**แผนการจัดการเรียนรู้**

# ***“STEM Bioplastic Project”***

***(พลาสติกชีวภาพ)***



***Bioplastic (พลาสติกชีวภาพ)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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** * *สารอาหาร* * *สารในชีวิตประจำวัน* * *การจำแนกสาร* * *คุณสมบัติของสาร* * *การสกัดสารด้วยตัวทำละลาย* * *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)* * *การออกแบบและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์* * **วิชาวิศวกรรมศาสตร์** * *ขยะพลาสติก* * *พลาสติกชีวภาพ* * *การแปรรูปวัตถุดิบจากธรรมชาติ* * *การใช้ชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย* * *ระบุปัญหา* * *รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา* * *ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา* * *วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา* * *ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน* * *นำเสนอผลงาน* * **วิชาคณิตศาสตร์** * *ชั่ง ตวง วัด* * *อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ* * *การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด* * *การนำเสนอข้อมูล* | | |

|  |
| --- |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| ***ด้านความรู้***   * เข้าใจและอธิบายการจำแนกสาร คุณสมบัติของสาร การแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย และเลือกใช้สารในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม * เข้าใจและอธิบายวิธีการและขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ * เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง * เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา * เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบกับการตัดสินใจและแก้ปัญหา * เข้าใจถึงอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และสามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้หลากหลาย * เข้าใจเกี่ยวกับการคาดคะเนขนาด พื้นที่ น้ำหนัก 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 * เชื่อมโยงกับเรื่องการจัดการขยะพลาสติก * เชื่อมโยงกับเรื่องการแปรรูปวัตถุดิบจากธรรมชาติ * เชื่อมโยงกับเรื่องการใช้ชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม * ศักยภาพการใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน หรือการนำเสนอด้วยภาษาต่างประเทศ | |

|  |
| --- |
| **เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ** |
| * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “พลาสติกชีวภาพ” * <https://www.the101.world/shellworks/> * <https://www.scimath.org/article-chemistry/item/7584-3> * <https://www.youtube.com/watch?v=eqlM6NLRIzY> * <https://www.youtube.com/watch?v=aHpLbu8QO1I> * <https://www.youtube.com/watch?v=ilPJk0yI5vQ> * <https://siamrath.co.th/n/51018> * <https://www.youtube.com/watch?v=OcvV1MUsnIY> * <https://www.takieng.com/stories/11654> * <https://themomentum.co/green-next-door-bio-plastic/> * <https://www.youtube.com/watch?v=VkC8GIL9YmM> * <https://thestandard.co/thailand-plan-to-ban-7-types-of-plastic/> | | |
| **เครื่องมือและอุปกรณ์การเรียนรู้** | |
| * เครื่องโปรเจคเตอร์/ TV * เครื่องคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต * ไวท์บอร์ด * ปากกาไวท์บอร์ด * กระดาษปรู๊ฟ * กระดาษ A4 * กระดาษ Post-it * ปากกาหมึกสี/สีชอล์ค/สีไม้ | | |

*ตารางนี้แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนอาจนำไปประยุกต์ใช้และประเมินผลได้ ซึ่งสามารถนำการจัดการเรียนรู้อื่นมามาประยุกต์ใช้ได้ด้วย และผู้สอนอาจหาวิธีปรับกระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของกลุ่มผู้เรียนและสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 1 | ชั่วโมงที่  1 - 2 | *Kick off*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนดูภาพเกี่ยวกับปัญหาการจัดการขยะพลาสติก แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันสะท้อนความรู้สึกและ อภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าขยะพลาสติกจะส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง ?   https://thestandard.co/wp-content/uploads/2019/01/COVER-WEB-51.jpg  Stork trapped in plastic bagà¹à¸à¹à¸²à¸à¸¹à¸à¸´à¸à¸­à¸¢à¸¹à¹à¹à¸à¸à¹à¸§à¸¢à¸à¸¥à¸²à¸ªà¸à¸´à¸à¸¡à¹à¸²à¸à¹à¸³   * ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มและร่วมกันระดมความคิดถึงแนวทางการจัดการขยะพลาสติกหรือลดการใช้ขยะพลาสติกในชีวิตประจำวันที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง | * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * การใช้ประสาทสัมผัส * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคิดลงบนกระดาษปรู๊ฟ พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม แล้วนำผลงานไปแปะที่ผนังห้องเรียงกัน จากนั้นให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนๆ กลุ่มอื่นได้อย่างอิสระ * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงแนวทางการจัดการขยะพลาสติกที่สามารถทำได้ด้วยตนเองอย่างง่ายและยั่งยืน จากนั้นผู้สอนเกริ่นให้ความรู้กับผู้เรียนเกี่ยวกับ “พลาสติกชีวภาพ”ซึ่งสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบธรรมชาติ (พืชและสัตว์) ย่อยสลายได้ง่าย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม   จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวางแผนโครงงาน พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) โดยให้ผู้เรียนช่วยกันคิดหาข้อมูล ดูหลักสูตรของระดับชั้น ว่า   * *ต้องเรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง ?* * *ต้องเรียนรู้วิชาอะไรบ้าง ?* * *ต้องมีพื้นฐานการเรียนรู้อะไรมาก่อนบ้าง ?* * ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันเขียนความคิดเห็นลงใน Mind Mapping เช่น * *หัวข้อความรู้ของระดับชั้นที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน* * *เรื่องที่จำเป็นต้องรู้ก่อนถึงจะทำโครงงานนี้ได้* * *วิทยากรที่อยากเชิญมาให้ความรู้หรือมาทำ Workshop ในโครงงาน* * *การเรียนรู้นอกสถานที่* * *ผลงานที่อยากจะทำเกี่ยวกับโครงงาน*   จากนั้นนำ Mind Mapping โครงงานนี้แปะไว้ที่ผนังห้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นบ่อยๆ ซึ่งเป็นการทบทวนหรือตรวจสอบตนเองและกลุ่มตลอดการเรียนรู้ในโครงงานนี้ |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 2 | ชั่วโมงที่  3 - 4 | ***วิชา วิทยาศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *สารอาหาร* * *สารในชีวิตประจำวัน (การจำแนกสารและคุณสมบัติของสาร)* * *การสกัดสารด้วยตัวทำละลาย* * *กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*   *กิจกรรม:* *พลาสติกหม่ำได้*   * ผู้สอนถามชวนให้ผู้เรียนคิดว่า *พลาสติกสามารถนำไปสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อะไรได้บ้าง ?* พร้อมทั้งยกตัวอย่าง แล้วให้ผู้เรียนคิดต่อว่า *พลาสติกทำมาจากอะไร ?* ให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น * ผู้สอนเกริ่นให้ความรู้กับผู้เรียนว่า ไบโอพลาสติก (Bioplastic) เป็นพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เป็นพลาสติกย่อยสลายชนิดหนึ่งที่มีกลไกการย่อยสลายด้วยเอนไซม์และแบคทีเรียในธรรมชาติ เมื่อย่อยสลายหมดแล้วจะได้น้ำ มวลชีวภาพ ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตของพืช ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งไบโอพลาสติกสามารถทำด้วยวัสดุธรรมชาติ เช่น แป้งจากพืช ฯลฯ * ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม แล้วแจกวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทดลองและสร้างสรรค์พลาสติกจากนมสดให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้ * *นมสด* * *น้ำส้มสายชู* * *สีผสมอาหารจากธรรมชาติ* * *เบ้ารูปทรงต่างๆ* * *ตะแกรงกรอง หรือผ้าขาวบาง* * *หม้อต้ม* * *เตาแก๊สหรือเตาไฟฟ้า* | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * การแลกเปลี่ยนเรียนร่วมกัน * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ให้ผู้เรียนช่วยกันทดลองและสร้างสรรค์พลาสติกจากนมสด ตามขั้นตอนดังนี้ * *ต้มนมให้ร้อน แต่ไม่เดือด* * *เติมน้ำส้มสายชู ลงไปกวนจนกว่าจะได้นมเป็นก้อนเล็กๆ ประมาณ 1 นาที* * *กรองของแข็งในหม้อต้มนมที่ได้ออกด้วยตะแกรง แล้วทิ้งก้อนนมที่ได้ให้เย็นลง* * *ล้างของแข็งที่ได้จากนมด้วยน้ำสะอาด อาจใช้ทิชชูซับน้ำให้แห้ง* * *นำของแข็งที่ได้มาปั้นขึ้นรูปทรงต่างๆ เช่น ลูกเต๋า ทรงกลม หรือรูปทรงตามแม่พิมพ์* * *ทิ้งไว้ให้แข็งขึ้นประมาณ 2-3 วัน*   http://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/resize_jpg.php?h=400&w=500&img=../../../../html_edu/mcp/temp_informed/12791_0.jpghttp://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/resize_jpg.php?h=400&w=500&img=../../../../html_edu/mcp/temp_informed/12791_5.jpghttp://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/resize_jpg.php?h=400&w=500&img=../../../../html_edu/mcp/temp_informed/12791_8.jpg  http://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/resize_jpg.php?h=400&w=500&img=../../../../html_edu/mcp/temp_informed/12791_6.jpghttp://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/resize_jpg.php?h=400&w=500&img=../../../../html_edu/mcp/temp_informed/12791_4.jpghttp://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/resize_jpg.php?h=400&w=500&img=../../../../html_edu/mcp/temp_informed/12791_3.jpg   * เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดลองและสร้างสรรค์พลาสติกจากนมเสร็จแล้ว ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปการทดลองและความคิดต่อยอดเพื่อสร้างสรรค์ผลงานหรือผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ โดยเขียนลงบนกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานไปแปะเรียงกัน พร้อมทั้งวางชิ้นงานประกอบ แล้วให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากผลงานของเพื่อนๆ กลุ่มอื่นได้อย่างอิสระ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงเหตุผลที่ทำให้นมสดสามารถแปรรูปเป็นพลาสติกได้ * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ แบ่งปันความรู้ความประทับใจที่เกิดขึ้น |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 3 | ชั่วโมงที่  5 - 8 | ***วิชา คณิตศาสตร์***  ***วิชา เทคโนโลยี***  ***วิชา วิศวกรรมศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *ขยะพลาสติก* * *พลาสติกชีวภาพ* * *การแปรรูปวัตถุดิบจากธรรมชาติ* * *การใช้ชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย*   *กิจกรรม/โครงงาน:* *พลาสติกชีวภาพ*   * ผู้สอนถามชวนให้ผู้เรียนคิดถึงขยะพลาสติกว่า *ในแต่ละวันจะมีปริมาณขยะพลาสติกประมาณเท่าไร และส่วนใหญ่มาจากขยะพลาสติกที่ใช้ทำอะไร ?* ให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งยกตัวอย่างหรือให้เหตุผลประกอบ จากนั้นผู้สอนอาจนำสถิติเกี่ยวกับขยะพลาสติกให้ผู้เรียนวิเคราะห์คำตอบและแนวโน้มจำนวนขยะพลาสติกในอนาคต * ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม แล้วร่วมกันระดมความคิดถึงแนวทางการลดขยะพลาสติก จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำงานตามกระบวนออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยให้ออกแบบและสร้างสรรค์พลาสติกจากวัตถุดิบจากธรรมชาติ (อาจจะเป็นพืชหรือสัตว์ก็ได้ เช่น แป้งกล้วย เปลือกทุเรียน เปลือกกุ้ง เป็นต้น) เพื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ เช่น แผ่นรองแก้ว ถ้วย กระถางต้นไม้ ฯลฯ * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับการทำพลาสติกชีวภาพจากธรรมชาติ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและสรุปแนวคิดการออกแบบและสร้างสรรค์พลาสติกชีวภาพ ลงบนกระดาษปรู๊ฟ พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม ซึ่งผู้สอนอาจแนะนำหัวข้อนำพาการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เช่น ชื่อโครงงาน กระบวนการผลิต การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย (โดยประมาณและมีเหตุผลประกอบ) ฯลฯ | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากการเรียนรู้ในห้องโครงงาน * การฟังอย่างลึกซึ้ง (สติ) |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำแนวคิดที่ออกแบบไว้ไปแปะที่ผนังห้องเรียงกัน จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนนั่งวงล้อมสนทนากันถึงแนวคิดที่จะสร้างสรรค์ชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันวางแผนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และวัตถุดิบที่จำเป็นต้องใช้ * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างสรรค์พลาสติกชีวภาพตามที่ออกแบบไว้ เมื่อสร้างสรรค์ผลงานเสร็จแล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ กระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สิ่งที่ได้เรียนรู้ และสิ่งที่ตนเองได้มีการพัฒนามากขึ้น โดยทำเป็นโปสเตอร์ประกอบการจัดแสดงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง   Related imagehttps://mpics.mgronline.com/pics/Images/557000013737002.JPEG |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | ***การนำเสนอผลงานและงานนิทรรศการผลลัพธ์การเรียนรู้ (Presentation & Exhibition)***   * ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานตามวิธีการที่ออกแบบไว้อย่างเป็นธรรมชาติ โดยอาจจะนำเสนองานด้วยโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน (MS PowerPoint, Canva, Prezi) การนำเสนองานด้วยโปสเตอร์ Infographic, การจัดการแสดง Role Play*,* รูปแบบ Game Show ผ่าน Mobile Application (Kahoot, Quizizz, Plickers, Socrative) ,หรือรูปแบบ TEDx Talks เป็นต้น และให้นำผลงานการเรียนรู้ของตนเองออกมาแสดงในงานนิทรรศการ โดยให้ผลงานผู้เรียนแต่ละคนหรือผลงานแต่ละกลุ่มทั้งหมดที่ได้ทำในโครงงานมาจัดแสดง พร้อมทั้งตกแต่งบูธแสดงผลงานให้สวยงาม ได้แก่ * *พลาสติกหม่ำได้* * *พลาสติกชีวภาพและผลิตภัณฑ์* * *บันทึกการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม/โครงงาน*   ถ้าเป็นไปได้อาจเปิดโอกาสให้คนที่สนใจเข้าร่วมงาน เช่น คุณครูในโรงเรียน นักเรียนชั้นอื่นๆ เป็นต้น ได้เข้าร่วม ชื่นชมผลงาน พูดคุย ซักถาม และเข้าร่วมกิจกรรมที่บางกลุ่มอาจมีการเตรียมให้ร่วมสนุก และหากมีความพร้อมเรื่องสถานที่ เวลา และโอกาส ควรขยาย Scale ของงานนิทรรศการนี้ด้วยการเชิญบุคคลภายนอกให้มาร่วมงานด้วยจะเป็นประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้เรียนได้ดีมากยิ่งขึ้น เช่น *ผู้ปกครอง อาจารย์ผู้สอนและนักเรียนจากโรงเรียนอื่นๆ เป็นต้น* | * การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผลและเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * คิดสร้างสรรค์ผลงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | ***การสะท้อนคิดจากสิ่งที่ทำ (Reflection)***   * ให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ ความคิด และความรู้สึก ที่มีต่อการเรียนรู้แบบ STEM Project ว่า * สิ่งที่แตกต่างระหว่างการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงานแบบนี้กับการเรียนแบบเดิมที่เคยเรียนมา * สิ่งที่ตัวเองได้เรียนรู้นอกจากเนื้อหาบทเรียน * สิ่งที่ตัวเองรู้สึกเปลี่ยนแปลงไป * สิ่งที่อยากจะบอกกับตัวเอง/ที่ค้นพบในตัวเอง * สิ่งที่อยากจะบอกเพื่อนร่วมทีม * สิ่งที่อยากจะนำไปต่อยอด/ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน * เรื่องอื่นๆ ที่อยากพูด * ให้ผู้เรียนลอง *ประเมินตนเองด้วยกราฟใยแมงมุม* ซึ่งหัวข้อประเมินอาจจะช่วยกันระดมความคิดว่าควรมีหัวข้อสำคัญอะไรบ้าง และช่วงคะแนนเป็นอย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนประเมินตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลเพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง โดยอาจใช้คำถามว่า *ครั้งต่อไปเราจะทำอย่างไรให้ได้คะแนนสูงสุด ?* ลงในกระดาษ A4 ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนอาจร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ตามความสมัครใจ   รูปภาพที่เกี่ยวข้องRelated image | * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากการเรียนรู้ในห้องโครงงาน * การฟังอย่างลึกซึ้ง (สติ) |

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