

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา 12101

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สนุกกับแรงและพลังงาน

เรื่อง มหัศจรรย์แรงแม่เหล็ก

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

เวลา 14 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวปจรรย์ เหมมิตพานิชย์

ครูพี่เลี้ยง นายทวีภัทร ปัญญาวงศ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (S)

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบแน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เทคโนโลยี (T)

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

วิศวกรรม (E)

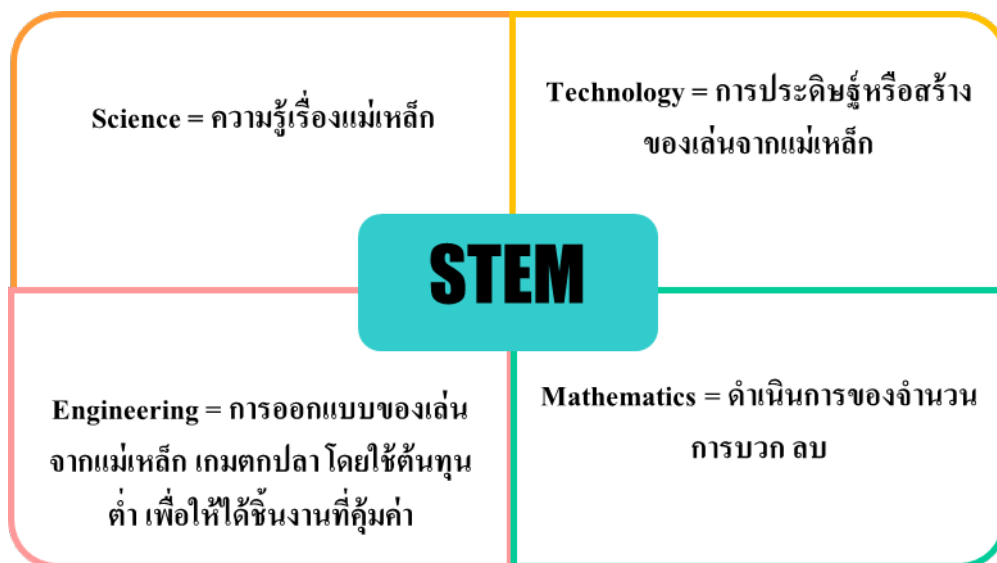
การบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เกี่ยวกับการออกแบบ วางแผน การแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความรู้ด้านเศรษฐศาสตร์ การแก้ปัญหาโดยใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ

คณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

การบูรณาการ STEM



2. ตัวชี้วัด

ว 4.1 ป.2/1 ทดลองและอธิบายแรงที่เกิดจากแม่เหล็ก

ป.2/2 อธิบายการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์

ค 1.2 ป.2/1 บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพัน และศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ง 2.1 ป.2/1 บอกประโยชน์ของสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

ง 2.1 ป.2/2 สร้างของเล่นของใช้อย่างง่าย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 2 มิติ ลงมือสร้าง และประเมินผล

ว 8.1 ป.2/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดไว้และตามความสนใจ

ป.2/2 วางแผนการสังเกต สืบรวจ ตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเองของกลุ่มและของครู

ป.2/3 ใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจ ตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล

ป.2/4 จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบและนำเสนอ

ป.2/5 ตั้งคำถามใหม่จากการสำรวจ ตรวจสอบ

ป.2/6 แสดงความคิดเห็นเป็นกลุ่มและรวบรวมเป็นความรู้

ป.2/7 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สํารวจ ตรวจสอบ อย่างตรงไปตรงมา
โดยการเขียนภาพ แผนภาพหรือคำอธิบาย

ป.2/8 นำเสนอผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่นเข้าใจกระบวนการและผลของงาน

3. สาระสำคัญ

วัตถุที่สามารถดึงดูดวัตถุที่เป็นเหล็กได้ เรียกว่า แม่เหล็ก แม่เหล็กมีแรงดึงดูดหรือผลักระหว่างแท่งแม่เหล็ก รอบแท่งแม่เหล็กมีสนามแม่เหล็กและสามารถดึงดูดวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็ก

แม่เหล็กมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปแท่งสี่เหลี่ยม รูปแท่งกลม รูปตัวยู รูปเกือกม้า เป็นต้น แม่เหล็กมีแรงดึงดูดหรือผลักระหว่างแท่งแม่เหล็ก รอบแท่งแม่เหล็กมีสนามแม่เหล็กและสามารถดึงดูดวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็กแม่เหล็กจะมีแรงดึงดูดหรือแรงผลักระหว่างแท่งแม่เหล็กนั้น ขึ้นอยู่กับการวางขั้วแม่เหล็ก

แม่เหล็กเมื่อถูกแขวนด้วยเชือกนึ่ง ๆ จะวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เสมอ โดยขั้วแม่เหล็กที่ชี้ไปทางทิศเหนือเรียกว่า ขั้วเหนือ (N) และขั้วแม่เหล็กที่ชี้ไปทางทิศใต้เรียกว่า ขั้วใต้ (S) ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดโลหะได้ดีที่สุดจะอยู่บริเวณปลายทั้ง 2 ข้างของแม่เหล็ก ที่เรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก

วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด เช่น พยายามอย่าให้มีสิ่งที่ไม่ใช่เหล็กอยู่ระหว่างกลางแม่เหล็กและเหล็ก ใช้แม่เหล็กในการดึงดูดเหล็ก เป็นต้น

แม่เหล็กมีประโยชน์ในการทำของเล่น ของใช้ และแม่เหล็กมีประโยชน์ในการนำไปแยกสารแม่เหล็กออกจากวัตถุอื่นได้ นักประดิษฐ์ได้นำแม่เหล็กมาสร้างเป็นส่วนประกอบของของเล่นและของใช้ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งของเล่นและของใช้ ของเล่นที่มีส่วนประกอบของแม่เหล็ก เช่น เกมตกปลา เกมรถเลื่อนแม่เหล็ก เกมตัวต่อแม่เหล็ก เป็นต้น ของใช้ เช่น ประตู กล่องดินสอ ประตูตู้เย็น แลบติดกระดานบนตู้เย็น โทรทัศน์ เป็นต้น

4. จุดประสงค์

- 4.1 ระบุชื่อแม่เหล็กตามรูปร่างของแม่เหล็กได้ (K)
- 4.2 สังเกตแม่เหล็กตามรูปร่างของแม่เหล็กได้ (P)
- 4.3 อธิบายการทำงานของแม่เหล็กได้ (K)
- 4.4 ระบุวัตถุที่แม่เหล็กสามารถดึงดูดได้ (K)
- 4.5 ทดลองการทำงานของแม่เหล็กได้ (P)
- 4.6 อธิบายแรงระหว่างแม่เหล็กได้ (K)
- 4.7 ทดลองแรงระหว่างแม่เหล็กได้ (P)

- 4.8 อธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็กถาวรได้ (K)
- 4.9 อธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็กชั่วคราวได้ (K)
- 4.10 ทดลองแรงแม่เหล็กชั่วคราวได้ (P)
- 4.11 อธิบายเกี่ยวกับการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็กได้ (K)
- 4.12 ทดลองเกี่ยวกับการวางตัวของแม่เหล็กเมื่อถูกแขวนด้วยเชือกได้ (P)
- 4.13 อธิบายส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดีได้ (K)
- 4.14 ทดลอง เกี่ยวกับส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดีที่สุดได้ (P)
- 4.15 อธิบายวิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุดได้ (K)
- 4.16 ทดลองเกี่ยวกับวิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุดได้ (P)
- 4.17 อธิบายการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (K)
- 4.18 สำรวจของเล่นและของใช้จากแม่เหล็กในชีวิตประจำวันได้ (P)
- 4.19 ออกแบบการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในการทำของเล่นของใช้ได้ (P)
- 4.20 ประดิษฐ์ของเล่นจากแม่เหล็กได้ (P)
- 4.21 ความสนใจใฝ่รู้ มีวินัย มีความตรงต่อเวลา มุ่งมั่นในการทำงาน และทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

5. สาระการเรียนรู้

5.1 ด้านความรู้

1. ชื่อแม่เหล็กตามรูปร่างของแม่เหล็ก
2. สิ่งที่มีสารแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบ
3. แรงระหว่างแม่เหล็ก
4. แม่เหล็กถาวร
5. แม่เหล็กชั่วคราว
6. การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก
7. ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี
8. วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด
9. การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
10. ออกแบบการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในการทำของเล่นของใช้
11. ประดิษฐ์ของเล่นจากแม่เหล็ก

5.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. การสังเกต
2. การทดลอง
3. การวัด และการจำแนก
4. การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล

5.3 ด้านคุณลักษณะ

1. มีความสนใจใฝ่รู้
2. มีวินัย
3. ตรงต่อเวลา
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้

ตารางที่ ก.1

แนวทางการสอนเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

ครั้งที่	เรื่อง	สะเต็ม
1	ชั้นนำและระบุปัญหา	วิทยาศาสตร์ (S) และ เทคโนโลยี (T)
2	รูปร่างของแม่เหล็ก	วิทยาศาสตร์ (S)
3	แรงของแม่เหล็ก	วิทยาศาสตร์ (S)
4	แรงระหว่างแม่เหล็ก	วิทยาศาสตร์ (S)
5	แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว	วิทยาศาสตร์ (S)
6	การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก	วิทยาศาสตร์ (S) และ เทคโนโลยี (T)
7	ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี	วิทยาศาสตร์ (S)
8	วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด	วิทยาศาสตร์ (S) และ คณิตศาสตร์ (M)
9	การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์	วิทยาศาสตร์ (S) และ เทคโนโลยี (T)
10	การออกแบบของเล่นจากแม่เหล็ก	วิศวกรรม (E) และคณิตศาสตร์ (M)
11	การประดิษฐ์เกมตกปลา	วิศวกรรม (E) และ เทคโนโลยี (T)
12	นำเสนอผลลัพธ์ และแนวทางการปรับปรุงผลงาน	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) และคณิตศาสตร์ (M)

6. กิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแบ่งเป็นจำนวน 14 ชั่วโมง

6.1 ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา (เวลา 1 ชั่วโมง)

ครั้งที่ 1 (เวลา 1 ชั่วโมง)

ขั้นนำ

1. ครูเปิดประเด็นโดยเข้าไปสู่เรื่องของ “แรงแม่เหล็ก” สันทานกับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องแม่เหล็ก โดยใช้คำถามว่า นักเรียนรู้จักแม่เหล็กหรือไม่ (รู้จักคะ/ครับ) นักเรียนยกตัวอย่างให้ครูฟังได้หรือไม่ว่าแม่เหล็กนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง (ของเล่น เช่น เกมตกปลา เกมตัวต่อ เกมรถแม่เหล็ก ของใช้ เช่น ประตูตู้เย็น ที่เปิดปิดประตู ที่ติดโน้ตบนตู้เย็น)

ครูอธิบายประโยชน์ของแม่เหล็กเพิ่มเติม นอกจากแม่เหล็กจะนำมาทำของเล่นของใช้ได้แล้ว ในชีวิตประจำวันยังมีอีกหลายอย่างที่แม่เหล็กเป็นส่วนประกอบ เช่น ลำโพง รถไฟฟ้า ใช้แยกเศษขยะที่เป็นโลหะ จากนั้นครูให้นักเรียนดูรูปภาพที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบ

 <p>เก็บขยะแยกเศษโลหะ</p>	 <p>เกมตกปลา</p>	 <p>รถไฟฟ้า</p>
 <p>ที่ติดโน้ตตู้เย็น</p>	 <p>ประตูตู้เย็น</p>	 <p>ลำโพง</p>

ขั้นระบุปัญหา

2. ครูตั้งคำถามนักเรียน ถ้าให้นักเรียนเลือกทำสิ่งประดิษฐ์จากแม่เหล็กนักเรียนจะเลือกทำสิ่งใด (ของเล่น)

3. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างของเล่นที่นักเรียนรู้จักคนละ 1-2 ชนิด (แนวคำตอบ หุ่นยนต์ ตัวต่อสร้างบ้าน จิ๊กซอ เกมตกปลา ตัวต่อแม่เหล็ก)

4. ครูตั้งคำถามเพิ่มเติม โดยถามว่า ถ้านักเรียนต้องทำของเล่นเล่นเอง นักเรียนสามารถนำวัสดุใดบ้างที่นำมาทำเป็นของเล่นได้ จากนั้นครูสร้างโจทย์ให้นักเรียน ถ้านักเรียนจะประดิษฐ์เกมตกปลาขึ้นมา 1 ชิ้น นักเรียนจะเลือกวัสดุชนิดใดต่อไปนี้มาทำได้บ้าง (สามารถนำวัสดุทั้ง 4 ชนิด มาประดิษฐ์รวมกันได้) เพื่อให้เราได้ของเล่นที่มีราคาถูกและไม่สิ้นเปลือง เลือกวัสดุชนิดดังกล่าวคืออะไร

*ครูเปิดภาพวัสดุทั้งสี่ชนิดให้นักเรียนดู พร้อมทั้งให้นักเรียนลองบวกราคาสินค้าคร่าวๆ

<p style="text-align: center;">กระดาษแข็ง</p>  <p>ขนาด 40 × 40 เซนติเมตร ราคา 2 บาท/แผ่น</p>	<p style="text-align: center;">ฟิวเจอร์บอร์ด</p>  <p>ขนาด 40 × 40 เซนติเมตร ราคา 5 บาท/แผ่น</p>
<p style="text-align: center;">กระดาษลัง</p>  <p>ขนาด 40 × 40 เซนติเมตร ราคา 3 บาท/แผ่น</p>	<p style="text-align: center;">แม่เหล็กกลมแบน</p>  <p>ขนาดเล็ก ราคาก้อนละ 2 บาท</p>

5. ครูสนทนากับนักเรียนว่ายังไม่ต้องตอบคำถามครูตอนนี้ ให้คิดไว้ในใจก่อน เพราะก่อนที่เราจะเลือกวัสดุอะไรที่สามารถนำมาทำเกมตกปลาได้อย่างคุ้มค่าต้องมีเหตุผลประกอบ ซึ่งเหตุผล

นั้นต้องอาศัย หลักการทางวิทยาศาสตร์ เพราะส่วนประกอบสำคัญของเกมตกปลาคือแม่เหล็ก ดังนั้นก่อนอื่น เราต้องมา เรียนเนื้อหาความรู้ที่เราจะใช้ประกอบเหตุผลของเรา และครูมีการ ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ

6.2 ค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (เวลา 8 ชั่วโมง)

ครูสอนเรื่อง แม่เหล็กแรงแม่เหล็ก โดยจะมีหารแบ่งเป็น 8 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง

ครั้งที่ 2 เรื่อง รูปร่างของแม่เหล็ก (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครูนำของเล่นที่เป็นแม่เหล็กมาให้ให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนสังเกตว่าแม่เหล็กที่อยู่ข้าง ในนั้นมีรูปร่างเป็นอย่างไร



ครูตั้งคำถามว่าของเล่นที่นักเรียน ได้เห็นนั้นแม่เหล็กมีรูปร่างลักษณะอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ แม่เหล็กรูปสี่เหลี่ยมแบน แม่เหล็กรูปวงกลมแบน แม่เหล็กรูปตัวยู) ครูอธิบายเกี่ยวกับดั่งนี้ รูปร่าง ของแม่เหล็กแบบต่างๆ และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานของแม่เหล็กในรูปแบบต่างๆ ดั่งนี้ รูปร่างของแม่เหล็กแบบต่าง ๆ ได้แก่ แม่เหล็กรูปตัวยู แม่เหล็กรูปเกือกม้า แม่เหล็กรูปวงแหวน แม่เหล็กรูปวงแหวน แม่เหล็กรูปสี่เหลี่ยม แม่เหล็กรูปวงกลมแบน แม่เหล็กรูปวงทรงกลม และ แม่เหล็กรูปกระดุม

2. ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คละกันตามความสามารถ คือ เก่ง ปาน กลาง ค่อนข้างเก่ง ปานกลางค่อนข้างอ่อน และอ่อน ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน แม่เหล็กมีรูปร่างใดบ้าง และแต่ละรูปแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร จากนั้นนักเรียน แต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในใบงานที่ 1 เรื่อง รูปร่าง ของแม่เหล็ก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอใบงาน และสรุปใบงาน เรื่อง รูปร่างของแม่เหล็ก

4. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อ กระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

- ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง (ตัวอย่างคำตอบ แม่เหล็กถูกนำมาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับของเล่นและของใช้ เช่น กล้องดินสอ แม่เหล็กติดตู้เย็น เกมตกปลา เกมตัวต่อ)

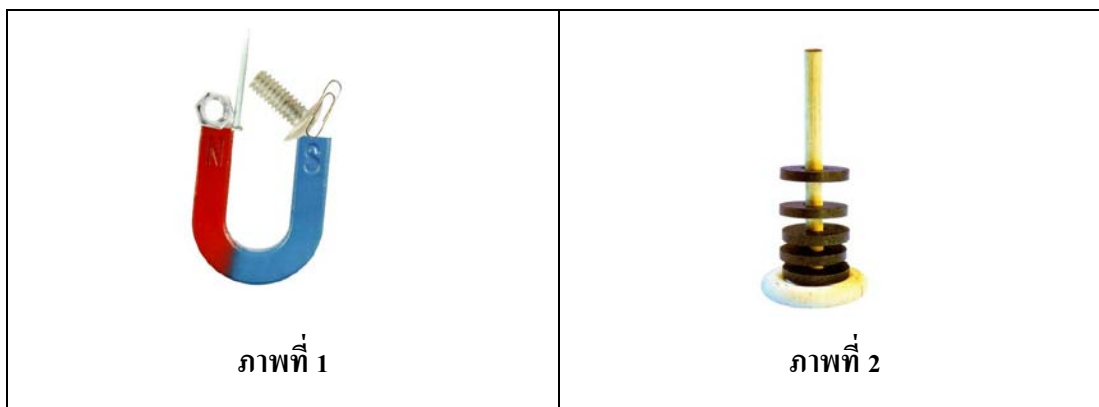
5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และจากการแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น และครูประเมินผลนักเรียนจากการทำใบงานที่ 1 เรื่อง รูปร่างของแม่เหล็ก

ครั้งที่ 3 เรื่อง แรงของแม่เหล็ก (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครูนำภาพ มาให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียน ดังนี้

- จากภาพที่ 1 (ภาพแม่เหล็กดูดโลหะ) เพราะเหตุใด สิ่งของต่างๆ จึงติดอยู่ได้ (เพราะแม่เหล็กมีแรงดึงดูดกัน)

- จากภาพที่ 2 (ภาพแม่เหล็กวางแหวนลอยห่างกัน) เพราะเหตุใด วงแหวนอันบนจึงลอยอยู่ได้ (เพราะ แม่เหล็กมีแรงผลักกัน)



ครูอธิบายเกี่ยวกับแรงของแม่เหล็ก และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานของแม่เหล็ก ทั้งแรงผลักและแรงดึงดูด ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงดึงดูดของแม่เหล็ก ว่าแม่เหล็กสามารถดึงดูดอะไรได้บ้าง (สารแม่เหล็กบางชนิด เช่น นิกเกิล เหล็ก โคบอลต์) และแม่เหล็กไม่สามารถดึงดูดอะไรได้บ้าง (พลาสติก ไม้ กระดาษ ผ้า เป็นต้น และสารแม่เหล็กบางชนิด เช่น ทองคำ สังกะสี)

2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนทำกิจกรรม โดยครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้ นักเรียนคิดว่าวัตถุชนิดใดบ้างที่แม่เหล็กดึงดูดได้ (ลวดเย็บกระดาษ เข็มหมุด เข็มกลัด กรรไกร ตะปู และที่เย็บกระดาษ) ครูให้นักเรียนทดลอง เรื่อง แรงของแม่เหล็ก จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง แรงของแม่เหล็ก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

- นักเรียนสามารถนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ ใช้แยกเข็มเย็บผ้าออกจากกองเศษผ้า ใช้แยกโลหะออกจากกองขยะ)

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงของแม่เหล็ก

ครั้งที่ 4 เรื่อง แรงระหว่างแม่เหล็ก (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครูนำแท่งแม่เหล็ก มาให้นักเรียนดู แล้วอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับขั้วแม่เหล็ก

- แท่งแม่เหล็กมีขั้ว (2ขั้ว)
- แม่เหล็กมีขั้วอะไรบ้าง (ขั้วเหนือ และขั้วใต้)



ครูอธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็ก แรงดึงดูด และแรงผลักร

2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับแรงระหว่างแม่เหล็กจากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง แรงระหว่างแม่เหล็ก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

- การที่แม่เหล็กมีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กกันนักเรียนคิดว่าสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์ได้บ้าง (ใช้คัดแยกวัตถุที่เป็นสารแม่เหล็กออกจากวัตถุอื่น ๆ ปัจจุบันเราทำสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แล้วปะปนกันเป็นขยะ จึงได้มีการนำแม่เหล็กมาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ในการคัดแยกสิ่งของที่ทำจากเหล็กหรือทำจากวัสดุที่เป็นสารแม่เหล็กเพื่อนำกลับไปใช้งานอีก)

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงระหว่างแม่เหล็ก

ครั้งที่ 5 เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครุณำให้นักเรียนดูภาพจากนั้นให้นักเรียนคิด ครุใช้คำถามกระตุ้น ความคิดนักเรียนดังนี้



- จากรูปสารแม่เหล็กคือสิ่งใดบ้าง (น็อต คลิปหนีบกระดาษ ลวด ตะปู)
 - จากรูปแม่เหล็กถาวรคืออะไร (แม่เหล็กรูปเกือกม้า)
 - จากรูปสารแม่เหล็ก เช่น น็อต ไปดูดสารแม่เหล็กอื่นๆ ได้อย่างไร (สารแม่เหล็กกลายเป็นแม่เหล็กชั่วคราว) จากนั้นครูอธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว
2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิม ครุให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว
 3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
 4. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครุให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน
 5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว

ครั้งที่ 6 เรื่อง การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครุณำนักเรียนอภิปรายและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้ หากแขวนแม่เหล็กด้วยเชือกไว้กลางอากาศ แม่เหล็กจะหันไปทางทิศใด (แม่เหล็กจะมีการหันขั้วเหนือไปทางทิศเหนือเสมอ) ครูอธิบายเกี่ยวกับการวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ของแม่เหล็ก

2. ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนนำแท่งแม่เหล็กแขวนกับเส้นเชือก โดยผูกไว้ที่กึ่งกลางแม่เหล็ก จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

- การที่แม่เหล็กวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ นักเรียนคิดว่าสามารถนำประโยชน์จากเรื่องนี้ไปใช้ ประโยชน์อะไรได้บ้าง (ทำเข็มทิศ เพราะเข็มทิศจะชี้ไปทางทิศเหนือเสมอ)

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก

ครั้งที่ 7 ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครูให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับบริเวณที่แม่เหล็กมีแรงดึงดูดได้ดีที่สุด โดยครูถามคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนดังนี้ บริเวณใดของแม่เหล็กที่มีแรงดึงดูดได้ดี (บริเวณปลายทั้ง 2 ข้างของแม่เหล็ก) ครูอธิบายเกี่ยวกับส่วนใดของแม่เหล็กที่ดึงดูดเหล็กได้ดี

2. ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนทดลอง โดยอ่านวิธีทำกิจกรรมส่วนตัวของแม่เหล็กที่ดึงดูดเหล็กได้ดีให้เข้าใจดังนี้ ให้นักเรียนวางแม่เหล็กลงบนตะปูตัวเล็ก ๆ ที่วางกระจัดกระจายบนกระดาษ จากนั้นยกแม่เหล็กขึ้นมาช้า ๆ สังเกตว่าส่วนใดของแม่เหล็กที่ตะปูดึงได้ดี จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี

ครั้งที่ 8 วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครูนำการอภิปราย และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าเมื่อวางสิ่งที่ไม่ใช่เหล็กตรงกลางระหว่างแม่เหล็ก กับเหล็กแล้ว แม่เหล็กจะมีแรงดึงดูดเหล็กได้หรือไม่ (ตัวอย่างคำตอบ อาจจะมีหรือไม่มีแรงดึงดูดเหล็ก เนื่องจากต้องพิจารณาถึงความหนาของสิ่งที่วางกั้นตรงกลาง) ครูสนทนากับนักเรียนว่า วิธีใดที่จะทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด

2. ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูอธิบายขั้นตอนการทำการทดลองวิธีใดที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด ให้นักเรียนทำกิจกรรม ตามขั้นตอนวิธีทำ ดังนี้

- คิดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษที่ร้อยต่อกันจากนั้นลองยกขึ้นเอียงเล็กน้อย นับจำนวนลวดเสียบ กระดาษที่ยกได้มากที่สุดยกขึ้น บันทึกผลการทำกิจกรรม

- คิดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษที่มีแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดคั่นอยู่ นำลวดเสียบกระดาษร้อยต่อกันจากนั้นลองยกขึ้นเอียงเล็กน้อย นับจำนวนลวดเสียบกระดาษที่ยกได้มากที่สุดยกขึ้น บันทึกผลการทำกิจกรรม

- คิดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษที่มีกระดาษแข็งคั่นอยู่ นำลวดเสียบกระดาษร้อยต่อกันจากนั้นลองยกขึ้นเอียงเล็กน้อย นับจำนวนลวดเสียบกระดาษที่ยกได้มากที่สุดยกขึ้น บันทึกผลการทำกิจกรรม

- คิดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษที่มีแผ่นกระดาษลังบอร์ดคั่นอยู่ นำลวดเสียบกระดาษร้อยต่อกันจากนั้นลองยกขึ้นเอียงเล็กน้อย นับจำนวนลวดเสียบกระดาษที่ยกได้มากที่สุดยกขึ้น บันทึกผลการทำกิจกรรมจากนั้นยกแม่เหล็กขึ้นมาช้า ๆ สังเกตว่าส่วนใดของแม่เหล็กที่ตะปุดได้ดี จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด

ครั้งที่ 9 การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. ครูนำภาพ มาให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนว่า เศษเหล็กต่างๆ สามารถติดอยู่กับแท่งแม่เหล็กได้อย่างไร (แม่เหล็กจะดึงดูดวัตถุที่เป็นสารแม่เหล็กได้)

- ครูอธิบายเกี่ยวกับนักเรียนนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์อะไรบ้าง (แนวคำตอบ นำไปประดิษฐ์ของเล่นของใช้ เช่น กล้องดินสอ เกมตกปลา กล้องใส่ของ เกมตัวต่อ ของใช้ เช่น ประตูตู้เย็น ที่ติดโน้ตตู้เย็น เกือบขยะแยกเศษโลหะ รถไฟฟ้า ลำโพง ที่เปิดปิดประตู)

 <p>เกือบขยะแยกเศษโลหะ</p>	 <p>เกมตกปลา</p>	 <p>รถไฟฟ้า</p>
 <p>ที่ติดโน้ตตู้เย็น</p>	 <p>ประตูตู้เย็น</p>	 <p>ลำโพง</p>

2. ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจ การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน แล้วบันทึกลงในแบบสำรวจ ลงในใบงานเรื่อง การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาตามความเข้าใจของนักเรียน

- หากนักเรียนทำตะปูหล่นกระจายเต็มพื้นบ้าน นักเรียนจะนำความรู้เรื่องแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ได้บ้าง (แนวคำตอบ ใช้แม่เหล็กในการดูดตะปูขึ้นมา เนื่องจากตะปูเป็นสารแม่เหล็กทำมาจากเหล็ก ดังนั้นจึงสามารถใช้แม่เหล็กในการดูดได้)

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และครูประเมินผลนักเรียนจากใบงาน เรื่อง การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์

6.3 วางแผนและพัฒนา (เวลา 1 ชั่วโมง)

ครั้งที่ 10 เรื่อง การออกแบบของเล่นจากแม่เหล็ก

1. ครูนำนักเรียนเข้าสู่ขั้นตอนของการวางแผนออกแบบชิ้นงาน เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องแรงแม่เหล็ก แล้วครูให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาที่ต้งไว้ คือ ถ้านักเรียนจะประดิษฐ์เกมตกปลาขึ้นมา 1 ชิ้น นักเรียนจะเลือกวัสดุชนิดใดต่อไปนี้มาทำได้บ้าง (สามารถนำวัสดุทั้ง 4 ชนิด มาประดิษฐ์รวมกันได้ เพื่อให้เราได้ของเล่นที่มีราคาถูกและไม่สิ้นเปลือง เลือก วัสดุชนิดดังกล่าวคืออะไร จากนั้นให้นักเรียนเปิดรูปวัสดุให้นักเรียนดูอีกครั้ง

กระดาษแข็ง	ฟิวเจอร์บอร์ด
 <p>ขนาด 40 × 40 เซนติเมตร ราคา 2 บาท/แผ่น</p>	 <p>ขนาด 40 × 40 เซนติเมตร ราคา 5 บาท/แผ่น</p>
กระดาษลัง	แม่เหล็กกลมแบน
 <p>ขนาด 40 × 40 เซนติเมตร ราคา 3 บาท/แผ่น</p>	 <p>ขนาดเล็ก ราคาก้อนละ 2 บาท</p>

2. ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนออกแบบของเล่น “เกมตกปลา” โดยให้นักเรียนออกแบบลงในกระดาษ และช่วยกันคำนวณว่าต้องใช้อุปกรณ์และวัสดุใดบ้างลงในตารางบันทึกรายจ่าย และคำนวณ ราคาคร่าว ๆ โดยให้นักเรียนคิดถึงความคุ้มค่า และประหยัดมากที่สุด โดยมีการกำหนดราคาอุปกรณ์ดังนี้

- ฟิวเจอร์บอร์ด แผ่นละ 5 บาท
- กระดาษแข็ง แผ่นละ 2 บาท
- กระดาษลึง แผ่นละ 3 บาท
- แม่เหล็กก้อนละ 2 บาท

และครูจะเตรียมอุปกรณ์อื่นไว้ให้ เช่น กาว กรรไกร ไม้ และเชือก เมื่อนักเรียนทำเสร็จจะมีการคำนวณราคา โดยรวมเพื่อดูความคุ้มค่าของชิ้นงาน

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าห้องว่ากลุ่มตนเองต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทำเก็บตกปลา พร้อมระบุค่าใช้จ่าย

4. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และใฝ่งาน เรื่อง การออกแบบของเล่นจากแม่เหล็ก

6.4 ทดสอบและประเมินผล (เวลา 2 ชั่วโมง)

ครั้งที่ 11 เรื่อง การประดิษฐ์เกมตกปลา

1. ครูให้นักเรียนเตรียมตัวสำหรับประดิษฐ์ของเล่น เกมตกปลา จากแม่เหล็กตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ในกระดาษ

2. ครูอธิบายให้นักเรียนสำหรับนักเรียนที่มีคำถามเกี่ยวกับการประดิษฐ์ของเล่น เกมตกปลา จากแม่เหล็ก

3. ครูให้นักเรียนตามกลุ่มที่แบ่งไว้ข้างต้น ออกมาซื้ออุปกรณ์ ที่ร้านค้า ป.2/2 หน้าห้อง ตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมคำนวณราคา ให้แต่ละกลุ่มคำนวณราคาของกลุ่มตัวเอง เขียนไว้บนกระดาษ และนำเสนออุปกรณ์และราคาของชิ้นงานนั้น เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้วให้แต่ละกลุ่มเตรียมตัวสำหรับประดิษฐ์เกมตกปลา และลงมือปฏิบัติ

4. ครูร่วมตรวจสอบความถูกต้องในการปฏิบัติกิจกรรม

5. ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลว่า นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ การเข้าร่วมกิจกรรม มุ่งมั่นในการทำงาน และประเมินสิ่งประดิษฐ์ของเล่นจากแม่เหล็ก

6.5 นำเสนอผลลัพธ์ และแนวทางการปรับปรุงผลงาน

ครั้งที่ 12 (เวลา 2 ชั่วโมง)

1. นักเรียนนำเสนอผลงานประดิษฐ์ของเล่นของใช้จากแม่เหล็ก
2. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ว่านอกจากการประดิษฐ์ของเล่นของใช้จากแม่เหล็กแล้วสามารถนำไปใช้ หรือพัฒนาต่อยอดได้หรือไม่
3. ครูทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงแม่เหล็ก

คำชี้แจง ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน) ยกตัวอย่างมา 15 ข้อ
คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษ “คำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว” ลงใน
 กระดาษคำตอบ

1. จากรูปเป็นแม่เหล็กชนิดใด



- ก. แม่เหล็กรูปตัวยู
- ข. แม่เหล็กรูปวงแหวน
- ค. แม่เหล็กรูปเกือกม้า

2. แม่เหล็กชนิดใดนิยมนำมาใช้ในกล่อง

ดินสอ

มีรูปร่างแบบใด

- ก. แม่เหล็กรูปตัวยู
- ข. แม่เหล็กรูปเกือกม้า
- ค. แม่เหล็กสี่เหลี่ยมแบน

3. แม่เหล็กคืออะไร

- ก. วัตถุที่ไม่สามารถดึงดูดโลหะได้
- ข. วัตถุที่สามารถดึงดูดโลหะได้ทุกชนิด
- ค. วัตถุที่สามารถดึงดูดโลหะได้บางชนิด

4. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับแม่เหล็กไม่ถูกต้อง

- ก. แม่เหล็กมีแรงดูดตะปู
- ข. แม่เหล็กเป็นแรงที่มนุษย์ทำขึ้น
- ค. แม่เหล็กต่างขั้วกันมีแรงดึงดูดกัน

5. ข้อใดไม่ใช่สารแม่เหล็ก

- ก. เหล็ก
- ข. นิกเกิล
- ค. พลาสติก

6.

กลุ่มที่	วัตถุ
1	ดินสอ ไม้บรรทัดเหล็ก กล่องดินสอ
2	ตะปู กรรไกร เข็มหมุด
3	แก้ว แผ่นไม้ ช้อน

จากตาราง เมื่อใช้แรงดึงดูดของแม่เหล็ก
 เป็นเกณฑ์ วัตถุกลุ่มใดที่แม่เหล็กสามารถ
 ดึงได้หมด

- ก. กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2
- ข. กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 3
- ค. กลุ่มที่ 2 เท่านั้น

7. แม่เหล็กสามารถดึงดูดวัตถุชนิดใดได้

- ก. ตะปู
- ข. กระดาษ
- ค. กระจ่าง

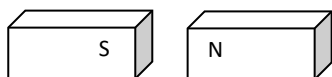
8. แม่เหล็กสามารถดึงดูดเหรียญ 1 บาทได้ แต่ไม่สามารถดึงดูดเหรียญ 10 บาทได้ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. เหรียญทั้งสองชนิดไม่มีสารแม่เหล็ก
- ข. เหรียญทั้งสองชนิดมีสารแม่เหล็กแตกต่างกัน
- ค. เหรียญทั้งสองชนิดมีสารแม่เหล็กชนิดเดียวกัน

9. การเกิดแรงระหว่างขั้วแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก 2 แท่งขึ้นอยู่กับสิ่งใด

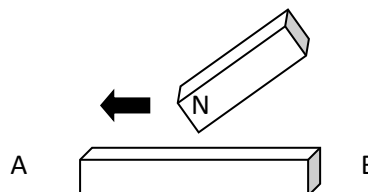
- ก. การทำแม่เหล็ก
- ข. การวางตัวของแท่งแม่เหล็ก
- ค. รูปร่างของแท่งแม่เหล็ก

10. ถ้านักเรียนวางแท่งแม่เหล็กดังภาพจะเกิดแรงอะไร



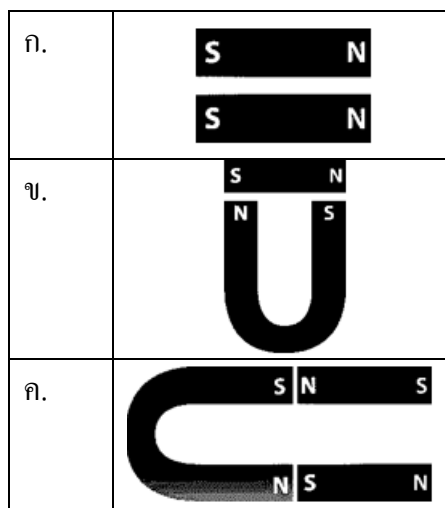
- ก. แรงผลัก
- ข. แรงดึงดูด
- ค. ไม่มีแรงเกิดขึ้น

11. จากภาพปลาย A และ B จะเป็นขั้วใด



- ก. ปลาย A เป็นขั้วได้ และปลาย B เป็นขั้วเหนือ
- ข. ปลาย A เป็นขั้วเหนือ และปลาย B เป็นขั้วได้
- ค. ปลาย A และปลาย B เป็นขั้วเหนือ

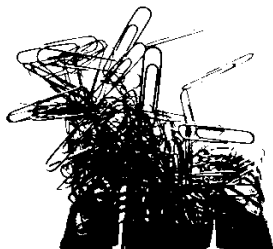
12. จากภาพข้อใดเกิดแรงผลักดันระหว่างแม่เหล็ก



13. แม่เหล็กเกิดแรงดึงดูดกันเมื่อใด

- ก. หันขั้วได้และขั้วได้เข้าหากัน
- ข. หันขั้วเหนือและขั้วเหนือเข้าหากัน
- ค. หันขั้วเหนือและขั้วได้เข้าหากัน

14. เพราะเหตุใด เมื่อนำแม่เหล็กไปดูดคลิปหนีบกระดาษแล้ว จึงมีดูดคลิปหนีบกระดาษตัวอื่นเกาะดูดคลิปหนีบกระดาษตัวที่ติดอยู่กับแม่เหล็กมาด้วย



- ก. เพราะดูดคลิปหนีบกระดาษเป็นเสมือนแม่เหล็กอยู่แล้ว
- ข. เพราะดูดคลิปหนีบกระดาษถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นแม่เหล็กชั่วคราว
- ค. เพราะดูดคลิปหนีบกระดาษถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นแม่เหล็กถาวร

15. แม่เหล็กชั่วคราวจะหมดอำนาจเมื่อใด

- ก. เมื่อติดอยู่กับแม่เหล็กถาวร
- ข. เมื่อหลุดออกจากแม่เหล็กถาวรแล้ว
- ค. เมื่อสารแม่เหล็กอื่นมาต่อกับแม่เหล็กถาวร

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบประเมินการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

แบบประเมินการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนแสดงความคิดเห็นโดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง ความคิดเห็นพร้อม
 เขียนข้อเสนอแนะเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
 วิทยาศาสตร์ โดยประเมินนักเรียนจากการสังเกต การตอบคำถาม จากใบกิจกรรม และจากชิ้นงาน
 ของนักเรียน จำนวน 8 ข้อ ยกตัวอย่างมา 4 ข้อ

ตารางที่ ค.1

แบบประเมินการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงแม่เหล็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์						
1. ความคิดริเริ่ม (Originality)						
ข้อ	รายการ	ระดับคุณภาพ				
		1	2	3	4	5
1	นักเรียนมีความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิม เกณฑ์การให้คะแนน					
	ชิ้นงานซ้ำร้อยละ 12 ขึ้นไป					ให้ 1 คะแนน
	ชิ้นงานซ้ำร้อยละ 6-11					ให้ 2 คะแนน
	ชิ้นงานซ้ำร้อยละ 3-5					ให้ 3 คะแนน
	ชิ้นงานซ้ำร้อยละ 2					ให้ 4 คะแนน
	ชิ้นงานซ้ำกันไม่เกินร้อยละ 1					ให้ 5 คะแนน
2	นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าลองทำสิ่งใหม่ เกณฑ์การให้คะแนน					
	ไม่กล้าตอบคำถามและไม่กล้าแสดงความคิด					ให้ 1 คะแนน
	กล้าตอบคำถามแต่ไม่กล้าแสดงความคิด					ให้ 2 คะแนน
	กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดแต่ซ้ำกับคนอื่นมาก					ให้ 3 คะแนน
	กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดแต่ซ้ำกับคนอื่นบาง					ให้ 4 คะแนน
	กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดแปลกใหม่					ให้ 5 คะแนน

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

		2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)				
ข้อ	รายการ	ระดับคุณภาพ				
		1	2	3	4	5
3	นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบหลายอย่าง เกณฑ์การให้คะแนน ระบุสารแม่เหล็กได้ 1 อย่าง ให้ 1 คะแนน ระบุสารแม่เหล็กได้ 2-3 อย่าง ให้ 2 คะแนน ระบุสารแม่เหล็กได้ 4-6 อย่าง ให้ 3 คะแนน ระบุสารแม่เหล็กได้ 7-9 อย่าง ให้ 4 คะแนน ระบุสารแม่เหล็กได้มากกว่า 10 อย่าง ให้ 5 คะแนน *ให้นักเรียนสามารถจำแนกคิดได้หลายทิศทาง					
4	นักเรียนสามารถคิดตัดแปลงจากสิ่งหนึ่ง ไปเป็นหลายสิ่งได้ เกณฑ์การให้คะแนน สามารถบอกประโยชน์ของแม่เหล็กได้ 1 อย่าง ให้ 1 คะแนน สามารถบอกประโยชน์ของแม่เหล็กได้ 2 อย่าง ให้ 2 คะแนน สามารถบอกประโยชน์ของแม่เหล็กได้ 3 อย่าง ให้ 3 คะแนน สามารถบอกประโยชน์ของแม่เหล็กได้ 4 อย่าง ให้ 4 คะแนน สามารถบอกประโยชน์ของแม่เหล็กได้ 5 อย่างขึ้นไป ให้ 5 คะแนน					
		3. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)				
5	ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ เกณฑ์การให้คะแนน ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กสามารถดึงดูดได้ 1 ชนิด ให้ 1 คะแนน ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กสามารถดึงดูดได้ 2-3 ชนิด ให้ 2 คะแนน ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กสามารถดึงดูดได้ 4-6 ชนิด ให้ 3 คะแนน ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กสามารถดึงดูดได้ 7-9 ชนิด ให้ 4 คะแนน ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กสามารถดึงดูดได้ 10 ชนิดขึ้นไป ให้ 5 คะแนน *โดยใช้วิธีการให้ตอบคำถามปากเปล่า คนละ 1 นาที					

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	ระดับคุณภาพ				
		1	2	3	4	5
6	<p>ความคล่องแคล่วในการคิด นักเรียนสามารถคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด</p> <p>เกณฑ์การให้คะแนน</p> <p>ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบได้ 1 ชนิด ให้ 1 คะแนน</p> <p>ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบได้ 2-3 ชนิด ให้ 2 คะแนน</p> <p>ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบได้ 4-6 ชนิด ให้ 3 คะแนน</p> <p>ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบได้ 7-9 ชนิด ให้ 4 คะแนน</p> <p>ระบุวัสดุที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบได้ 10 ชนิดขึ้นไป ให้ 5 คะแนน</p> <p>*โดยใช้วิธีการให้เขียนคำตอบ คนละ 5 นาที</p> <p style="text-align: center;">4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)</p>					
7	<p>นักเรียนพยายามใช้ความคิด และประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผลงานสำเร็จ</p> <p>เกณฑ์การให้คะแนน</p> <p>วาดภาพออกแบบเกมตกปลา แต่ไม่ระบุรายละเอียด ให้ 1 คะแนน</p> <p>วาดภาพออกแบบเกมตกปลามีรายละเอียดไม่ครบถ้วน ให้ 2 คะแนน</p> <p>วาดภาพออกแบบเกมตกปลามีรายละเอียดแต่ไม่ชัดเจน ให้ 3 คะแนน</p> <p>วาดภาพออกแบบเกมตกปลามีรายละเอียดชัดเจน ให้ 4 คะแนน</p> <p>วาดภาพออกแบบเกมตกปลาระบุรายละเอียดชัดเจนครบถ้วน ให้ 5 คะแนน</p>					

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	ระดับคุณภาพ				
		1	2	3	4	5
8	นักเรียนมีความรอบคอบในการคิดและขยายความคิดหลักให้ได้ ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เกณฑ์การให้คะแนน เกมตกปลาไม่มีรายละเอียด ไม่ประณีต ไม่มีการตกแต่ง ให้ 1 คะแนน เกมตกปลา มีรายละเอียด ไม่ประณีต ไม่มีการตกแต่ง ให้ 2 คะแนน เกมตกปลา มีรายละเอียดชัดเจน ไม่ประณีต มีการตกแต่ง ให้ 3 คะแนน เกมตกปลา มีรายละเอียดชัดเจน ประณีต มีการตกแต่ง ให้ 4 คะแนน เกมตกปลา มีรายละเอียดชัดเจน ประณีต มีการตกแต่งครบถ้วน ให้ 5 คะแนน					

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์	วุฒิก การศึกษา Ph.D. Sciecn and Technology Education (International Program) ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา
คุณครูสุพัตรา ไชยจันทร์หอม	วุฒิกการศึกษา (กศ.ม.) สาขาการศึกษา วิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา
อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ ทับซ้าย	วุฒิกการศึกษา Ph.D. Sciecn and Technology Education (International Program) ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา
อาจารย์สุกัญญา นนทมาตย์	วุฒิกการศึกษา (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือด้านหลักสูตร และการสอน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรคำ	วุฒิกการศึกษา (กศ.ค.) สาขาวิจัยและประเมินผล การศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและ ประเมินผล
คุณครูณพคุณ แวงกุดเรือ	วุฒิกการศึกษา (ศษ.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือด้าน ความความคิดสร้างสรรค์
คุณครูสุชาดา กันธบุปผา	วุฒิกการศึกษา (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือด้านความ ความคิดสร้างสรรค์
คุณครูไพรินทร์ งามแสง (ค.ม.)	วุฒิกการศึกษา (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและการ เรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ด้านความความคิดสร้างสรรค์

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ จ.1

คะแนนประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	0.55	มาก
1.2 สอดคล้องกับพฤติกรรม การเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	0.55	มาก
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	4	4	4	5	4	4.2	0.45	มาก
2. สาระการเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	0.55	มาก
2.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของ ผู้เรียน	5	4	4	3	4	4.0	0.71	มาก
3. สื่อ/แหล่งเรียนรู้								
3.1 เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของผู้เรียน	5	5	4	4	4	4.4	0.55	มาก
3.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและ กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.2	0.45	มาก
4. เนื้อหา								
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	0.55	มาก
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	4	3	3	4	4	3.6	0.55	ปาน กลาง
4.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	4	3	4	4	4.0	0.71	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	3	4	4	4	4.0	0.71	มาก
4.5 การบูรณาการความรู้ สะเต็มศึกษา	5	4	3	4	4	4.0	0.71	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องจุดประสงค์ และ การวัดและประเมินผล	5	4	4	5	4	4.4	0.55	มาก
5.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	4	4	4	4.2	0.45	มาก
5.3 เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของผู้เรียน	5	4	4	3	4	4.0	0.71	มาก
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการ วางแผนในการทำงาน	5	5	4	3	4	4.2	0.84	มาก
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการนำ เทคโนโลยีมาใช้ในการ ออกแบบชิ้นงาน	5	5	4	3	4	4.2	0.84	มาก
5.6 ชิ้นงานสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	4	4	4	3	4	3.8	0.45	ปาน กลาง
5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	4	4.4	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	3	4	4	4.2	0.87	มาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	3	4	4	4.2	0.87	มาก
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้ เหมาะสม	5	4	3	4	4	4.0	0.71	มาก
สรุป						4.16	0.61	มาก

ตารางที่ จ.2

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงแม่เหล็ก

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
3*	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
4*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
11*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
13*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	-1	0.06	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
20*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
26*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28*	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
29*	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
32	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
33*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
41*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
42*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
43*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
44*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
45*	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ. * หมายถึงข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ตารางที่ จ.3

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	0.77	0.55	24*	0.70	0.55
2*	0.70	0.35	25*	0.57	0.45
3*	0.67	0.50	26*	0.63	0.55
4*	0.57	0.25	27	0.70	0.65
5	0.53	0.40	28*	0.60	0.50
6	0.83	0.55	29*	0.50	0.35
7*	0.60	0.20	30	0.63	0.25
8*	0.60	0.20	31	0.83	0.35
9*	0.73	0.40	32	0.80	0.50
10	0.63	0.45	33*	0.67	0.40
11*	0.60	0.40	34*	0.60	0.60
12*	0.50	0.35	35	0.73	0.50
13*	0.60	0.20	36*	0.63	0.35
14*	0.50	0.35	37	0.70	0.65
15	0.77	0.45	38	0.83	0.55
16	0.60	0.40	39*	0.73	0.60
17	0.70	0.65	40	0.67	0.60
18*	0.70	0.65	41*	0.53	0.50
19	0.63	0.35	42*	0.57	0.35
20*	0.60	0.40	43*	0.60	0.30
21*	0.47	0.50	44*	0.67	0.50
22*	0.53	0.50	45*	0.63	0.35
23*	0.53	0.60			

หมายเหตุ. * หมายถึงข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ตารางที่ จ.4

วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	22	484	7	49
2	25	625	10	100
3	25	625	10	100
4	23	529	8	64
5	22	484	7	49
6	20	400	5	25
7	21	441	6	36
8	19	361	4	16
9	22	484	7	49
10	19	361	4	16
11	19	361	4	16
12	20	400	5	25
13	19	361	4	16
14	18	324	3	9
15	18	324	3	9
16	19	361	4	16
17	20	400	5	25
18	17	289	2	4
19	19	361	4	16
20	15	225	0	0
21	16	256	1	1
22	14	196	-1	1
23	18	324	3	9
24	13	169	-2	4
25	17	289	2	4
26	19	361	4	16

(ต่อ)

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
27	17	289	2	4
28	14	196	-1	1
29	11	121	-4	16
30	8	64	-7	49
รวม	549	10465	99	745

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

X_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(549) - 10465}{(30 - 1)(745)}$$

$$= 1 - 0.28$$

$$= 0.72$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.72

ตารางที่ จ.5

คะแนนประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของแบบประเมินการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ความคิดริเริ่ม						
1.1* นักเรียนมีความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำ กับของเดิม	4	4	4	4.33	0.58	มาก
1.2 นักเรียนนำเอาความรู้เดิมมาคิดค้นแปลง ประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น	5	5	3	4.00	1.00	มาก
1.3* นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก และ กล้าลองทำสิ่งใหม่	4	3	3	3.33	0.58	ปาน กลาง
1.4 ผลงานที่ได้จากความคิดริเริ่มเป็นงานที่ แปลกใหม่ ไม่เคยปรากฏมาก่อน	5	4	3	4.00	1.00	มาก
2. ความคิดยืดหยุ่น						
2.1* นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบหลาย อย่าง	5	3	3	3.67	1.15	มาก
2.2* นักเรียนสามารถคิดค้นแปลงจากสิ่ง หนึ่ง ไปเป็นหลายสิ่งได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3. ความคิดคล่องแคล่ว						
3.1* ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ นักเรียนสามารถใช้ถ้อยคำอย่าง คล่องแคล่ว	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3.2* ความคล่องแคล่วในการคิด นักเรียน สามารถคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่ กำหนด	5	4	3	4.00	1.00	มาก
4. ความคิดละเอียดลออ						

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.1* นักเรียนพยายามใช้ความคิด และ ประสานความคิดต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้ ผลงานสำเร็จ ตารางที่ จ.5 (ต่อ)	4	5	4	4.33	0.58	มาก (ต่อ)
รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.2 ความคิดของนักเรียนอยู่ในกรอบของ ขนบธรรมเนียมประเพณีวัฒนธรรม และ กฎเกณฑ์ของสังคม	3	3	3	3	0.00	ปาน กลาง
4.3 ความคิดของนักเรียนมีเหตุมีผล มีความ เหมาะสม และมีคุณค่า เป็นที่ยอมรับกัน โดยทั่วไป	5	3	3	3.67	1.15	ปาน กลาง
4.4* นักเรียนมีความรอบคอบในการคิดและ ขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สรุป	5	4	4	4.33	0.00	มาก มาก

หมายเหตุ. * หมายถึงข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ จ.1

คะแนนเก็บระหว่างเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงแม่เหล็ก ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2

คน ร.น.	คะแนนระหว่างเรียน (136 คะแนน)												รวม (136 คะแนน)	ร้อยละ
	ใบงานที่ 1 (10)	ใบกิจกรรมที่ 1 (12)	ใบกิจกรรมที่ 2 (12)	ใบกิจกรรมที่ 2 (12)	ใบกิจกรรมที่ 4 (12)	ใบกิจกรรมที่ 5 (12)	ใบกิจกรรมที่ 6 (12)	ใบงานที่ 2 (10)	ใบงานที่ 3 (10)	ใบงานที่ 4 (10)	ชิ้นงาน (20)	คุณลักษณะ (4)		
1	10	11	12	12	12	12	12	10	10	10	19	4	134	98.52
2	10	12	12	12	12	10	12	10	9	10	18	4	131	96.32
3	10	12	10	10	9	11	12	9	10	7	17	4	121	88.97
4	9	10	9	10	10	11	10	8	8	10	17	4	116	85.29
5	10	12	10	12	12	12	12	10	10	10	18	4	132	97.05
6	9	10	12	12	12	12	12	10	5	10	18	4	126	92.64
7	10	12	12	9	12	12	12	9	10	9	16	4	127	93.38
8	10	12	12	12	9	11	12	10	10	10	17	3	128	94.11
9	10	12	9	12	12	9	12	10	10	10	15	4	125	91.91
10	9	12	10	12	12	11	10	8	10	9	18	4	125	91.91
11	9	12	12	11	11	12	12	10	10	10	18	4	131	96.32
12	8	9	8	10	9	8	9	9	10	10	18	4	112	82.35
13	10	12	12	12	12	8	10	9	9	10	16	4	124	91.17
14	10	12	9	9	12	12	10	10	10	10	18	4	126	92.64
15	8	12	10	9	9	12	12	9	10	10	18	4	123	90.44
16	9	12	11	12	12	7	10	8	9	10	16	4	120	88.23
17	10	12	9	12	12	12	12	10	10	10	19	4	132	97.05
18	10	12	9	12	12	9	12	10	10	10	17	4	127	93.38
19	9	12	12	12	10	12	12	10	10	10	19	4	132	97.05
20	10	12	10	11	11	11	12	7	10	9	18	4	125	91.91
21	10	12	8	11	12	12	12	8	10	9	18	4	126	92.64
22	10	10	12	12	8	10	12	10	9	10	16	3	122	89.70

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

คน ที่	คะแนนระหว่างเรียน (136 คะแนน)												รวม (136 คะแนน)	ร้อยละ
	ใบงานที่ 1 (10)	ใบกิจกรรมที่ 1 (12)	ใบกิจกรรมที่ 2 (12)	ใบกิจกรรมที่ 2 (12)	ใบกิจกรรมที่ 4 (12)	ใบกิจกรรมที่ 5 (12)	ใบกิจกรรมที่ 6 (12)	ใบงานที่ 2 (10)	ใบงานที่ 3 (10)	ใบงานที่ 4 (10)	ชิ้นงาน (20)	คุณลักษณะ (4)		
23	9	12	12	12	11	10	8	9	10	10	18	4	125	91.91
24	10	12	9	11	11	12	11	9	10	10	19	4	128	94.11
25	10	10	9	10	10	12	9	10	8	9	18	4	119	87.50
26	10	12	9	11	9	10	10	10	10	10	19	4	124	91.17
27	9	12	12	12	10	11	12	10	9	10	18	3	128	94.11
28	10	12	9	12	9	8	9	10	10	10	18	3	120	88.23
29	10	10	12	11	9	12	12	9	10	10	17	4	126	92.64
30	10	10	12	12	10	7	12	10	10	10	18	4	125	91.91
31	9	9	8	7	7	8	7	10	8	9	15	3	100	73.52
23	9	12	12	12	11	10	8	9	10	10	18	4	125	91.91
24	10	12	9	11	11	12	11	9	10	10	19	4	128	94.11
25	10	10	9	10	10	12	9	10	8	9	18	4	119	87.50
26	10	12	9	11	9	10	10	10	10	10	19	4	124	91.17
27	9	12	12	12	10	11	12	10	9	10	18	3	128	94.11
28	10	12	9	12	9	8	9	10	10	10	18	3	120	88.23
29	10	10	12	11	9	12	12	9	10	10	17	4	126	92.64
30	10	10	12	12	10	7	12	10	10	10	18	4	125	91.91
31	9	9	8	7	7	8	7	10	8	9	15	3	100	73.52
32	10	12	9	12	11	8	8	9	9	10	17	4	119	87.50
	เฉลี่ย (\bar{X})												124.34	91.42
	S.D.												6.61	

ตารางที่ จ.2

คะแนนเก็บหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงแม่เหล็ก ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2

จำนวนนักเรียน	คะแนน (30)	ร้อยละ
1	29	96.67
2	21	70
3	21	70
4	19	63.33
5	24	80
6	23	76.67
7	29	96.67
8	18	60
9	26	86.67
10	25	83.33
11	26	86.667
12	20	66.67
13	26	86.67
14	26	86.67
15	22	73.33
16	23	76.67
17	26	86.67
18	25	83.33
19	25	83.33
20	25	83.33
21	24	80
22	18	96.67
23	18	70
24	20	60
25	22	60

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จำนวนนักเรียน	คะแนน (30)	ร้อยละ
26	19	66.67
27	19	73.33
28	21	63.33
29	26	63.33
30	22	70
31	15	86.67
32	17	73.33
เฉลี่ย (\bar{X})	22.05	75
S.D.	3.56	

ตารางที่ จ.3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่อง แม่เหล็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ (30 คะแนน)		ผลต่าง (D)	ผลต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	10	29	19	361
2	11	21	10	100
3	11	21	10	100
4	12	19	7	49
5	9	24	15	225
6	11	23	12	144
7	12	29	17	289
8	13	18	5	25
9	12	26	14	196
10	5	25	20	400
11	9	26	17	289
12	12	20	8	64
13	10	26	16	256
14	10	26	16	256
15	13	22	9	81
16	13	23	10	100
17	11	26	15	225
18	13	25	12	144
19	8	25	17	289
20	14	25	11	121
21	15	24	9	81
22	9	18	9	81
23	13	18	5	25
24	13	20	7	49

(ต่อ)

ตารางที่ น.3 (ต่อ)

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ (30 คะแนน)		ผลต่าง (D)	ผลต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
25	15	22	7	49
26	10	19	9	81
27	10	19	9	81
28	7	21	14	196
29	11	26	15	225
30	13	22	9	81
31	7	15	8	64
32	11	17	6	36
รวม	353	720	367	4763

ตารางที่ ๓.๔

ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่อง แรงแม่เหล็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒ คะแนนจากผู้สอนคนที่ ๑

จำนวน นักเรียน	คะแนนประเมินความคิดสร้างสรรค์รายข้อ								คะแนน รวม	เฉลี่ย (\bar{X})
	ข้อ1	ข้อ2	ข้อ3	ข้อ4	ข้อ5	ข้อ6	ข้อ7	ข้อ8		
	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(40)	(5)
1	3	5	5	5	5	5	5	4	37	4.63
2	3	2	5	5	5	5	5	5	35	4.38
3	2	2	4	3	4	4	4	3	26	3.25
4	5	2	5	4	5	5	2	4	32	4.00
5	5	5	5	5	5	5	5	5	40	5.00
6	2	5	5	5	5	5	2	4	33	4.13
7	3	5	5	5	5	5	5	4	37	4.62
8	3	3	4	5	3	4	5	4	31	3.88
9	4	3	4	5	4	4	5	3	32	4.00
10	3	5	5	3	5	5	4	3	33	4.12
11	2	5	5	5	5	5	5	4	36	4.50
12	5	3	3	5	4	4	3	4	31	3.88
13	4	4	4	5	4	5	5	3	34	4.25
14	5	5	5	5	5	4	5	4	38	4.75
15	3	4	4	5	4	5	5	5	35	4.38
16	2	4	4	3	3	4	2	3	25	3.12
17	2	3	4	3	3	3	2	3	23	2.88
18	3	5	5	5	5	5	5	5	38	4.75
19	2	4	4	5	5	4	4	4	32	4.00
20	5	4	5	5	5	5	5	4	38	4.75
21	2	5	4	3	5	4	3	3	29	3.63
22	2	3	4	4	4	3	4	3	27	3.38
23	3	2	3	5	3	3	3	4	26	3.25

(ต่อ)

ตารางที่ ๓.4 (ต่อ)

จำนวน นักเรียน	คะแนนประเมินความคิดสร้างสรรค์รายข้อ								คะแนน รวม	เฉลี่ย (\bar{X})
	ข้อ1 (5)	ข้อ2 (5)	ข้อ3 (5)	ข้อ4 (5)	ข้อ5 (5)	ข้อ6 (5)	ข้อ7 (5)	ข้อ8 (5)		
24	2	3	4	4	4	4	4	4	29	3.63
25	3	4	4	5	4	4	5	5	34	4.25
26	5	3	4	5	4	4	3	4	32	4.00
27	3	2	3	5	3	3	5	5	29	3.63
28	3	2	4	5	4	4	5	5	32	4.00
29	2	3	4	5	4	4	3	4	29	3.63
30	5	5	5	5	5	5	5	4	39	4.88
31	3	2	2	3	3	3	2	3	21	2.63
32	3	3	3	3	3	4	2	4	25	3.125
รวม									1018	3.98

ตารางที่ ๓.5

ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่อง แรงแม่เหล็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 คะแนนจากผู้สอนคนที่ 2

จำนวน นักเรียน	คะแนนประเมินความคิดสร้างสรรค์รายข้อ								คะแนน รวม	เฉลี่ย (\bar{X})
	ข้อ1	ข้อ2	ข้อ3	ข้อ4	ข้อ5	ข้อ6	ข้อ7	ข้อ8		
	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(40)	(5)
1	4	5	5	5	5	5	4	3	36	4.50
2	3	1	5	5	5	5	5	4	33	4.13
3	2	1	4	4	4	4	3	3	25	3.13
4	5	2	5	5	4	5	2	4	32	4.00
5	5	5	5	5	5	5	4	4	38	4.75
6	2	4	5	4	5	5	2	4	31	3.88
7	3	4	5	5	4	4	4	4	33	4.13
8	3	2	5	4	4	4	4	3	29	3.63
9	4	3	4	4	5	4	4	2	30	3.75
10	3	5	4	5	5	4	4	3	33	4.13
11	2	3	4	5	4	5	5	5	33	4.13
12	4	2	4	5	4	5	2	4	30	3.75
13	4	3	5	4	4	5	5	3	33	4.13
14	5	5	4	5	4	4	5	3	35	4.38
15	3	3	4	5	4	4	4	5	32	4.00
16	3	5	5	5	5	5	5	5	38	4.75
17	2	3	4	3	3	3	2	3	23	2.88
18	2	3	4	5	4	4	3	5	30	3.75
19	5	4	5	4	5	4	5	4	36	4.50
20	2	3	4	3	4	3	3	2	24	3.00
21	2	2	4	4	4	4	4	2	26	3.25
22	3	2	4	5	4	5	3	3	29	3.63
23	3	3	4	4	4	4	4	4	30	3.75

(ต่อ)

ตารางที่ ๓.๕ (ต่อ)

จำนวน นักเรียน	คะแนนประเมินความคิดสร้างสรรค์รายข้อ								คะแนน รวม	เฉลี่ย (\bar{X})
	ข้อ1 (5)	ข้อ2 (5)	ข้อ3 (5)	ข้อ4 (5)	ข้อ5 (5)	ข้อ6 (5)	ข้อ7 (5)	ข้อ8 (5)		
24	3	3	4	5	4	4	4	5	32	4.00
25	5	3	4	5	4	5	3	4	33	4.13
26	3	2	4	4	3	3	4	5	28	3.50
27	3	2	4	5	4	4	5	5	32	4.00
28	2	3	5	4	4	5	3	5	31	3.88
29	2	2	5	3	4	4	5	4	29	3.63
30	5	4	5	5	5	5	5	4	38	4.75
31	3	1	2	3	3	3	2	3	20	2.50
32	3	3	3	3	3	4	3	4	26	3.25
รวม									988	3.85

ตารางที่ ๖.๖

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างค่าผู้ประเมิน(RAI) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

รายการประเมิน	คะแนนผู้ประเมิน		เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	RAI
	คนที่ 1	คนที่ 2			
1. ความคิดริเริ่ม					
1.1 นักเรียนมีความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิม	3.19	3.22	3.20	1.09	0.99
1.3 นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าลองทำสิ่งใหม่	3.59	3	3.30	1.17	0.99
2. ความคิดยืดหยุ่น					
2.1 นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบ หลายอย่าง	4.19	4.31	4.25	0.74	0.99
2.2 นักเรียนสามารถคิดดัดแปลง จากสิ่งหนึ่ง ไปเป็นหลายสิ่งได้	4.46	4.37	4.42	0.80	0.99
3. ความคิดคล่องแคล่ว					
3.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้าน ถ้อยคำ นักเรียนสามารถใช้ถ้อยคำ อย่างคล่องแคล่ว	4.22	4.16	4.19	0.71	0.99
3.2 ความคล่องแคล่วในการคิด นักเรียนสามารถคิดสิ่งที่ต้องการ ภายในเวลาที่กำหนด	4.25	4.28	4.26	0.70	0.99
4. ความคิดละเอียดลออ					
4.1 นักเรียนพยายามใช้ความคิด และประสานความคิดต่างๆ เข้า ด้วยกันเพื่อให้ผลงานสำเร็จ	3.97	3.75	3.86	1.12	0.99
4.4 นักเรียนมีความรอบคอบในการ คิดและขยายความคิดหลักให้ได้ ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น	3.94	3.78	3.86	0.83	0.99
สรุป	3.98	3.86	3.91	0.89	.0.99

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรงแม่เหล็ก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติ t – test (Dependent Samples)

ตารางที่ จ.7

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	post	15.0476	21	1.93588	.42244
	pre	8.1905	21	2.20497	.48116

ตารางที่ จ.8

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Deviation	Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	11.46875	4.22729	.74729	9.94465	12.99285	15.347	31	.000

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Multiple Correlation) สมการแบบถดถอยหรือสมการรีเกรสชัน (Linear Regression Analysis) และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient Predictive Value)

ตารางที่ ๙.๙

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
คิดสร้างสรรค์	78.3594	10.32944	32
หลังเรียน	80.1042	8.05378	32

ตารางที่ ๙.๑๐

Correlations

		คิดสร้างสรรค์	หลังเรียน
Pearson Correlation	คิดสร้างสรรค์	1.000	.377
	หลังเรียน	.377	1.000
Sig. (1-tailed)	คิดสร้างสรรค์	.	.017
	หลังเรียน	.017	.
N	คิดสร้างสรรค์	32	32
	หลังเรียน	32	32

ตารางที่ ๙.๑๑

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	469.994	1	469.994	4.969	.033 ^a
	Residual	2837.623	30	94.587		
	Total	3307.617	31			

a. Predictors: (Constant), หลังเรียน

b. Dependent Variable: คิดสร้างสรรค์

ตารางที่ จ.12

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	8.746	16.307		.536	.598
	E2	.894	.215	.690	4.158	.001

a. Dependent Variable: Skill