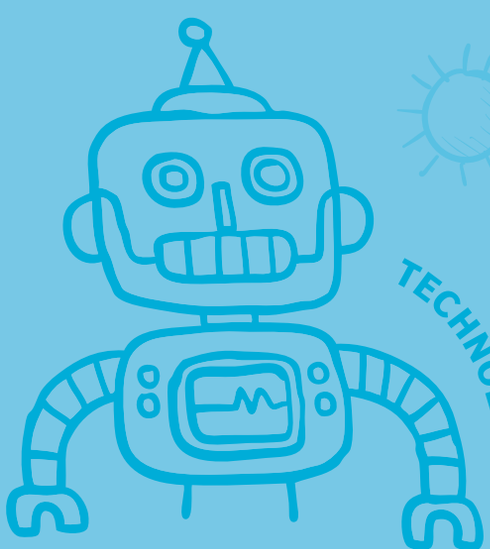
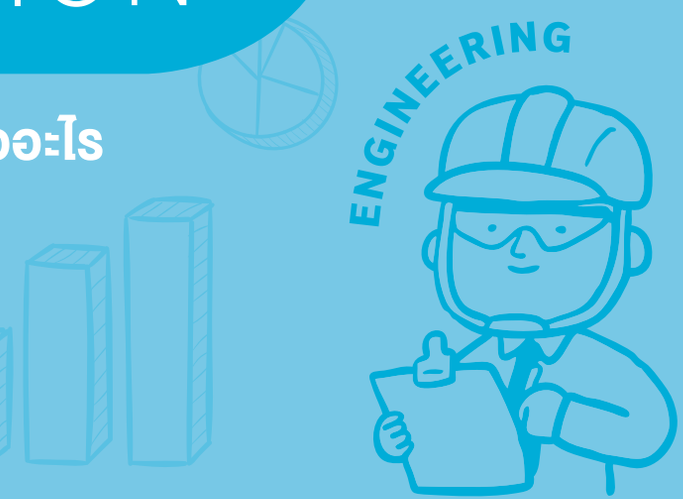
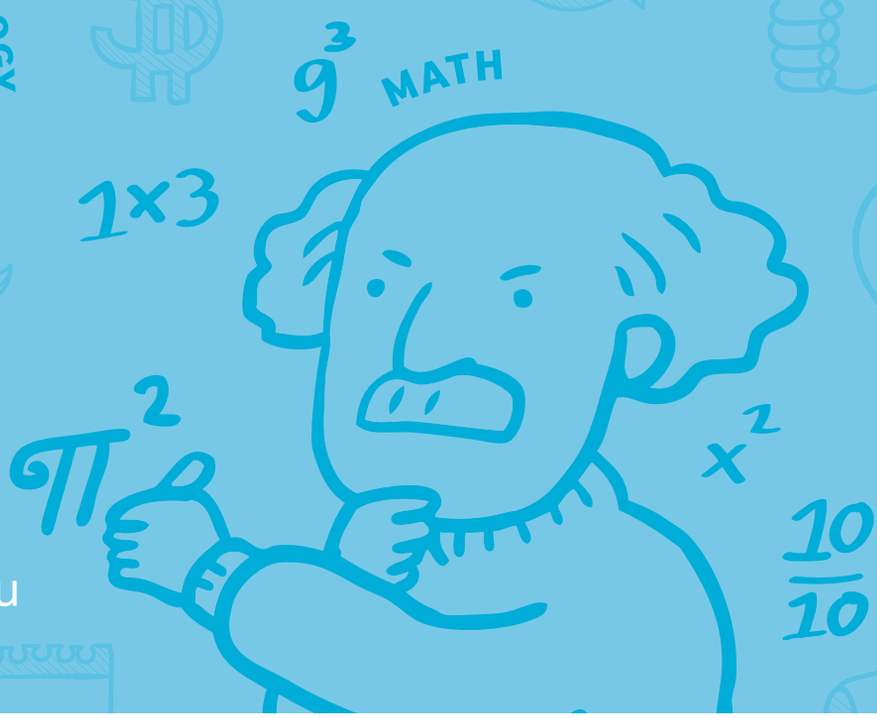
MODULE

1 STEM EDUCATION

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: สิ่งประดิษฐ์คืออะไร
WHAT IS AN INVENTION?







คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
STUDENT WORKBOOK

BRITISH COUNCIL

Newton Fund

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
VOCATIONAL EDUCATION COMMISSION

คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: สิ่งประดิษฐ์คืออะไร

โครงการพัฒนาการอาชีวศึกษาด้าน STEM Education
โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กับ บริติช เคานซิล ประเทศไทย
โดยการสนับสนุนของกองทุนนิวตัน (Newton Fund)

พิมพ์ครั้งที่ 1
กรกฎาคม พ.ศ. 2561

จำนวนพิมพ์
2,000 เล่ม

ผู้จัดทำและเผยแพร่โดย
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
บริติช เคานซิล ประเทศไทย และกองทุนนิวตัน

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

พิมพ์ที่
บริษัท ภัณธรินทร์ จำกัด
48 ซอย 48 ถนนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์ 0-2726-5707-8 โทรสาร 0-2328-0406

ออกแบบรูปเล่มโดย
บริษัท ดิบดี จำกัด (Dib Dee Co.,Ltd.)
99/129 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองเกลือ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
โทรศัพท์ 092-7478293, 083-4411686

สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์หลัก	5
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	6
ใบความรู้และใบงาน	12

ชื่อ-นามสกุล .....

เลขที่ ..... ชั้นเรียน .....

สถาบัน .....

วัตถุประสงค์หลัก

MODULE 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

WHAT IS AN INVENTION?

สิ่งประดิษฐ์คืออะไร?

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์

2. เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านการสืบเสาะและสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน

3. เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะสะเต็ม

4. เพื่อให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้

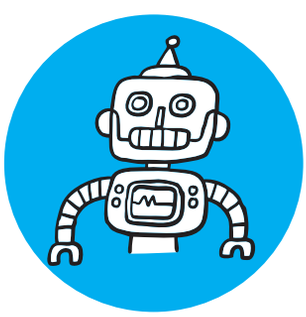
5. เพื่อเน้นทักษะทางสะเต็ม ซึ่งจะนำไปใช้ในการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ งานออกแบบ เทคโนโลยี และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

6. เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลข ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน

7. เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ รวมถึงการทำงานและโครงงานที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร

8. เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน

9. เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับผู้จบการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

หลักสูตรการอาชีวศึกษา หมวดวิชาพื้นฐานประยุกต์ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์

- เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่หลากหลายได้อย่างไร และการพัฒนาด้านเทคโนโลยีสามารถส่งผลให้เกิดการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าได้อย่างไร รวมถึงผลกระทบที่เทคโนโลยีมีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามสำหรับการสืบเสาะ และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เสนอสมมุติฐานที่เป็นไปได้ที่หลากหลาย ตัดสินใจเลือกพิสูจน์สมมุติฐานที่เป็นไปได้
- วางแผนกระบวนการสืบค้นและทดสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ วิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ด้วยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้มาจากการสืบเสาะและทดสอบ
- สื่อสารความคิดและความรู้ที่ได้มาจากการสืบเสาะผ่านการนำเสนอโดยการพูดหรือเขียน การจัดแสดงหรือเทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตและการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม สร้างโครงงานหรือชิ้นงานที่สอดคล้องกับความสนใจของตนเอง
- แสดงความสนใจ การอุทิศตน ความรับผิดชอบ ความใส่ใจ และความซื่อสัตย์ในการสำรวจตรวจสอบและแสวงหาความรู้โดยการใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ
- แสดงความพึงพอใจและชื่นชมความสามารถในการค้นพบความรู้ ค้นพบคำตอบหรือแก้ปัญหา
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี แสดงความคิดเห็นโดยยึดตามแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ หรือมีเหตุผลที่เกิดจากการพัฒนาและประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักถึงหน้าที่ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม พร้อมที่จะยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

หลักสูตรการอาชีวศึกษา หมวดวิชาพื้นฐานประยุกต์ กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

- มีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องเซตและระบบการทำงานของเซต สามารถนำความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาและตรวจสอบความถูกต้องของการใช้เหตุผล
- เข้าใจและสามารถใช้ตรรกะเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย
- มีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชันซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย
- เข้าใจระเบียบวิธีการที่เรียบง่ายในการทำการสำรวจความคิดเห็น สามารถเลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล สามารถวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปช่วยทำให้ตัดสินใจได้

- เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องการสุ่มอย่างง่ายและความน่าจะเป็น สามารถนำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นไปใช้ในการคาดประมาณและการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ
- สามารถนำวิธีการอันหลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหา มีความรู้ ทักษะและกระบวนการด้านคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการแก้ปัญหาที่ต้องเผชิญในสถานการณ์ที่หลากหลาย สามารถทำการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้อย่างเหมาะสม สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดต่างๆ ในทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและชัดเจน สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์ด้านอื่นๆ และมีความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์

หลักสูตรการอาชีวศึกษา
หมวดวิชาพื้นฐานประยุกต์
กลุ่มวิชาชีพพื้นฐาน

- เข้าใจวิธีการทำงานต่างๆ เพื่อทำงานหาเลี้ยงชีพ สร้างความสำเร็จด้วยการคิดอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะในการทำงานเป็นทีม ทักษะการบริหาร และทักษะการแก้ปัญหา และแสวงหาความรู้ ทำงานอย่างมีศีลธรรมจรรยาและตระหนักรู้ถึงการใช้พลังงานและทรัพยากรต่างๆ อย่างยั่งยืนและคุ้มค่า
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและศาสตร์ด้านอื่นๆ วิเคราะห์ระบบเทคโนโลยีแบบต่างๆ มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการต่างๆ สร้างและพัฒนาวัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการโดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีที่ปลอดภัย โดยการใช้ซอฟแวร์ในการออกแบบหรือนำเสนอความสำเร็จต่างๆ วิเคราะห์และเลือกที่จะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม และบริหารจัดการเทคโนโลยีโดยใช้วิธีเทคโนโลยีสะอาด
- เข้าใจองค์ประกอบของระบบข้อมูล องค์ประกอบและหลักการของระบบคอมพิวเตอร์ ระบบการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ลักษณะต่างๆ ของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เชื่อมโยง มีทักษะเชี่ยวชาญในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ สื่อสารและสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูลในการตัดสินใจ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอความสำเร็จและใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างชิ้นงานหรือโครงงาน
- เข้าใจแนวทางในการเข้าสู่การว่าจ้าง และเลือกใช้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมต่ออาชีพ มีประสบการณ์ในอาชีพการงานที่ตนเองถนัดและสนใจ มีคุณลักษณะเหมาะสมกับอาชีพการงาน

คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

รายละเอียดกิจกรรมที่ 1–30
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 1: สิ่งเหล่านี้ถูกคิดค้นขึ้นเมื่อใด		
กิจกรรมที่ 2: เราจะนำเสนอไทมไลน์ ในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์อย่างไร		
กิจกรรมที่ 3: มีสิ่งประดิษฐ์ใดอีกบ้างที่สามารถเพิ่มเติมในไทม์ไลน์ของสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น		
กิจกรรมที่ 4: อะไรคือสิ่งประดิษฐ์ที่ดี		
กิจกรรมที่ 5: เครื่องพิมพ์ภาพสามมิติ (3D printing) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ดีเพียงใด		
กิจกรรมที่ 6: เครื่องซักผ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ดีเพียงใด		
กิจกรรมที่ 7: เราจะรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นประสบความสำเร็จ		
กิจกรรมที่ 8: เราจะผลิตอินโฟกราฟิกของตนเองได้อย่างไร		

กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 9: อะไรคือข้อมูลที่ดี		
กิจกรรมที่ 10: ข้อมูลนี้ดีเพียงใด		
กิจกรรมที่ 11: อะไรคือสหสัมพันธ์และความเป็นเหตุเป็นผล		
กิจกรรมที่ 12: เราจะเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 13: เราจะนำเสนอสิ่งที่เราค้นพบเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์อย่างไร		
กิจกรรมที่ 14: แนวคิดนี้จะเป็นจริงขึ้นมาได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 15: เหตุใดสิ่งประดิษฐ์บางอย่างจึงมีทั้งคนชอบและไม่ชอบ		
กิจกรรมที่ 16: เหตุใดจึงต้องทดสอบสิ่งประดิษฐ์		
กิจกรรมที่ 17: การทดสอบสิ่งประดิษฐ์ทำได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 18: สิ่งประดิษฐ์ ‘Undark’ ควรจะได้รับการทดสอบก่อนนำออกขายในตลาดอย่างไร		

กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 19: กระดาษที่เขียนซ้ำได้ช่วยให้โลกดีขึ้นอย่างไร		
กิจกรรมที่ 20: กระบวนการเตรียมสิ่งประดิษฐ์เพื่อการตลาดเป็นอย่างไร		
กิจกรรมที่ 21: ผู้สร้างสิ่งประดิษฐ์พัฒนาต้นแบบอย่างไร		
กิจกรรมที่ 22: เหตุใดการวิจัยการตลาดจึงเป็นสิ่งจำเป็น		
กิจกรรมที่ 23: เราสามารถทำวิจัยการตลาดสำหรับสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 24: คุณจะแก้ปัญหาอย่างไร		
กิจกรรมที่ 25: เราจะแก้ปัญหาที่ซับซ้อนกว่านี้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 26: ความไม่พอใจนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์ได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 27: การผสานแนวคิดนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์อย่างไร		
กิจกรรมที่ 28: เราจะสรุปสิ่งที่เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์อย่างไร		

กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 29: เราจะสรุปวิธีการที่เราได้ใช้ในการเรียนรู้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 30: เราจะประเมินทักษะการเรียนรู้ของเราอย่างไร		

คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ใบงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ใบงาน: สิ่งประดิษฐ์เหล่านี้ถูกคิดค้นขึ้นเมื่อใด (Inventors and their inventions)

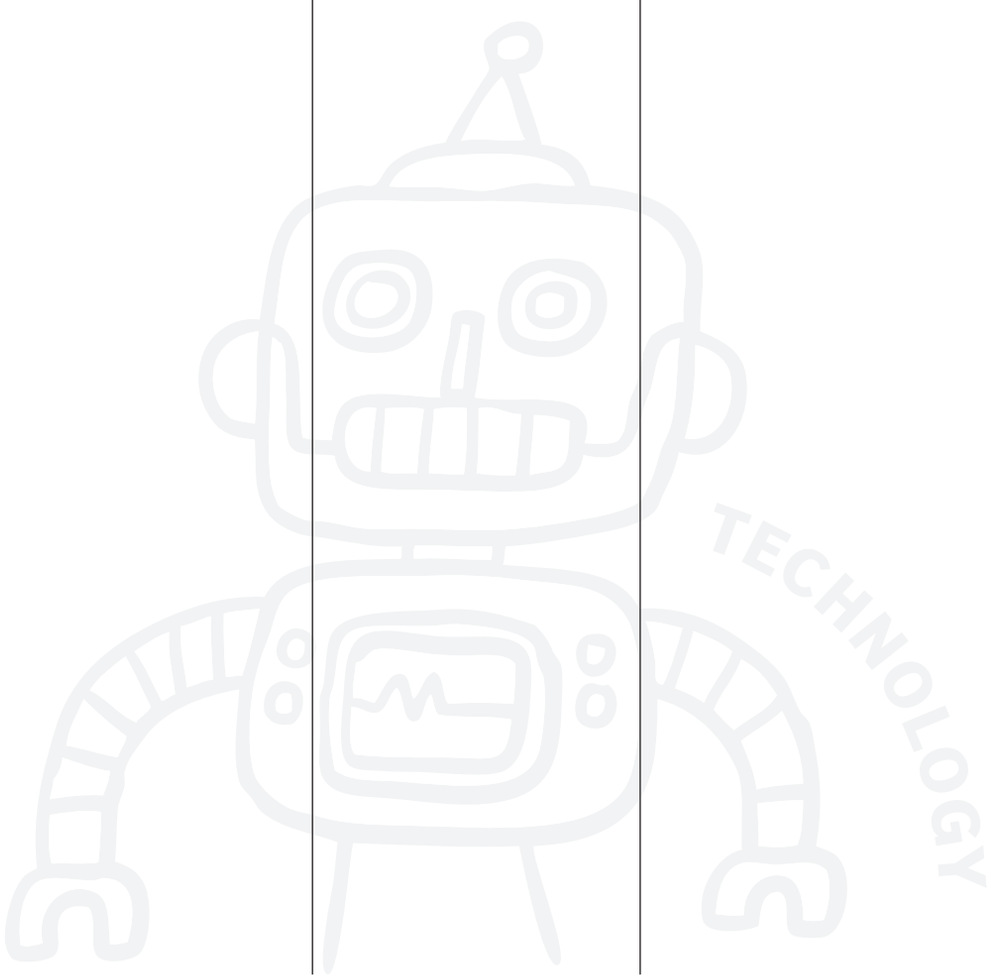
นักประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์

ให้นักเรียนบันทึกว่าสิ่งประดิษฐ์แต่ละชิ้นนั้นคิดค้นขึ้นเมื่อใด

นักประดิษฐ์	สิ่งประดิษฐ์	ปี ค.ศ.
ลาสโล โยแซฟ บิโร Bíró László József	ปากกาลูกลื่นบิโร Biro	
เอริค โรธไฮม์ Erik Rotheim	ละอองลอย (สเปรย์กระป๋อง) aerosol	
บริษัทโซนี Sony	การ์ดหน่วยความจำ memory stick	
เพอร์ซี สเปนเซอร์ Percy Spencer	เตาอบไมโครเวฟ microwave oven	
วิลลิส อาวิแลนด์ แคเรียร์ Willis Haviland Carrier	เครื่องปรับอากาศ air conditioning	
แอล เอ ทอมป์สัน L. A. Thompson	รถไฟเหาะตีลังกา rollercoaster	
บริษัทแอปเปิ้ล Apple	คอมพิวเตอร์แมคอินทอช Mac	
จอห์น ฮอปส์ John Hopps	เครื่องกระตุ้นการเต้นของหัวใจ cardiac pacemaker	
บริษัทฟิลลิปส์ Philips Electronics	เครื่องเล่นเทป cassette tape	
มาซารุ อิบุกะ โซนี Masaru Ibuka - Sony	เครื่องเล่นวอล์คแมน Walkman	
สถาบันวิจัย Fraunhofer-Gesellshaft	เครื่องเล่นเพลงแบบพกพา MP3	
บริษัทแอปเปิ้ล Apple	ไอพอด iPod	
บริษัทแอปเปิ้ล Apple	ไอโฟน iPhone	
เฮนรี ซีลี Henry Seely	เตารีดไฟฟ้า electric iron	
เจมส์ เฮนรี แอตคินสัน James Henry Atkinson	กับดักหนู mousetrap	
บริษัทยาเมิร์ค Merck	ยาเมทิลลีนไดออกซีเมทแอมเฟตา หรือยาเอกซ์ตาซี (ยาอี) MDMA - ecstasy	
กาย ทิงแคม Guy Tinkham	ถาดทำน้ำแข็ง ice cube tray	

ใบงาน: ตาราง QuADS Grid

คำถาม (Question)	**คำตอบ** (Answer)	**รายละเอียด** (Details)	**แหล่งข้อมูล** (Sources)
ให้นักเรียนสร้างรายการสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ และสืบค้นทางอินเทอร์เน็ตเพื่อค้นหาว่าสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้นถูกคิดค้นขึ้นเมื่อใด			



ข้อมูลภาพกราฟิกและสถิติ: เรื่องจังหวะของเสียง (Beat infographic by Dr. Dre)

beats by dr.dre INFOGRAPHIC

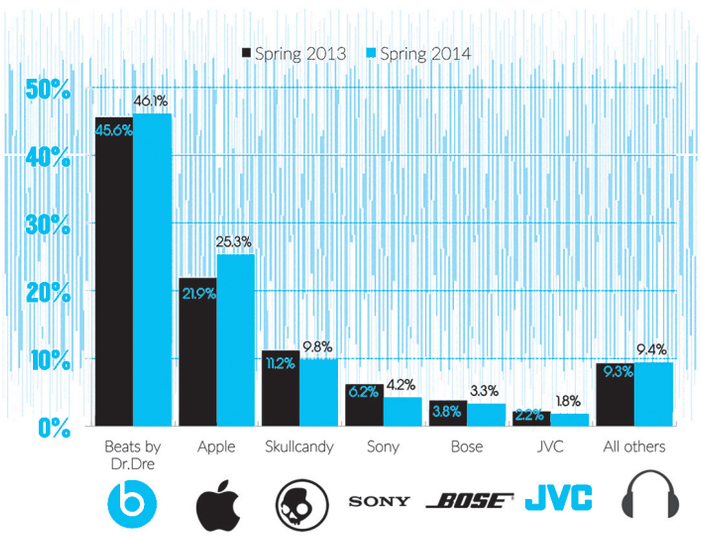
BEATS ELECTRONICS IS AN AMERICAN PRODUCER OF AUDIO PRODUCTS FOUNDED BY RAPPER AND HIP-HOP PRODUCER **ANDRE "DR. DRE"** YOUNG AND INTERSCOPE-GEFFEN-A&M RECORDS CHAIRMAN **JIMMY LOVINE.** beats' POPULARITY WAS PRIMARILY INFLUENCED BY ITS MARKETING PRACTICES, CENTERED AROUND PRODUCT PLACEMENT AND BRANDING DEALS WITH CELECRITIES. ON MAY 28, 2014, **APPLE** ANNOUNCED THAT IT WOULD ACQUIRE beats FOR **$3 BILLION IN A CASH AND STOCK DEAL.**

Dr. Dre and Beats co-founder Jimmy Iovine, who has a net worth of $950 million, will be joining Apple in executive roles.

The Apple deal would increase Dre's net worth to approximately $800 million, making him the richest rap star, according to Forbes.

U.S. TEENS LOVE beats HEADPHONES

THIS CHART RANKS THE PREFERRED HEADPHONE BRANDS BY AMERICAN TEENS. (% PLANNING TO PURCHASE NEXT)



beats by dr.dre and SOCIAL MEDIA

LET'S NOT FORGET THE POWER SOCIAL MEDIA HAD IN CEMENTING BEATS INTO THE PUBLIC SPACE.

beats by dr.dre FANS GROWTH ON FACEBOOK

beats by dr.dre ON YOUTUBE

THE FIVE-MINUTE FILM FEATURING FOOTBALLERS MEYMAR, SUAREZ, GERMANY'S MARIO GOETZE, NETHERLANDS' ROBIN VAN PERSIE, MEXICO'S JAVIER "CHICHARITO" HERNANDEZ AND OTHER PLAYERS WEARING beats HEADPHONES HAS BEEN VIEWED MORE THAN

23,454,000 TIMES

$1 BILLION A YEAR

59%

Key Vendors :

- BEATS
- BOSE
- SENNHEISER
- SKULLCANDY
- SONY

beats

THE INTRODUCTION OF VARIOUS TECHNOLOGIES SUCH AS NOISE CANCELLATION, SRS WOW EFFECT, AND EXTRA BASS HAS RESULTED IN A HUGE DEMAND FOR ADVANCED HEADPHONES WORLDWIDE. ONE OF THE KEY TRENDS WITHNESSED IN THE GLOBAL HEADPHONES MARKET IS THE INCREASE IN PARTNERSHIPS WITH MOBILE PHONE MANUFACTIRERS.

BOSE

SENNHEISER

Skullcandy

SONY

"HEAR WHAT YOU WANT" - beats by dr.dre

Sources
http://www.slate.com/articles/technology/technology/2013/09/beats_by_dre_market_share_how_the_headphones_company_conquered_the_market.html
http://www.socialbakers.com/facebook-pages/78986534109-beats-by-dre
http://www.biography.com/people/dr-dre-507628#personal-life
http://business.time.com/2014/01/16/beats-music-streaming-service-partners-with-att/
http://www.statista.com/chart/2227/preferred-headphone-brands-among-us-teens/
http://finance.yahoo.com/news/research-markets-global-av-headphones-141700571.html
http://www.adweek.com/news/advertising-branding/beats-music-uses-sound-headphone-marketing-strategies-156896
http://theconversation.com/5-reasons-why-apple-has-bought-headphone-company-beats-by-dr-dre-26542
http://en.wikipedia.org/wiki/Beats_Electronics
https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/premium-us-headphone-market-surpasses-%241-billion-in-2013-according-to-npd/

Designed by:
TECHINFOGRAPHICS.COM
"INFOGRAPHIC DESIGN & DATA VISUALIZATION, EXPLAINED."

ใบความรู้: เรื่อง ‘คุณสมบัติของข้อมูลที่ดี’ (Qualities of a good data)

คุณลักษณะของข้อมูล “ที่ดี”

ความถูกต้อง (Validity)

- การวัดจะมีความถูกต้อง ถ้าการวัดนั้นสามารถวัดสิ่งที่ควรจะวัด
- ความถูกต้องขึ้นอยู่กับทั้งกระบวนการและการเลือกใช้เครื่องมือวัด

ความแม่นยำ (Accuracy)

- ผลที่วัดได้จะถือว่ามีความแม่นยำหากค่าที่ได้ใกล้เคียงกับค่าในความจริง
- เป็นค่าที่แสดงถึงความใกล้เคียงระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าจริง

ความเที่ยงตรง (Precision)

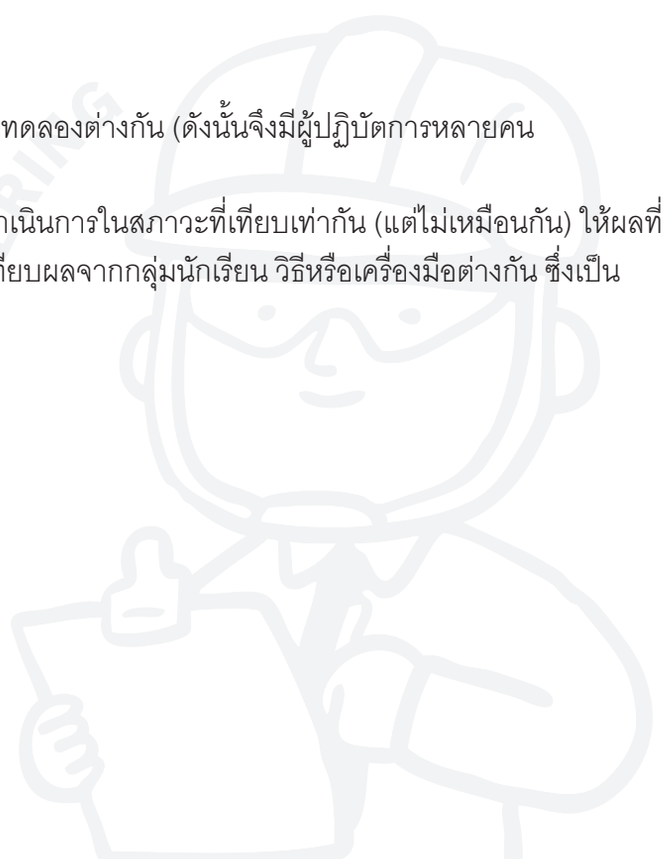
- หมายถึงความใกล้เคียงระหว่าง ค่าที่วัดได้จากการวัดซ้ำกันหลายครั้ง (ความคงที่ มีความผันแปรต่ำ)
- ไม่ได้แสดงว่าผลที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าความจริงแค่ไหน

ความสามารถในการทวนซ้ำ (Repeatability)

- ความแม่นยำจะเกิดขึ้นเมื่อได้ผลการวัดในห้องทดลอง โดยผู้ปฏิบัติงานเพียงหนึ่งคน ใช้เครื่องมือเดียวกัน สภาวะเดียวกัน ในช่วงระยะเวลาสั้น
- ผลการวัดที่มีคุณภาพจะสามารถ “ทวนซ้ำได้” เมื่อมีการทวนซ้ำภายใต้สภาวะที่เหมือนกันเช่น เมื่อเปรียบเทียบผลจากนักเรียนหรือกลุ่มเดิม ใช้วิธีและเครื่องมือเดิม และให้ผลคล้ายคลึงกันหรือเหมือนกัน

ความสามารถในการให้ผลซ้ำ (Reproducibility)

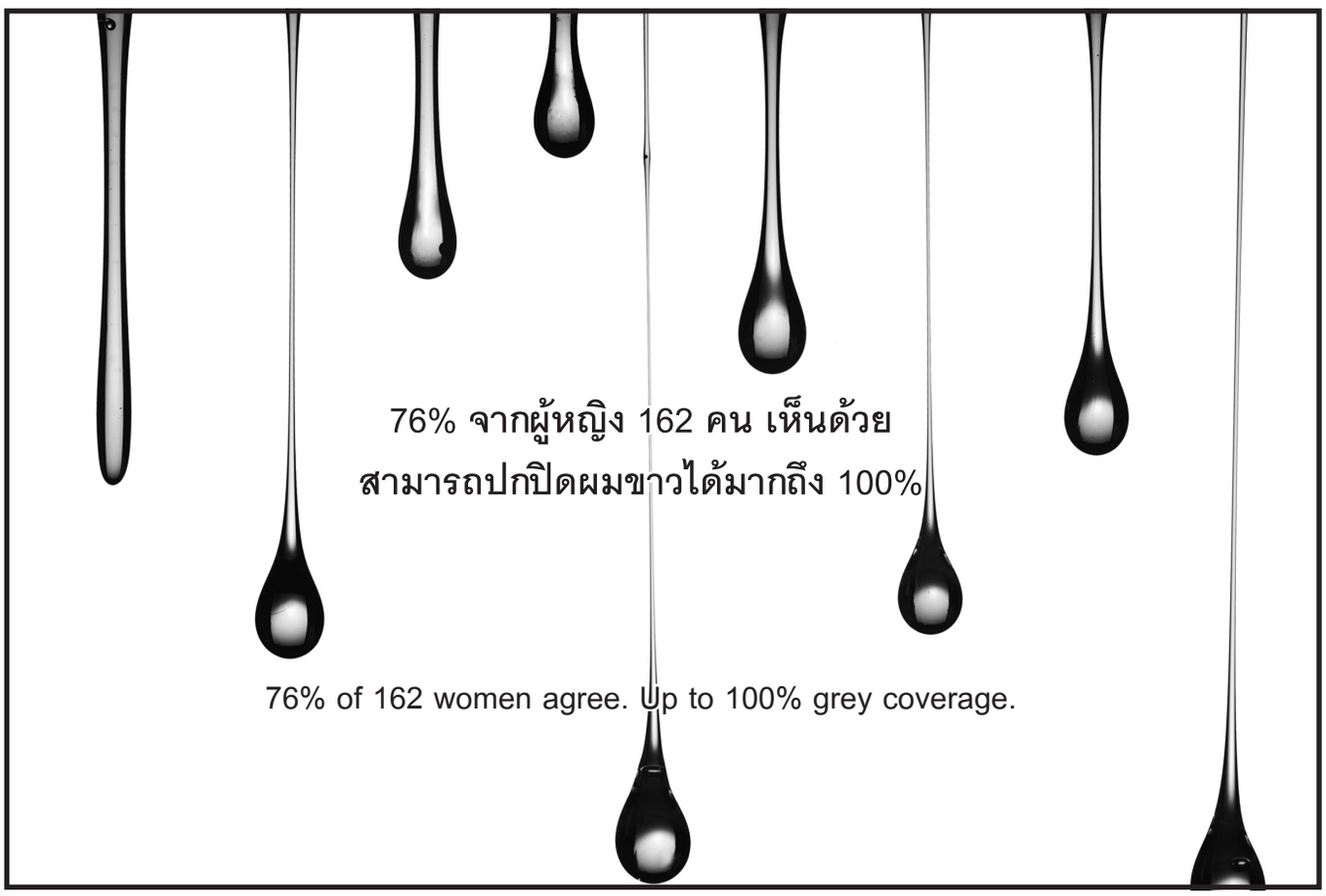
- ความแม่นยำจะเกิดขึ้นเมื่อผลการวัดเกิดขึ้นในห้องทดลองต่างกัน (ดังนั้นจึงมีผู้ปฏิบัติการหลายคนใช้เครื่องมือหลายชิ้น)
- ผลการวัดที่มีคุณภาพจะสามารถ “ให้ผลซ้ำ” เมื่อดำเนินการในสภาวะที่เทียบเท่ากัน (แต่ไม่เหมือนกัน) ให้ผลที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อเปรียบเทียบผลจากกลุ่มนักเรียน วิธีหรือเครื่องมือต่างกัน ซึ่งเป็นการทดลองคุณภาพข้อมูลที่พิสูจน์ได้ยากขึ้น



กิจกรรมที่ 9 โฆษณายาย้อมสีผมยอดนิยม (Leading hair dye)

Is this good data? Why?

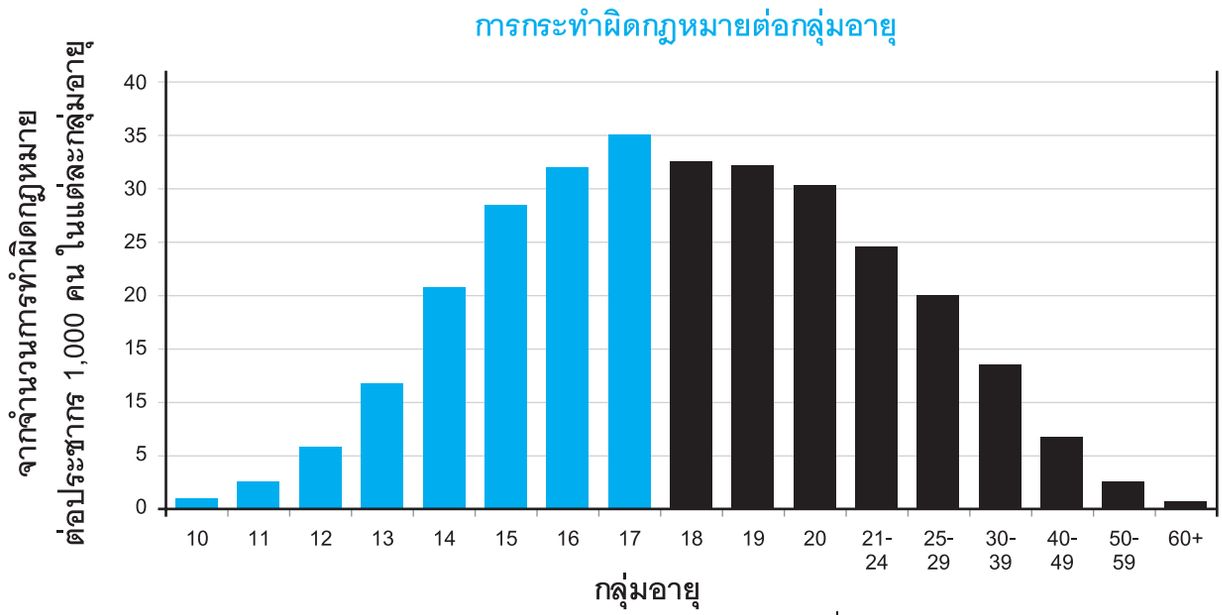
ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่ดีหรือไม่? ทำไม?



แบบฝึกหัด: เรื่อง ‘การดื่มสุราเกินขนาด’ (Binge Drinking)

การดื่มสุราเกินขนาด

การดื่มสุราในผู้ที่มีอายุต่ำกว่ากำหนดเป็นปัญหาใหญ่ในสหราชอาณาจักรและทั่วโลก โครงการรัฐมากมายพยายามต่อสู้กับปัญหาดื่มสุราเกินขนาดในเยาวชน แต่ปัญหานี้ยังเป็นความท้าทายอันยิ่งใหญ่ของรัฐบาล หนึ่งในผลโดยตรงที่เกิดจากการดื่มสุราเกินขนาดคือจำนวนการกระทำผิดกฎหมายของวัยรุ่นที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด



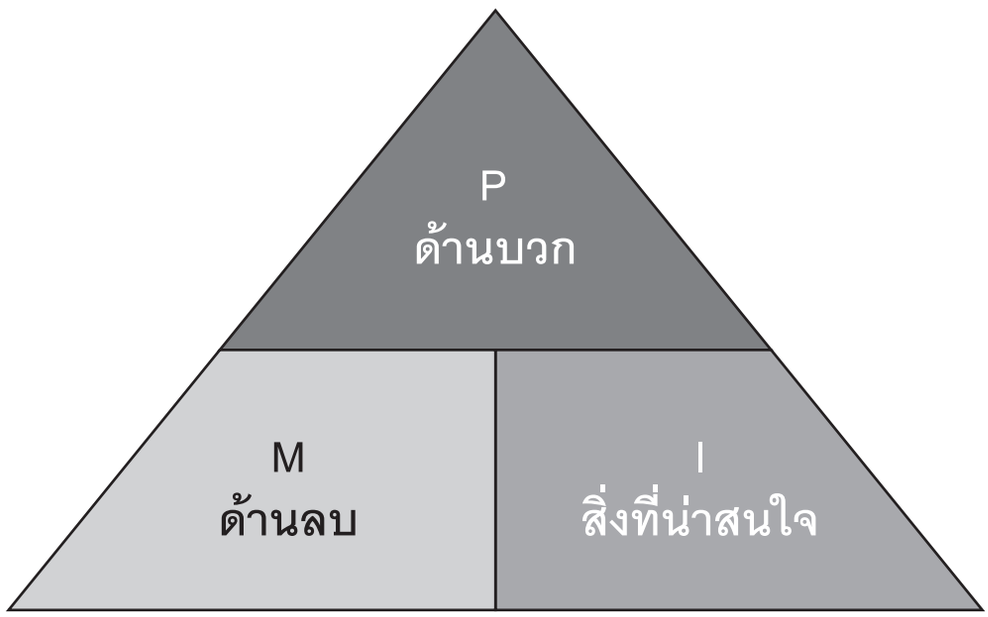
แหล่งที่มา: กรมสถิติอาชญากรรม กระทรวงยุติธรรม

คำถามที่ 1. ในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลที่แสดงในแผนภูมินี้ มีเยาวชนอายุ 17 ปี จำนวน 800,000 คน ในสหราชอาณาจักร จากการวิเคราะห์แผนภูมินี้มีจำนวนการกระทำผิดกฎหมายที่เกิดจากเด็กอายุ 17 ปีกี่คดี

A. 35
B. 28,000
C. 35,000
D. 28,000,000
E. 35,000,000

คำถามที่ 2. ในเยาวชนที่มีอายุ 15 ปี มีการกระทำผิดกฎหมายทั้งหมด 28 คดีต่อประชากร 1,000 คน ซึ่งรวมเป็นกระทำผิดกฎหมายทั้งสิ้น 22,400 คดีในกลุ่มอายุนี้
มาร์คกล่าวว่า “ผมขอสรุปว่ามีวัยรุ่นอายุ 15 ปี จำนวน 22,400 คน ที่กระทำผิดกฎหมายในปีนี้”
ข้อสรุปของมาร์คมีเหตุผลเพียงใด และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

PMI diagram



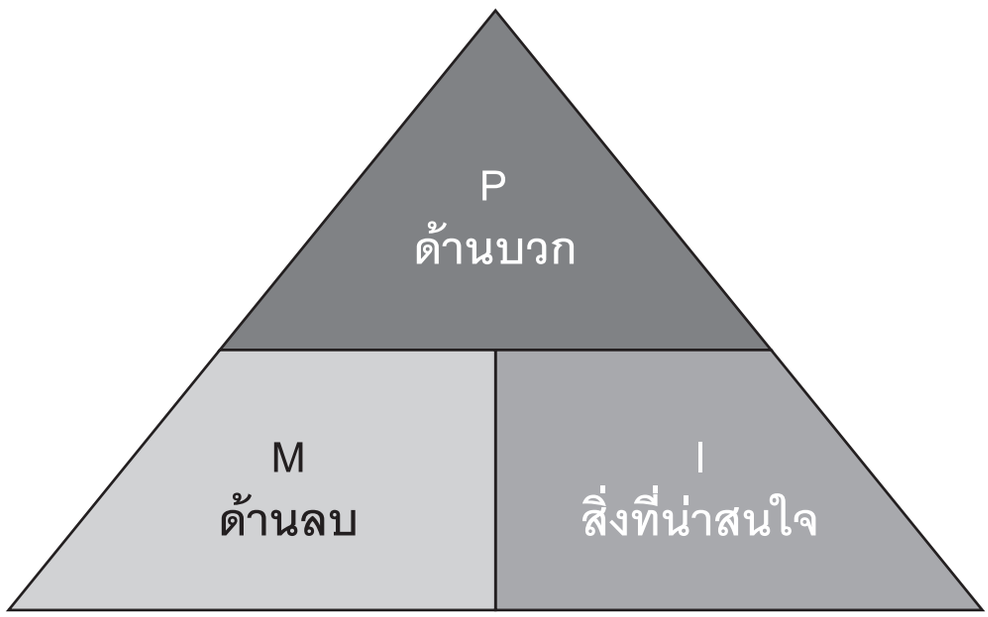
แผนภาพ PMI

P ด้านบวก	M ด้านลบ	I สิ่งที่น่าสนใจ

ตารางสำหรับระบุข้อดีและข้อด้อย (Pros and Cons)

ข้อดี (Pros)	ข้อด้อย (Cons)

PMI diagram



แผนภาพ PMI

P ด้านบวก	M ด้านลบ	I สิ่งที่น่าสนใจ

แบบฝึกหัด: เรื่อง ‘พืชดัดแปลงพันธุกรรม’ (Genetically modified crops)

การดัดแปลงพันธุกรรม

ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมควรถูกห้าม

กลุ่มผู้อนุรักษ์สัตว์ป่าเรียกร้องว่า ควรสั่งห้ามไม่ให้มีข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม (GM) เพราะข้าวโพดชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาให้สามารถต้านทานผลกระทบจากยากำจัดวัชพืชชนิดใหม่ที่สามารถทำลายข้าวโพดพันธุ์พื้นเมืองทั่วไป ยากำจัดวัชพืชชนิดใหม่นี้สามารถทำลายวัชพืชทั้งหมดที่เติบโตในไร่ข้าวโพด

กลุ่มนักอนุรักษ์กล่าวว่าวัชพืชเหล่านี้คืออาหารสำหรับสัตว์เล็กๆ โดยเฉพาะแมลง ดังนั้นการใช้ยากำจัดวัชพืชชนิดใหม่จะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนผู้ที่สนับสนุนข้าวโพด GM กล่าวว่างานการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ระบุแล้วว่าปัญหาเช่นนั้นจะไม่เกิดขึ้น

รายละเอียดของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่อ้างถึงในบทความด้านบน มีดังนี้

- มีการปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 200 ไร่ทั่วประเทศ
- แต่ละไร่แบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมและใช้ยากำจัดวัชพืชชนิดใหม่ที่ออกฤทธิ์แรง อีกส่วนหนึ่งจะปลูกข้าวโพดพันธุ์ธรรมดาทั่วไปและมีการใช้ยาฆ่าวัชพืชแบบธรรมดา
- จำนวนแมลงที่พบในบริเวณปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งได้รับยากำจัดวัชพืชแบบใหม่มีปริมาณเท่าๆ กับจำนวนแมลงที่อยู่ในบริเวณปลูกข้าวโพดธรรมดาทั่วไปและได้รับยากำจัดวัชพืชแบบทั่วไป

คำถามข้อที่ 1

ปัจจัยใดที่เป็นตัวแปรตามในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงในบทความนี้ วงกลมล้อมรอบคำว่า ‘ใช่’ หรือ ‘ไม่ใช่’ สำหรับปัจจัยแต่ละข้อต่อไปนี้

ปัจจัยนี้เป็นตัวแปรตามใช่หรือไม่

จำนวนของแมลงในสภาพแวดล้อม	ใช่ / ไม่ใช่
ประเภทของยากำจัดวัชพืชที่ใช้	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 2

มีการปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 200 ไร่ทั่วประเทศ เหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้สถานที่ปลูกมากกว่าหนึ่งแห่ง จงทำเครื่องหมาย X หน้าคำตอบที่ถูก

ก. เกษตรกรหลายคนจะได้ทดลองปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม
ข. เพื่อให้เห็นว่าข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมสามารถเติบโตได้มากเท่าใด
ค. เพื่อให้พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยพืชดัดแปลงพันธุกรรม
ง. เพื่อให้ครอบคลุมสภาวะแวดล้อมที่หลากหลายสำหรับการเติบโตของข้าวโพด

UNDARK Radium Luminous Material

"I want that on mine"

When you wake up at night and look at a clock that glows with UNDARK on the dial you needn't fumble for the matches or turn on the light to see it. It's the same when you want a flashlight in the dark, and that's when you do want it. If it has little glowing UNDARK markings you see it easily.

UNDARK makes a watch or a compass as useful in the dark as it is in the light.

On gasoline gauges it explains its own service of safety. On electric switch buttons, pull-chain pendants, locks, door-knobs, it is a great convenience, a modern necessity.

UNDARK is used on numerous articles, of which the following are the most important

Watches	Safe Combinations
Clocks	Gasoline Gauges
Flashlights	Speedometers
Pull-Chain Pendants	Steam and Pressure Gauges
Push-Button Switches	Revolver Sights
Flip Switches	Telephone Mouthpiece
Door Bells	Fire Extinguishers
Tile House Numbers	Mine Signs
Ship's Compasses	Women's Felt Slippers
Sportsmen's Compasses	Theatre Seat Numbers
Fish Bait	Hospital Call Bells
Locks	Poison Indicators

Names of the makers of these furnished upon request

UNDARK doesn't get dark in the dark

You can get a hundred percent more usefulness from things illuminated with UNDARK.

It contains real radium and will glow for years.

We are miners and refiners of radium-bearing ore, the pioneer manufacturers of radium luminous material in this country and the largest in the world.

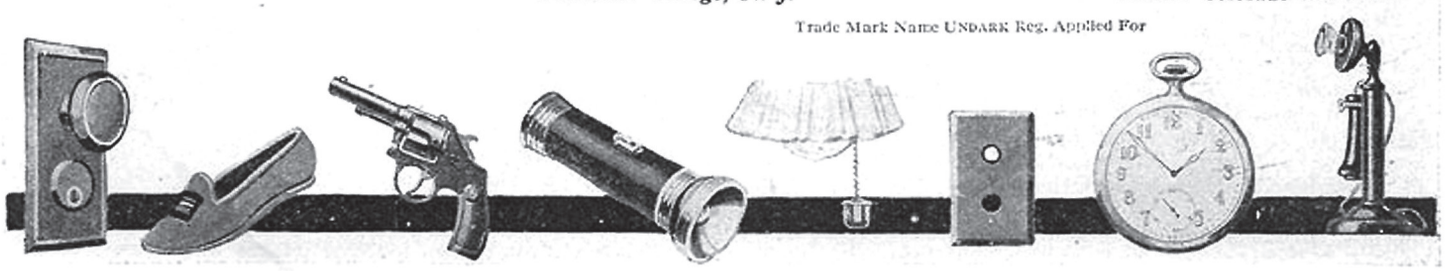
Our service of instruction and inspection encourages the application of UNDARK by manufacturers in their own plants.

If you are interested in seeing how UNDARK can be applied, we will send you a TRY-OUT set for $3.00. In writing, state class of work for which you want to use it. We can also give you the names of manufacturers who use UNDARK on the particular articles in which you are interested.

RADIUM LUMINOUS MATERIAL CORPORATION
58 Pine Street, New York City

Factories: Orange, N. J. **Mines: Colorado and Utah**

Trade Mark Name UNDARK Reg. Applied For



อันดาร์ค วัสดุเรเดียมเปล่งแสง

“ฉันอยากได้มันมาใช้บ้าง”

เมื่อคุณตื่นขึ้นมาตอนกลางคืนและมองหน้าปัดนาฬิกาที่เปล่งแสงได้จากอันดาร์ค คุณก็ไม่จำเป็นต้องควานหาไม้ขีดหรือเปิดไฟเพื่อดูนาฬิกาอีกต่อไป เช่นเดียวกับตอนที่ต้องการหาไฟฉายในที่มืด หากไฟฉายมีตัวสัญลักษณ์ที่เปล่งแสงด้วยอันดาร์คแค่เล็กน้อย คุณก็จะสามารถหาไฟฉายได้อย่างง่ายดาย

อันดาร์คทำให้นาฬิกาหรือเข็มทิศมีประโยชน์ในความมืดเสมือนตอนอยู่ในที่สว่าง

อันดาร์คบนหน้าปัดรถที่บอกระดับน้ำมันในถังช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้ใช้รถ และเพิ่มความสะดวกสบายเมื่ออยู่บนสวิตช์ไฟ โคมไฟ กุญแจ หรือกลอนประตู ดังนั้นจึงนับว่าอันดาร์คเป็นสิ่งที่จำเป็น

อันดาร์ค ไม่มืดมิดในที่มืด

คุณจะได้รับประโยชน์จากสิ่งของทั้งหลายที่ส่องสว่างได้จากอันดาร์ค มากขึ้นอีกกว่าเดิม 100 เปอร์เซ็นต์

อันดาร์คประกอบไปด้วยเรเดียมแท้ และสามารถเปล่งแสงได้เป็นปี

เราเป็นผู้ขุดแร่และผู้สกัดสินแร่เรเดียม ทั้งยังเป็นผู้ผลิตที่บุกเบิกในด้านวัสดุส่องสว่างจากเรเดียมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศและของโลก

เรายังส่งเสริมการให้บริการด้านวิธีการใช้งานและตรวจสอบสำหรับผู้ผลิตที่ต้องการนำอันดาร์คไปใช้กับสินค้าในสายการผลิตในโรงงานของท่านอีกด้วย

หากคุณสนใจว่าอันดาร์คนำไปใช้ได้อย่างไร เรายินดีส่งผลิตภัณฑ์ทดลองให้คุณในราคาเพียง 3 เหรียญ เพียงแค่เขียนบอกเราถึงประเภทของอุปกรณ์ที่ต้องการนำไปใช้ เรายังสามารถส่งของรายชื่อผู้ผลิตสินค้าที่นำอันดาร์คไปใช้กับสินค้านั้นที่คุณต้องการอยู่แล้วอีกด้วย

อันดาร์ค สามารถนำไปใช้ในสิ่งของมากมาย ตัวอย่างที่สำคัญ ได้แก่

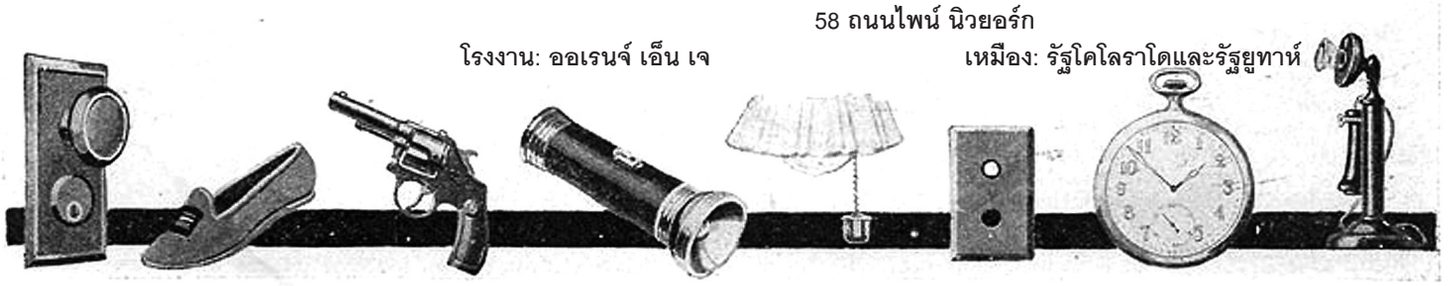
นาฬิกาข้อมือ	ตัวเลขรหัสบนตู้นิรภัย
นาฬิกาปลุก	มาตรวัดน้ำมัน
ไฟฉาย	มาตรวัดไอน้ำและแรงดัน
โคมไฟห่วงโซ่	ศูนย์เล็งของปืนลูกโม่
สวิตช์	กระบอกพูดเสียงในโทรศัพท์
กริ่งประตู	ถังดับเพลิง
หมายเลขที่บ้าน	รองเท้าแตะสตรีผ้าสักหลาด
เข็มทิศเรือ	ป้ายเหมือง
เข็มทิศนักกีฬา	หมายเลขที่นั่งในโรงหนัง
เหยื่อตกปลา	กริ่งเรียกนางพยาบาล
กลอนประตู	คำเตือนวัตถุมีพิษ

ท่านสามารถขอชื่อผู้ผลิตสินค้าเหล่านี้จากเราได้

บริษัทเรเดียมลูมินัสแมททีเรียลคอร์เปอเรชั่น

58 ถนนไพน์ นิวยอร์ก

โรงงาน: ออเรนจ์ เอ็น เจ **เหมือง: รัฐโคโลราโดและรัฐยูทาห์**



ใบความรู้ เรื่อง ‘กระดาษเขียนซ้ำได้’ (Rewritable paper)

กระดาษเขียนซ้ำได้และไม่ต้องใช้หมึกเลย

- **กระดาษต้นแบบสามารถลบและเขียนซ้ำได้เป็นสิบ ๆ ครั้ง**
- **ไม่เสียความคมชัดเมื่อมีการลบและพิมพ์ใหม่**
- **ใช้แสงอัลตร้าไวโอเล็ตในการฟอกขาวกระดาษและใช้ความร้อนในการลบ**

นักวิจัยได้เปิดเผยถึงกระดาษประเภทใหม่ที่สามารถลบและเขียนซ้ำได้โดยไม่ต้องใช้หมึก โดยกล่าวว่าแม้แต่ต้นแบบรุ่นแรกก็ยังเขียนซ้ำได้ถึง 20 ครั้งโดยไม่มีผลกระทบต่อความคมชัด

นวัตกรรมกระดาษเขียนซ้ำใหม่นี้จะสามารถลบและเขียนซ้ำได้มากกว่า 20 ครั้งโดยแทบไม่สูญเสียความคมชัด

กระดาษชนิดนี้ทำงานโดยใช้แสงอัลตร้าไวโอเล็ตในการฟอกขาวของสารย้อมสีในกระดาษ ยกเว้นส่วนที่เป็นข้อความที่อยู่บนกระดาษ

นักเคมีวิทยาที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ริเวอร์ไซด์ กล่าวว่า กระดาษเขียนซ้ำได้ของพวกเขายึดหลักคุณสมบัติการสลับสีของสารเคมีเชิงพาณิชย์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “สารย้อมสีปฏิกริยารีด็อกซ์” (redox dye)

สารย้อมสีชนิดนี้ก่อตัวเป็นชั้นภาพของกระดาษ การพิมพ์หรือเขียนเกิดขึ้นจากแสงอัลตร้าไวโอเล็ตที่ฟอกขาวสารย้อมสีดังกล่าวนั้น ยกเว้นส่วนที่เป็นข้อความบนกระดาษ

“กระดาษเขียนซ้ำนี้ไม่ต้องใช้หมึกในการเขียนเพิ่มเติม ทำให้ส่งผลดีต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม” ญาด็อง ยิน ศาสตราจารย์ด้านเคมีกล่าว ซึ่งกลุ่มนักทดลองของเขาเป็นผู้นำการวิจัยครั้งนี้ และได้รับการตีพิมพ์ในวารสารเนเจอร์คอมมิวนิเคชั่นส์

“มันเป็นทางเลือกที่น่าสนใจแทนที่จะใช้กระดาษธรรมดา เพราะเป็นการตอบสนองความต้องการด้านความพอเพียงและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่กำลังเพิ่มมากขึ้น”

กระดาษนี้ทำงานอย่างไร

กระดาษมีสามสีหลัก คือ น้ำเงิน แดง เขียว ผลิตโดยสารย้อมสีปฏิกริยารีด็อกซ์สามสีคือ เมทธิลลีนบลู (Methylene blue) นูทรัลเรด (Neutral red) และเอซิดกรีน (Acid green) ตามลำดับ

สิ่งที่ผสมรวมอยู่ในสารย้อมสีดังกล่าวคือผลึกคริสตัลนาโนไททาเนีย (titania nanocrystals) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกริยา และสารสร้างความหนาคือไฮโดรเจนเซลลูโลส หรือ HEC

การผสมผสานระหว่างสารย้อมสี ตัวเร่งปฏิกริยา และ HEC ทำให้แผ่นฟิล์มเกิดความสามารถในการผันกลับและความสามารถในการนำมาใช้ซ้ำได้ใหม่ในระดับสูง

ในขั้นตอนที่เป็นการเขียน แสงอัลตร้าไวโอเล็ตจะช่วยลดสารย้อมสีลงจนถึงระดับที่ไม่มีสี

ในขั้นตอนที่เป็นการลบ สารย้อมสีที่ลดปริมาณลงเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันซ้ำอีกครั้งทำให้สีของกระดาษกลับไปอยู่ในสภาพเดิม วัสดุที่ทำให้เกิดภาพก็เปลี่ยนเป็นสีเดิมโดยการทำปฏิริยากับออกซิเจนในอากาศ

การใช้ความร้อนที่ระดับ 115 องศาเซลเซียส จะช่วยทำให้ปฏิกริยาเกิดเร็วขึ้น ดังนั้นบ่อยครั้งกระบวนการลบจึงสามารถเกิดขึ้นได้ภายในระยะเวลาต่ำกว่า 10 นาที

“ตัวอักษรที่พิมพ์หรือเขียนลงไปจะยังคงอ่านออกได้ในระดับคมชัดสูงเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมปกติเป็นเวลานานกว่าสามวัน นานพอที่จะใช้กระทำสิ่งต่างๆ ได้ เช่น อ่านหนังสือพิมพ์” ยินกล่าว

“ที่ดีกว่านั้นก็คือ กระดาษเขียนซ้ำได้ของเรานั้น ผลิตง่าย ใช้ต้นทุนต่ำ มีระดับความเป็นพิษต่ำ และใช้พลังงานต่ำอีกด้วย”

ห้องทดลองของยินกำลังดำเนินการคิดค้นกระดาษเขียนซ้ำได้แบบที่เป็นกระดาษจริงๆ “แม้แต่กระดาษประเภทนี้การใช้ความร้อนสูงถึง 115 องศาเซลเซียสก็ไม่เป็นปัญหาเลย” ยินกล่าว

“ในเครื่องเลเซอร์ปริ๊นท์ทั่วไป กระดาษจะได้รับความร้อนสูงถึง 200 องศาเซลเซียสเพื่อให้อนุภาคของหมึกพิมพ์เกาะเกี่ยวกับพื้นผิวของกระดาษ”

ห้องทดลองของเขากำลังดำเนินการเพิ่มจำนวนรอบวงจรการใช้ (จำนวนครั้งที่กระดาษสามารถเขียนและลบซ้ำได้) โดยตั้งเป้าไว้ที่ 100 ครั้ง เพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยรวม

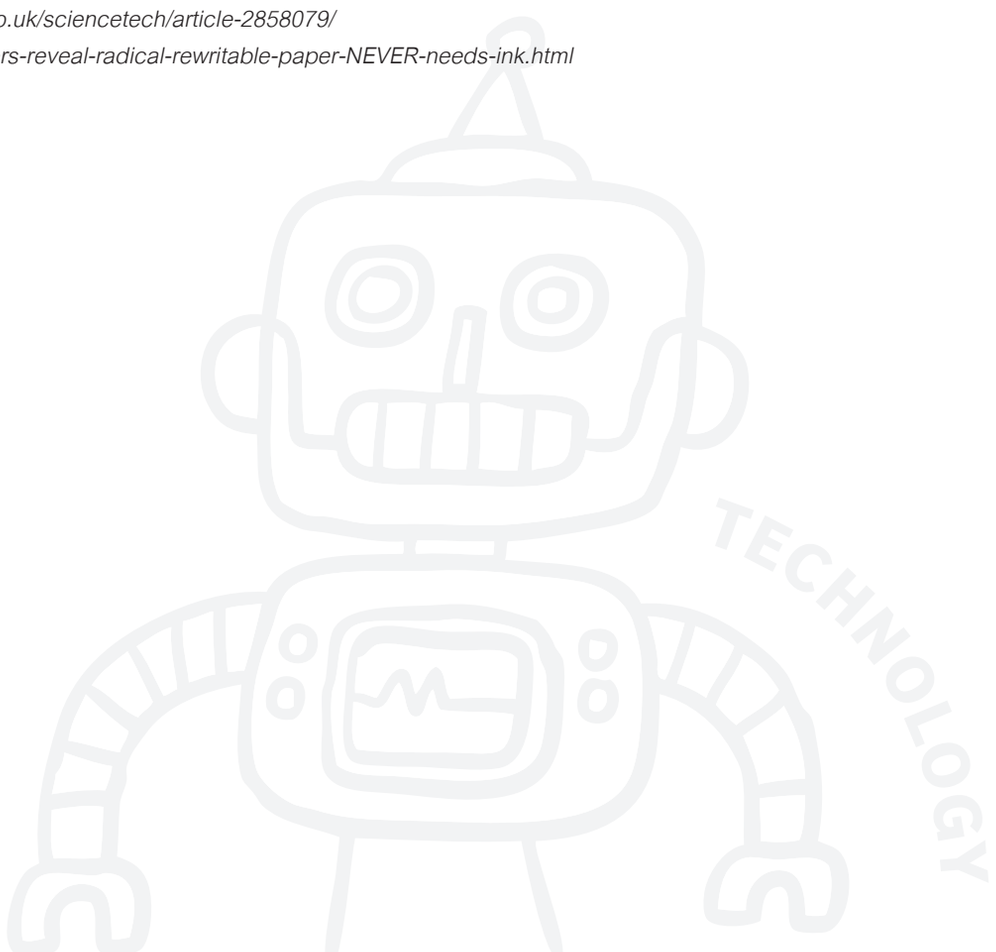
ทีมนักวิจัยของเขากำลังสำรวจหาวิธีการที่จะเพิ่มระยะเวลาที่ตัวอักษรหรือภาพที่พิมพ์ลงไปบนกระดาษสามารถอ่านหรือมองเห็นได้ให้นานกว่าสามวัน เพื่อขยายศักยภาพในการใช้งาน

“วิธีหนึ่งก็คือการพัฒนาอนุภาคนาโนสำหรับเร่งปฏิกริยาด้วยแสง ซึ่งจะสามารถลดปริมาณลงได้มากเมื่อได้รับการฉายแสงอัลตร้าไวโอเล็ต” ยินบอก

“เรากำลังสำรวจหาความเป็นไปได้ในการพิมพ์เป็นสีต่างๆ ด้วย”

หลักการออกแบบนี้สามารถขยายไปใช้กับสารย้อมสีปฏิกริยารีดอกซ์เชิงพาณิชย์ประเภทอื่นๆ อีกหลากหลาย เพื่อผลิตกระดาษเขียนซ้ำได้ที่สามารถแสดงตัวอักษรออกมาเป็นสีต่างๆ ความพยายามทั้งหมดนี้จะช่วยให้เทคโนโลยีของเราสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น”

ดัดแปลงจาก: http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2858079/The-sheet-paper-ll-need-Researchers-reveal-radical-rewritable-paper-NEVER-needs-ink.html



ตารางสำหรับระบุข้อดีและข้อด้อย (Pros and Cons)

ข้อดี (Pros)	ข้อด้อย (Cons)

แบบฝึกหัด: เรื่อง “ต้นแบบ” (Prototypes)

ต้นแบบ (Prototypes)

ต้นแบบ คือแบบจำลองของสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์ด้วยได้ ต้นแบบจะช่วยให้เราได้รับความคิดเห็นจากผู้ใช้เพื่อนำไปปรับปรุงงานออกแบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยทั่วไปแล้วเรามักจะสร้างต้นแบบไว้หลายชิ้น ต้นแบบหยาบ (crude prototype) คือแบบจำลองที่จะช่วยให้เราพอรู้คร่าวๆ ถึงหลักการพื้นฐานของสิ่งประดิษฐ์นั้น ต้นแบบที่ใช้งานได้ (working prototype) คือแบบจำลองที่ให้ผู้ใช้ได้ลองใช้หรือสัมผัสบางส่วนของสิ่งประดิษฐ์นั้น ส่วนต้นแบบสุดท้าย (final prototype) คือแบบจำลองที่มีรูปร่างลักษณะและการทำหน้าที่เหมือนกับผลิตภัณฑ์จริงที่ผลิตขึ้นจากโรงงาน

ต้นแบบหยาบ

การสร้างต้นแบบหยาบจะทำให้เข้าใจสิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นได้ดีขึ้น

1. เขียนคำบรรยายว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นใช้ทำอะไร
2. เขียนรายการองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งประดิษฐ์นั้น
3. วาดรูปเพื่อแสดงให้เห็นว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นมีรูปร่างลักษณะอย่างไร
4. สร้างแบบจำลองขึ้นมาตามแบบของตนเอง (ทำแบบต้นทุนต่ำ)

ต้นแบบหยาบไม่จำเป็นต้องใช้งานได้ วัตถุประสงค์ของต้นแบบหยาบมีเพียงเพื่อช่วยให้คุณคิดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์นั้นๆ ได้อย่างลึกซึ้งขึ้นและมองเห็นว่ามันจะทำงานอย่างไร ไม่ได้เป็นการแข่งขันด้านความสวยงาม ถ้าออกมาดูน่าเกลียดก็ไม่เป็นไร ถ้าหากไม่สามารถสร้างต้นแบบแบบหยาบได้ ให้วาดภาพออกมาให้มีรายละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้แทน โดยมีคำบรรยายเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์นั้นโดยละเอียดด้วย ให้สมมุติว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นมีอยู่จริงและเขียนคู่มือการใช้ออกมาเพื่ออธิบายว่าผู้ใช้จะสามารถใช้งานมันได้อย่างไร ใส่รูปภาพประกอบถ้าเป็นไปได้

ต้นแบบที่ใช้งานได้

ต้นแบบชนิดนี้สามารถทำงานได้จริง ผู้ใช้สามารถหมุนลูกบิด บีบด้ามจับ หรือทำสิ่งต่างๆ กับมันได้ ต้นแบบที่ใช้งานได้ไม่จำเป็นต้องทำงานได้ดีเสมือนกับตัวผลิตภัณฑ์จริงทุกอย่าง แต่ควรจะสามารถทำหน้าที่ได้บางอย่างเหมือนผลัตภัณฑ์จริง ต้นแบบชนิดนี้จะช่วยให้สามารถปรับปรุงการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้ และที่สำคัญกว่านั้นคือ นักเรียนสามารถใช้ต้นแบบชนิดนี้ในการทำการสำรวจเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ด้านการตลาด ต้นแบบที่ใช้งานได้ก็เหมือนกับต้นแบบหยาบตรงที่ว่าไม่ต้องทำออกมาให้สวยงาม

ต้นแบบสุดท้าย

ต้นแบบสุดท้ายหรือต้นแบบสำหรับการผลิต คือแบบจำลองที่จำลองผลิตภัณฑ์ที่จะนำออกสู่ตลาด ต้นแบบนี้อาจใช้วัสดุที่แตกต่างหรือผลิตจากเครื่องจักรหรือกระบวนการที่แตกต่าง แต่จะมีรูปร่างลักษณะและทำงานได้เหมือนกับผลิตภัณฑ์จริงทุกประการ จะมีลักษณะที่สอดคล้องกับแบบภาพที่จะนำไปใช้ผลิตตัวสินค้าจริงในปริมาณมาก เหตุผลหลักในการสร้างต้นแบบสุดท้ายคือเพื่อให้แน่ใจว่าองค์ประกอบทุกส่วนสามารถสอดรับกันได้ตามที่วางแผนไว้ และเพื่อกำหนดเครื่องมือที่จะใช้ในการผลิตจริงในโรงงาน

ดัดแปลงจาก: Invention City: http://www.inventioncity.com/prototypes#Prototyping%20Overview

คำถาม

1. **ต้นแบบทั้ง 3 ประเภทมีอะไรบ้าง?**

2. **วัตถุประสงค์ของการสร้าง “ต้นแบบหยาบ” คืออะไร?**

3. **ความแตกต่างระหว่าง “ต้นแบบที่ใช้งานได้” กับ “ต้นแบบสุดท้าย” คืออะไร?**

4. **หากนักเรียนเป็นผู้สร้างสิ่งประดิษฐ์ คิดว่าตอนไหนคือเวลาที่ดีที่สุดในการติดต่อกับนักลงทุนเพื่อขอทุนการผลิต? เพราะอะไร?**

ใบงาน: เรื่อง 'การสร้างแบบสอบถาม' (Developing a questionnaire)

การสร้างแบบสอบถาม

งานที่ 1 – การคิดเกี่ยวกับแบบสอบถาม

ก่อนที่จะลงมือเขียนแบบสอบถาม จะต้องคิดก่อนว่าต้องการหาข้อมูลอะไรและจะถามใคร นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาว่าควรถามคำถามประเภทใดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ

ในการสร้างแบบสอบถาม สิ่งสำคัญคือการตัดสินใจเลือกประเภทของคำถามเพื่อจะได้ข้อมูลที่ต้องการ

- หากถามคำถามปลายเปิด - ผู้ตอบจะต้องเขียนหรือบอกคำตอบนั้นกับคุณ แบบสอบถามที่ใช้คำถามปลายเปิดจะทำให้ได้รับคำตอบที่มีรายละเอียดมาก แต่ก็ยากที่จะนำข้อมูลมาเรียบเรียง นำเสนอ วิเคราะห์ และลงข้อสรุป คำถามปลายเปิดจะให้ข้อมูลในแบบการเขียนหรือการพูดก็ได้
- หากถามคำถามปลายปิด - ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบว่า ใช่ /ไม่ใช่ หรือ จริง/ไม่จริง หรือเลือกจากตัวเลือกที่แบบสอบถามกำหนดไว้ (แบบทดสอบแบบเลือกตอบ) หรือเรียงลำดับข้อความ แบบสอบถามที่เป็นคำถามปลายปิดจะให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดน้อย แต่ง่ายในการนำข้อมูลมาเรียบเรียงนำเสนอ วิเคราะห์ และลงข้อสรุป คำถามปลายปิดจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

งานที่ 2 – การร่างคำถาม

อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มว่าจะใช้แบบสอบถามนี้อย่างไรเพื่อทราบถึงความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์จักรยานได้อย่างดีที่สุด

- ข้อมูลอะไรที่ต้องการทราบ
- เก็บข้อมูลกับใคร
- จะถามคำถามประเภทใด เพราะอะไร
- หากถามคำถามปลายปิด:
- จะใช้ระดับตัวเลขอย่างไร จะมีตัวเลขตรงกลางหรือไม่ เพราะเหตุใด
- จะเรียงลำดับข้อความอย่างไร การทำเช่นนี้จะเป็นประโยชน์เมื่อใด

แต่ละกลุ่มช่วยกันร่างคำถาม 15 - 20 ข้อที่จะนำไปใช้ในแบบสอบถามเพื่อถามความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์จักรยาน

งานที่ 3 – การเขียนแบบสอบถาม

เมื่อตัดสินใจเลือกคำถาม 15 - 20 ข้อดังกล่าวแล้ว พิมพ์คำถามเหล่านั้นในรูปแบบที่อ่านง่ายเพื่อให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างสะดวก โดยอาจดูตัวอย่างจากแบบสอบถามในอินเทอร์เน็ตหรือขอดูตัวอย่างจากผู้สอนเพื่อให้ทราบถึงวิธีวางรูปแบบที่ถูกต้องของแบบสอบถาม หลังจากนั้นทำสำเนาไว้สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามประมาณ 40 - 50 ฉบับ

งานที่ 4 – การใช้แบบสอบถาม

เก็บข้อมูลแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 40 – 50 คน ทุกคนในกลุ่มช่วยกันนับและเรียบเรียงข้อมูลที่รวบรวมได้ นำข้อมูลที่ได้จากแต่ละข้อมารวมกันไว้ในแบบสอบถามเปล่าหนึ่งฉบับ

- นักเรียนเคยเห็นข้อมูลที่เป็นข้อความ และข้อมูลที่เป็นตัวเลขมาก่อนหรือไม่ ข้อมูลเหล่านั้นมาจากวิชาหรือบริบทใด
- วิธีใดที่แสดงแสดงแนวโน้มต่างๆ ของข้อมูลได้ดีที่สุด และจะทราบได้อย่างไร
- นักเรียนจะใช้กราฟหรือแผนภูมิประเภทใด เพราะอะไร
- นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลตัวเลขและเนื้อหาที่รวบรวมมาได้อย่างไร
- วิธีการที่ดีที่สุดสำหรับคำถามแต่ละข้อคืออะไร เพราะเหตุใด

งานที่ 5 – การนำเสนอสิ่งที่ค้นพบ

ตัดสินใจว่าคุณจะนำเสนอข้อมูลที่เป็นเนื้อหาและตัวเลขที่รวบรวมจากคำถามแต่ละข้ออย่างไร และจดบันทึกไว้ในแบบสอบถามเปล่า

กำหนดบทบาทให้แก่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคน เพื่อเขียนหรือพิมพ์บทสรุปย่อสิ่งที่ค้นพบเพื่อหาข้อสรุปต่างๆ

- คำถามใดที่แต่ละคนหรือคู่ของนักเรียนจะเลือกในการนำเสนอข้อค้นพบ
- นักเรียนจะเรียบเรียงการนำเสนอข้อมูลต่างๆ อย่างไร
- การนำเสนอแต่ละเรื่องจะจัดลำดับอย่างไร และเพราะอะไร
- มีคำถามข้อใดที่ข้อมูลที่ได้ไม่อาจนำมาใช้งานได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และนักเรียนจะปรับปรุงคำถามเหล่านี้อย่างไรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

งานที่ 6 – การสรุปสิ่งที่ค้นพบ

สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มว่าสิ่งที่ค้นพบนี้บอกอะไรกับเราบ้าง พิจารณาข้อค้นพบของแต่ละคำถามตามลำดับ

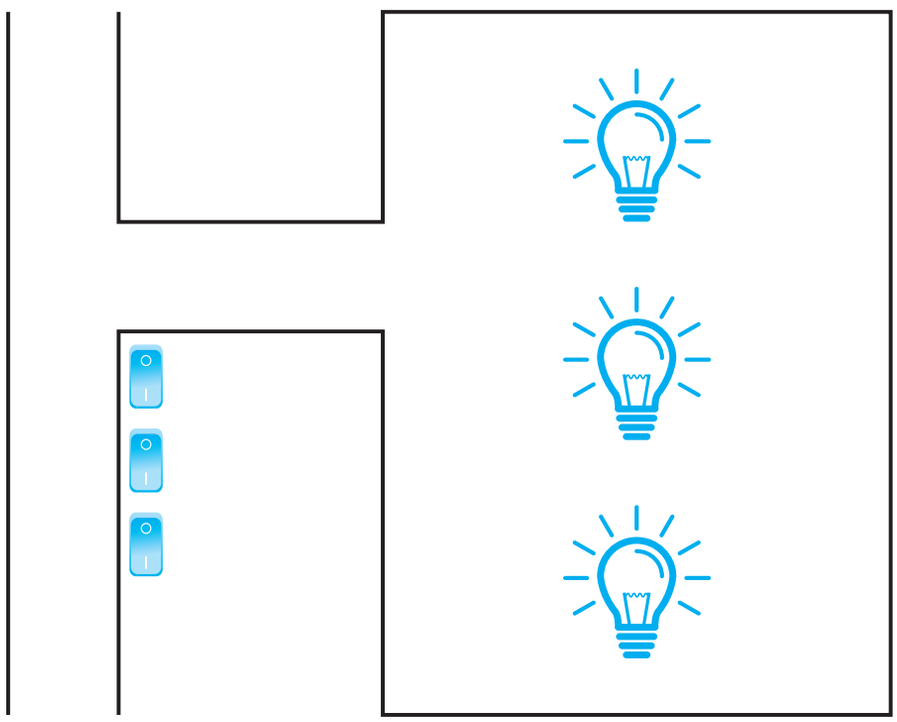
- ข้อค้นพบนี้บอกอะไรกับเรา เรารู้ได้อย่างไร และเราจะเปลี่ยนแปลงสิ่งประดิษฐ์จักรยานนี้อย่างไร เพราะเหตุใด

เตรียมนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายว่าคุณจะปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์จักรยานอย่างไรและเพราะอะไรให้กับเพื่อนในชั้น ในเวลา 2 นาที และเนื่องจากมีเวลาเพียงสองนาที ดังนั้นควรนำเสนอเฉพาะประเด็นที่สำคัญที่สุดเท่านั้น

ใบความรู้: เรื่อง ‘ปัญหาหลอดไฟ’ (Light bulb problem)

ปัญหาหลอดไฟ

ห้องแห่งหนึ่งมีหลอดไฟ 3 หลอด แต่ละหลอดควบคุมด้วยสวิตช์หนึ่งตัว สวิตช์อยู่ในทางเดินนอกห้อง คุณได้รับอนุญาตให้เดินไปที่สวิตช์แค่ 1 ครั้ง และกลับมาที่ห้องแล้วหาว่าสวิตช์ตัวไหนควบคุมหลอดไฟดวงไหน คุณต้องค้นหาด้วยตนเองโดยไม่มีกระจก คุณจะทำอย่างไร?



ใบความรู้: เรื่อง 'วิธีแก้ปัญหา' (How to solve problems)

แก้ปัญหาอย่างไร

1. เข้าใจปัญหา โดยการถามและตอบคำถาม

- สิ่งที่ต้องการให้นักเรียนหาหรือแสดงคืออะไร
- นักเรียนจะเรียบเรียงคำถามนั้นใหม่เป็นคำพูดของตัวเองได้อย่างไร
- นักเรียนจะวาดภาพหรือแผนภาพอย่างไรที่อาจช่วยให้คุณเข้าใจปัญหาได้
- มีข้อมูลเพียงพอที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบหรือไม่ นักเรียนต้องการรู้อะไรเพิ่มเติม
- นักเรียนเข้าใจทุกคำที่ระบุในปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่ คำไหนที่ไม่เข้าใจ แล้วนักเรียนจะหาความหมายของคำเหล่านั้นอย่างไร
- คำถามอะไรที่นักเรียนควรจะถามเพื่อให้ได้คำตอบ

---

2. ออกแบบแผน

ในแผนของนักเรียน นักเรียนต้องเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อช่วยแก้ปัญหา ซึ่งกลยุทธ์ต่างๆ มีดังนี้

- การคาดเดาและตรวจสอบผลการคาดเดา หรือการลองผิดลองถูก (Guess and check or trial and error)
- ทำลำดับรายการ (Make an orderly list)
- ตัดความเป็นไปได้ (Eliminate possibilities)
- พิจารณากรณีพิเศษ (Consider special cases)
- ใช้เหตุผลทางตรง (Direct reasoning)
- มองหารูปแบบ (Look for Pattern)
- วาดรูป (Draw a picture)
- แก้ปัญหาที่ง่าย (Solve a simpler problem)
- ใช้แบบจำลอง (Use a Model)
- คิดย้อนกลับ (Work backwards)
- ใช้จินตนาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับปัญหา (Use your imagination to develop creative ideas around the problem)

---

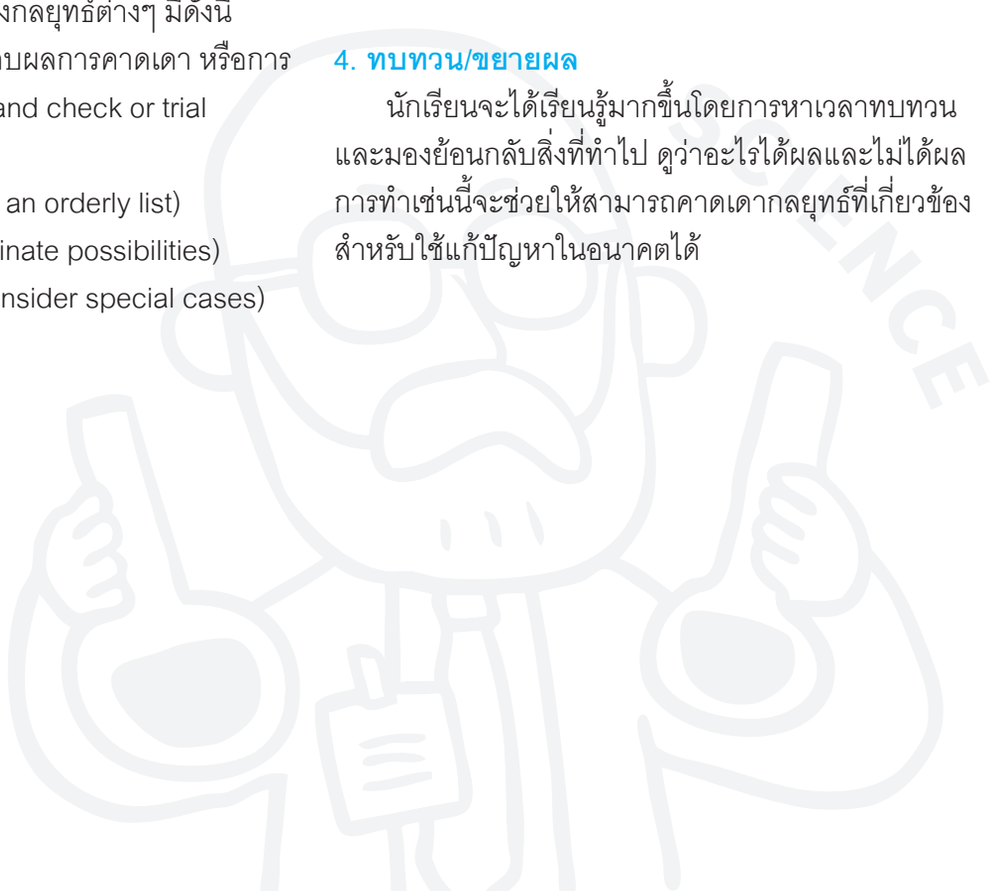
3. ดำเนินการตามแผน

ขั้นตอนนี้มักง่ายกว่าการวางแผน การดำเนินการตามแผนโดยใช้ทักษะที่เหมาะสม และเปลี่ยนแปลงแผนหากมีส่วนใดที่ไม่ได้ผล

---

4. ทบทวน/ขยายผล

นักเรียนจะได้เรียนรู้มากขึ้นโดยการหาเวลาทบทวนและมองย้อนกลับสิ่งที่ทำไป ดูว่าอะไรได้ผลและไม่ได้ผล การทำเช่นนี้จะช่วยให้สามารถคาดเดากลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้แก้ปัญหาในอนาคตได้



ใบความรู้: เรื่อง 'ความไม่พอใจจุดประกายสิ่งประดิษฐ์' (Frustration sparks invention)

ความไม่พอใจจุดประกายสิ่งประดิษฐ์ - วิธีป้องกันที่ปัดน้ำฝนไม่ให้แข็งติดกับกระจกหน้า

แดเนียล เพิร์ลแมนเป็นนักวิจัยวิทยาศาสตร์ระดับอาวุโส ที่มีสิทธิบัตรที่จดทะเบียนและยังรอการจดทะเบียนกว่า 100 ชิ้นในด้านวิจัยประยุกต์ งานปัจจุบันของเขาเน้นสินค้าอาหารแปรรูปที่เพิ่มคุณค่าโภชนาการ และสินค้าสำหรับการวิจัยเฉพาะทางในคลินิกและห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นงานข้ามสาขาวิชาของเคมี ฟิสิกส์และชีวเคมี

ทว่าสิ่งประดิษฐ์ล่าสุดที่รอจดสิทธิบัตรของเขาเรียบง่ายกว่านั้นมาก แรงบันดาลใจของเขาเกิดจากความไม่พอใจที่คนนิวอิงแลนด์เข้าใจดี นั่นคือที่ปัดน้ำฝนอัตโนมัติที่ถูกน้ำแข็งจับติดกับกระจกหน้า

"เราจะเห็นว่าบางคนพับที่ปัดน้ำฝนขึ้นเมื่อพยากรณ์อากาศบอกว่าจะมีหิมะตก" เขากล่าวระหว่างการสาธิตสิ่งประดิษฐ์ล่าสุดของเขา "แต่นั่นอาจเป็นการเชื้อเชิญพวกชอบทำลายของก็ได้ ถ้าคุณจอดรถไว้บนถนน"

เขาจึงพัฒนาทางออกที่ไม่ก่อให้เกิดความรำคาญ นั่นคือหมุดติดสปริงที่สามารถหดได้อัตโนมัติเมื่อกดเปิดที่ปัดน้ำฝน หมุดจะยกที่ปัดน้ำฝนขึ้นหนึ่งหรือสองนิ้วให้ห่างจากผิวกระจก ซึ่งเพียงพอจะหลีกเลี่ยงไม่ให้แข็งติดกระจก

หมุดนี้จะไม่ส่งผลต่อการทำงานของที่ปัดน้ำฝน เมื่อออกจากรถ คนขับสามารถบิดมันลงให้ติดกับกระจกหน้ารถเมื่อมีพยากรณ์อากาศว่าจะมีหิมะหรือน้ำแข็ง และแค่พับที่ปัดน้ำฝนกลับถ้าต้องการให้ที่ปัดน้ำฝนไปอยู่ตำแหน่งที่ต้องการหน้ากระจกรถ

นักวิจัยแห่งแบรนด์เดสหวังว่าจะหาบริษัทที่ต้องการจดทะเบียนและนำเทคโนโลยีนี้ไปพัฒนาเชิงพาณิชย์ "ผมรู้ว่าผมไม่ใช่คนเดียวในโลกที่หงุดหงิดกับเรื่องนี้ในฤดูหนาวของนิวอิงแลนด์" เพิร์ลแมนกล่าว "แต่ผมเป็นคนที่จะมองหาวิธีใหม่และดีขึ้นในการแก้ไขมันเสมอ"

ดัดแปลงจาก: http://phys.org/news/2013-03-frustration-wipers-windshield.html

ใบความรู้: เรื่อง ‘เซอร์เจมส์ ไดสัน’ (Sir James Dyson)

เซอร์เจมส์ ไดสัน เปลี่ยนวิธีที่ชาวโลกใช้ในการดูดฝุ่นที่บันได

เมื่อสามสิบปีก่อน การปรับปรุงเครื่องดูดฝุ่นที่เต็มไปด้วยจินตนาการของไดสันช่วยให้เขาเดินทางสู่การเป็นเศรษฐีพันล้าน

เขามีความคิดที่จะกำจัดถุงที่พบในเครื่องทำความสะอาดพื้นแบบเก่าและทดแทนด้วยมอเตอร์ที่หมุนเร็วขึ้นเพื่อสร้างเป็นลมหมุนของอากาศที่สามารถดูดพรมให้สะอาด

แต่ความสำเร็จของเซอร์เจมส์ไม่ได้อยู่ดีๆ ก็เกิดขึ้น สิ่งประดิษฐ์แรกของเขาคือรถเข็นที่ใช้ล้อบอล (Ball Barrow) รถเข็นที่ใช้ล้อเดี่ยว (หรือลูกบอล) ทำจากพลาสติกหล่อที่เขานำออกสู่ท้องตลาดในปีค.ศ.1974

ดีไซน์ของเครื่องดูดฝุ่นไร้ถุงของเขาเป็นรูปเป็นร่างหลังจากที่เขาสังเกตเห็นไซโคลนขนาดใหญ่สามารถกวาดเอาฝุ่นไม้ในโรงเลื่อยได้หมด กระบวนการที่ช้าและยาวนานมากในการย่อขนาดเครื่องมือนี้เพื่อให้ใส่ลงไปในเครื่องดูดฝุ่นต้องปรับเปลี่ยนและดัดแปลงถึง 5,127 รอบระหว่างปีค.ศ.1979-1984 โดยอาศัยรายได้ของภรรยาช่วยประคับประคองครอบครัวขณะที่แนวคิดเริ่มต้นของเขาถูกปฏิเสธจากผู้ค้าชาวอังกฤษในตอนแรก

ในปีต่อมาพวกเขาก็ได้ชาวญี่ปุ่นเข้ามาช่วยชีวิตพวกเขาไว้ โมเดลรุ่นแรกๆ มีวางขายเฉพาะในญี่ปุ่น และกลายเป็นที่นิยมจนค่าลิขสิทธิ์ที่เซอร์เจมส์ได้ ก็มากพอจะสร้างศูนย์วิจัยและโรงงานในมามส์บรี ที่วิลเชอร์ ชนบทของอังกฤษในปี ค.ศ.1993 ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1990 เครื่องดูดฝุ่นไร้ถุงก็ได้รับการสรรเสริญว่าเป็นความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันศูนย์พัฒนาและวิจัยของไดสันยังคงดำเนินงานอยู่ที่นั่น

ดัดแปลงจาก: http://www.bbc.com/future/story/20130312-failure-is-the-best-medicine

ใบงาน: เรื่อง “สรุปกลยุทธ์ในการเรียนรู้” (Summary of learning strategies used)

สรุปยุทธศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนรู้

ยุทธศาสตร์การเรียนรู้	วิธีใช้	ใช้เมื่อใด
ตัวอย่าง การอภิปราย	ฟังผู้อื่นอย่างระมัดระวังและแสดงความคิดเห็นของตนเอง	ในการทำงานกลุ่ม
ตัวอย่าง QuADS grids ตาราง QuADS (ระบุ คำถาม คำตอบ รายละเอียด และแหล่งข้อมูล)	เขียนรายการคำถามที่ต้องการตอบลงในช่อง Qu สืบค้นในอินเทอร์เน็ตเพื่อหาคำตอบและเติมคำตอบลงในช่อง A รายละเอียดในช่อง D และแหล่งข้อมูลในช่อง S	ขณะที่ทำการค้นคว้าหรือการอภิปรายเพื่อตอบคำถาม
ตัวอย่าง แผนภาพ PMI	คิดเกี่ยวกับหัวเรื่องหรือแนวคิด เขียนด้านบวกไว้ในส่วน P ด้านลบไว้ในส่วน N และแนวคิดที่น่าสนใจอื่น ๆ ไว้ในส่วน I	เมื่อต้องการเปรียบเทียบแนวคิดเพื่อมองหาว่าสิ่งนั้นดีหรือไม่
ตัวอย่างเครื่องมือ Pros and Cons	ระบุประโยชน์ในส่วน Pros และข้อด้อยในส่วน Cons	เมื่อต้องการเปรียบเทียบแนวคิดเพื่อมองหาว่าสิ่งนั้นดีหรือไม่

ใบงาน: เรื่อง 'ความก้าวหน้าทางทักษะ' (Skills progress)

ความก้าวหน้าของทักษะ – การประเมินตนเอง

ในหน่วยการเรียนรู้นี้จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกใช้ และพัฒนาทักษะหลากหลายด้าน ตัวอย่างของทักษะเหล่านี้ได้แก่ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ความคิดเชิงวิจารณ์หรือคิดเชิงสร้างสรรค์ การสื่อสาร (อ่าน เขียน พูดและฟัง) และอื่นๆ

ตารางนี้มีไว้เพื่อบันทึกความก้าวหน้าของทักษะเหล่านี้ขณะที่นักเรียนได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้นี้

นักเรียนระบุเป็นสัญลักษณ์กากบาท (X) ตามความก้าวหน้าของทักษะในตาราง ดังนี้

ทักษะ	ความก้าวหน้า		
	ไม่ได้ใช้ หรือพัฒนาทักษะนี้	ใช้ทักษะนี้แต่ไม่ได้พัฒนาเท่าที่ควร	ใช้ทักษะนี้และพัฒนาได้เป็นอย่างดี
การทำงานแบบร่วมมือร่วมใจ			
การคิดเชิงวิจารณ์			
การตัดสินใจ			
การแก้ปัญหา			
การใช้ตัวเลข			
การค้นคว้าวิจัย			
การคิดเชิงสร้างสรรค์			
การฟังและการพูด			
การอ่าน			
การเขียน			
ความเข้าใจภาษาอังกฤษ			

หลังจากที่ดูความก้าวหน้าของแต่ละทักษะแล้ว นักเรียนจะพัฒนาทักษะต่างๆ ของนักเรียนต่อไป อย่างไรบ้าง โดยให้ระบุขั้นตอนที่จะพัฒนาต่อไป

ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์	เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
นายวณิชย์ อ่วมศรี	รองเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คณะผู้จัดทำและเรียบเรียง

1. Ms. Julie Addis	ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
2. Mr. Dewi Roberts	ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
3. Mr. Mark Howell Thomas	ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge

คณะผู้ตรวจสอบและกลั่นกรอง

1. นางเจิดฤดี ชินเวโรจน์	ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
2. นายสุเทพ ยงยุทธ์	ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา
3. นางขนิษฐา โสภานนท์	ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
4. นายจิระ เฉลิมศักดิ์	ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
5. นายพงษ์ศักดิพล ทาแก้ว	ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
6. นางนงลักษณ์ คงศิริ	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
7. นายพงษ์ศาสตร์ อภิธรรมพงศ์	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
8. นางสาวกรรณิการ์ ชุมภูแก้ว	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
9. นางสาวชัชฎาภรณ์ คงงาม	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
10. นางสาวชุติมา โชคกนกวัฒนา	วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
11. นางสาวประทิน เลี่ยนจำรูญ	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
12. นางสาวสมปอง ตุ้มวารี	สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
13. นางสาววิภาดา ตระกูลโต	สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
14. บริติช เคานซิล ประเทศไทย	

บริติช เคานซิล ประเทศไทย
254 ซ.จุฬาลงกรณ์ 64 สยามสแควร์
ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: +66 (0)2 657 5678
โทรสาร: +66 (0)2 253 5311
อีเมล์: newtonfund@britishcouncil.or.th

เว็บไซต์: www.britishcouncil.or.th
www.newtonfund.ac.uk

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
319 ถนนราชดำเนินนอก
แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์: +66 (0)2 281 5555
โทรสาร: +66 (0)2 282 0855

เว็บไซต์: http://www.vec.go.th