**แผนการจัดการเรียนรู้**

# ***“STEM Magnetic Levitation Transport Project”***

***(ขนส่งทางราง)***



***Magnetic Levitation Transport (ขนส่งทางราง)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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* * *แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ* * *แม่เหล็กไฟฟ้า* * *พลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน* * *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)* * *การออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน 3 มิติ* * *การใช้งานโปรแกรมประยุกต์หาพิกัดตำแหน่ง ระยะทาง เส้นทาง และสถานที่ต่างๆ (เช่น Google Map, Google Earth เป็นต้น)* * **วิชาวิศวกรรมศาสตร์** * *การขนส่งทางราง* * *เทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูง* * *สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI)* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย* * *ระบุปัญหา* * *รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา* * *ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา* * *วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา* * *ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน* * *นำเสนอผลงาน* * **วิชาคณิตศาสตร์** * *ขนาด พื้นที่ และน้ำหนัก* * *การวัด หน่วยวัด และการเปรียบเทียบ* * *อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ* * *การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น* * *การนำเสนอข้อมูล* | | |

|  |
| --- |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| ***ด้านความรู้***   * จำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้ และอธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุ * เข้าใจและอธิบายสนามแม่เหล็กโลก ขั้วแม่เหล็ก แรงที่เกิดจากแม่เหล็ก และการนำไปใช้ประโยชน์ * เข้าใจและอธิบายการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า แรงไฟฟ้า และสนามไฟฟ้า * อธิบายชนิดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ * อธิบายเกี่ยวกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ กฎอนุรักษ์พลังงานและการนำไปใช้ประโยชน์ * เข้าใจและอธิบายวิธีการและขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ * เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง * เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา * เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบกับการตัดสินใจและแก้ปัญหา * เข้าใจถึงอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และสามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้หลากหลาย * เข้าใจเกี่ยวกับการคาดคะเนขนาด พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนัก 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 * เชื่อมโยงกับเรื่องภูมิศาสตร์และภูมิลักษณ์ของประเทศไทย ด้วยศาสตร์ของวิชาสังคมศึกษา * เชื่อมโยงกับเรื่องการขนส่งทางราง (ขนส่งมวลชนและขนส่งสินค้า) * เชื่อมโยงกับวิวัฒนาการและเทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูง * ศักยภาพการใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน หรือการนำเสนอด้วยภาษาต่างประเทศ | |

|  |
| --- |
| **เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ** |
| * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “รถแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างง่าย” * <https://www.youtube.com/watch?v=J9b0J29OzAU> * <https://www.youtube.com/watch?v=TEFJ_qP7WnU> * <https://www.youtube.com/watch?v=yL0TRmprhEM> * <https://www.youtube.com/watch?v=c2RtsL0Uz2g> * <https://www.youtube.com/watch?v=psjD_Ra1ZS8> * ตัวอย่างเกี่ยวกับ “โมเดลรถแม่เหล็กไฟฟ้าจำลอง” * <https://www.youtube.com/watch?v=sqnG00B_WKk> | | |
| **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 (เคลื่อนที่…ต่อราง)*   * ผู้สอนถามถึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับรถไฟ เช่น ใครเคยเดินทางด้วยรถไฟบ้าง ความรู้สึกเวลานั่ง ฯลฯ ให้ผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนและแบ่งปันประสบการณ์ของกันและกัน * ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเล่นเกม “เคลื่อนที่…ต่อราง” จากนั้นผู้สอนแจกวัสดุอุปกรณ์ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ * *แม่เหล็ก 1 คู่/กลุ่ม* * *กระดาษ A4 ตามจำนวนสมาชิกกลุ่ม* * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มวาดภาพตกแต่งรถไฟบนแม่เหล็กก้อนหนึ่ง เมื่อเสร็จแล้วผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกม “เคลื่อนที่…ต่อราง” โดยมีกติกาดังนี้ * *ผู้สอนและผู้เรียนกำหนดจุดสถานีเริ่มต้นและจุดสถานีสุดท้าย* * *ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเคลื่อนที่รถไฟแม่เหล็กบนกระดาษ A4 ซึ่งเปรียบเสมือนรางรถไฟและต่อรางให้รถไฟแม่เหล็กเคลื่อนไปได้เรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดสถานีสุดท้าย* * *ผู้เรียนกลุ่มใดช่วยกันทำให้รถไฟแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปจนถึงจุดสถานีสุดท้ายก่อนถือว่าชนะ* * เมื่อเล่นเกมเสร็จแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการเล่นเกมและอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึง *ความเร็วของรถไฟทำให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานอย่างไรบ้าง ?* จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวางแผนโครงงาน ขนส่งทางราง (Magnetic Levitation Transport) โดยให้ผู้เรียนช่วยกันคิด หาข้อมูล ดูหลักสูตรของระดับชั้น ว่า * *ต้องเรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง ?* * *ต้องเรียนรู้วิชาอะไรบ้าง ?* * *ต้องมีพื้นฐานการเรียนรู้อะไรมาก่อนบ้าง ?* | * การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันเขียนความคิดเห็นลงใน Mind Mapping เช่น * *หัวข้อความรู้ของระดับชั้นที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน* * *เรื่องที่จำเป็นต้องรู้ก่อนถึงจะทำโครงงานนี้ได้* * *วิทยากรที่อยากเชิญมาให้ความรู้หรือมาทำ Workshop ในโครงงาน* * *สถานที่ที่อยากไปเรียนรู้นอกสถานที่* * *ผลงานที่อยากจะทำตอนท้ายโครงงาน*   จากนั้นนำ Mind Mapping โครงงานนี้แปะไว้ที่ผนังห้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นบ่อยๆ ซึ่งเป็นการทบทวนหรือตรวจสอบตนเองและกลุ่มตลอดการเรียนรู้ในโครงงานนี้ |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 2 | ชั่วโมงที่  3 - 4 | ***วิชา วิทยาศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *วัสดุรอบตัว* * *แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ* * *แม่เหล็กไฟฟ้า* * *พลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน* * *กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*   *กิจกรรม:* *รถไฟฟ้าแม่เหล็ก (Maglev)*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนชมวีดิทัศน์ ดูให้รู้: รถล้ำอนาคต Linear Motor Car เพื่อเรียนรู้การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนความเร็วสูงของญี่ปุ่น แม้ว่ารถไฟความเร็วสูงชิงกันเซ็นมีมานานกว่า 50 ปี ญี่ปุ่นยังไม่หยุดพัฒนาและกำลังจะมีรถไฟความเร็วสูงที่เร็วยิ่งไปกว่าเดิมอีกเท่าตัว ที่มีชื่อว่า Linear Motor Car ความเร็วสูงถึง 600 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ญี่ปุ่นเริ่มคิดค้น Linear Motor Car มาตั้งแต่ยังไม่เริ่มใช้ชิงกันเซ็นเลย พอคิดชิงกันเซ็นได้สำเร็จ ญี่ปุ่นเริ่มลงมือคิดระบบรถไฟความเร็วสูงแบบใหม่ทันที ทั้งที่ชิงกันเซ็นยังไม่เริ่มเปิดใช้งานเลย เพราะรู้ว่าต้องใช้เวลาอีกหลายสิบปีกว่าจะ ลองถูกลองผิด จนสำเร็จ โดยรับชมวีดิทัศน์จาก <https://www.youtube.com/watch?v=9_1H0_I8ZQk&pbjreload=10> * เมื่อรับชมวิดีโอจบแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดและสะท้อนการเรียนรู้ โดยผู้สอนแจกกระดาษ Post-it 3 แผ่น (แยกสี) แล้วให้ผู้เรียนเขียนถึง สิ่งที่ได้เรียนรู้ ความรู้สึกที่เกิดขึ้น และสามารถนำไปต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร * ผู้สอนและผู้เรียนแลกเปลี่ยนมุมมองความคิดเห็นจากคำตอบในกระดาษ Post-it โดยให้ผู้เรียนอ่านสิ่งที่ตนเองเขียนกันทีละคน และให้โอกาสเพื่อนๆ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันจัดหมวดหมู่ความคิด ด้วยการนำ Post-it ที่มีความคิดเห็นใกล้เคียงกันมาไว้ใกล้กัน และแยกหมวดหมู่ความคิดเห็นอื่นๆ ให้ชัดเจน * ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มทดลองสร้างรถไฟฟ้าแม่เหล็กจากถ่านไฟฉายและแม่เหล็ก และระบบรางจากลวดทองแดงเปลือยม้วนเป็นสปริง แล้วแจกวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * คุณภาพของแนวคิดจากการคิดสะท้อนกลับและการอภิปราย |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * *ลวดทองแดงเปลือย ม้วนเป็นสปริง* * *ท่อ PVC สำหรับม้วนลวดทองแดง (จำนวน1 ท่อน/กลุ่ม)* * *แม่เหล็กแรงสูงแบบกระดุม (จำนวน 10 ก้อน/กลุ่ม)* * *ถ่านไฟฉาย AA และ AAA* * *สก๊อตเทปใส กรรไกร และคีมตัดเล็ก* * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดออกแบบรถไฟฟ้าแม่เหล็กและเส้นทางอุโมงค์รางจากวัสดุอุปกรณ์ที่มี โดยให้ผู้เรียนช่วยกันทดสอบการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้าแม่เหล็กด้วยการเพิ่มหรือลดจำนวนก้อนแม่เหล็กและปรับระยะห่างระหว่างขดลวดแต่ละวงรอบหรือหาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของความยาวกับระยะทางอุโมงค์ราง ซึ่งผู้สอนอาจแนะนำวิธีการเบื้องต้นในการติดตั้งขั้วแม่เหล็กกับขั้วถ่านไฟฉายได้ตามความเหมาะสม |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดลองทำให้รถไฟฟ้าแม่เหล็กเคลื่อนที่ได้แล้ว จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบและสร้างอุโมงค์รางทางตรงสำหรับรถไฟฟ้าแม่เหล็กให้สามารถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดในระยะทาง 100 ซม. โดยร่วมกันระดมความคิดถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่และความเร็วของรถไฟฟ้าแม่เหล็ก โดยอาจจะกำหนดตัวแปรต้น (จำนวนแม่เหล็ก จำนวนรอบหรือความห่างระหว่างรอบของลวดทองแดง) ตัวแปรตาม (ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง) และตัวแปรควบคุม (ระยะทาง เส้นผ่าศูนย์กลางของขดลวดทองแดง และพลังงานถ่านไฟฉาย) แล้วออกแบบการทดลอง ทดลองบันทึกผล สรุปผล และอภิปรายผลถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่และความเร็วของรถไฟฟ้าแม่เหล็กที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้น * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำรถไฟฟ้าแม่เหล็กและอุโมงค์รางทางตรงที่สร้างขึ้นมาแข่งขันกันว่า *รถไฟฟ้าแม่เหล็กของกลุ่มใดสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด และปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่และความเร็วของรถไฟฟ้าแม่เหล็กของแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างไร* จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมเขียนลงบนกระดานปรู๊ฟ พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม เสร็จแล้วให้นำผลงานไปแปะที่ผนังห้องเรียงกัน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันโดยการเดินวนดู อ่าน คิด วิเคราะห์ ผลงานของเพื่อนๆ กลุ่มอื่นได้อย่างอิสระ * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปการเรียนรู้ และแบ่งปันความรู้สึกความประทับใจที่เกิดขึ้น |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
| 3 | ชั่วโมงที่  5 - 8 | ***วิชา คณิตศาสตร์***  ***วิชา เทคโนโลยี***  ***วิชา วิศวกรรมศาสตร์***   * ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน ซึ่งอาจจะสอดแทรกหัวข้อความรู้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น * *การขนส่งทางราง* * *เทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูง* * *สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI)* * *การออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย*   *กิจกรรม/โครงงาน:* *โมเดลจำลอง “รถไฟขนส่งสินค้าสู่ภูมิภาค”*   * ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยให้ผู้เรียนนำผลงานรถไฟฟ้าแม่เหล็ก (Maglev) มาพัฒนาต่อยอดการเรียนรู้เป็นโมเดลจำลอง “รถไฟขนส่งสินค้าสู่ภูมิภาค” โดยมีเงื่อนไขที่ท้าทายดังนี้ * *ระยะทางการขนส่งไม่ต่ำกว่า 500 กิโลเมตร* * *กำหนดมาตราส่วนระยะทางของโมเดลให้ใกล้เคียงความจริงที่สุด* * *มีสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์หรือสถานที่ที่สำคัญหรือเป็นสัญลักษณ์ว่ารถไฟเคลื่อนที่ผ่านจังหวัดใด* * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดและเลือกสินค้าของจังหวัดต้นทางขนส่งไปยังจังหวัดปลายทาง ซึ่งอาจเป็นสินค้าที่บ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) หรือสินค้าเด่นของจังหวัดนั้นๆ จากนั้นให้ใช้เทคโนโลยีโปรแกรมประยุกต์หาพิกัดตำแหน่ง ระยะทาง เส้นทาง และสถานที่ต่างๆ เพื่อนำมาออกแบบแนวคิดโมเดลตามมาตราส่วนที่เหมาะสม * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างโมเดลจำลอง “รถไฟขนส่งสินค้าสู่ภูมิภาค” จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลงาน กระบวนการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำโครงงาน โดยทำเป็นรูปแบบโปสเตอร์ Infographic เลือกใช้งานโปรแกรมสื่อนำเสนอได้ตามความถนัด | * การคิด ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงาน * การวางแผนและลงมือปฏิบัติงานตาม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม * การทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน * กระบวนการคิดจากการถามคำถามและการให้เหตุผลในการตอบ * การตอบคำถามอย่างมีเหตุผล/วิธีคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ * ความกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น * ความคิดเห็นร่วมและความคิดเห็นเดิมที่สะท้อนให้เห็นจากการเรียนรู้ในห้องโครงงาน * การฟังอย่างลึกซึ้ง (สติ) |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  |  |  |
| **ขั้นที่** | **ระยะเวลา** | **บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน** | **โอกาสหรือสิ่งที่นำมาใช้ประเมินผล** |
|  |  | * ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สามารถถามตอบข้อสงสัยได้อย่างอย่างเป็นกัลยาณมิตร ซึ่งผู้สอนอาจแนะนำหัวข้อนำเสนอที่สำคัญ เช่น เหตุผลในการเลือกสินค้าและการขนส่งไปยังปลายทาง ระยะทาง ความเร็ว เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ความคุ้มค่าในการขนส่ง ประโยชน์จากการขนส่งสินค้านี้ ฯลฯ * ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากสิ่งที่ทำ (Reflection) ถึง สิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่อยากจะพัฒนาต่อยอด เคล็ดลับวิชาที่ได้จากการลงมือทำ และแบ่งปันความรู้สึกความประทับใจที่เกิดขึ้น * ผู้สอนให้ผู้เรียนลอง *ประเมินตนเองด้วยกราฟใยแมงมุม* ซึ่งหัวข้อประเมินอาจจะช่วยกันระดมความคิดว่าควรมีหัวข้อสำคัญอะไรบ้าง และช่วงคะแนนเป็นอย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนประเมินตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลเพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง โดยอาจใช้คำถามว่า *ครั้งต่อไปเราจะทำอย่างไรให้ได้คะแนนสูงสุด ?* ลงในกระดาษ A4 ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนอาจร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ตามความสมัครใจ   à¸£à¸¹à¸à¸ à¸²à¸à¸à¸µà¹à¹à¸à¸µà¹à¸¢à¸§à¸à¹à¸­à¸  Related image |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *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 |