**แผนการจัดการเรียนรู้**

***“STEM Upcycling Petrochemical Project”***

***(เปลี่ยนรูปขยะพลาสติก)***

 

***Upcycling Petrochemical (เปลี่ยนรูปขยะพลาสติก)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | | STEM Project |
| คำอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้  การเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องหรือเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตคือ ต้องรู้สึกมีความสุขและสนุกกับการเรียนรู้ สิ่งหนึ่งที่สามารถทำได้ในขณะที่ผู้เรียนเรียนในโรงเรียนก็คือ การที่ให้ผู้เรียนไม่รู้สึกว่ากำลังเรียนอยู่หรือต้องเรียน จำเป็นต้องท่อง ต้องรู้ เพราะต้องเอาไปสอบ แต่ให้เห็นว่าเรื่องที่กำลังเรียนเป็นการเรียนรู้และเรื่องนั้นๆ เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตของเขา การเชื่อมโยงจากห้องเรียนโยงไปสู่ชีวิตจริงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ หากทำได้แล้วนั้น ทุกสิ่งทุกอย่างที่กำลังเรียนรู้ก็จะอยู่ในความสนใจของผู้เรียนทั้งหมด เพราะมันเกี่ยวกับชีวิตของเขานั่นเอง อย่างกิจกรรมที่จะได้เรียนในเรื่องนี้ก็เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียนเช่นกัน กระบวนการเรียนรู้นอกจากจะเน้นเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องรู้แล้ว ยังจะชี้ให้เห็นความสำคัญของเรื่องนี้ กิจกรรมต่างๆ ก็จะเกี่ยวโยงกับชีวิตของผู้เรียนจริงๆ หากเป็นแบบนี้ การเรียนรู้จะเกิดได้ต่อเนื่อง และจะต่อยอดไปสู่เรื่องอื่นๆ ได้อีกด้วย | | |
| เวลาเรียนที่แนะนำ | 8 คาบเรียนโดยประมาณ | |
| ทักษะเฉพาะที่พึงมี | ทักษะทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น  ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์  ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม  ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ  ทักษะทางศิลปะ  การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา  การทำงานเป็นทีม | |
| เนื้อหาที่ใช้ในการประเมิน   * **วิชาวิทยาศาสตร์** * *วัสดุรอบตัว (ชนิดและสมบัติของวัสดุ และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ)* * *การถ่ายโอนความร้อน (การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน)* * *การเปลี่ยนรูปพลังงาน* * *กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า* * *กระบวนการทางวิทยาศาสตร์* * **วิชาเทคโนโลยี** * *การออกแบบและเทคโนโลยี* * *การใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับงานอาชีพ* * *การใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้* * *การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการทำงาน* * *การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ออกแบบกระบวนการคิดและการทำงาน (เช่น การเขียนผังความคิด Mind Mapping การเขียนผังงาน Flowchart ผังคุมกำหนดงาน Gantt Chart เป็นต้น)* * *การออกแบบและจัดทำโปสเตอร์ Infographic (เช่น MS PowerPoint, Canva, Photoshop เป็นต้น)* * **วิชาวิศวกรรมศาสตร์** * *การสร้างมูลค่าให้วัสดุ (Upcycling)* * *การตลาดออนไลน์ (Online Marketing)* * *การใช้ปิโตรเคมีภัณฑ์อย่างคุ้มค่า* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย* * *ระบุปัญหา* * *รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา* * *ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา* * *วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา* * *ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน* * *นำเสนอผลงาน* * **วิชาคณิตศาสตร์** * *ขนาด* * *มาตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ* * *การตั้งราคาขาย* * *การคำนวณต้นทุน-กำไร* * *การนำเสนอข้อมูล* | | |

|  |
| --- |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| ***ด้านความรู้***   * เข้าใจและอธิบายการจำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของใช้ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุ * อธิบายการเกี่ยวกับการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน * อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงาน คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ * เข้าใจและอธิบายวิธีการและขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ * เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง * เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา * เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบกับการตัดสินใจและแก้ปัญหา * เข้าใจถึงอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และสามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้หลากหลาย * เข้าใจเกี่ยวกับการคาดคะเนขนาด พื้นที่ และปริมาตร เป็นการบอกค่าประมาณโดยไม่ได้วัดจริง โดยใช้วิธีการคาดคะเนในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม * เข้าใจถึงการนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิรูปวงกลม เป็นการนำเสนอข้อมูลที่เป็นปริมาณให้ชัดเจน น่าสนใจ และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลให้เห็นเป็นรูปธรรมดูง่ายขึ้น * เข้าใจถึงเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในออกแบบและการทำงานต่างๆ   ***ด้านทักษะ/กระบวนการ***   * ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม * ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง * เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ * มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงาน * ใช้เทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม * มีทักษะในการทำงานเป็นทีม * มีทักษะการคิด   ***ด้านคุณลักษณะ***   * มีความรับผิดชอบ * มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ * มีความรอบคอบ * มีระเบียบวินัย * มีการทำงานอย่างเป็นระบบ * ตระหนักในคุณค่าของวิชา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์) * มีเจตคติที่ดีต่อวิชา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์) | |
| เกณฑ์การประเมิน |
| * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากผลงานในห้องเรียน * การคิดวิเคราะห์โจทย์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นเป็นตอน * การคิดสร้างสรรค์ผลงานจากการคิดคำถามและกิจกรรมการเรียนรู้ | |
| ความเชื่อมโยงต่อหลักสูตร |
| * ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างชัดเจน * ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา * ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม * ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม * ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม * สามารถเรียนรู้และเข้าใจในการตั้งคำถาม รวมทั้งการสืบค้นทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ * สามารถกำหนดเรื่องที่สนใจศึกษาค้นคว้าและแนวทางการศึกษาที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ * สามารถตั้งสมมติฐานที่ดีในการตั้งคำถาม เพื่อการทดลองและตรวจสอบสมมุติฐาน * รู้จักตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง * เข้าใจการสร้างแบบจำลองหรือรูปแบบเพื่ออธิบายผลหรือแสดงผลการทดลอง * สามารถนำแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ * มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ * มีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แปลความ ตีความ การประยุกต์ดัดแปลงและนำไปใช้ * มีมุมมองที่หลากหลาย * ให้ความสำคัญและใส่ใจในความรู้สึกของผู้อื่น * รู้จักตนเอง * มีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิตและการใช้เทคโนโลยี | |
| ความเชื่อมโยงต่อวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน |
| * ศักยภาพการสร้างผลงาน และนำเสนอด้วยเทคโนโลยีหรือ Application * เชื่อมโยงกับการทำงานด้านศิลปะ การออกแบบและการคิดสร้างสรรค์ * เชื่อมโยงการอ่าน วิเคราะห์ ตีความ ด้วยศาสตร์ของวิชาภาษาไทย * เชื่อมโยงกับเรื่องการสร้างมูลค่าให้วัสดุ (Upcycling) * เชื่อมโยงกับเรื่องการตลาดออนไลน์ * เชื่อมโยงกับเรื่องการใช้ปิโตรเคมีภัณฑ์อย่างคุ้มค่า * ศักยภาพการใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน หรือการนำเสนอด้วยภาษาต่างประเทศ | |

|  |
| --- |
| **เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ** |
| * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “ประเภทของพลาสติกรีไซเคิล” * <https://www.fafacompany.com/7-พลาสติกรีไซเคิล/> * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “การสร้างมูลค่าให้กับวัสดุ (Upcycling)” * <https://www.pttgcgroup.com/th/updates/news/806/upcycling-plastic-waste-project-by-pttgc-เปลี่ยนพลาสติกให้เป็นมากกว่าพลาสติก> * <http://www.greenpeace.org/seasia/th/news/blog1/upcycle/blog/59311/> * <http://www.kmutt.ac.th/p-prof/?p=2183&lang=th> * <https://www.the101.world/plastic-highway/> * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “การสร้างสรรค์ชิ้นงานจากพลาสติกเหลือใช้” * <https://www.youtube.com/watch?v=z3V-Fdadgh0> * <http://www.blisby.com/blog/diy-jewelry-from-upcycled-plastic/> * <https://sistacafe.com/summaries/13567DIYเครื่องประดับจากแผ่นพลาสติกเหลือใช้สนุกทำง่ายรักษ์โลก%20ใช้งานได้จริง> * <http://www.nuchun.com/plastic-plate-accessories-เกริ่นนำ-มาอบพลาสติ.html/craft/puraban-อบพลาสติกเป็นเครื่องป> * <http://www.nuchun.com/plastic-plate-accessories-ตอนที่-1-กล่องพลาสติก.html/craft/puraban-อบพลาสติกเป็นเครื่องป> * [http://www.nuchun.com/plastic-plate-accessories-ตอนที่-2-ขั้นตอนการทำpura.html/craft/ puraban-อบพลาสติกเป็นเครื่องป](http://www.nuchun.com/plastic-plate-accessories-ตอนที่-2-ขั้นตอนการทำpura.html/craft/%20puraban-อบพลาสติกเป็นเครื่องป) * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “ช่องทางการโปรโมทสินค้า” * <http://www.thaismescenter.com/5-ช่องทางออนไลน์-เลือกโปรโมทสินค้าให้ปัง/> | | |
| **เครื่องมือและอุปกรณ์การเรียนรู้** | |
| * เครื่องโปรเจคเตอร์/ TV * เครื่องคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต * ไวท์บอร์ด และปากกาไวท์บอร์ด * กระดาษปรู๊ฟ * กระดาษ Post-it * ปากกาหมึกสี/สีชอล์ค/สีไม้ | | |

*ตารางนี้แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนอาจนำไปประยุกต์ใช้และประเมินผลได้ ซึ่งสามารถนำการจัดการเรียนรู้อื่นมามาประยุกต์ใช้ได้ด้วย และผู้สอนอาจหาวิธีปรับกระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของกลุ่มผู้เรียนและสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 1 | ชั่วโมงที่  1 - 2 | *Kick off*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนนำบรรจุภัณฑ์พลาสติกต่างๆ ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ เช่น ขวดน้ำ ขวดปั้มสบู่เหลว ขวดสเปรย์ กล่องพลาสติกใสที่ใส่ผลไม้หรือข้าว กระป๋องแป้ง ฯลฯ จากที่บ้านมาหลากหลายแบบ * ให้ผู้เรียนนำบรรจุภัณฑ์พลาสติกต่างๆ มารวมกัน แล้วช่วยกันคัดแยกประเภท ซึ่งผู้สอนอาจแนะนำให้ผู้เรียนสังเกตสัญลักษณ์หรือตัวเลขที่บ่งบอกประเภทของพลาสติกรีไซเคิล * ผู้สอนถามชวนให้ผู้เรียนคิดว่า *บรรจุภัณฑ์พลาสติกต่างๆ ที่คัดแยกมีความแตกต่างกันอย่างไร ?* และ *ผลิตมาจากอะไร ?* ให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น จากนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนรับชมวีดิทัศน์ เพื่อเรียนรู้ว่าหลายๆ สิ่งที่อยู่รอบตัวเราคือ ปิโตรเคมีภัณฑ์ จาก “มหัศจรรย์ปิโตรเคมี ของดีประเทศไทย”   [https://www.youtube.com/watch?v=v359yixiJ4I&fbclid=IwAR2RK3pKjAv3kelRs3\_tbj5ed-5WXRt4O8GTBlNlJDVkLeB ppflp2SUt3fY](https://www.youtube.com/watch?v=v359yixiJ4I&fbclid=IwAR2RK3pKjAv3kelRs3_tbj5ed-5WXRt4O8GTBlNlJDVkLeB%20ppflp2SUt3fY)   * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่า *ประโยชน์ของปิโตรเคมีภัณฑ์คืออะไร ? มีความสำคัญกับชีวิตเราอย่างไรบ้าง ?* | * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวางแผนโครงงาน เปลี่ยนรูปขยะพลาสติก (Upcycling Petrochemical) ตลอดระยะเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง โดยให้ผู้เรียนช่วยกันคิด หาข้อมูล ดูหลักสูตรของระดับชั้น ว่า * *ต้องเรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง ?* * *ต้องเรียนรู้วิชาอะไรบ้าง ?* * *ต้องมีพื้นฐานการเรียนรู้อะไรมาก่อนบ้าง ?* * ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันเขียนความคิดเห็นลงใน Mind Mapping เช่น * *หัวข้อความรู้ของระดับชั้นที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน* * *เรื่องที่จำเป็นต้องรู้ก่อนถึงจะทำโครงงานนี้ได้* * *วิทยากรที่อยากเชิญมาให้ความรู้หรือมาทำ Workshop ในโครงงาน* * *ผลงานที่อยากจะทำตอนท้ายโครงงาน*   จากนั้นนำ Mind Mapping โครงงานนี้แปะไว้ที่ผนังห้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นบ่อยๆ ซึ่งเป็นการทบทวนหรือตรวจสอบตนเองและกลุ่มตลอดการเรียนรู้ในโครงงานนี้ |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 2 | ชั่วโมงที่  3 - 4 | ***วิชา วิทยาศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *วัสดุรอบตัว (ชนิดและสมบัติของวัสดุ และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ)* * *การถ่ายโอนความร้อน (การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน)* * *การเปลี่ยนรูปพลังงาน* * *กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า* * *กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*   *กิจกรรม:* *สูตรลับเปลี่ยนรูปปิโตรเคมีภัณฑ์*   * ผู้สอนเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง ดังนี้ * *กล่องบรรจุภัณฑ์พลาสติกเบอร์ 6 ที่มีพื้นผิวเรียบๆ ไว้ระบายสีตกแต่ง* * *ปากกาชาร์ปี (Sharpie)* * *กรรไกร* * *คีม* * *เตาอบ* * ผู้สอนนำพาผู้เรียนทำการทดลองเปลี่ยนรูปปิโตรเคมีภัณฑ์จาก *กล่องบรรจุภัณฑ์พลาสติกเบอร์ 6* ที่มีความเปราะบางให้มีความแข็งและหนาขึ้น โดยให้ผู้เรียนออกแบบและทำป้ายชื่อหรือสัญลักษณ์ที่แทนตัวเองจาก*กล่องบรรจุภัณฑ์พลาสติกในส่วนที่มีผิวเรียบ ซึ่งผู้เรียนจะต้องตัดแบ่งเป็นส่วนๆ ตามขนาดที่ผู้เรียนแต่ละคนต้องการ (ขนาดไม่ควรเกินฝ่ามือ) แล้วใช้ปากกาชาร์ปี้เขียนชื่อหรือวาดสัญลักษณ์บนแผ่นพลาสติกของตนเอง* * ผู้สอนถามชวนให้ผู้เรียนคิดถึง *วิธีการทำให้แผ่นพลาสติกแข็งและหนาขึ้นได้นั้นสามารถทำได้ด้วยวิธีการใดบ้าง ?* ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน จากนั้นผู้สอนอาจเกริ่นให้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนที่สามารถเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน และให้ผู้เรียนเรียนรู้หลักการการทำงานของเตาอบ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือเปลี่ยนรูปปิโตรเคมีภัณฑ์ | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * การคิดวิเคราะห์และสรุปข้อมูลอย่างมีเหตุผล * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผลและเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย * การฟังอย่างลึกซึ้ง (สติ) |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการบันทึกขนาดแผ่นพลาสติกก่อนทำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกับหลังทำการทดลองว่าแผ่นพลาสติกมีขนาดและลักษณะเปลี่ยนไปอย่างไร โดยการบันทึกควรมีขนาดที่มีความละเอียดพอที่จะเทียบมาตราส่วนได้ เช่น ทาบ วัด ถ่ายภาพ ฯลฯ * เมื่อผู้เรียนบันทึกขนาดของแผ่นพลาสติกก่อนทำการทดลองแล้ว ให้ผู้เรียนทำการทดลองโดยนำแผ่นพลาสติกของตนเองเข้าเตาอบ โดยผู้สอนอาจแนะนำให้ผู้เรียนนำแผ่นพลาสติกเข้าเตาอบเป็นกลุ่มๆ ตามความเหมาะสมของพื้นที่อบ จากนั้นอุ่นเตาอบในอุณหภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ ปูกระดาษรองอบบนถาด จัดวางแผ่นพลาสติกลงไปให้เป็นระเบียบ แล้วนำเข้าไปอบประมาณ 2-3 นาที ซึ่งช่วง 30 วินาทีแรก อาจสังเกตเห็นว่าแผ่นพลาสติกแต่ละชิ้นจะบิดตัว โค้งงอ พอผ่านไปอีกสัก 1-2 นาที พลาสติกจะเริ่มคลายตัวและมีขนาดเล็กลง และกลับไปอยู่ในลักษณะแบนราบเหมือนเดิม * เมื่ออบแผ่นพลาสติกเสร็จแล้ว ให้นำออกมาจากเตาอบ ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะและขนาดของแผ่นพลาสติกรีไซเคิลเบอร์ 6 ที่นำมาทำป้ายชื่อหรือสัญลักษณ์แทนตัวเองว่าเปลี่ยนไปอย่างไร แล้วบันทึกผล สรุปกระบวนการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้ต่างๆ * ผู้สอนให้ผู้เรียนนำชิ้นงานของตนเองมาจัดแสดงและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน จากนั้นให้ผู้เรียนช่วยกับสรุปขนาดและลักษณะของแผ่นพลาสติกที่เปลี่ยนไป ปัญหาที่พบเจอ หรือเทคนิคที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดสร้างสรรค์ชิ้นงาน และให้ผู้เรียนลองประมาณราคาต้นทุนของผลงานแต่ละชิ้น ซึ่งผู้สอนอาจแนะนำวิธีการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานของเตาอบเพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนต่อไป   DIY เครื่องประดับจากกล่องพลาสติกเหลือใช้ DIY Jewelry from Upcycle Plasticขนาดพลาสติกก่อนและหลังอบ The comparison of the plastic size |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 3 | ชั่วโมงที่  5 - 8 | ***วิชา คณิตศาสตร์***  ***วิชา เทคโนโลยี***  ***วิชา วิศวกรรมศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *การสร้างมูลค่าให้วัสดุ (Upcycling)* * *การตลาดออนไลน์ (Online Marketing)* * *การใช้ปิโตรเคมีภัณฑ์อย่างคุ้มค่า* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย*   *กิจกรรม:* *เพิ่มมูลค่าให้ขยะพลาสติก*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีโจทย์ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจัดทำสินค้าของที่ระลึกที่ตอบโจทย์ชุมชนหรือโรงเรียน โดยนำกล่องพลาสติกรีไซเคิลเบอร์ 6 ที่เป็นวัสดุเหลือใช้หรือขยะมาสร้างสรรค์ผลงานเป็น เครื่องประดับ พวงกุญแจ ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อนำรายได้ไปใช้ในงานการกุศลต่างๆ ตามความเหมาะสม * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อออกแบบแนวคิดเกี่ยวกับการของที่ระลึกที่จะจัดทำ และแนวทางการจำหน่ายสินค้า โดยเขียนสรุปเป็น Mind Mapping ลงบนกระดาษปรู๊ฟ ซึ่งผู้สอนอาจแนะนำหัวข้อนำความคิด เช่น * *ชื่อของที่ระลึก และภาพประกอบ ซึ่งอาจจะเป็นเซตหรือเดียวก็ได้* * *จำนวนสินค้าที่ผลิตและจัดจำหน่าย* * *ราคาขาย* * *ช่องทางการโปรโมทและขายสินค้า* * *ฯลฯ* * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและจัดทำของที่ระลึกตามที่ออกแบบไว้ เมื่อเสร็จแล้วให้จัดทำโปสเตอร์หรือ Content เพื่อโปรโมทสินค้าทั้งช่องทางออนไลน์และช่องทางทั่วไป เช่น ปิดประกาศตามบอร์ดของโรงเรียน ฯลฯ | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ * การคิดวิเคราะห์และสรุปข้อมูลอย่างมีเหตุผล * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผลและเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากการเรียนรู้ในห้องโครงงาน * การฟังอย่างลึกซึ้ง (สติ) |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | ตัดออกมาเป็นสี่เหลี่ยมชิ้นเล็กๆ Cut small piecesเอาออกจากเตาอบ ทิ้งให้เย็น Let cool the plasticDIY เครื่องประดับจากกล่องพลาสติกเหลือใช้ DIY Jewelry from Upcycle Plastic   * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันจัดทำบัญชีต้นทุนและบันทึกรายการขาย จนกระทั่งหมดเวลาหรือขายสินค้าได้ตามจำนวนที่ผลิตไว้ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันจัดทำสรุปการขาย แล้วแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากสิ่งที่ทำ (Reflection) ถึง สิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่อยากจะพัฒนาต่อยอดเคล็ดลับหรือเทคนิคต่างๆ ที่ได้จากการลงมือทำ และความรู้สึกหรือความประทับใจที่เกิดขึ้น * ผู้สอนให้ผู้เรียนลอง *ประเมินตนเองด้วยกราฟใยแมงมุม* ซึ่งหัวข้อประเมินอาจจะช่วยกันระดมความคิดว่าควรมีหัวข้อสำคัญอะไรบ้าง และช่วงคะแนนเป็นอย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนประเมินตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลเพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง โดยอาจใช้คำถามว่า *ครั้งต่อไปเราจะทำอย่างไรให้ได้คะแนนสูงสุด ?* ลงในกระดาษ A4 ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนอาจร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ตามความสมัครใจ   รูปภาพที่เกี่ยวข้องรูปภาพที่เกี่ยวข้อง |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *ความคิดสร้างสรรค์*  *ระดมความคิดพร้อมวิธีแก้ปัญหา* | *ลำดับขั้นตอน*  ***(ลำดับขั้นก่อนหน้านี้)*** | ***การคิดอย่างมีวิจารณญาณ***  *ตั้งคำถามและประเมินความคิดและการแก้ปัญหา* | *ลำดับขั้นตอน*  ***(ลำดับขั้นก่อนหน้านี้)*** |
| ***จินตนาการ*** | * ใช้ความรู้สึก ใช้ความเห็นอกเห็นใจ   การสังเกต และอธิบายความเกี่ยวโยง  ของประสบการณ์ของตนและข้อมูลที่ได้   * สำรวจ ค้นหา ระดมความคิด | * 1, 2, 3 * 2, 3 | * เข้าใจบริบทและขอบเขตของปัญหาที่เกิดขึ้น * ทบทวนทฤษฎีทางเลือกความคิดเห็นและเปรียบเทียบเพื่อหามุมมองเกี่ยวกับปัญหา   ที่เกิดขึ้น | * 1, 2, 3 * 2, 3 |
| ***สอบถาม*** | * เพื่อสร้างความสัมพันธ์ สร้างมุมมองเชิงบูรณาการ สร้างวินัย และอื่นๆ * ลองเล่นกับความผิดปกติ ความเสี่ยงความคิดที่แตกต่างจากกรอบโดยสิ้นเชิง | * 2, 3 * 3 | * ระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของหลักฐานข้อโต้แย้ง คำอ้างและความเชื่อ * ความท้าทายของสมมติฐาน ตรวจสอบความ   ถูกต้อง วิเคราะห์ช่องว่างในการเรียนรู้ | * 2, 3 * 2, 3 |
| ***ลงมือทำ***  ***และแบ่งปัน*** | * นึกภาพ แสดงสิ่งที่คิด ผลิต คิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ หาวิธีการแก้ปัญหาการทำงาน * ชื่นชมมุมมองความแปลกใหม่ทางการแก้ปัญหาหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ | * 2, 3 * 3 | * ประเมิน หาพื้นฐาน แสดงความคิดเห็น   มีผลิตผลเชิงตรรกะ มีเกณฑ์จริยธรรม  หรือสุนทรียศาสตร์ มีการหาเหตุผล   * ตระหนักถึงอคติทางมุมมองของตนเอง (ตามที่ได้รับจากผู้อื่น) ความไม่แน่นอน ข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหา | * 3 * 3 |

*เกณฑ์การให้คะแนนนี้ได้กล่าวถึงเพียงมิติเดียวในส่วนของการให้คะแนนทั่วไปตามที่อธิบายข้างต้น นับเป็นวิธีหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าครูผู้สอนสามารถอธิบายและให้คะแนนตามผลงานของผู้เรียน ขอแนะนำว่าครูผู้สอนควรกำหนดระดับของความสำเร็จในมิติอื่นๆ ของเกณฑ์การให้คะแนนด้วย*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***ระดับการคิด*** | ***ระดับ 1*** | ***ระดับ2*** | ***ระดับ3*** | ***ระดับ4*** |
| ***จินตนาการ***  *ความรู้สึก ความเอาใจใส่ การสังเกต*  *การอธิบายเพื่อเชื่อมโยงระหว่าง*  *ประสบการณ์เดิมและความรู้ใหม่*  *สำรวจ ค้นหา และสร้างความคิด*  ***(ขั้นตอนที่ 2, 3)*** | ผู้เรียนแสดงให้เห็นการให้  ความร่วมมือกับกิจกรรม  น้อย | ผู้เรียนแสดงให้เห็นการให้  ความร่วมมือกับกิจกรรม  ค่อนข้างน้อย | ผู้เรียนแสดงให้เห็นการให้  ความร่วมมือกับกิจกรรม  อย่างชัดเจน | ผู้เรียนแสดงให้เห็น  ความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วม  ในกิจกรรมอย่างชัดเจน |
| ***ลงมือทำและแบ่งปัน***  *แสดงสิ่งที่คิด ผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่*  *หาวิธีการแก้ปัญหาการทำงาน*  *ชื่นชมมุมมองความแปลกใหม่ทางการแก้ปัญหาหรือผลกระทบ*  *ที่อาจเกิดขึ้นได้*  ***(ขั้นตอนที่ 2, 3)*** | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน ยังมีข้อจำกัดของการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบ | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน มีการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบบ้าง แต่ยังเบี่ยงเบนไปจากความรู้เดิมเล็กน้อย | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน มีการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบค่อนข้างชัดเจน มีการอ้างอิงจากศาสตร์อื่นบ้างมาอภิปรายเพิ่มเติม  แต่แนวคิดยังคล้ายกับที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ แต่ปรับใหม่เป็นรูปแบบของตัวเอง | สิ่งที่คิดขึ้นใหม่และการอธิบายคำตอบของผู้เรียน มีการยกตัวอย่างประกอบเหตุและผลของการได้มาซึ่งคำตอบชัดเจน มีการอ้างอิงศาสตร์วิชาอื่นๆ มาเชื่อมโยงประกอบ มีเหตุผลที่น่าเชื่อถือ มีการอภิปรายแนวคิดเพิ่มเติมที่ต่างไปจากที่เคยมีมาแต่เดิมเป็นตัวของตัวเองชัดเจน |