดกำเนิดซึ่งไม่ตรงกับทฤษฎีที่เดี๋ยวนัก แสดงว่าอาจมีปัจจัยการทดลองที่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของแบบจำลอง เช่น ใช้สปริงอุดมคติ

ตัวอย่างที่ 2 การเคลื่อนที่แบบ Simple Pendulum |||||

ข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการ หาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ผิวโลก จากการทดลองการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มที่ใช้มัมแกว่งขนาดเล็ก (Simple Pendulum) ด้วยการเปลี่ยนความยาวของเชือกที่ใช้แขวนมวลแล้วจับแกว่ง ดังภาพ 7 และจับเวลาการแกว่งเมื่อครบ 10 รอบ โดยมีข้อมูลดังตารางที่ 3



ภาพ 7 แผนภาพระบบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มที่ใช้มัมแกว่งขนาดเล็ก

ตารางที่ 3 ข้อมูลเวลาที่ใช้แกว่งลูกตุ้มด้วยมัมแกว่งขนาดเล็กครบ 10 รอบ

ความยาวเชือก (cm)	เวลาในการแกว่ง 10 รอบ (s)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
30.51	11.23	11.05	10.92
40.15	13.02	12.98	12.75
51.25	14.57	14.27	14.45
61.23	15.87	15.98	16.02
72.46	17.19	17.09	17.24
81.37	18.04	18.18	18.21
92.38	19.22	19.34	19.19
99.97	20.19	20.38	20.27
110.04	21.54	21.59	21.43
120.67	22.38	22.29	22.45
130.80	23.14	23.09	23.25
140.21	24.67	24.59	24.68

วิธีทำ เมื่อพิจารณาระบบการแกว่งของลูกตุ้มด้วยมัมขนาดเล็กจากแหล่งอ้างอิง (ที่รวมถึงเอกสารประกอบการเรียนต่าง ๆ เช่น เอกสารอ้างอิง 5) จะพบว่าคาบการแกว่งมีความสัมพันธ์กับความยาวเชือกเป็น

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad 11$$

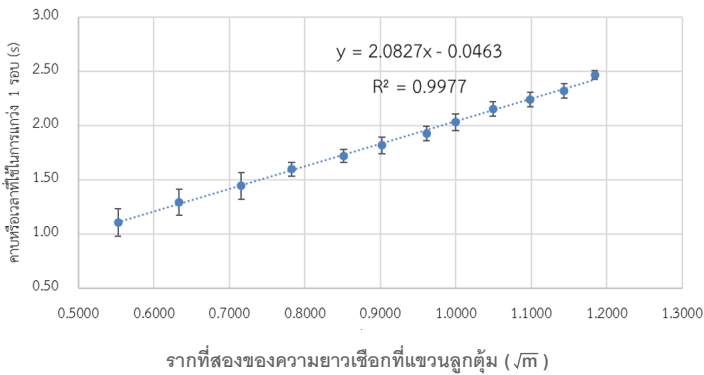
ดังนั้น เมื่อใช้ความสัมพันธ์ระหว่างคาบ (T) และรากที่สองของความยาวเชือก $\sqrt{L}$ จะพบว่า

$$\text{Slope} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \quad 12$$

ดังนั้น จึงคำนวณเวลาเฉลี่ยในการแกว่ง 10 รอบของลูกตุ้ม คาบ และรากที่สองของความยาวเชือก และแปลงปริมาณที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนเป็นหน่วย SI ได้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลเวลาการแกว่ง 10 รอบและความยาวเชือก หลังจากมีการคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

ความยาวเชือก (cm)	ความยาวเชือก (m)	รากที่สองของความยาวเชือก (√m)	เวลาในการแกว่ง 10 รอบ (s)					เวลาในการแกว่ง 1 รอบ (s)	
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ค่าความคลาดเคลื่อน
30.51	0.3051	0.5524	11.23	11.05	10.92	11.07	0.13	1.11	0.13
40.15	0.4015	0.6336	13.02	12.98	12.75	12.92	0.12	1.29	0.12
51.25	0.5125	0.7159	14.57	14.27	14.45	14.43	0.12	1.44	0.12
61.23	0.6123	0.7825	15.87	15.98	16.02	15.96	0.06	1.60	0.06
72.46	0.7246	0.8512	17.19	17.09	17.24	17.17	0.06	1.72	0.06
81.37	0.8137	0.9021	18.04	18.18	18.21	18.14	0.07	1.81	0.07
92.38	0.9238	0.9611	19.22	19.34	19.19	19.25	0.06	1.93	0.06
99.97	0.9997	0.9998	20.19	20.38	20.27	20.28	0.08	2.03	0.08
110.04	1.100	1.049	21.54	21.59	21.43	21.52	0.07	2.15	0.07
120.67	1.207	1.098	22.38	22.29	22.45	22.37	0.07	2.24	0.07
130.80	1.308	1.144	23.14	23.09	23.25	23.16	0.07	2.32	0.07
140.21	1.402	1.184	24.67	24.59	24.68	24.65	0.04	2.47	0.04



ภาพ 8 กราฟความสัมพันธ์ของคาบการแกว่งเป็นมุมขนาดเล็ก และความยาวเชือกที่แขวนลูกตุ้ม

เพื่อเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจึงควรสร้างความตระหนักถึงความคลาดเคลื่อนสอนให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนได้และกระตุ้นให้นักเรียนรายงานความคลาดเคลื่อนร่วมกับผลการทดลองของตน นอกจากนี้ สิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนยังเป็นประโยชน์ในการดำเนินการและวิเคราะห์ทางสถิติเพิ่มเติม เพื่อหาความหมายและข้อสรุปจากข้อมูลได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลอีกด้วย

บรรณานุกรม

Accuracy vs. Precision . . . Know the Difference? สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก <http://blog.wheaton.com/accuracy-vs-precision-know-the-difference/>.
 Bar Graph. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก <https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/Bar-Graph> .
 Histogram Graph. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก <https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/Histogram-Graph>.
 Measurement: Uncertainty and Error in Lab Measurements. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก https://d32ogoqmya1dw8.cloudfront.net/files/sp/library/uncertainty/introduction_measurement_advsn.v3.pdf.
 Physical Pendulum. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก <http://web.mit.edu/8.01t/www/materials/modules/chapter24.pdf> .
 The Simple Pendulum. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/Pendulum/Pendula.html>.
 Spring-mass System. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2560, จาก https://www.colorado.edu/physics/phys1140/phys1140_fa00/Experiments/M5/M5.html
 A Summary of Error Propagation. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2561, จาก http://ipl.physics.harvard.edu/wp-uploads/2013/03/PS3_Error_Propagation_sp13.pdf.

ข้อมูลเพิ่มเติม

<http://bit.ly/214-v4>

กิจกรรม

เรือดำน้ำหาสมบัติ



การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือหรือข้อมูลต่างๆ ที่ค้นหาได้ แล้วท่องจำความรู้นั้น เมื่อเวลาผ่านไป ความรู้เหล่านั้นจะอยู่ไม่คงทน และจะหายไปพร้อมกับเวลา แต่การเรียนรู้โดยผ่านการลงมือปฏิบัติ ได้พบเห็นสิ่งที่เป็น ประจักษ์พยาน ทำให้ได้ทั้งความรู้ ทักษะและกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทำงานร่วมกัน หรืออื่นๆ ที่มากกว่าความรู้ เมื่อเวลาผ่านไป ความรู้ที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์จะคงอยู่นานกว่าการท่องจำ ด้วยเหตุนี้ กิจกรรมเรือดำน้ำหาสมบัติ จึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์จาก หลักฐานเชิงประจักษ์ ผ่านการแข่งขันที่สนุกสนาน รวมทั้งได้ฝึกทักษะต่างๆ กับเพื่อน

ถ้าผู้สอนจะนำกิจกรรมนี้ไปจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มีความหมายกับผู้เรียน ผู้สอนควรตรวจสอบ ความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ารู้จักเรือดำน้ำหรือไม่ และหลักการทำงานของเรือดำน้ำเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อน ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ และผู้สอนก็จะทราบว่าความรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างไร จะได้ปรับการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้อง



กับความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ก่อน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่กล่าวว่า การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) หรือได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมาย ซึ่งรวมถึง ปฏิภาณวิริยะระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเอง ประสบการณ์ และ สิ่งแวดล้อมภายนอก การเรียนรู้จะได้ผลดีถ้าผู้เรียนเข้าใจตนเอง เห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับ ความรู้เก่า และสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา (Mathews, 1999)

เมื่อผู้สอนได้ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับ หลักการทำงานของเรือดำน้ำแล้ว หากผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน หรือไม่รู้ หรือผู้เรียนมีความอยากรู้อื่น เช่น มีแรงอะไรบ้างเกี่ยวข้องกับการดำน้ำของเรือ ผู้สอนสามารถชักชวนให้ผู้เรียนหาคำตอบที่ยังสงสัย โดยผ่านการทำกิจกรรมเรือดำน้ำเพื่อหาสมบัติต่อไปได้

กิจกรรม เรือดำน้ำหาสมบัติ

จุดประสงค์ เพื่ออธิบายการจม การลอยของเรือ

วัสดุอุปกรณ์/คน

- | | |
|---|---------|
| 1. แก้วพลาสติก | 1 ใบ |
| 2. หลอดดูดน้ำขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 7 เซนติเมตร | 1 หลอด |
| 3. ขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด | 1 ขวด |
| 4. ดินน้ำมันขนาดเล็ก | 2 ก้อน |
| 5. ลวดเส้นเล็ก ๆ ยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร และทำให้เป็นตะขอ | 1 เส้น |
| 6. ยางวงเส้นเล็ก | 10 เส้น |



ขั้นตอนในการทำกิจกรรม มีดังนี้

1. นำดินน้ำมันมาอุดไว้ที่ปลายทั้งสองข้างของหลอดขนาดใหญ่ โดยให้ด้านหนึ่งหนากว่าอีกด้าน เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปภายในหลอด และทำให้หลอดตั้งตรง เมื่ออยู่ในน้ำ ดังรูป
2. เสียบลวดด้านที่ไม่เป็นตะขอลงบนก้อนดินน้ำมันด้านที่มีน้ำหนักรมากกว่า แล้วทดสอบการลอยของหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันในแก้วน้ำและปรับให้หลอดตั้งตรง ดังรูป



3. ติดดินน้ำมันก้อนเล็กๆ ที่ยาววง โดยสมมุติว่าเป็นสมบัติ

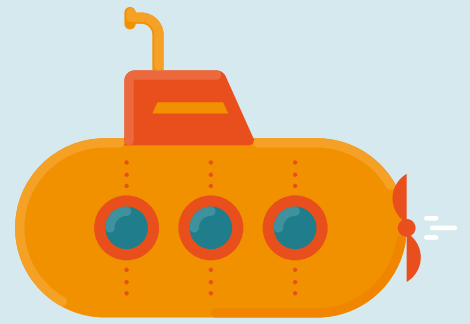


4. ใส่สมบัติ (ยางวง) และหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมัน โดยให้ตะขอยูอยู่ทางด้านล่าง ลงในขวดที่มีน้ำเต็ม ปิดฝาขวดให้แน่น ดังรูป



5. บีบและคลายขวดน้ำ เพื่อให้หลอดเคลื่อนที่ขึ้นลงในน้ำ แล้วใช้ตะขอลวดเกี่ยวสมบัติ (ยางวง) ให้ได้มากที่สุด สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะบีบและคลายขวดน้ำ

กิจกรรมนี้ อาจจัดแข่งขันกันในเวลาที่จำกัด ผู้ที่สามารถเก็บสมบัติได้มากที่สุดคือผู้ชนะเลิศ



การอภิปราย หลักการทางวิทยาศาสตร์ ของเรือดำน้ำหาลสมบัติ

เมื่อใส่หลอดดูดน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันลงในแก้วที่มีน้ำอยู่ หลอดจะลอยน้ำและสามารถปรับให้หลอดตั้งตรงได้ และเมื่อนำหลอดไปใส่ลงในขวดที่มีน้ำเต็มแล้วปิดฝาให้แน่น หลอดดูดน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันจะลอยและตั้งตรงอยู่ในน้ำในขวดได้

จากนั้นผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถสังเกตการเคลื่อนที่ของหลอดดูดน้ำด้วยการบีบขวดและคลายมือที่บีบขวด ซึ่งพบว่าเมื่อบีบขวดน้ำ หลอดดูดน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันจะแฟบลง แล้วเคลื่อนที่ลงมาสู่ก้นขวด และเมื่อคลายมือที่บีบขวด หลอดดูดน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันจะกลับมามีลักษณะเหมือนเดิม คือ ไม่แฟบ แล้วเคลื่อนที่กลับขึ้นไปยังด้านบนได้เหมือนเดิม

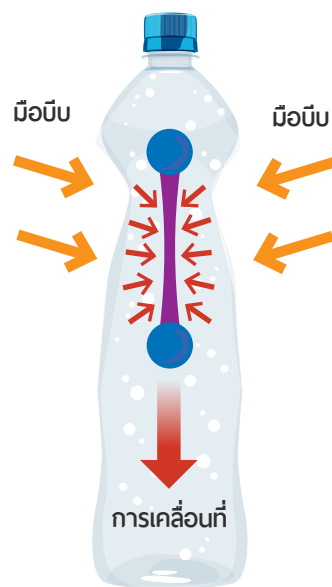
ความรู้ที่ได้ค้นพบจากหลักฐานเชิงประจักษ์นี้สามารถนำไปสู่การอภิปรายเพื่อให้เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ด้วยคำถามเพื่ออภิปรายดังนี้

1. เมื่อใส่หลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันลงในขวดที่มีน้ำเต็มแล้วปิดฝาให้แน่น หลอดลอยน้ำได้เพราะเหตุใด
 - หลอดดูดน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันซึ่งอยู่ในขวดที่มีน้ำเต็มขวด และปิดฝาให้แน่น น้ำจะไม่สามารถเข้าไปในหลอด และหลอดยังลอยอยู่ในน้ำได้ เพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ทั้งนี้ ความหนาแน่นของวัตถุขึ้นกับมวลต่อปริมาตรของวัตถุนั้น
2. เมื่อบีบขวดน้ำที่ปิดฝาจนแน่น หลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันจมลงไป เพราะเหตุใด

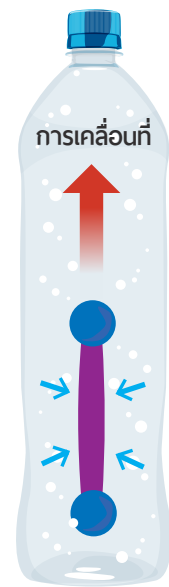
- เมื่อบีบขวดน้ำที่ปิดฝาสนิท น้ำจะมีแรงกระทำต่อหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันในทุกทิศทางมากขึ้น ซึ่งจะดันหลอดให้แฟบลง ปริมาตรของอากาศในหลอดจึงน้อยลง ส่งผลให้ปริมาตรของหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันลดลง แต่มวลยังเท่าเดิม ค่าความหนาแน่นจึงมากขึ้น และมีความมากกว่าน้ำ หลอดจึงจมลง ดังภาพ 1

3. เมื่อคลายมือที่บีบขวดน้ำ หลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันซึ่งจมอยู่ด้านล่าง สามารถลอยขึ้นมาได้เพราะเหตุใด

- เมื่อคลายมือที่บีบขวดน้ำออก น้ำมีแรงกระทำต่อหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันน้อยลง ทำให้หลอดไม่แฟบ ปริมาตรของอากาศในหลอดจะเพิ่มขึ้นจากตอนที่บีบขวด ปริมาตรของหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันจึงเพิ่มขึ้น แต่มวลยังเท่าเดิม ค่าความหนาแน่นจึงน้อยกว่าตอนที่บีบขวด และมีความน้อยกว่าน้ำ หลอดจึงลอยกลับขึ้นไปได้เหมือนเดิม ดังภาพ 2



ภาพ 1
เมื่อใช้มือบีบขวด
ปริมาตรอากาศในหลอดลดลง



ภาพ 2
เมื่อคลายมือที่บีบขวด
ปริมาตรอากาศในหลอดเพิ่มขึ้น

4. หลอดที่อุดด้วยดินน้ำมันมีความเหมือนและความแตกต่างจากเรือดำน้ำจริงอย่างไร



ภาพ 3 การทำงานของเรือดำน้ำ

สิ่งที่เหมือนกัน คือ เรือดำน้ำจริงและหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมัน สามารถลอยและจมในน้ำได้ โดยใช้หลักการของความหนาแน่นของวัตถุ ถ้าวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ วัตถุจะจม แต่ถ้ามีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ วัตถุจะลอยน้ำได้ ส่วนสิ่งที่แตกต่างกัน คือ หลักการทำงานของเรือดำน้ำ หากต้องการให้เรือดำน้ำของจริงจมลง จะต้องนำน้ำเข้าไปในถังบัลลัสต์ ซึ่งเป็นถังควบคุมการลอยตัวหรือจม จนมีน้ำเต็มถึง ดังภาพ 3 ทำให้ความหนาแน่นของเรือทั้งลำมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของน้ำ และถ้าต้องการให้เรือดำน้ำลอย ผู้ควบคุมจะต้องอัดอากาศจากถังเก็บให้ไหลเข้าไปในถังบัลลัสต์ เพื่อไล่น้ำออกจากถังบัลลัสต์ จนกระทั่งความหนาแน่นของเรือมีค่าน้อยกว่าน้ำ เรือดำน้ำจึงลอยได้ ซึ่งแตกต่างจากการลอย การจมของหลอดที่อุดด้วยดินน้ำมัน เพราะเมื่อจะทำให้หลอดจมจะต้องใช้แรงของน้ำกระทำต่อหลอด ทำให้หลอดแฟบ ไม่มีน้ำไหลเข้าไปในหลอดเหมือนเรือดำน้ำจริง ซึ่งมีการแทนที่อากาศด้วยน้ำ ถ้าต้องการให้หลอดลอย ก็ลดแรงของน้ำที่กระทำต่อหลอดลง เมื่อหลอดดูน้ำไม่แฟบ หลอดก็จะลอยขึ้นมาได้

สรุป

การทำกิจกรรมในครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้รับความรู้และฝึกทักษะต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการลอย การจมของวัตถุ และสามารถเชื่อมโยงหลักการทำงานของเรือดำน้ำในชีวิตจริงได้
2. ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่
 - 2.1 ทักษะการสังเกต ได้ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย หรือสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เพื่อค้นหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใช้ความเห็นของผู้สังเกต เช่น สังเกตการเคลื่อนที่ของหลอดดูน้ำ รูปร่างของหลอดดูน้ำ ดินน้ำมัน และลักษณะของขวดด้วยตา
 - 2.2 การลงความเห็นจากข้อมูล เป็นการเพิ่มความเห็นให้แก่ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล เพื่ออธิบายสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ต้องทำให้รูปร่างของดินน้ำมันที่ติดอยู่ที่ปลายทั้งสองด้านของหลอดดูน้ำมีมวลไม่เท่ากัน เพื่อให้ด้านหนึ่งมีน้ำหนักมากกว่า การที่หลอดดูน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันลอยได้ เพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
3. ได้ฝึกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น
 - 3.1 ทักษะการแก้ปัญหา เมื่อให้สถานการณ์แก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมว่า ทำอย่างไรจึงจะทำให้หลอดดูน้ำที่อุดด้วยดินน้ำมันลอยน้ำและตั้งตรงในน้ำได้ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ใช้ประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้มา รวมทั้งความรู้ ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่ตนเองพบเพื่อให้สามารถทำตามสถานการณ์ได้
 - 3.2 ทักษะการสื่อสาร เมื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทำกิจกรรม ได้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์เรื่องการจม การลอยของวัตถุ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เรียบเรียงความคิดและนำเสนอเป็นคำพูดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 

บรรณานุกรม

- Bernie T. and Charles F. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc. Education Solutions for Families. *How does a submarine work?*. Retrieved September 18, 2018, from <https://wonderopolis.org/wonder/how-does-a-submarine-work-2>.
- Mathews, M. R. (1999). *Constructivism in Science Education: A Philosophical Examination*. London: Kluwer Academic Publishers.
- จรัส บุญยธรรมา. แรงลอยตัว. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กันยายน 2561, จาก <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/howstuff1/submarine/submarinethai1.htm>.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2557). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2560, จาก <http://www.royin.go.th>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๑. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของ สกสศ.

ค่ายพีโอลิมปิกวิชาการสอนน้อง



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา (สพป.) นครปฐม เขต 2 ได้ร่วมกันจัดค่ายพีโอลิมปิกวิชาการสอนน้อง เมื่อวันที่ 4 - 5 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นค่ายกิจกรรม Hands-on ที่บูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และช่วยเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับโครงการโอลิมปิกวิชาการ โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน ที่ได้รับการคัดเลือกจากโรงเรียนในเครือข่ายของ สพป. นครปฐม เขต 2 เป็นผู้ที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตั้งใจเรียน และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เพื่อเข้าร่วมกิจกรรม

ความพิเศษของค่ายนี้คือ มีวิทยากรหลักเป็นนักเรียนผู้แทนประเทศไทยที่เคยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ และนักเรียนทุนโอลิมปิกวิชาการ ที่กำลังศึกษาในระดับ A - level และระดับปริญญาตรีในสหรัฐอเมริกาและสหราชอาณาจักร ซึ่งเดินทางกลับประเทศไทยระหว่างปิดภาคเรียน และร่วมมือกับนักวิชาการ สสวท. ในการออกแบบหลักสูตรกิจกรรมสำหรับ

นักเรียน โดยมีบุคลากรจาก สพป.นครปฐม เขต 2 และคณะครู จาก 10 โรงเรียน ในจังหวัดนครปฐม ได้แก่ โรงเรียนบ้านกระทุ่มล้ม โรงเรียนวัดกลางบางแก้ว โรงเรียนวัดไร่ขิง (สุนทรอุทิศ) โรงเรียนบ้านประตู่หน้าพระพิมล โรงเรียนบ้านดอนหวาย โรงเรียนวัดบางหลวง โรงเรียนวัดนราภิรมย์ โรงเรียนวัดใหม่สุคนธาราม (ปิ่นรัตนราชภฏ) โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบมอญ โรงเรียนบ้านหนองมะม่วง เข้าร่วมสังเกตการจัดกิจกรรม และดูแลนักเรียนตลอดระยะเวลาที่จัดค่าย

ค่ายพีโอลิมปิกวิชาการสอนน้อง จัดขึ้น 2 วัน 1 คืน มีกิจกรรมทั้งแบบกลุ่มและเดี่ยว โดยนักเรียนจะได้รับความรู้ มีความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น จากการลงมือทำกิจกรรม (Hands on Activities) ซึ่งวิทยากรจะเน้นการปลูกฝังนักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข มีทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน พร้อมทั้งส่งเสริมให้

นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์จากการออกแบบ และสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง เช่น กิจกรรม “ร่อนลง...ลงปล่อยถ้ำ” เป็นกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนจะได้ร่วมมือกันทำภารกิจพิชิตถ้ำ โดยมีการแก้ปัญหาที่จำลองมาจากเหตุการณ์การช่วยชีวิตนักฟุตบอลทีมหมูป่าจากถ้ำหลวง จังหวัดเชียงราย ซึ่งวิทยากรได้ดัดแปลงมาจากกิจกรรมร่อนลงสู่ดวงจันทร์ ของกิจกรรมโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของ สสวท. ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะต้องประดิษฐ์ยานที่จะ

ร่อนลงไปในถ้ำได้อย่างปลอดภัย เพื่อให้ นักกู้ภัยสามารถลงถึงพื้นถ้ำได้โดยสวัสดิภาพ ยานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นนั้นจะมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กิจกรรมนี้ได้รับเสียงเชียร์จากนักเรียนในแต่ละกลุ่มเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนรู้สึกสนุกกับการลุ้นให้ยานของกลุ่มตนปฏิบัติการกิจได้สำเร็จจุลวงและร่อนลงผ่านปล่อยถ้ำได้อย่างปลอดภัย



ภาพ 1 ทดลองปล่อยยานผ่านปล่อยถ้ำสู่พื้นถ้ำ

กิจกรรม “ร่อนลง....ลงปล่อยถ้ำ”

สนุกกับการประดิษฐ์ยานที่บรรทุกนักกู้ภัย เพื่อร่อนผ่านปล่อยถ้ำและลงสู่พื้นถ้ำได้อย่างปลอดภัย

วัสดุอุปกรณ์ ยาน : ถ้วยกาแฟกระดาษ กระดาษการ์ด หลอดกาแฟ หนัวยาง เทปขาว

นักกู้ภัย : ช็อคโกแลตลูกบอล

ปล่อยถ้ำ : กล่องกระดาษ หรือถุงพลาสติกที่เจาะเป็นช่อง

กติกา ยานจะต้องร่อนผ่านปล่อยถ้ำและลงจอดที่พื้นถ้ำ โดยไม่ทำให้นักกู้ภัยที่โดยสารไปกับยานกระเด็นหรือประสบเหตุหลุดออกจากยาน

ความรู้ที่ได้รับ แรงต้านอากาศ จุดศูนย์ถ่วง จุดศูนย์กลางมวล และสมมาตรของวัตถุ



ภาพ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำกิจกรรม

โครงการป้องกันดินถล่ม (Landslide Prevention Project) เป็นอีกหนึ่งกิจกรรมของโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของ สสวท. ซึ่งนักเรียนจะได้ความรู้เรื่องภัยพิบัติทางธรรมชาติจากการทำกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะต้องติดตั้งพื้นเอียงแทนพื้นที่ลาดเขา และติดตั้งบ้านจำลองแทนบ้านในหมู่บ้าน นักเรียนต้องช่วยกันคำนวณ วางแผนการติดตั้งบ้านกระดาษตามเงื่อนไขที่วิทยากรกำหนด และทดสอบด้วยการเทถั่วเขียวลงบนพื้นเอียง ซึ่งใช้แทนเหตุการณ์ดินถล่ม สังเกตและจดบันทึกระยะทางที่บ้านเคลื่อนที่ จากนั้นแล้วแต่ละกลุ่มจะได้รับวัสดุเพิ่มเติมเพื่อนำมาปรับปรุงพื้นเอียง โดยมีเป้าหมายเพื่อลดความเสียหายของหมู่บ้านที่จะเกิดจากเหตุการณ์ดินถล่มในอนาคต

ในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ผลกระทบที่เกิดจากเหตุการณ์ดินถล่ม ซึ่งเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มักเกิดขึ้นในประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ไหล่เขา ได้เรียนรู้ว่าการปรับปรุงหน้าดินสามารถป้องกันการเกิดดินถล่มได้ สามารถเชื่อมโยงวัสดุที่นักเรียนใช้ปรับปรุงพื้นเอียงไปถึงการปรับปรุงและป้องกันหน้าดิน เช่น การปลูกหญ้าแฝก การสร้างสิ่งกีดขวางหน้าดิน การสร้างผิวที่ขรุขระเพื่อชะลอการไหลของดิน ซึ่งป้องกันการเกิดดินถล่มได้ การอภิปรายกิจกรรมได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่ม เช่น ปริมาณน้ำฝน การขาดความสมบูรณ์ของดินและไม่มีพืชคลุมดิน การขุดดินตามบริเวณไหล่เขา และการเกิดแผ่นดินไหว รวมถึงการเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาอื่น ๆ เช่น การปรับความชันของพื้นเอียง



ภาพ 3 วางแผนติดตั้งบ้านกระดาษและเทเมล็ดถั่วเขียวบนพื้นเอียง

กิจกรรม รวมพลังป้องกันดินถล่ม

เรียนรู้ผลกระทบจากเหตุการณ์ดินถล่ม และสนุกกับการหาวิธีป้องกันไม่ให้อาคารได้รับความเสียหาย

วัสดุอุปกรณ์สำหรับ 1 กลุ่ม

บ้านกระดาษ 5 หลัง ถาด 1 ใบ เมล็ดถั่วเขียว 1 ถ้วย สำลี กระดาษฟอยล์ เชือก กาว หลอดกาแฟ และพื้นเอียง

กติกา

ตอนที่ 1 วางบ้านกระดาษบนถาด โดยมีเงื่อนไขว่า ตำแหน่งที่ตั้งของบ้านแต่ละหลังจะต้องอยู่ในอาณาเขตที่สร้างขึ้นจากผลรวมของระยะห่างของบ้านทุกหลังกับพื้นเอียงโดยต้องไม่เกิน 60 เซนติเมตร จากนั้นเทเมล็ดถั่วเขียวลงไปในพื้นเอียง แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของบ้าน

ตอนที่ 2 ปรับปรุงพื้นเอียงเพื่อให้บ้านได้รับผลกระทบน้อยที่สุด โดยนำวัสดุที่ได้รับมาติดบนพื้นเอียงเพื่อชะลอการไหลของเมล็ดถั่วเขียวแล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของบ้าน

ความรู้ที่ได้รับ ผลกระทบจากดินถล่ม วิธีป้องกันดินถล่ม

อีกหนึ่งกิจกรรมที่นักเรียนสนุกสนานเป็นพิเศษ คือ กิจกรรมบ้านหลบภัย (The Shelter) ซึ่งเป็นกิจกรรมต่อเนื่องจากกิจกรรมรวมพลังป้องกันดินถล่ม โดยการปรับบทบาทให้นักเรียนเป็นชาวบ้านในหมู่บ้าน นอกจากปัญหาดินถล่มที่นักเรียนจะสามารถแก้ไขได้แล้ว ยังมีภัยธรรมชาติอีกหลากหลายรูปแบบที่พบได้ในประเทศไทย เช่น แผ่นดินไหว พายุฝน และลมกรรโชกแรง บ้านหลบภัยจึงเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ระดมความคิดสร้างบ้านของตน ที่สามารถป้องกันภัยพิบัติข้างต้นได้จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดมาให้ และนักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องเข้าไปหลบภัยอยู่ภายในบ้านได้เมื่อเกิดภัยพิบัติ อุปกรณ์ที่ได้รับคือ กระดาษลัง ก้านลูกโป่ง ถุงพลาสติกใสขนาดใหญ่ กรรไกร เทปขาว และเชือก โดยนักเรียนจะต้องวางแผนและออกแบบโครงสร้างของบ้านให้มีขนาดเพียงพอสำหรับทุกคนในกลุ่ม มีทางเข้าออกได้ จากนั้นจะมีการทดสอบผลที่เกิดขึ้นภัยพิบัติต่าง ๆ ที่วิทยากรจำลองขึ้นมา เช่น การเกิดพายุ การเกิดฝนตกหนัก กลุ่มใดที่ บ้านคงทนและไม่พังทลาย จะถือว่าสอบผ่านกิจกรรม



ภาพ 4 ทดลองสร้างบ้านตามแนวคิดของกลุ่มตนเอง



ภาพ 5 สมาชิกในกลุ่มทดลองหลบภัยในบ้านของกลุ่มตนเอง เมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้น

นอกจากกิจกรรมข้างต้นแล้ว ยังมีกิจกรรมรวมพลังทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นกิจกรรมย่อยทั้งหมด 5 ส่วน ส่วนละ 30 นาที ซึ่งประกอบด้วย **กิจกรรม DNA** โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะที่ปรากฏบนใบหน้า **กิจกรรม Mine Sweeper** ซึ่งเป็นเกมหลบหลุมระเบิดที่ต้องอาศัยการจดบันทึก และการวางแผนเดินในตารางไม่ให้เหยียบหลุมระเบิด **กิจกรรมปริศนาซ่อนสมบัติ** เป็นการวางแผนใช้แผนที่ปิดบังสมบัติให้แสดงเฉพาะสมบัติที่โจทย์กำหนดให้ **กิจกรรมกระดกขวดสุ่ม** เป็นการเรียนรู้วิธีการโยนขวดให้ขวดสามารถตั้งตรงได้ ซึ่งเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงของโลกและจุดศูนย์ถ่วง **กิจกรรมขนส่งของ** เป็นการเรียนรู้เรื่องการขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ จากการโยนลูกบอลที่มีขนาดต่างๆ กิจกรรมย่อยเหล่านี้ ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) วิทยาศาสตร์ ควบคู่ไปกับการมีความสนุกสนาน



ภาพ 6 กิจกรรมขนส่งของ



ภาพ 7 กิจกรรม Mine Sweeper



ภาพ 8 กิจกรรม DNA

สำหรับจุดเด่นของกิจกรรมในค่ายคือ กิจกรรมจุดประกายให้น้อง โดยนักเรียนทุนโอลิมปิกวิชาการในสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ได้จัดขึ้นเพื่อถ่ายทอดแรงบันดาลใจในการเรียนของพี่ๆ ที่เป็นผู้แทนประเทศไทย กับวิชาที่เลือกศึกษาต่อ โดยเชื่อมโยงจากเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน พร้อมแสดง Science Show ให้น้องๆ ได้ตื่นตาตื่นใจด้วย นักเรียนทุนโอลิมปิกวิชาการฯ ที่เป็นวิทยากร ประกอบด้วย

1. **พี่เพชร นายสุชาครี ซือลือชา** นักเรียนทุนฯ วิชาคณิตศาสตร์ จาก Lehigh University สหรัฐอเมริกา
2. **พี่มาร์ช นายเขมรัฐ บุญผดึก** นักเรียนทุนฯ วิชาคอมพิวเตอร์ จาก Brown University สหรัฐอเมริกา
3. **พี่ยีน นายภูมิ สิริวิบูลย์** นักเรียนทุนฯ วิชาฟิสิกส์ จาก Brown University สหรัฐอเมริกา
4. **พี่เจมมี นายจิตรภณ เลิศประเสริฐพงศ์** นักเรียนทุนฯ วิชาดาราศาสตร์และฟิสิกส์ดาราศาสตร์ จาก Massachusetts Institute of Technology สหรัฐอเมริกา
5. **พี่ฟร็องส์ นายสิทธิา คุ่มวงศ์วาน** นักเรียนทุนฯ วิชาภูมิศาสตร์ จาก Cambridge Centre for Sixth Form Studies สหราชอาณาจักร
6. **พี่เอิร์น นางสาวปิ่นทน์รี บุญยีน** นักเรียนทุนฯ วิชาชีววิทยา จาก Cambridge Centre for Sixth Form Studies สหราชอาณาจักร



เมื่อค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกวิชาการสอนน้องลู่ลวง นักเรียนที่เข้าค่ายได้รับแรงบันดาลใจจากฟิสิกส์ ซึ่งอาสาเข้ามาจัดกิจกรรมในระหว่างที่ปิดภาคเรียนในต่างประเทศ เพื่อมาถ่ายทอดความรู้และจุดประกายการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเปิดโลกทัศน์ใหม่ๆ ให้กับนักเรียน ได้รับรู้แนวทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขตลอดจนเข้าใจกระบวนการและเส้นทางการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการฯ รับฟังข้อคิดและเคล็ดลับในการเรียนจากพี่ๆ ที่ได้เป็นผู้แทนประเทศไทยฯ และได้ความรู้จากการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อีกหลากหลายกิจกรรม นอกจากนี้ นักเรียนยังได้รู้จักและทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนๆ วัยเดียวกัน ที่มีความสนใจวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เหมือนกัน ซึ่งจะก่อให้เกิดการผูกสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกันไปในอนาคต อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกทักษะการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น (Interpersonal Skill) ทักษะการสื่อสาร (Communication Skill) และได้ฝึกการมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ด้วย 

Christiaan Huygens :

นักดาราศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ชาวดัทช์

ในเนเธอร์แลนด์ นามสกุล Huygens เป็นนามสกุล "โหล" เพราะใคร ๆ ก็ใช้นามสกุลนี้ เหมือนนามสกุล Kim ในเกาหลี และ Lee ในจีน แต่ถ้าหมายถึง Huygens ที่เป็นนักฟิสิกส์ ทุกคนจะรู้จัก Christiaan Huygens ซึ่งเป็นทั้งนักดาราศาสตร์ นักฟิสิกส์ นักคณิตศาสตร์ และนักเทคโนโลยี จนในคริสต์ศตวรรษที่ 17 ได้รับการยกย่องว่าเป็นอัจฉริยะผู้ยิ่งใหญ่ที่ส่องรองจาก Isaac Newton

Huygens เกิดเมื่อวันที่ 14 เมษายน ค.ศ.1629 (ตรงกับรัชสมัยสมเด็จพระเชษฐาธิราช) ที่กรุง Hague ในเนเธอร์แลนด์ บิดาเป็นข้าราชการชั้นสูง ผู้เคยดำรงตำแหน่งสำคัญ เช่น เอกอัครราชทูต และองคมนตรี อีกทั้งยังมีความสามารถด้านศิลปะ เช่น เขียนบทกวี เป็นคีตกวีผู้เล่นพิณน้ำเต้าถวายสมเด็จพระเจ้า James ที่ 1 อีกทั้งมีฐานะร่ำรวยด้วย การมีคุณสมบัติและความสามารถเช่นนี้ทำให้มีเพื่อนที่เป็นอัจฉริยะหลายคน เช่น Peter Paul Rubens, Rembrandt van Rijn, Frans Hals ซึ่งเป็นจิตรกรระดับโลก ส่วนเพื่อนบ้านก็มีนักปรัชญา เช่น Barouch Spinoza ด้านนักคณิตศาสตร์ Père Mersenne กับ René Descartes ก็มักมาเยี่ยม Huygens บ่อย

ดั่งนั้นเด็กชาย Huygens จึงเติบโตในบรรยากาศที่เพียบพร้อมด้วยวิชาการ นี่จึงเป็นความแตกต่างไปจาก Newton ซึ่งเติบโตในบรรยากาศที่ขาดแคลนปัจจัยแทบทุกอย่าง เช่น กำฟ้าบิดาตั้งแต่ยังไม่เกิด และมารดาก็ไม่ได้รับการศึกษาเลย

เมื่ออายุ 8 ขวบ Huygens ได้กำพร้ามารดา และเริ่มแสดงแวດความสามารถด้านคณิตศาสตร์ จนบิดาตั้งชื่อว่าอาร์คิมิดีสของพ่อ และได้จ้างครูพิเศษมาสอนเทคนิคการร้องเพลง แต่งกาพย์กลอน และเล่นดนตรี เพราะต้องการให้ลูก



ภาพ 1 Christiaan Huygens

ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

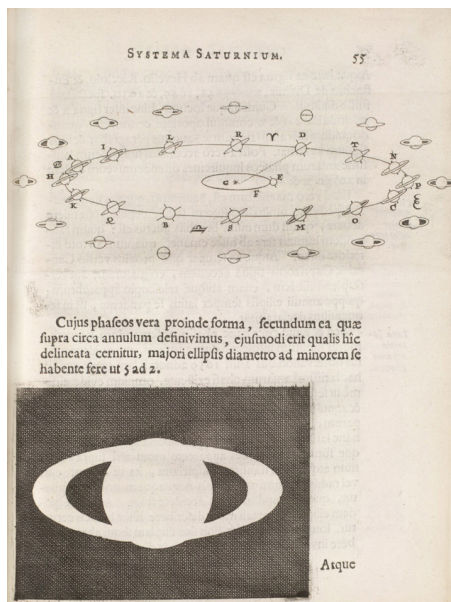
เจริญรอยตามเป็นนักการทูต แต่ Huygens ชอบประดิษฐ์ของเล่น และสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากกว่า

จนกระทั่งอายุ 16 ปี บิดาจึงส่ง Huygens ไปเรียนกฎหมาย และคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัย Leiden หลังจาก Huygens ได้อ่านตำรา เรื่อง Principia Philosophiae ของ Descartes ซึ่งได้เขียนว่า การเปลี่ยนแปลงทุกรูปแบบที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ สามารถอธิบายได้ด้วยกลศาสตร์ Huygens รู้สึกศรัทธา ชื่นชม และเชื่อมั่นในความคิดของ Descartes ผู้เป็นเพื่อนของพ่อมาก

อีกสองปีต่อมา Huygens ได้เดินทางไปศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มหาวิทยาลัย Copenhagen ในเดนมาร์ก การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ทำให้ Huygens ตัดสินใจว่าจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ตามที่ตนต้องการ มิใช่จะเป็นนักกฎหมายตามที่บิดาปรารถนา ดั่งนั้นเมื่อเดินทางกลับถึงบ้านเกิดได้เริ่มศึกษาดาราศาสตร์ทันที เพราะเมื่อ 50 ปีก่อนนั้น Hans Lippershey ได้ประดิษฐ์กล้องส่องทางไกลขึ้นเป็นครั้งแรก และ Galileo Galilei ได้ดัดแปลงกล้องส่องทางไกลเป็นกล้องโทรทรรศน์ ทำให้ดาราศาสตร์ได้รับการปฏิรูปอย่างมหัศจรรย์ Huygens มีความประสงค์จะสร้างกล้องโทรทรรศน์ของตนเองบ้าง และได้พยายามฝึก

การฝนเลนส์ด้วยตนเอง ตามกระแสนิยมของผู้คนในยุคนั้น เพื่อสร้างกล้องโทรทรรศน์สำหรับใช้ดูดาว และประสบความสำเร็จ ในการสร้างกล้องโทรทรรศน์ที่มีอำนาจในการแยกภาพได้ดี จนสามารถเห็นรายละเอียดของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ได้ดีกว่า กล้องโทรทรรศน์ของคนอื่น ๆ ในเวลานั้น

เมื่ออายุ 30 ปี Huygens เป็นบุคคลแรกที่ได้เห็น Titan ซึ่งเป็นดวงจันทร์บริวารที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของดาวเสาร์ และพบว่า ดาวเสาร์ที่ Galileo เคยเห็นว่ามีลักษณะไม่กลม เหมือนดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ เพราะมีรูปร่างแตกต่างตามวัน เวลาที่สังเกต เช่น บางเวลาจะเห็นมีดาวขนาดเล็กสองดวง โคจรอยู่ข้าง ๆ เสมือนว่า ดาวเสาร์มี “หู” แต่ในบางเวลาหูทั้งสองข้างได้หายไป เสมือนว่าดาวเสาร์ได้กลืนกินดาวบริวารทั้งสองดวง ซึ่งก็ตรงตามเรื่องเล่าในเทพนิยายที่ยักษ์ Cronus ซึ่งเป็นเทพเจ้าประจำดาวเสาร์ กินลูกของตนเอง



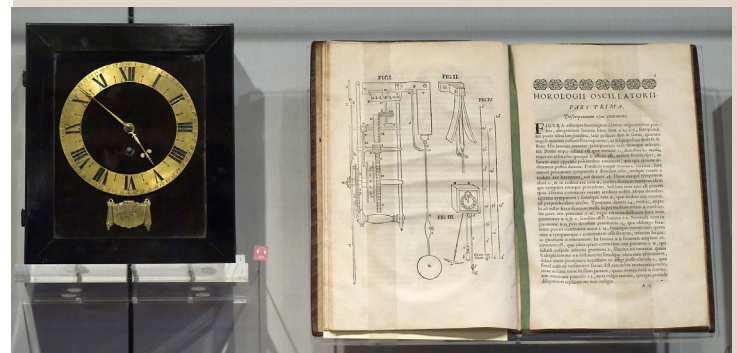
ภาพ 2 การค้นพบลักษณะดาวเสาร์ของ Christiaan Huygens
ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

ในที่สุดกล้องโทรทรรศน์ที่ Huygens สร้าง ก็ได้ช่วยให้ Huygens ประจักษ์ความจริงว่า ดาวเสาร์มีวงแหวนล้อมรอบ และการที่เขาเห็นดาวเสาร์มีรูปร่างแปลก ๆ เพราะระยะนาบของวงแหวนเอียงทำมุมต่าง ๆ กับระดับสายตา เช่น ถ้าระยะนาบวงแหวนอยู่ในแนวเดียวกับระดับสายตา วงแหวนก็จะไม่ปรากฏให้เห็น Huygens ได้เขียนบันทึกเกี่ยวกับการค้นพบนี้เป็นรหัสเพราะไม่ต้องการให้ใครร่วมรู้เรื่องที่ค้นพบ

อีก 3 ปีต่อมา Huygens ได้เห็น Orion nebula (เนบิวลานายพราน) และดาวฤกษ์ 3 ดวงในกลุ่มดาวนายพราน ที่ปัจจุบันมีชื่อว่า Alnitak, Alnilam และ Mintaka อีกทั้งยังได้

วาดภาพผิวของดาวอังคารอย่างหายาบ ๆ ได้คำนวณรัศมีของดาว และเวลาที่ดาวใช้ในการหมุนรอบตัวเองด้วย

ในปี ค.ศ. 1661 Huygens ได้เดินทางไปเยือนลอนดอน เพื่อพบปะบรรดานักวิทยาศาสตร์อังกฤษที่มีชื่อเสียง เช่น Robert Boyle, Robert Hooke ที่สมาคม Royal Society และรู้สึกประทับใจในผลงานของ Boyle ที่ใช้ปั๊มสุญญากาศในการพบกฎของ Boyle รวมถึงได้ชื่นชมนาฬิกาที่ Hooke สร้าง แต่ Huygens พบว่านาฬิกายังเดินได้ไม่เที่ยงตรง จึงสนใจจะสร้างนาฬิกาที่เดินได้เที่ยงตรงกว่า ส่วนนาฬิกาลูกตุ้ม (Pendulum) ที่เป็นที่ยอมรับในเวลานั้นก็เดินได้ไม่เที่ยงตรงมาก เพราะลูกตุ้มที่แกว่งไปมามีรัศมี (จึงมีได้เป็นอนุภาค) ดังนั้น เวลาในการแกว่งครบรอบจึงต้องคำนึงถึงรูปทรงของลูกตุ้มด้วย ด้านเชือกที่ใช้ในการแขวนลูกตุ้มก็มีสมบัติยืดหยุ่น คือหดเข้า และยืดออกได้ ทำให้ความยาวของเพนดูลัมเวลาแกว่งไม่คงตัว นอกจากนี้อากาศซึ่งเป็นตัวกลางให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ ก็มีความหนืด (คือมีแรงต้าน) อุณหภูมิของอากาศโดยรอบจึงไม่คงตัว สาเหตุเหล่านี้ทำให้นาฬิกาแต่ละเรือนเดินไม่เคยตรงกันเลย ช่างออกแบบนาฬิกาจึงได้กำหนดให้นาฬิกามีเข็มชั่วโมงเพียงเข็มเดียว บนหน้าปัด จากนั้น Huygens ก็ได้เปลี่ยนแปลงสปริง



ภาพ 3 นาฬิกาลูกตุ้ม
ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

ของ Hooke เป็นแบบสปริงเกลียว ทำให้นาฬิกาที่เขาสร้างสามารถเดินได้เที่ยงตรงขึ้น จนสามารถนำไปใช้หาตำแหน่งของเมืองต่าง ๆ บนเส้นแวงได้ โดยให้เรือเดินทะเลนำนาฬิกาที่ Huygens สร้าง ติดเรือไปด้วย นาฬิกาของ Huygens จึงได้เปิดยุคของการสำรวจโลกและล่าอาณานิคม

เมื่อมีชื่อเสียงโด่งดัง ในปี ค.ศ. 1664 สมเด็จพระเจ้า Louis ที่ 14 ได้ทรงเชิญ Huygens เป็นสมาชิกของสถาบัน Académie des Sciences ที่ปารีส โดยให้เป็นหัวหน้ากลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์ ขณะดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์แห่งราชสำนักนี้เองที่ Huygens ได้พบ

กฎการทรงโมเมนตัม ซึ่งมีใจความว่า ในการชนกันระหว่างอนุภาคสองอนุภาค โมเมนตัมเชิงเส้นของอนุภาคทั้งสองจะไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือ โมเมนตัมเชิงเส้นของระบบก่อนการชน จะเท่ากับโมเมนตัมเชิงเส้นทั้งหมดหลังการชนเสมอ

นอกจากองค์ความรู้นี้แล้ว Huygens ยังพบอีกว่า เวลาอนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลม ทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น อนุภาคจะมีความเร่ง และความเร่งนี้มีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลม อีกทั้งเป็นปริมาณโดยตรงกับค่า v^2/r เมื่อ v คืออัตราเร็วของอนุภาค และ r คือ รัศมีของวงกลม การค้นพบนี้ได้เสริมความถูกต้องของกฎแรงโน้มถ่วงของ Newton ที่แถลงว่า แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นปริมาณผกผันกับระยะห่างระหว่างอนุภาคยกกำลังสอง และเป็นปริมาณตรงกับผลคูณระหว่างมวลทั้งสอง

ถึงปี ค.ศ. 1672 เมื่อแม่ทัพฝรั่งเศสกรีธาทัพบุกเนเธอร์แลนด์ Huygens ซึ่งเป็นชาวเนเธอร์แลนด์ที่ทำงานถวายสมเด็จพระเจ้า Louis ที่ 14 จึงตกที่นั่งลำบาก แต่ก็ยังทำงานต่อไป โดยได้สร้างนาฬิกาเรือนใหม่ที่ทำงานดีมากเพื่อถวายแด่สมเด็จพระเจ้า Louis ที่ 14

เมื่ออายุ 56 ปี Huygens ต้องเดินทางกลับเนเธอร์แลนด์ เพราะพบว่ากำลังมีสุขภาพไม่ดี คือปวดศีรษะบ่อย และป่วยเป็นโรคซึมเศร้าด้วย เมื่อหายป่วยและสุขภาพดีขึ้น Huygens ได้พยายามสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ที่มีเลนส์ความยาวโฟกัส 65 เมตร และได้ออกแบบเลนส์ใกล้ตา (Eyepiece) ที่ช่วยในการมองกล้อง เลนส์จึงมีชื่อว่า Huygens eyepiece

อีก 3 ปีต่อมา Huygens ได้เสนอผลงานที่สำคัญที่สุดในชีวิตเป็นทฤษฎีที่แถลงว่า แสงเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปได้ใน Ether เหมือนคลื่นเสียงที่เคลื่อนที่ในอากาศ และคลื่นน้ำที่เคลื่อนที่ในน้ำ ทฤษฎีคลื่นของ Huygens ไม่ได้รับการสนับสนุนจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ เพราะขัดแย้งกับทฤษฎีของ Newton ที่แถลงว่า แสงเป็นอนุภาค และเมื่อนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยอมรับนับถือ Newton ผู้คนจึงคิดว่า ใครก็ตามที่มีความเห็นขัดแย้งกับ Newton ย่อมเป็นฝ่ายผิดเสมอ

เมื่ออายุ 64 ปี Huygens ได้พบกับ Isaac Newton และ Edmond Halley ที่ลอนดอน หลังจากที่เขาอ่าน The Principia ของ Newton ได้ออกมาปรากฏในบรรณโลกแต่โลกรู้ว่า คนทั้งสองได้สนทนาเกี่ยวกับเรื่องอะไรบ้าง

หลังจากที่กลับถึงบ้านเกิด Huygens ได้ย้ายไปอยู่ที่บ้านชนบทของบิดา แต่ยังทำงานวิทยาศาสตร์ต่อไป โดยได้ตีพิมพ์ทฤษฎีแสงที่เกี่ยวข้องกับการส่องสว่าง (Traité de La Lumière) และยังได้เสนอสมการเส้นโค้ง Catenary ซึ่งเป็นเส้นโค้งที่เป็นไปตามลักษณะการแขวนเชือกหรือโซ่ที่ปลายทั้งสองข้างของเชือกหรือโซ่ถูกตรึงแน่น Huygens มีเพื่อนสนิทชื่อ Gottfried Wilhelm Leibniz ซึ่งเป็นบุคคลหนึ่งที่ให้นิยาม Calculus ทั้งสองมีความใกล้ชิดและสนิทกันมาก คงเพราะมี “ศัตรู” ร่วมกัน คือ Newton



ภาพ 4 อนุสาวรีย์ Christiaan Huygens
ที่มา https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Christiaan_Huygens_Statue_Rotterdam.jpg

วันที่ 8 กรกฎาคม ค.ศ. 1695 Huygens ได้เสียชีวิตอย่างสงบด้วยโรคหัวใจล้มเหลว ตำรา Cosmotheoros ของ Huygens ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่หลังจากที่ Huygens เสียชีวิตไปแล้ว ตำราได้กล่าวถึงโครงสร้างของเอกภพ และความเป็นไปได้ที่จะมีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ต่างๆ

ขณะมีชีวิตอยู่ Huygens ได้รับเกียรติยศและชื่อเสียงมากมาย เช่น ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ Royal Society ของอังกฤษ (F.R.S.) เมื่อมีอายุเพียง 34 ปี

ภูเขาบนดวงจันทร์มีชื่อว่า Mons Huygens ส่วนหลุมอุกกาบาตบนดาวอังคารชื่อ Crater Huygens และที่ปารีสมีถนนสายหนึ่งชื่อ Rue Huygens

ในปี ค.ศ. 2004 ซึ่งเป็นวาระครบ 375 ปี แห่งชาตกาลของ Huygens องค์การ NASA ได้ส่งยานอวกาศ Cassini ไปสำรวจดาวเสาร์ กับดวงจันทร์บริวาร และเมื่อยานเดินทางถึงดวงจันทร์ Titan ยานได้ปล่อยยานลูกชื่อ Huygens ให้ลงสำรวจ Titan 🚀

บรรณานุกรม

Andresse, C.D. (2005). *Huygens: The Man Behind the Principle*. Cambridge University Press.



เว็บช่วยสอน

CODE.GAME – International Creative Coding Competition <https://code.game>



เว็บไซต์สอนการโปรแกรมที่เปิดให้บริการอย่างเป็นทางการในปี ค.ศ. 2017 ปัจจุบันมีโรงเรียนเข้าร่วมมากกว่า 3,000 โรงเรียน จาก 11 ประเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างความรู้เกี่ยวกับการโปรแกรม โดยไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานการโปรแกรม ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิด การวางแผนอย่างเป็นระบบ รู้จักการใช้คำสั่งพื้นฐาน อาทิ ตัวแปร การเปรียบเทียบระหว่างตัวแปร โดยผู้เล่นสามารถเลือกระดับความยากของการโปรแกรมได้ด้วยตนเอง เหมาะสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นถึงมัธยมศึกษาตอนปลายและผู้สนใจทั่วไป



KODU – Game Lab Community <https://www.kodugamelab.com>



Digital Technologies Hub

<https://www.digitaltechnologieshub.edu.au>



Digital Technologies Hub พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานที่ให้บริการงานด้านการศึกษา ประเทศออสเตรเลีย เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล และสื่อการเรียนการสอน หลักสูตรเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technologies Curriculum) อาทิ แอปพลิเคชัน ซอฟต์แวร์ คอมพิวเตอร์ วิดีทัศน์ ใบกิจกรรม นอกจากนี้ ยังมีสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ (Unplugged) เพื่อให้ครูเลือกใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนสามารถพิจารณาข้อมูลประมวลผลข้อมูล และตัดสินใจจากพื้นฐานข้อมูลที่รวบรวมมาได้ ซึ่งช่วยสร้างความเข้าใจ ส่งเสริมทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้เทคโนโลยีได้ เหมาะสำหรับครูระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย



เว็บไซต์แนะนำการพัฒนาเกมโดยใช้โปรแกรม KODU ผู้เรียนสามารถสร้างเกมได้ด้วยตนเอง เริ่มตั้งแต่การวางแผน การออกแบบเรื่องราวและรูปแบบของเกม ตลอดจนการเลือกใช้เครื่องมือที่โปรแกรมจัดเตรียมไว้ให้ โดยไม่ต้องมีพื้นฐานการโปรแกรมมาก่อน ในเว็บไซต์ยังมีสื่อประเภทต่างๆ อาทิ วิดีทัศน์ แนะนำขั้นตอนการพัฒนาเกม ใบกิจกรรมที่สอดแทรกเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ควบคู่กับความสนุกสนาน และเมื่อผู้เรียนพัฒนาเกมเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถเลือกแชร์ให้เพื่อน ๆ ทดลองเล่นทั้งในรูปแบบออนไลน์หรือออฟไลน์ได้ เหมาะสำหรับครู นักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้สนใจทั่วไปดาวน์โหลดโปรแกรม KODU ได้ที่ <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=10056>

งาน "พสวท. ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยด้วยงานวิจัยและนวัตกรรม" ครั้งที่ 3



เมื่อวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2561 พลอากาศเอกประจิน จั่นตอง รองนายกรัฐมนตรีและรัฐมนตรีว่าการกระทรวงยุติธรรม เป็นประธานเปิดงาน “พสวท. ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยด้วยงานวิจัยและนวัตกรรม” ครั้งที่ 3 และปาฐกถาพิเศษ หัวข้อ “ระดมนักวิจัยฯ ขับเคลื่อนการวิจัยและพัฒนา พาไทยก้าวหน้าสู่ Thailand 4.0” ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ เซ็นทรัลพลาซ่า ลาดพร้าว กรุงเทพฯ งานนี้จัดขึ้นเพื่อขับเคลื่อนผลงานวิจัยของบัณฑิตทุน พสวท. เชื่อมโยงกับความต้องการของภาคเอกชน ในการต่อยอดพัฒนานวัตกรรมอย่างยั่งยืน

ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และคณะผู้บริหาร สสวท. นำประธานเปิดงานชมผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่สร้างคุณค่าพัฒนาชีวิตและเศรษฐกิจ



ในโอกาสนี้ พลอากาศเอกประจิน จั่นตอง รองนายกรัฐมนตรีและรัฐมนตรีว่าการกระทรวงยุติธรรม มอบเสื้อเกียรติยศแก่บัณฑิต พสวท. ที่ได้รับคัดเลือกเข้า “DPST Hall of Fame” 

สสวท. เปิดโอกาสให้เยาวชนสนุกคิด กับ กิจกรรมวิทย์ คณิต ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2561



ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เปิดเผยว่าในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2561 ระหว่าง วันที่ 16 - 26 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ที่ผ่านมา สสวท. ได้นำกิจกรรมไปร่วมจัดภายในบริเวณ Hall 6 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี ด้วยธีม “สนุกเรียน สนุกคิด กับ หนังสือเรียนวิทย์ คณิต สสวท.” ประกอบด้วยโซน Hand on เกมคณิตศาสตร์ สนุกกับหนังสือเรียนวิทย์ 4.0 สนุกกับเกมจากวิทยาการคอมพิวเตอร์ สนุกกับข้อสอบ online เรียนรู้จาก Learning Space ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเข้าร่วม Workshop ในเรื่องต่าง ๆ

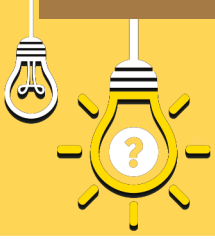


วันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2561 เวลา 13.00 น. – 14.30 น. มีการเสวนาเปิดมุมมอง “สสวท. ปั่นนักคิด วิทย์สร้างภูมิ (คุ้มกัน)” โดย **ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์** ผู้อำนวยการ สสวท. และ **ดร.วรวรงค์ รักเรืองเดช** ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท. บริเวณบูธกิจกรรม สสวท. และประกาศผลการประกวดโครงการดีเด่นส่งเสริมศึกษา รอบชิงชนะเลิศพร้อมมอบรางวัล ณ เวทีกลาง



ในระหว่างงานยังมีกิจกรรมในห้องต่าง ๆ อาทิ

- การประกวดโครงการส่งเสริมศึกษา ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย วันที่ 16 - 17 สิงหาคม พ.ศ. 2561
- กิจกรรม STEM Young Pilot Challenge 2018
 - ระดับประถมศึกษา วันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2561
 - ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2561
 - ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2561
- การแข่งขันเครื่องร่อน ประเภทร่อนนาน ปล่อยด้วยมือ Indoor วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2561
- การแข่งขันเครื่องบินพลังยาง ประเภท 3D Model วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2561
- การแข่งขันเครื่องบินบังคับวิทยุ ประเภท Scale Model Airplane พร้อมทั้งสื่อและกิจกรรมชวนสนุกกับการเรียนรู้อีกหลากหลาย



QUIZ



ลัษสัถิ

ผู้อ่านทุกคน ช่วงที่ถ่ายกำลังจัดเตรียมต้นฉบับ โดยพยายามค้นหาเรื่องแปลกๆ มาเล่าสู่กันฟัง เป็นช่วงเวลา ก่อนเทศกาลกินเจเล็กน้อย ซึ่งในช่วงเทศกาลกินเจนี้ ผักและผลไม้จะมีราคาแพง แต่เนื้อสัตว์มีราคาปรับลดลง (แต่ก็ไม่ถูกซะทีเดียว) เนื่องจากความต้องการในการบริโภคลดน้อยลง คนที่ถือศีลกินเจจะลดทานเนื้อสัตว์ เพื่อลดการฆ่าสัตว์ตัดชีวิตไปด้วยอีกทางหนึ่ง โดยเชื่อว่าจะได้บุญได้กุศลและส่งผลดีต่อสุขภาพของตนเอง

มนุษย์ทั่วโลกมีแนวคิดเดียวกัน ในเรื่องของความพยายามปรับตัวให้กินพืชมากกว่าเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดการส่งเสริม รวมกลุ่ม และจัดงานจนเป็นประเพณีกระจายไปทั่วโลก เช่น งาน "Bali Vegan Festival" ที่จัดในช่วงต้นเดือนตุลาคม ที่เมืองบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย ในขณะที่ในประเทศไทยก็มีการจัดงาน "Just V Show" สำหรับคนชอบกินมังสวิรัต หมนเวียนกันไป ในเมืองต่างๆ ทั่วประเทศ เพื่อให้คนชอบกินมังสวิรัตมาพบปะกัน มาลงเรือและทำอาหาร หรือเดินหาซื้อสินค้าอาหารกลับบ้านกันไป หรืออย่างงานเก่าแก่อีกฝั่งทวีป ที่จัดมานานกว่า 30 ปีแล้วก็คือ งาน "Veg Food Fest, Toronto" ที่เมืองโตรอนโต ประเทศแคนาดา ภายในงานจะมีร้านอาหาร ร้านขนมแนวมังสวิรัต มีชั้นเรียนการออกกำลังกาย มีการจัดบรรยายหรือทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับมังสวิรัต ในรูปแบบต่างๆ ในบรรยากาศชิวๆ ริมแม่น้ำ ลมเย็นพัดผ่าน บรรยากาศชวนเดิน จากที่เล่ามาทั้งหมด เชื่อหรือไม่ว่า งานที่จัดขึ้นมี จำนวนวันจัดงานน้อยกว่า "เทศกาลกินเจของไทย"

ลักษณะทั่วไปของมนุษย์แต่ละคน จะมีความพยายามหรือความตั้งใจที่จะทำอะไรสักอย่างแตกต่างกัน รวมถึงลักษณะ ของการกินด้วย ทำให้เกิดมีข้อถกเถียงที่แตกต่างกันไปในการเลือกกิน เลือกเข้ากลุ่ม เช่น คนบางกลุ่มไม่กินเนื้อสัตว์ ไข่ หรือผลิตภัณฑ์ ที่ทำจากสัตว์เลย บางกลุ่มไม่กินแค่เนื้อสัตว์ บางกลุ่มเลือกกินแค่ไข่เท่านั้น บางกลุ่มเลือกกินแค่เนื้อเท่านั้น ทำให้เกิดชื่อเรียกกลุ่มที่ บริโภคพืชแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น ในขณะที่มนุษย์อีกกลุ่มจะบริโภคเนื้อสัตว์ตามปกติที่เคยกินและยังคงบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการคาดการณ์ว่า ภายในปี ค.ศ. 2050 จะมีการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้นจากในปัจจุบันเป็น 2 เท่า และทุกวันนี้เมื่อคิดรวมพื้นที่ ที่ทำการเกษตรทั้งหมด พบว่าพื้นที่ 2 ใน 3 ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ และเนื่องมาจากพื้นที่บนโลกมีเท่าเดิม จึงมีความกังวลว่า สุดท้าย เนื้อสัตว์ที่มนุษย์กินเป็นอาหารอาจไม่เพียงพอ เนื่องมาจากกำลังการผลิต และการกระจายสินค้า ก็จะทำให้มีราคาเพิ่มสูงขึ้น

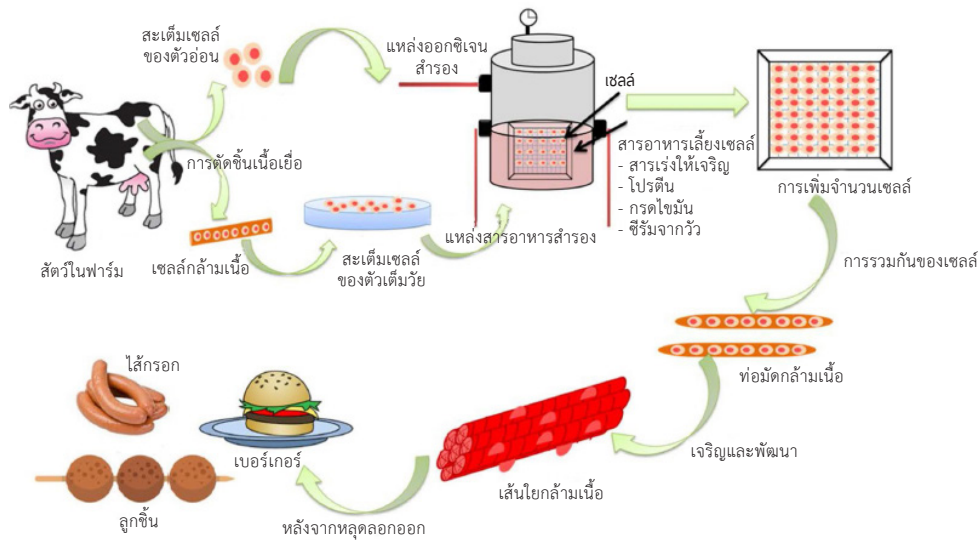
เมื่อเวลาผ่านไป มีนักคิดนักพัฒนาธุรกิจโดยใช้เทคโนโลยีมาเป็นตัวขับเคลื่อน เกิดเป็นธุรกิจ StartUp การสร้างเนื้อสัตว์ โดยการเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อในห้องปฏิบัติการ และสามารถทำให้เนื้อสัตว์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสเหมือนกับเนื้อสัตว์จริงๆ ที่ออกมาจาก โรงฆ่าสัตว์ 3 StartUp ที่สามารถระดมทุนมาพัฒนาธุรกิจของตนเองได้ คือ MosaMeat, JUST และ Memphis Meats และเกิด เป็นกระแสโด่งดังขึ้นมาอีกครั้ง เนื่องจากมีนักลงทุนอย่าง Bill Gates เข้าร่วมลงทุนใน Memphis Meats พร้อมๆ กับบริษัท Cargill ที่เป็นบริษัทแปรรูปเนื้อสัตว์ที่มีการตั้งโรงงานทำธุรกิจกระจายอยู่ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก

จากการเข้าไปดูแผนการทำงานของ Memphis Meats ที่เว็บไซต์ จะพบว่าบริษัทมีการเติบโตและมีผลิตภัณฑ์ออกมา ให้เห็น จนนักลงทุนเริ่มเชื่อมั่นในวิธีการผลิตเนื้อจากการเลี้ยงเซลล์ เรามาดูเส้นทางการทำงานของกลุ่ม StartUp นี้กัน

1. ปี 2005 เริ่มคิด และได้แนวคิดเริ่มต้น
2. ปี 2015 เดือนสิงหาคม เปิดตัวบริษัทเพื่อระดมทุนตามแนวทาง StartUp
3. ปี 2016 เดือนกุมภาพันธ์ เปิดตัวลูกชิ้นแบบตะวันตก หรือ Meatball ที่สร้างจากการเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อในห้องทดลองได้เป็นครั้งแรกของโลก เป็นการตอกย้ำให้เห็นว่าเนื้อสัตว์สร้างได้
4. ปี 2017 เดือนมีนาคม เปิดตัวเนื้อไก่ที่สร้างขึ้นจากห้องทดลองครั้งแรกของโลก
5. ปี 2017 เดือนสิงหาคม Bill Gates, Cargill, Richard Branson เข้าลงทุนในบริษัท
6. ปี 2017 เดือนพฤศจิกายน เป็นข่าวขึ้นปกนิตยสาร Inc.
7. ปี 2018 เดือนมกราคม Tyson ซึ่งเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับอาหาร เข้าลงทุนในบริษัท

ทำไมนักธุรกิจพันล้านจึงเข้าลงทุนในธุรกิจนี้ คำตอบคือ เขามองเห็นศักยภาพในการผลิตและสร้างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ หลากหลายจากห้องทดลอง ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่าการเลี้ยงสัตว์ในฟาร์มแบบเดิมๆ สามารถควบคุมคุณภาพและความสะอาดได้ ไม่มีปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมและปัญหาการหาพื้นที่กว้างๆ สำหรับเลี้ยงสัตว์ แม้ว่าในระยะแรกเนื้อสัตว์ที่สร้างจากห้องทดลองอาจจะไม่ เหมือนเนื้อสัตว์จริงๆ 100 % แต่หากนำมาแปรรูปเป็นเนื้อเบอร์เกอร์หรือเนื้อบดแล้ว เราจะไม่สามารถแยกได้เลยว่านี่คือเนื้อสัตว์จริง หรือเนื้อจากห้องทดลอง ด้วยศักยภาพในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนา ทำให้นักลงทุนมองเห็นช่องทางในการทำ

กำไรและการเติบโตของธุรกิจนี้ ต่ำยเชื่อว่าต่อไปเมื่อสิ่งมีชีวิตในทะเลตายหมดเนื่องมาจากถูกจับกิน และที่เหลือก็กินไม่ได้เพราะการปนเปื้อนของพลาสติก สุดท้ายมนุษย์ก็ต้องหันไปพึ่งเนื้อสัตว์ที่สร้างจากห้องทดลองนั่นเอง นอกจากนี้ กลุ่มคนที่ไม่กินเนื้อสัตว์เนื่องจากไม่ต้องการให้มีการฆ่าสัตว์ ก็อาจจะหันกลับมากินเนื้อสัตว์ที่ได้จากห้องทดลองนี้ด้วยเช่นกัน



ภาพ 1 การผลิตเนื้อจากการนำเซลล์กล้ามเนื้อที่ได้จากสัตว์ในฟาร์ม ไปเลี้ยงในห้องทดลอง และนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในรูปแบบต่างๆ

ที่มา Gaydhane, M. K., Mahanta, U., Sharma, C. S., Khandelwal, M., & Ramakrishna, S. (2018). Cultured meat: state of the art and future. *Bio manufacturing Reviews*, 3(1), 1.)

จากภาพ 1 ผู้อ่านหลายคนอาจจะคิดทำนองเดียวกับต่ายคือ ต่อไปมีแนวโน้มที่มนุษย์น่าจะกินเนื้อสัตว์จากโรงงานการเพาะเลี้ยงเนื้อสัตว์เพื่อการแปรรูปในลักษณะนี้ แล้วเมื่อถึงวันนั้น คุณคิดว่า จะเลือกเนื้อสัตว์แบบเดิม หรือแบบใหม่นี้ เพื่อการบริโภค 🍴

เฉลยคำถามฉบับที่ 212

จากคำถามเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของพาราควอต เช่น พาราควอตมีผลอะไรต่อวัชพืช ทำไมจึงนิยมใช้กันมากมาย นอกจากวัชพืชแล้ว พาราควอตจะส่งผลในแบบเดียวกันกับพืชทั่วไปหรือไม่ ผลกระทบที่เกิดจากการใช้พาราควอตที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์มีอะไรบ้าง

คำตอบก็คือ พาราควอตมีผลไปหยุดและยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชแบบไม่จำเพาะเจาะจง ออกฤทธิ์ทันทีที่สัมผัสเซลล์พืชที่มีสีเขียว โดยจะทำลายเนื้อเยื่อที่มีสีเขียวของพืชทุกชนิดที่มาสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง ดังนั้นมันจึงมีผลทำให้พืชทุกชนิดตายได้ พาราควอตมีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์สูง ตกค้างในสิ่งแวดล้อม ในดินได้ติดละลายน้ำได้ง่าย และมีรายงานวิจัยพบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับ การก่อให้เกิดโรคพาร์คินสัน ทั้งนี้มีผู้ตอบถูกท่านเดียว คือ คุณสุพรรณ นาสอำนาจ ที่อยู่ 68/2 หมู่ 1 บ้านหนองผือ ต.หนองผือ อ.ท่าลี่ จ.เลย ปณ.42140 รอรับรางวัลจากทางทีมงานได้เลยจ้า

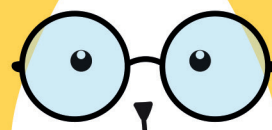
คำถามฉบับที่ 214

จากเรื่องที่ต่ายเล่าให้คุณฟัง คุณคิดว่า อะไร คืออุปสรรคสำคัญสำหรับผู้บริโภค ที่จะปฏิเสธการไม่กินเนื้อสัตว์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเซลล์ในห้องทดลอง ต่ายอยากฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้ และข้อดีสำหรับการเลิกเลี้ยงสัตว์ในฟาร์มแล้วหันมาสร้างเนื้อสัตว์ในห้องทดลองคืออะไร ลองเขียนมาคุยกันและมีการแจกของรางวัลเช่นเดิม

ส่งคำตอบมาให้ต่ายได้ ที่ funny_rabbit@live.co.uk ภายในวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2562 โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณมาให้เรียบร้อย และถ้าต้องการให้ต่ายส่งสื่อเล็กๆ น้อยๆ จาก สสวท. ไปให้โรงเรียน (นอกเหนือจากของรางวัลที่จะได้รับ) ช่วยเขียนชื่อโรงเรียนมาให้ด้วย เพื่อที่โรงเรียนจะได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ สำหรับเฉลยอ่านได้ในอีก 2 ฉบับหน้า คือฉบับที่ 216 นะจ๊ะ

"The beautiful thing about learning is that no one can take it away from you" - B.B. King

"สิ่งที่สวยงามเกี่ยวกับการเรียนรู้ก็คือ ไม่มีใครเอาสิ่งที่คุณเรียนรู้ไปจากคุณได้" - B.B. King นักร้องชาวอเมริกัน



ต่าย แสงชน

ใบสมัครสมาชิก นิตยสาร สสวท.



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โทรศัพท์ 0-2392-4021 ต่อ 3307 โทรสาร 0-2382-3246

○ 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 0-2382-3246

1. ใบสมัครสมาชิก

2. สำเนาการชำระเงิน

แบบฟอร์มการชำระเงินค่านิตยสาร สสวท.



ส่วนนี้สำหรับธนาคาร

COMPANY CODE = 90007

ออกใบเสร็จในนาม :

REF NO. : 0

(สาขา กรุณาคัดชำระเป็นนามตามที่ออกใบเสร็จ)

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

ชำระเงินที่ () ธนาคารกรุงไทย สาขา

ชื่อผู้นำฝาก โทรศัพท์

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่ของธนาคาร วันที่รับเงิน



หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

หนังสือเรียนแนวคิดใหม่ สสวท.

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



- พร้อมแนวทางการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
อย่างละเอียดและครบถ้วน

เป้าหมาย

- ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการออกแบบวิธีการ
แก้ปัญหา และสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำงาน
- เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างเทคโนโลยี
- พัฒนาศักยภาพการคิดเชิงคำนวณ และกระบวนการ
การคิดแก้ปัญหา โดยการเขียนโปรแกรม
(coding)

ลิงก์ QR CODE และ Short URL เชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ และสื่อที่น่าสนใจ



จุดเด่น

● วิชาวิทยาการคำนวณ

- เนื้อหาสนุกสนาน ชวนเรียนรู้และหาคำตอบ จากการใช้ภาพการ์ตูน
ที่ให้ความรู้และฝึกกระบวนการคิดผ่านการเล่าเรื่องราวในชีวิต
ประจำวัน
- มีแบบฝึกทักษะที่ใช้ควบคู่กับหนังสือเรียน ใบกิจกรรมเรียงลำดับ
จากง่ายไปยากซึ่งครูผู้สอนนำไปใช้ได้ทันที
- เน้นการเป็นพลเมืองดิจิทัล ที่รู้เท่าทัน สามารถสืบค้นและประเมิน
ความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงการใช้สารสนเทศและสื่อออนไลน์
โดยคำนึงถึงสิทธิของตนเองและผู้อื่น

● วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

- สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 และมุ่งเน้นการฝึกทักษะ
21st Century skills
- เน้นการพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม มีทักษะในการคิดวิเคราะห์
แก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริง
อย่างสร้างสรรค์
- มีคำถามชวนคิด สื่อเสริมเพิ่มความรู้ กิจกรรมย่อยและกิจกรรมท้ายบท
ช่วยส่งเสริมทักษะความคิด และการทำงานให้กับผู้เรียน

สนใจสั่งซื้อ



ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ฝ่ายขายติดต่อ แผนกขายส่ง โทร. 0 2374 1375-6 โทรสาร 0 2374 1374 เว็บไซต์ www.chulabook.com

สอบถามเพิ่มเติมได้ที่ : ฝ่ายบริการวิชาการและบริหารทรัพยากร สสวท. โทร 0 2392 4021 ต่อ 3101 3102 เว็บไซต์ <http://www.ipst.ac.th>



คู่มือครู ฉบับดิจิทัล (หลักสูตรปรับปรุง)

เผยแพร่บน ระบบคลังความรู้ SciMath ครบทุกวิชาแล้ว



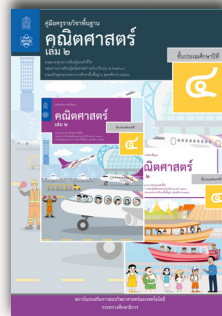
เชิญคุณครูลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานฟรี ได้ที่



<http://www.scimath.org/ebooks>



- ▶ เลือก
- ▶ ประเภท หนังสือคู่มือครู
- ▶ หลักสูตร พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
- ▶ ระดับชั้น
- ▶ ระบุ สาขาวิชา / กลุ่มสาระวิชา ที่ต้องการ
 - คณิตศาสตร์
 - เทคโนโลยี
 - วิทยาศาสตร์ทั่วไป
 - โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
 - พลังงาน
 - เคมี
 - ชีววิทยา
- ▶ ค้นหา



ขอสงวนสิทธิ์การใช้งานเฉพาะสมาชิกสถานะครูเท่านั้นครับ