

Prince of Songkla University
Pattani Campus
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลปลายทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอิสลามวิทยามูลนิธิ จังหวัดยะลา

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลปลายทางวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศกร สุวรรณเดชา | อาจารย์ประจำ แผนกวิชาฟิสิกส์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 2. รองศาสตราจารย์นิเวติ๊ะ หะยีวามิง | ภาควิชาศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 3. ดร.นินาวาลย์ แม็งกาจิ | อาจารย์ประจำโรงเรียนพัฒนาวิทยา
อ.เมือง จ.ยะลา |
| 4. นายชอฟวาล เบญสุหลง | รองผู้อำนวยการ
โรงเรียนสตรีอิสลามวิทยามูลนิธิ
อ.เมือง จ.ยะลา |
| 5. ครูสอพิยาดี เปาะแต | ครูสอนวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนสตรีอิสลามวิทยามูลนิธิ
อ.เมือง จ.ยะลา |

แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลปลายทาง

- | | |
|---|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศกร สุวรรณเดชา | อาจารย์ประจำ แผนกวิชาฟิสิกส์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.นิเวติ๊ะ หะยีวามิง | ภาควิชาศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 3. ดร.นินาวาลย์ แม็งกาจิ | อาจารย์ประจำโรงเรียนพัฒนาวิทยา
อ.เมือง จ.ยะลา |
| 4. นายชอฟวาล เบญสุหลง | รองผู้อำนวยการ
โรงเรียนสตรีอิสลามวิทยามูลนิธิ |
| 5. อาจารย์มัจดี โต๊ะตาหยง | อาจารย์ประจำภาคไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ |

แบบวัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หน่วยไฟฟ้าสถิต

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศกร สุวรรณเดชา | อาจารย์ประจำ แผนกวิชาฟิสิกส์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 2. ครูสอพิยาตี เปาะแต | ครูสอนวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนสตรีอิสลามวิทยามูลนิธิ
อ.เมือง จ.ยะลา |
| 2. ครูนัสรูดีง ศรีระโก | ครูสอนวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนพัฒนาวิทยา
อ.เมือง จ.ยะลา |
| 4. อาจารย์สุไลมาน หะยีสะเอะ | อาจารย์ประจำ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยอิสลามยะลา |
| 5. อาจารย์มัจดี ไต้ตาหยง | อาจารย์ประจำภาคไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ |

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลปลายทาง

Prince of Songkhla University
Pattani Campus

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ประจุไฟฟ้า

เวลา 2 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

ประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ ประจุไฟฟ้าจะออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน ลักษณะของแรงที่เกิดขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้านั้น โดยระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน แต่ระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดต่างกันจะเกิดแรงดูดซึ่งกันและกัน

อะตอมของวัตถุ ประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุบวก อิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ และนิวตรอนซึ่งไม่มีประจุในสภาวะปกติโปรตอนและอิเล็กตรอนจะเท่ากัน ประจุไฟฟ้าลัทธิในอะตอมจึงเป็นศูนย์ จึงไม่ได้แสดงอำนาจทางไฟฟ้าออกมาเรียกว่า เป็นกลางทางไฟฟ้า แต่ถ้าอะตอมถูกทำให้มีโปรตอนมากกว่าอิเล็กตรอน สมบัติทางไฟฟ้าจะเป็นบวก แต่ถ้าอะตอมถูกทำให้มีอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน สมบัติทางไฟฟ้าจะเป็นลบ

1.2 กระบวนการ

การคิดเชิงระบบ

1.3 ค่านิยม คุณธรรม

ยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในกลุ่ม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดของประจุไฟฟ้าได้
2. อธิบายการตอบสนองซึ่งกันและกันของประจุไฟฟ้าในกรณีต่างๆ ได้
3. อธิบายความหมายของสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ กรณีที่เป็นบวก เป็นลบ และเป็นกลางทางไฟฟ้า
4. บอกความสัมพันธ์ของอนุภาคในอะตอมได้แก่ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอนกับสมบัติทางไฟฟ้าได้

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจ สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ กรณีที่เป็นบวก เป็นลบ และเป็นกลางทางไฟฟ้า
นักเรียนเข้าใจ ความสัมพันธ์ของอนุภาคภายในอะตอม

5. หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้

แผนภาพมโนทัศน์คำสรุปอธิบายกรณีที่ว่าวัตถุเป็นบวก เป็นลบ
คำถามหลังการจัดการเรียนรู้

6. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูแสดงภาพของฟ้าแลบ ฟ้าผ่า หรืออุปกรณ์ที่สามารถสร้างประกายไฟ (spark) ก็จะได้ดึงดูดความสนใจได้ดีขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนพิจารณาและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

2. ครูร่วมกับนักเรียนอภิปรายและตอบคำถาม ในเรื่องการตอบสนองของระหว่างประจุไฟฟ้าในกรณี

ประจุบวกกับประจุบวก

ประจุลบกับประจุลบ

ประจุลบกับประจุบวก

3. ครูอธิบายถึงสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ 3 ลักษณะ คือ เป็นบวก เป็นลบ และเป็นกลาง โดยเน้นสมบัติทางไฟฟ้า (บวก/ลบ) จะแสดงตามประจุไฟฟ้าอิสระ และในวัตถุที่เป็นกลางยังคงมีประจุไฟฟ้าอยู่ แต่ไม่มีประจุไฟฟ้าอิสระ

4. ครูร่วมกับนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการตอบสนองของวัตถุที่เป็นบวก เป็นลบ และเป็นกลางทางไฟฟ้า เพื่อให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยเปรียบเทียบกับแม่เหล็ก และแผ่นเหล็ก โดยสมมุติว่าวัตถุที่เป็นบวกนั้นเป็นขั้วเหนือของแม่เหล็ก และวัตถุที่เป็นลบนั้นเป็นขั้วใต้ของแม่เหล็ก ส่วนวัตถุที่เป็นกลางนั้นให้เป็นแผ่นเหล็ก

5. ครูนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางไฟฟ้ากับส่วนประกอบของอะตอม ดังนี้

อะตอมประกอบด้วยอนุภาคใดบ้าง

อนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมเกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้าอย่างไร

6. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องควาร์ก แล้วตอบคำถามดังนี้

- ชนิดของควาร์ก
- สมบัติของควาร์กแต่ละชนิด
- หลักการรวมกันของควาร์ก

7. ให้นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนในเรื่องนี้และให้เขียนว่าสิ่งใดบ้างที่ต้องการรู้

เพิ่มเติม

7. สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

1. แผนภาพแสดงการตอบสนองของประจุบวก ประจุลบและวัตถุที่เป็นกลาง
2. แผนภาพของควาร์ก ซึ่งประกอบเป็นอนุภาคอิเล็กตรอน โปรตอน อิเล็กตรอน

8. แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีศรีสุคามมูลนิธิ
3. อินเทอร์เน็ต

9. การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตพฤติกรรมขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน
3. สังเกตจากการรายงานหรือจากผลที่ได้จากการทำกิจกรรมของนักเรียน
4. สังเกตการตอบคำถามในห้องและการตอบคำถามจากแบบคำถาม
5. สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการอภิปราย

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพมโนทัศน์					

Prince of Songkla University
Pattani Campus

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การสร้างประจุอิสระบนวัตถุ

เวลา 2 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

การทำให้อัตถุเกิดประจุอิสระ ทำได้ 3 วิธีคือ

การขัดสี เมื่อนำวัตถุมาขัดสีกันระหว่างคู่วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนซึ่งกันและกัน วัตถุที่เสียอิเล็กตรอนง่ายจะเป็นบวกทางไฟฟ้า และวัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนจะเป็นลบทางไฟฟ้า ภายหลักรกฎ

การถ่ายเท เมื่อนำวัตถุมาวางแตะกันจะเกิดการถ่ายเทประจุอิสระระหว่างวัตถุ โดยประจุลบ และบวกจะจับกันเป็นคู่ และกลายเป็นกลางทางไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าอิสระที่เหลือจากการจับคู่จะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าออกมาเมื่อแยกวัตถุทั้งสองออกจากกัน อัตราส่วนของประจุอิสระภายหลังจากการแยกของวัตถุทั้งสองจะมีค่าขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของขนาดของวัตถุทั้งสอง

การเหนี่ยวนำ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาวางใกล้ๆ กับวัตถุที่เป็นกลาง โดยยังไม่สัมผัสกัน แล้วต่อสายดินกับวัตถุที่เป็นกลางนั้น ทั้งไว้สักพักแล้วจึงนำสายดินออก พบว่าบนวัตถุที่เดิมเป็นกลางจะมีประจุอิสระชนิดตรงข้ามกับวัตถุที่นำมาล่อในตอนแรก

1.2 กระบวนการ

การคิดแบบเรียงลำดับ

1.3 ค่านิยม คุณธรรม

การเรียนรู้ได้เอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายหลักการเกิดประจุอิสระบนวัตถุจากการขัดสี ถ่ายเท และเหนี่ยวนำ

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่ถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจการเกิดประจุอิสระบนวัตถุจากการขัดสี ถ้ายเท และเหนี่ยวนำ

นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคภายในอะตอม

5. หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้

คำสรุปการเกิดประจุอิสระบนวัตถุตัวนำ

คำถามหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูนำนักเรียนทบทวนเรื่องการแสดงอำนาจทางไฟฟ้าของวัตถุ โดยใช้คำถามดังนี้
 - ในอะตอมอนุภาคใดที่แสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นบวก
 - ในอะตอมอนุภาคใดที่แสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นลบ
 - ความสัมพันธ์ของจำนวนอิเล็กตรอนและโปรตอนในอะตอมสภาวะปกติเป็นอย่างไร และส่งผลต่ออำนาจทางไฟฟ้าของอะตอมอย่างไร
 - ในสภาวะใดที่อะตอมจะมีอำนาจเป็นบวกและเป็นลบ เพราะเหตุใด
 โดยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมบัติทางไฟฟ้ากับประจุไฟฟ้าอิสระบนวัตถุนั้นให้ได้
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละไม่เกิน 4 คน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ที่จัดไว้
3. ให้นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรมให้เรียบร้อยก่อน
4. ครูชี้แจงและแนะแนวทางในการทำกิจกรรม การบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยควรบันทึกเป็นข้อเท็จจริงที่สามารถมองเห็นได้ สัมผัสได้ วัดได้ โดยไม่ต้องสอดแทรกข้อความรู้หรือคำอธิบาย
5. ให้นักเรียนทำกิจกรรมและบันทึกผลระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ให้ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง
6. ให้นักเรียนอภิปรายผลการทำกิจกรรมตามคำถามหลังทำกิจกรรม
7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสร้างประจุไฟฟ้าอิสระด้วยการขัดสี แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม
8. ครูแสดงแผนภาพของการถ่ายเทประจุ แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม
9. ครูร่วมกับนักเรียนสรุปหลักการของการถ่ายเทประจุ โดยพิจารณาหัวข้อต่อไปนี้

- ความสัมพันธ์ของชนิดประจุก่อนและหลังการถ่ายเทประจุขึ้นกับปัจจัยใด (ก่อนการถ่ายเทประจุหากมีประจุชนิดใดมากกว่า หลังการถ่ายเทประจุวัตถุจะมีประจุชนิดนั้น)
- ความสัมพันธ์ของจำนวนประจุก่อนและหลังการถ่ายเทประจุ กับขนาดของวัตถุ (วัตถุที่มีขนาดใหญ่จะได้รับส่วนแบ่งของประจุมาก)
- ความสัมพันธ์ของประจุก่อนและหลังการถ่ายเทประจุ ทั้งในกรณีที่วัตถุมีขนาดเท่ากันและต่างกัน (เน้นการรวมกันของประจุแบบพีชคณิต คือ คิดเครื่องหมายบวกลบ ซึ่งแสดงชนิดของประจุ โดยประจุมรวมแบบพีชคณิตก่อนและหลังการถ่ายเทจะมีค่าเท่ากัน)

10. ครูแสดงแผนภาพการเหนี่ยวนำของประจุ A และ B แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถาม

11. ให้นักเรียนสรุปการเกิดประจุอิสระทั้ง 3 วิธี เป็นผังมโนทัศน์

12. ให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังการเรียน

- นักเรียนยังมีข้อสงสัยเรื่องใดอีกบ้าง
- นักเรียนสนใจเรื่องนี้หรือไม่

7. สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

1. ลูกโป่งกลุ่มละ 1 ใบ
2. กระดาษขาวกลุ่มละ 1 แผ่น

8. แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีอิสลามมูลนิธิ
3. อินเทอร์เน็ต
4. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์อื่นๆ

9. การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน

3. สังเกตการตอบคำถามในห้องและการตอบคำถามจากแบบคำถาม
4. สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
5. ตรวจสอบแบบฝึกหัดและแบบฝึกการคำนวณ
6. ตรวจสอบผลการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพโน้ตสน์					

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง อิเล็กโทรสโคป

เวลา 2 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

อุปกรณ์วัดประจุไฟฟ้าบนวัตถุ เรียกว่าอิเล็กโทรสโคป ในเบื้องต้นมี 2 ชนิด คือแบบลูกพิท และแบบแผ่น ทดสอบได้ใน 2 ลักษณะ คือ

1. ทดสอบว่าวัตถุมี / ไม่มีประจุไฟฟ้า
2. ทดสอบชนิดของประจุไฟฟ้าบนวัตถุทดสอบ

1.2 กระบวนการ

การคิดเชิงระบบ

1.3 ค่านิยม คุณธรรม

มุ่งมั่น เรียนรู้ได้เอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการของอิเล็กโทรสโคปแบบลูกพิทและแบบแผ่นได้
2. สร้างอิเล็กโทรสโคปแบบอย่างง่ายได้

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจหลักการของอิเล็กโทรสโคปแบบลูกพิทและแบบแผ่น

5. หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้

คำถามท้ายบท

6. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูแสดงแผนภาพอิเล็กทรอนิกส์โคป ทั้ง 2 ชนิด คือแบบลูกพีทและแบบแผ่น
2. ครูแสดงแผนภาพแสดงหลักการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบลูกพีทในชุดกิจกรรม แล้วให้นักเรียนอภิปรายและตอบคำถาม
3. ครูแนะนำวิธีการสร้างอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบแผ่น
4. ครูนำนักเรียนอภิปรายก่อนทำกิจกรรม
 - ตั๋วนำและฉนวนต่างกันอย่างไร
 - หากใช้กระป๋องพลาสติกแทนกระป๋องเครื่องดื่มอะลูมิเนียม ในการสร้างอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบแผ่นได้หรือไม่ อย่างไร
 - การนำลูกโป่งมาจุดประสงค์เพื่ออะไร
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม อิเล็กทรอนิกส์โคปแบบแผ่น ระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองให้ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics)
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายหลังทำกิจกรรม
 - กรณีที่แผ่นตะกั่วเป็นกลางทางไฟฟ้า และไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า แผ่นตะกั่วจะมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร
 - จากกิจกรรมข้อต้น เมื่อนำลูกโป่งมาใกล้ๆ กับปากของอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบแผ่น กระดาษตะกั่วด้านล่างมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
7. ครูแสดงแผนภาพแสดงหลักการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบแผ่น
8. ให้นักเรียนสรุปหลักการของอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบลูกพีทและแบบแผ่นเป็นผังมโนทัศน์
9. ให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังการเรียนรู้
 - นักเรียนต้องการทราบอะไรเพิ่มเติมอีก
 - นักเรียนยังมีข้อสงสัยอะไรอีกบ้าง

7. สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

1. ขวดพลาสติกใสหรือขวดแก้วปากกว้าง
2. กระป๋องเครื่องดื่มอะลูมิเนียม
3. กระดาษตะกั่ว
4. ลูกโป่ง

5. กระดาษกาว กาว
6. กรรไกร มีด

8. แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีอิสลามมูลนิธิ
3. อินเทอร์เน็ต
4. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์อื่นๆ

9. การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน
3. สังเกตการตอบคำถามในห้องและแบบคำถาม
4. สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
5. ตรวจสอบแบบฝึกหัดและแบบฝึกการคำนวณ
6. ตรวจสอบผลการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพมโนทัศน์					

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง แรงระหว่างประจุไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 4 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

การตอบสนองของระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่งเรียกว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า หรือแรงคูลอมบ์ โดยขนาดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า 2 ประจุ มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของขนาดประจุไฟฟ้าทั้งสอง และเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุทั้งสองตัวนี้ คือ

$$F = \frac{kQq}{r^2}$$

เมื่อ F แทน ขนาดของแรงระหว่างประจุหรือแรงคูลอมบ์ หน่วยนิวตัน

แทน ค่าคงตัวเรียกว่า ค่านิจของคูลอมบ์ โดย $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$

Q และ q แทน ขนาดของประจุไฟฟ้า หน่วยคูลอมบ์

r แทน ระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง หน่วยเมตร

แรงระหว่างประจุนี้เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างคู่ประจุ ถ้าในระบบที่พิจารณา มีประจุตั้งแต่ 3 ประจุขึ้นไป แรงระหว่างประจุที่กระทำต่อประจุใดประจุหนึ่งจะมีมากกว่า 1 แรง โดยขนาดของแรงไฟฟ้าลัพธ์เท่ากับผลบวกแรงระหว่างประจุนั้นกับประจุนั้นๆ แบบเวกเตอร์

1.2 กระบวนการ

การคิดเชิงระบบ

1.3 ค่านิยม

ศึกษาเรื่องที่ผ่านมา มุ่งมั่นในการเรียน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายความสัมพันธ์ของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า ขนาดของประจุไฟฟ้า และระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้าในรูปแบบของกฎของคูลอมบ์ได้
- แสดงวิธีการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแรงระหว่างประจุได้
- อธิบายวิธีการพิจารณาแรงทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนประจุใดประจุหนึ่ง ในระบบประจุที่มีประจุตั้งแต่ 3 ประจุขึ้นไป

4. แสดงวิธีการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแรงระหว่างประจุในระบบจุด โดยใช้ผลบวกแรงระหว่างประบบเวกเตอร์ได้

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของแรงระหว่างประจุ

นักเรียนเข้าใจการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแรงระหว่างประจุ

นักเรียนเข้าใจวิธีการพิจารณาทิศทางของแรงในระบบประจุที่มีประจุตั้งแต่ 3 ประจุขึ้นไป

5. หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้

แผนภาพมโนทัศน์ ทิศทางของแรงระหว่างประจุตั้งแต่ 3 ประจุขึ้นไป

แบบทดสอบทำยบท

6. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูแสดงแผนภาพแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและร่วมกันตอบคำถาม และร่วมกันอภิปรายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
2. ครูแสดงแผนผังของแรงที่กระทำต่อวัตถุ เขียนทิศทางของแรงที่กระทำบนแผนผังของแรงให้ถูกต้อง พร้อมทั้งกระตุ้นถามนักเรียนถึงหลักการในการระบุทิศทางของแรงชนิดต่างๆ ที่ปรากฏในที่นี้
3. ครูแสดงกราฟ บอกที่มาของกราฟ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของกราฟดังกล่าวว่าแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ อย่างไร แล้วตอบคำถาม
4. ครูร่วมกับนักเรียนสรุปความสัมพันธ์จากกราฟเป็นกฎของคูลอมบ์ พร้อมระบุหน่วยของปริมาณต่างๆ ตามกฎของคูลอมบ์
5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวณเรื่องแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

6. ครูอธิบายเรื่องแรงในระบบประจุ แสดงแผนภาพระบบประจุ แล้วให้นักเรียนระบุทิศทางของแรงที่กระทำบนประจุใดประจุหนึ่งเนื่องจากประจุอื่นๆ แล้วแสดงวิธีการหาค่าแรงทางไฟฟ้าลัพท์จากผลรวมของแรงระหว่างประจุแบบเวกเตอร์
7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวณ ในระหว่างที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวณ ครูควรเดินและสังเกตพร้อมให้คำแนะนำเทคนิคในการคำนวณต่างๆ และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนไปในคราวเดียวกัน อีกทั้งจะทำให้ให้นักเรียนต้องพยายามทำด้วยตนเอง หรือใช้การปรึกษากันภายในกลุ่มนักเรียน จะลดการลอกแบบฝึกหัดมาส่ง นักเรียนจะฝึกคิดเอง ทำเองได้มากกว่าการที่ปล่อยให้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยอิสระ
8. ให้นักเรียนสรุปหลักการของกฎของคูลอมบ์ พร้อมหลักการคำนวณเป็นผังมโนทัศน์
9. ให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังการทดลอง
 - นักเรียนต้องการทราบอะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง
 - นักเรียนมีข้อสงสัยเรื่องใดอีกบ้าง

7. สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

แผนภาพจากชุดกิจกรรม

8. แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีอิสลามมูลนิธิ
3. อินเทอร์เน็ต
4. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์อื่นๆ

9. การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน
3. สังเกตการตอบคำถามในห้องและแบบคำถาม
4. สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
5. ตรวจแบบฝึกหัดและแบบฝึกหัดการคำนวณ
6. ตรวจผลการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพมโนทัศน์					

Prince of Songkla University
Pattani Campus

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง สนามไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 3 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

สนามไฟฟ้า (Electric field, \vec{E}) เป็นปริมาณเวกเตอร์ หน่วยนิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C)

สนามไฟฟ้า คือ แรงทางไฟฟ้าที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยประจุ ดังสมการ

$$E = \frac{F}{q} \quad \text{หรือ} \quad E = \frac{kQ}{r^2}$$

ในปริมาณที่มีประจุไฟฟ้ามากกว่า 1 ประจุขึ้นไป ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งย่อมได้รับอิทธิพลจากสนามไฟฟ้าทุกประจุบริเวณนั้น โดยสนามไฟฟ้าลัพธ์ ณ ตำแหน่งใดๆ จะมีค่าเท่ากับผลรวมของสนามไฟฟ้าจากประจุต่างๆ รอบตำแหน่งนั้นแบบเวกเตอร์
ในกรณีที่สนามไฟฟ้าลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ ณ ตำแหน่งใดจะเรียกตำแหน่งนั้นว่า จุดสะเทินในสนามไฟฟ้า (neutral point in electric field)

1.2 กระบวนการ

การลำดับความคิด การคิดเชิงระบบ

1.3 ค่านิยม

ศึกษาบทที่ผ่านมาก่อน มุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของสนามไฟฟ้าได้
2. ระบุความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
3. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าภายในสนามไฟฟ้า
4. อธิบายลักษณะของสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะตัวนำคู่ขนานได้
5. คำนวณเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าได้
6. อธิบายสนามไฟฟ้าภายในระบบประจุได้
7. อธิบายความหมายของจุดสะเทินในสนามไฟฟ้าได้
8. คำนวณเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าในระบบประจุ และจุดสะเทินได้

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

นักเรียนเข้าใจการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าภายในสนามไฟฟ้า

นักเรียนเข้าใจการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

นักเรียนเข้าใจความหมายของจุดสะเทินและสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจุดสะเทิน

5. หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้

แผนภาพมโนทัศน์ ทิศทางของสนามไฟฟ้า

แบบทดสอบท้ายบท

6. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูแสดงแผนภาพประจุ Q ซึ่งเป็นบวกและลบ และเมื่อนำประจุทดสอบขนาด $+1C$ มาวางให้นักเรียนอธิบายแรงทางไฟฟ้าจากประจุ Q ที่กระทำต่อประจุทดสอบ $+1C$ ว่ามีทิศทางอย่างไร
2. ครูให้นิยามของสนามไฟฟ้า แล้วให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของสนามไฟฟ้ากับประจุเจ้าของสนามไฟฟ้านั้น
3. ครูแสดงภาพแผ่นโลหะตัวนำคู่ขนานซึ่งต่อกับเซลล์ไฟฟ้า ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
4. ครูแสดงแผนภาพระบบที่มีประจุไฟฟ้ามากกว่า 3 ตัวขึ้นไป ให้นักเรียนระบุทิศทางของสนามไฟฟ้าจากประจุแต่ละตัว ณ ตำแหน่งใดๆ แล้วครูทบทวนเรื่องการรวมกันของปริมาณเวกเตอร์ แล้วจึงให้นักเรียนแสดงการหาค่าสนามไฟฟ้าลัพธ์
5. ครูแสดงภาพคู่ประจุไฟฟ้า และให้นักเรียนเขียนสนามไฟฟ้าจากประจุ q_1 และ q_2 ที่ตำแหน่ง A, B, C, D
6. ครูให้นิยามของจุดสะเทินแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์จุดสะเทินจากแบบฝึกหัด
7. ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของตำแหน่งจุดสะเทินและชนิดของคู่ประจุไฟฟ้า

8. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวณเรื่องสนามไฟฟ้า
9. ให้นักเรียนสรุปเรื่องสนามไฟฟ้าเป็นผังมโนทัศน์

สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

แผนภาพเรื่องสนามไฟฟ้า

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีอิสลามมูลนิธิ
3. อินเทอร์เน็ต
4. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์อื่นๆ

การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน
3. สังเกตการตอบคำถามในห้องและแบบคำถาม
4. สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
5. ตรวจสอบแบบฝึกหัดและแบบฝึกการคำนวณ
6. ตรวจสอบผลการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพมโนทัศน์					

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง งานในการเคลื่อนประจุไฟฟ้า

เวลา 4 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

พลังงานศักย์ไฟฟ้า (E_p^e) คือ งานที่ทำโดยแรงภายนอกในการนำประจุ q เคลื่อนที่จากระยะอนันต์มายังตำแหน่งที่ห่างจากประจุ Q เป็นระยะ r ดังสมการต่อไปนี้

$$\left(E_p^e = \frac{kQq}{r} \right)$$

ศักย์ไฟฟ้า (V) คือ พลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุ ตามสมการต่อไปนี้

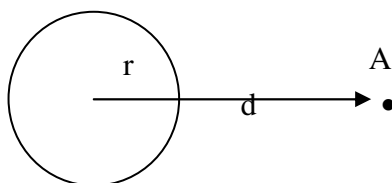
$$V = \frac{E_p^e}{q} \quad \text{หรือ} \quad E_p^e = qV$$

ถ้าประจุไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งโดยมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าลดลง การเคลื่อนที่นั้นจะเป็นผลของงานทางไฟฟ้า

สำหรับทรงกลมตัวนำ

- ประจุไฟฟ้าทั้งหมดที่มีอยู่นั้นจะกระจายอยู่ที่ผิวนอกอย่างสม่ำเสมอ
- ในการคิดคำนวณ ให้ถือว่าประจุไฟฟ้าทั้งหมดไปรวมกันอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม
- ศักย์ไฟฟ้าของทรงกลม นับตั้งแต่ผิวเข้าไปภายในมีค่าสม่ำเสมอเท่ากันทุกจุดและมีค่าเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่ผิวของทรงกลมคือ $V_A = \frac{kQ}{r}$
- ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A คือ

$$V_A = \frac{kQ}{r+d}$$



1.2 กระบวนการ

คิดวางแผนเป็นระบบ

1.3 คำนิยม

ทบทวนเรื่องที่ผ่านมาเพื่อมาเชื่อมกับเนื้อหาใหม่

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกนิยามของพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และงานจากการเลื่อนประจุในสนามไฟฟ้าได้
2. บอกความสัมพันธ์ของงานของแรงภายนอก งานของแรงทางไฟฟ้า และพลังงานศักย์ไฟฟ้าได้
3. คำนวณเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และงานจากการเลื่อนประจุในสนามไฟฟ้าได้
4. บอกสมบัติของศักย์ไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำ

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจนิยามของพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และงานในการเลื่อนประจุ
 นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของงานของแรงภายนอก งานของแรงทางไฟฟ้า
 นักเรียนเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

5. หลักฐานร่องรอยแสดงความรู้

แบบฝึกหัดทำยบท

6. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูแสดงภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้งภายใต้อิทธิพลของสนามโน้มถ่วง ให้นักเรียนเปรียบเทียบค่างานของแรงโน้มถ่วงและค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เปลี่ยนแปลงไป

2. ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของงานเนื่องจากแรงภายนอก แรงจากสนามและการเปลี่ยนแปลงของพลังงานศักย์ ควรให้นักเรียนสามารถสรุปความแตกต่างของงานภายนอกและงานของแรงจากสนาม
3. ครูให้นิยามของพลังงานศักย์ไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้า
4. ครูแสดงแผนภาพของประจุเจ้าของสนามไฟฟ้า โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม เพื่อให้ นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปกับการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงสนามไฟฟ้าและแรงภายนอก (ควรเน้นว่างานและพลังงานศักย์และ ศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์จึงต้องแทนชนิดประจุในการคำนวณด้วยซึ่งต่างจากการ คำนวณของแรงคูลอมบ์และสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ ชนิดของประจุจะเป็น ตัวกำหนดทิศทางของปริมาณดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ไฟฟ้าจุดปลายลบ ด้วยพลังงานศักย์ไฟฟ้าจุดเริ่มต้น ถ้าค่าเป็นบวกแสดงว่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่ถ้า เป็นลบแสดงว่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าลดลง

สำหรับเทอม $\frac{1}{r}$ จะมีค่ามาก เมื่อ r มีค่าน้อย

5. ครูแสดงภาพของการเคลื่อนที่ของประจุบวกและประจุลบภายในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ให้นักเรียนสังเกตทิศทางของแรงทางไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุใน 2 กรณี

ทบทวนนิยามของงาน ($W = \vec{F} \cdot \vec{S}$) ย้ำเรื่องการคูณกันแบบดอทของปริมาณเวกเตอร์และ ขนาดของงาน ($W = FS \cos \theta$)

เปรียบเทียบค่างานของการเคลื่อนที่ประจุใน 2 กรณี (เมื่อกำหนดให้ q, E และ s เท่ากันแต่มี θ ต่างกัน โดย θ กรณีประจุบวก $\theta < 90^\circ$ จึงทำให้ $\cos \theta > 1$ แต่กรณีประจุลบ $\theta > 90^\circ$ จึง ทำให้ $\cos \theta < 1$)

6. ครูแสดงแผนภาพของทรงกลมตัวนำแล้วนำนักเรียนอภิปรายสมบัติทางไฟฟ้าของทรงกลม ตัวนำ
7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการคำนวณเรื่อง งานในการเคลื่อนประจุไฟฟ้า
8. ให้นักเรียนสรุปเรื่องศักย์ไฟฟ้า พลังงานศักย์ไฟฟ้า และงานในการเคลื่อนประจุเป็นผังมโนทัศน์
9. ให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังการเรียน
 - นักเรียนต้องการทราบอะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง
 - นักเรียนยังมีข้อสงสัยเรื่องใดอีกบ้าง

7. สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

แผนภาพเรื่องสนามไฟฟ้า

8. แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีศรีสกลนคร
3. อินเทอร์เน็ต
4. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์อื่นๆ

การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน
3. สังเกตการตอบคำถามในห้องและแบบคำถาม
4. สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
5. ตรวจสอบแบบฝึกหัดและแบบฝึกการคำนวณ
6. ตรวจสอบผลการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพมโนทัศน์					

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ความจุไฟฟ้า

เวลา 3 คาบ

1. สาระการเรียนรู้

1.1 ความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญ

ตัวเก็บประจุ (capacitor) คือ อุปกรณ์ประกอบในวงจรไฟฟ้า มีสมบัติในการสะสมประจุไฟฟ้าไว้ในตัวเองได้ เรียกว่าความจุไฟฟ้า (Capacitance , C) ดังสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{Q}{V}$$

เมื่อ Q แทน ขนาดของประจุไฟฟ้า หน่วยเป็นคูลอมบ์

V แทน ความต่างศักย์ หน่วยเป็นโวลต์

C แทน ความจุไฟฟ้า หน่วยเป็น ฟารัด

เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อเป็นชุด สมบัติทางไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับลักษณะการต่อของตัวเก็บประจุ ดังนี้

1. ต่อแบบอนุกรม

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

2. ต่อแบบขนาน

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวเก็บประจุมีลักษณะ ดังสมการต่อไปนี้

$$V = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} qV$$

1.2 กระบวนการ

คิดวางแผน

1.3 คำนิยม

การเรียนรู้ได้เอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการการทำงานของตัวเก็บประจุได้

2. ระบุการต่อของตัวเก็บประจุ เป็นแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสมได้
3. บอกสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเก็บประจุที่ต่อเรียงกันแบบต่างๆ ได้
4. คำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของตัวเก็บประจุได้

3. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนเข้าใจสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเก็บประจุที่ต่อเรียงกันแบบต่างๆ
 นักเรียนเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประจุไฟฟ้า

5. กระบวนการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ศึกษาสมบัติของตัวเก็บประจุ แล้วแจกตัวเก็บประจุให้แต่ละกลุ่ม
2. ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของตัวเก็บประจุอย่างละเอียดพร้อมอภิปราย
3. ครูอธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของตัวเก็บประจุ โดยเน้นถึงการสะสมประจุที่แตกต่างกัน 2 ขั้ว ของตัวเก็บประจุ และลักษณะของขั้วที่แตกต่างกัน
4. ครูอธิบายถึงหน่วยของความจุไฟฟ้าและความสัมพันธ์ตามสมการ $C = \frac{Q}{V}$
5. ครูนำนักเรียนทบทวนเรื่องค่าอุปสรรค μ เนื่องจากตัวเก็บประจุที่ใช้ส่วนใหญ่มีหน่วยเป็น μF
6. ให้นักเรียนสังเกตตัวเก็บประจุและตอบคำถาม
 - ตัวเก็บประจุมีลักษณะภายนอกเป็นอย่างไร
 - ขาของตัวเก็บประจุ 2 ขามีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
 - จากสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุมีลักษณะอย่างไร
 - หากต่อขั้วของตัวเก็บประจุสลับจากภาพนักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
7. ครูแสดงแผนภาพการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยเน้นว่าห้ามต่อสลับขั้ว

8. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่เตรียมไว้ เน้นการใช้มัลติมิเตอร์ควรเน้นเรื่องการเสียบสาย
ดำ แดงบนมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้อง
9. ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและตอบคำถาม
10. ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า ได้แก่ ความจุไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า
และความต่างศักย์
11. จากแผนภาพการต่อแบบอนุกรมและขนานให้นักเรียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ของความจุ
ไฟฟ้ารวม
12. ให้นักเรียนทำแบบฝึกคำนวณเรื่องความจุไฟฟ้า
13. ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้เรื่องความจุไฟฟ้าเป็นผังมโนทัศน์

7. สื่อ / อุปกรณ์การเรียนรู้

1. แหล่งกำเนิดกระแสตรง
2. ตัวเก็บประจุไฟฟ้า
3. แผงต่อวงจร
4. มัลติมิเตอร์

8. แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
2. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีศรีสุลาลัย
3. อินเทอร์เน็ต
4. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์อื่นๆ

9. การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตขณะนักเรียนทำการทดลองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ศึกษาผลการประเมินตนเองของนักเรียน
3. สังเกตการตอบคำถามในห้องและแบบคำถาม
4. สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
5. ตรวจสอบแบบฝึกหัดและแบบฝึกการคำนวณ
6. ตรวจสอบผลการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics) ดังนี้

กิจกรรม	การประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2. ทักษะการทำการทดลอง					
3. การอภิปรายการทดลอง					
4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
5. การทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกคำนวณ					
6. การสร้างแผนภาพมโนทัศน์					

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รูป แรงเนื่องจากประจุ

ฟ้าสีส้มแดง



รูป แรงเนื่องจากประจุ



รูปฟ้าผ่า



รูปการเกิดฟ้าแลบ



รูปการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

ฟิสิกส์ ราชมงคล



การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

ลูกโป่งที่มีประจุจะเหนี่ยวนำเศษกระดาษให้มีไฟฟ้าสถิตได้ ประจุลบของลูกโป่งผลักอิเล็กตรอนที่ผิวของกระดาษ ทำให้ผิวของกระดาษเป็นประจุบวก ประจุต่างกันดึงดูดกัน ดังนั้นลูกโป่งจึงดูดเศษกระดาษ

สนามไฟฟ้า

พื้นที่ซึ่งวัตถุมีประจุส่งแรงไปยังวัตถุอื่นได้ เรียกว่าสนามไฟฟ้า ดังตัวอย่าง ช้อนพลาสติกที่มีประจุจะเหนี่ยวนำประจุตรงกันข้ามในสายน้ำที่ไหลอยู่ใกล้ แรงดึงดูดทำให้สายน้ำโค้งเข้าหาช้อน

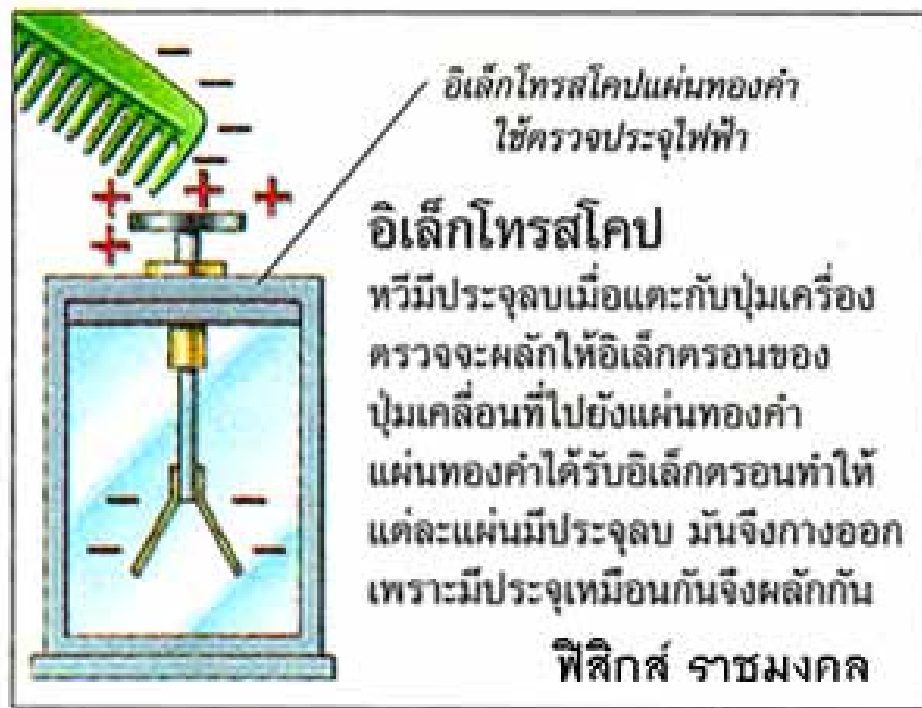
Prince

Pattani

University

IS

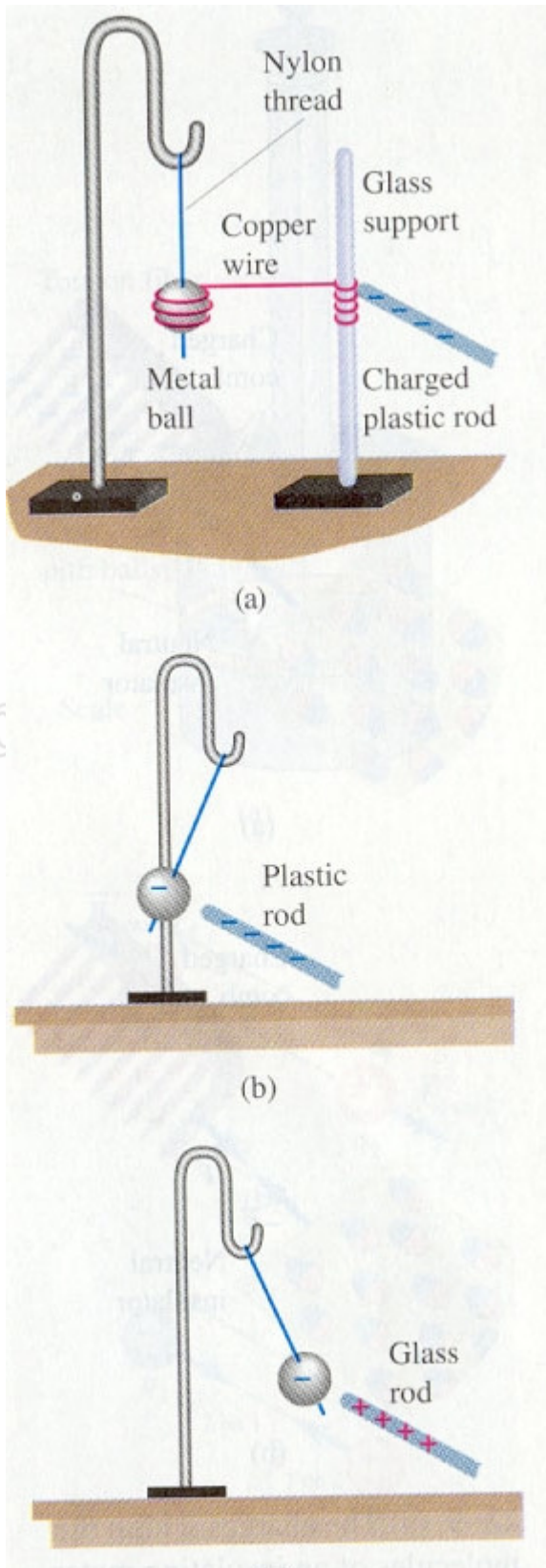
รูปอิเล็กโทรสโคปแบบแผ่น



Prince ๑๑

Pattani Carry

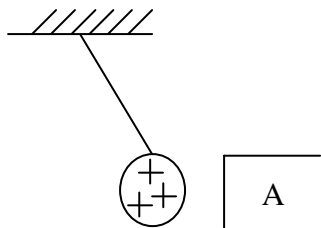
รูปอิเล็กทรอนิกส์โคปแบบลูกพิช



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยไฟฟ้าสถิต
2. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลปลายทาง
3. แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย

7. ให้ประจุบวกแก่ลูกพิทแล้วนำวัตถุ A ที่ต้องการตรวจสอบมาวางใกล้ลูกพิท ลูกพิทจะเบี่ยงตามรูป ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้อง



- ก. วัตถุ A เป็นประจุบวก
 ข. วัตถุ A เป็นประจุลบ
 ค. วัตถุ A ไม่มีประจุ
 ง. วัตถุ A เป็นได้ทั้งประจุบวกและประจุลบ

8. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อความที่ถูกต้อง

1. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุลบมาใกล้จานโลหะของอิเล็กโทรสโคป จะส่งผลให้บริเวณก้านโลหะกับแผ่นโลหะบางของอิเล็กโทรสโคปมีประจุบวกเป็นส่วนใหญ่
2. บริเวณภายในของตัวนำที่มีประจุ กรณีของทรงกลมกลวง สนามไฟฟ้าจะมีค่าเป็นศูนย์
3. สำหรับตัวนำทรงกลมกลวงที่มีประจุ ความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุดใดๆ บนผิวทรงกลมมีค่าเป็นศูนย์

- ก. 1, 2 และ 3 ข. 1 และ 3 ค. 2 และ 3 ง. คำตอบเป็นอย่างอื่น

9. ลูกพิทเหมือนกัน 3 ลูก P_1, P_2, P_3 ถูกแขวนด้วยเส้นด้ายลงมาในแนวตั้ง โดยให้แต่ละลูกแยกจากกัน เมื่อนำแท่งแก้วที่มีประจุบวกมาวางใกล้ลูกพิทแต่ละลูก พบว่า P_1 ถูกดูด P_2 ถูกผลัก และ P_3 ถูกดูด ข้อใดถูกต้อง

1. P_1 และ P_2 มีประจุลบ
2. P_1 ไม่มีประจุ เป็นกลางทางไฟฟ้า
3. P_2 มีประจุบวก

- ก. ข้อ 1 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 ง. ถูกทุกข้อ

10. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบจำนวนมากเข้ามาใกล้ๆ กับจานโลหะของอิเล็กโทรสโคปแบบแผ่นซึ่งมีประจุบวกอยู่เพียงเล็กน้อย อิเล็กโทรสโคปแผ่นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. แผ่นโลหะบางจะค่อยๆ กางออกมากขึ้น เมื่อนำวัตถุเคลื่อนเข้าใกล้มากขึ้น
- ข. แผ่นโลหะบางจะค่อยๆ การออก จากนั้นจะหุบลงเมื่อนำวัตถุเมื่อนำวัตถุเคลื่อนเข้ามาใกล้มากขึ้น

ค. แผ่นโลหะบางจะค่อยๆ หุบเข้ากัน และจะคงสภาพเช่นนี้ต่อไป เมื่อนำวัตถุเคลื่อนเข้ามาใกล้มากขึ้น

ง. แผ่นโลหะบางจะค่อยๆ หุบเข้าหากัน และจะคงสภาพเช่นนี้ต่อไป เมื่อนำวัตถุเคลื่อนเข้ามาใกล้มากขึ้น

11. ถ้าต้องการให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุบวก ควรมีขั้นตอนในการทำเป็นอย่างไร

A : นำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป

B : นำวัตถุที่มีประจุลบเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป

C : ต่อสายดินกับจานโลหะของอิเล็กโตรสโคป

D : ดึงวัตถุที่มีประจุออก

E : ดึงสายดินออก

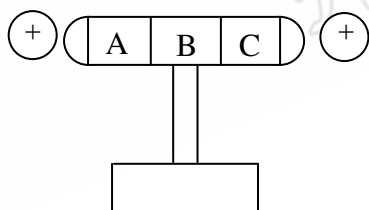
ก. A, C, D, E

ข. A, C, E, D

ค. B, C, D, E

ง. B, C, E, E

12. โลหะทรงกระบอกปลายมนเป็นกลางทางไฟฟ้าตั้งอยู่บนฐานที่เป็นฉนวน ถ้านำประจุบวกขนาดเท่ากันมาใกล้ปลายทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยระยะห่างจากปลายเท่าๆ การกระจายของประจุบนส่วน A และ B และ C กันตามลำดับ ของทรงกระบอกเป็นอย่างไร



ก. A และ C เป็นลบ แต่ B เป็นกลาง

ข. A และ C เป็นกลาง แต่ B เป็นบวก

ค. A และ C เป็นบวก แต่ B เป็นลบ

ง. A และ C เป็นลบ แต่ B เป็นบวก

13. ข้อความใดบ้างต่อไปนี้เป็นข้อความที่ถูกต้อง

1. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุลบมาใกล้จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป จะส่งผลให้บริเวณก้านโลหะกับแผ่นโลหะบางของอิเล็กโตรสโคปมีประจุบวกเป็นส่วนใหญ่

2. บริเวณภายในของตัวนำที่มีประจุ กรณีของทรงกลมกลวง สนามไฟฟ้าจะมีค่าเป็นศูนย์

3. สำหรับตัวนำทรงกลมกลวงที่มีประจุ ความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุดใดๆ บนผิวทรงกลมมีค่าเป็นศูนย์

ก. 1 , 2 และ 3 ข. 1 และ 3 ค. 2 และ 3 ง. คำตอบเป็นอย่างอื่น

14. ตัวนำทรงกลม A และ B โดย A มีประจุบวก $6\mu C$ ส่วน B เป็นกลางทางไฟฟ้า A มีรัศมี 2 เท่าของ B เมื่อนำมาแตะกัน ประจุหลังแตะของ A และ B เป็นเท่าไร

ก. $Q_A = 2\mu C, Q_B = 4\mu C$

ข. $Q_A = 4\mu C, Q_B = 2\mu C$

ค. $Q_A = 3\mu C, Q_B = 3\mu C$

ง. $Q_A = 5\mu C, Q_B = 1\mu C$

15. สนามไฟฟ้าที่จุดใดๆ คือ

ก. ศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยระยะทางของจุดนั้น

ข. แรงต่อหนึ่งหน่วยประจุบวกที่วางไว้ ณ จุดนั้น

ค. แรงต่อหนึ่งหน่วยประจุบวกที่วางไว้ ณ จุดนั้น

ง. จำนวนเส้นที่แสดงทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุทดสอบ

16. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

1. ระยะห่างระหว่างแผ่นคู่ขนาน

2. ความต่างศักย์ไฟฟ้า

3. ประจุไฟฟ้า

4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของประจุ

ก. 2 , 3

ข. 1 , 4

ค. 1 , 2

ง. 3 , 4

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

1. ภาวะปกติอะตอมจะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับอิเล็กตรอน

2. อิเล็กตรอนจะหลุดง่ายกว่าโปรตอน

3. อะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเป็นอะตอมที่มีประจุบวก

ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 3

ง. ถูกทุกข้อ

18. จากรูปจงตอบคำถามต่อไปนี้



จากภาพถ้าประจุไฟฟ้าบนวัตถุ A มากกว่าบนวัตถุ B ($Q_A > Q_B$) ข้อใดถูกต้อง

ก. $F_{AB} > F_{BA}$

ข. $F_{AB} < F_{BA}$

ค. $F_{AB} = F_{BA}$

ง. ข้อมูลไม่เพียงพอไม่สามารถสรุปได้

19. จากรูปจงตอบคำถามต่อไปนี้



จากภาพถ้าประจุไฟฟ้าบนวัตถุ A มากกว่าบนวัตถุ B ($Q_A > Q_B$) ข้อใดถูกต้อง

ก. $F_{AB} > F_{BA}$

ข. $F_{AB} < F_{BA}$

ค. $F_{AB} = F_{BA}$

ง. ข้อมูลไม่เพียงพอไม่สามารถสรุปได้

20. อนุภาคมวล m ประจุเป็นบวก เคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง และแรงไฟฟ้าจากสนามไฟฟ้า E ซึ่งชี้ขึ้นในแนวตั้งถ้าอนุภาคตกด้วยความเร่ง a จงหาค่าของประจุของอนุภาค

ก. $\frac{m}{E}(g - a)$

ข. $\frac{m}{E}(g + a)$

ค. $\frac{mg}{E}$

ง. $\frac{ma}{E}$

21. เมื่อนำประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้าจะเกิดสิ่งใดขึ้นเสมอ

ก. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า

ข. งานทางไฟฟ้า

ค. แรงทางไฟฟ้า

ง. สภาพสมดุลของแรง

22. ทรงแทงมีประจุลบ สามารถลอยนิ่งในบริเวณที่สนามไฟฟ้าที่มีทิศทางใด

ก. พุ่งขึ้นในแนวตั้ง

ข. พุ่งลงในแนวตั้ง

ค. ตั้งฉากกับทรงแทง

ง. ผิดทุกข้อ

23. ลูกทรงกลมเล็กๆ อันหนึ่งหนัก $3 \times 10^{-14} \text{ N}$ สามารถลอยนิ่งอยู่ระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน 2 แผ่น วางขนานอยู่ในแนวตั้ง ซึ่งมีประจุกระจายอย่างสม่ำเสมอจนหาแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อลูกทรงกลมนี้

ก. $6 \times 10^{-14} \text{ N}$ ทิศพุ่งขึ้น

ข. $6 \times 10^{-14} \text{ N}$ ทิศพุ่งลง

ค. $3 \times 10^{-14} \text{ N}$ ทิศพุ่งขึ้น

ง. $3 \times 10^{-14} \text{ N}$ ทิศพุ่งลง

24. ในบริเวณหนึ่งเดิมมีวัตถุ A และ B มีประจุไฟฟ้า $+5 \mu\text{C}$ และ $+20 \mu\text{C}$ ตามลำดับวางห่างกัน 6 m ได้นำวัตถุ C ซึ่งมีประจุไฟฟ้า $-20 \mu\text{C}$ มาวาง ณ ตำแหน่งหนึ่งระหว่างแนววัตถุ A และ B พบว่าวัตถุ C สามารถอยู่ในสภาพวางนิ่งได้ ตำแหน่งนั้นอยู่ห่างจากวัตถุ A เป็นระยะเท่าไร

ก. 1 m

ข. 2 m

ค. 3 m

ง. 4 m

25. ประจุไฟฟ้า $0.3 \mu\text{C}$ วางอยู่ห่างจากประจุไฟฟ้า $-2.7 \mu\text{C}$ เป็นระยะ 10 cm จงหาว่าที่จุดไหนจากประจุ $0.3 \mu\text{C}$ เมื่อวางประจุไฟฟ้าบวกไว้ แรงลัพธ์ที่กระทำบนประจุนี้จะมีค่าเป็นศูนย์

ก. 3 cm

ข. 4 cm

ค. 5 cm

ง. 6 cm

26. แผ่นตัวนำขนาดใหญ่ 2 แผ่น ที่ขนานกัน วางแยกห่างกัน 10 cm โดยบนแต่ละแผ่นมีประจุไฟฟ้าเท่ากัน แต่เป็นประจุนิตตรงกันข้าม เมื่อวางอิเล็กตรอนตัวหนึ่งที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสองจะมีแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนเท่ากับ $1.6 \times 10^{-15} \text{ N}$ จงหาความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง

ก. 800 V

ข. 900 V

ค. 1000 V

ง. 1100 V

27. เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า จะมี

ก. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ข. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ค. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ง. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกไปยังขั้วลบและไฟฟ้าลบไปยังขั้วบวก

28. ความจุของตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนานขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของโลหะที่ใช้ทำแผ่นคู่ขนาน
2. พื้นที่ของแผ่นคู่ขนานแต่ละแผ่น
3. ระยะห่างระหว่างแผ่นคู่ขนาน
4. ความต่างศักย์ที่ให้ระหว่างแผ่นคู่ขนาน

ก. 1,2 และ 3 ข. 2,3 และ 4 ค. 2 และ 3 ง. ถูกหมดทุกข้อ

29. ขณะที่วัตถุซึ่งเหมือนกัน 2 ก้อน มีค่าประจุไฟฟ้าบวกเท่ากันอยู่ห่างกัน $8m$ จะมีแรงผลักรขนาด $9 \times 10^{-7} N$ ถ้าโปรตอนซึ่งมีประจุเป็นบวกมีขนาดประจุ $1.6 \times 10^{-19} C$ จงหาจำนวนของโปรตอนที่อยู่ในวัตถุแต่ละก้อน

ก. 5×10^{11} ตัว ข. 6×10^{11} ตัว ค. 7×10^{11} ตัว ง. 8×10^{11} ตัว

30. แผ่นโลหะคู่ขนาน 2 แผ่น วางห่างกันเป็นระยะ d เมื่อต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นระหว่างแผ่นอิเล็กตรอนจากแผ่นลบหลุดออกมาด้วยความเร็ว a ไปยังแผ่นบวก ถ้าให้ m และ q เป็นมวลและประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนตามลำดับ แผ่นโลหะทั้งสองมีความต่างศักย์เท่าไร

ก. md/q ข. qE/m ค. ma/q ง. mad/q

แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ มีจำนวน ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง
ของนักเรียน
3. ข้อมูลที่ได้จากนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มี
ประสิทธิภาพต่อไป

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ประเด็นพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<u>ด้านบทบาทของผู้สอน</u>					
1.ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
2.ครูสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
3.ครูเปิดให้นักเรียนได้ซักถามปัญหาและแสดงความคิดเห็น					
4.ครูชี้แนะแหล่งศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม					
5.ครูให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของนักเรียน					
6.ครูให้ความสนใจในความคิดของนักเรียนและให้กำลังใจในการปฏิบัติงานนักเรียน					
7.ครูเชื่อมโยงเนื้อหาที่กำลังสอนกับเนื้อหาที่ผ่านมา					
8.ครูใช้คำถามท้าทายให้นักเรียนค้นหาคำตอบ					
9.ครูมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอน					
10.ครูมีความรู้ในเรื่องที่สอนเป็นอย่างดี					
11.ครูมีการเตรียมตัวสอนเป็นอย่างดี					
12.ครูมีการจัดเรียงเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก					

ประเด็นพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<u>ด้านบทบาทของผู้เรียน</u>					
13. นักเรียนกำหนดจุดมุ่งหมาย วางแผนการค้นหาคำตอบ และแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
14. นักเรียนกำหนดหัวข้อหรือประเด็นที่จะศึกษาได้ตามความสนใจ					
16. นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู					
17. นักเรียนได้ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม					
18. นักเรียนมีการวางแผนในการค้นหาคำตอบ					
19. นักเรียนมีการเสนอแนะในการจัดกิจกรรมผู้ผล					
20. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้					
21. นักเรียนนำความรู้มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับเนื้อหาอื่น					
22. นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแสวงหาความรู้เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
<u>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</u>					
23. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายสอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน					

ประเด็นพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
24.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ปลูกฝังคุณธรรมและจิตสำนึกที่ดีในการทำงานให้แก่ผู้เรียน					
25.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา					
26.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใฝ่รู้และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง					
27.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ปลูกฝังทักษะกระบวนการ ค่านิยม ในการสร้างองค์ความรู้					
28.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา					
29.การใช้สื่อประกอบการสอนมีความหลากหลาย					
31.ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหาที่ใช้สอน					
<u>ด้านการวัดและประเมินผล</u> 32. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบตัวเองและปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น					
33. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล การเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน					
34. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินพฤติกรรมของตนเองและเพื่อน					

ประเด็นพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
35. มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลายวิธี เช่น การทดสอบการอภิปรายร่วมกัน การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นต้น					
<u>ด้านประโยชน์ด้านผู้เรียนได้รับ</u> 36. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากขึ้น					
37. นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากขึ้น					
38. นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้					
39. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น					
40. นักเรียนได้เสริมสร้างทักษะทางสังคม					
41. นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น					
42. นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
43. นักเรียนได้นำทักษะกระบวนการไปใช้ในรายวิชาอื่นๆ					
44. นักเรียนจะมีค่านิยมติดค้างอยู่ในตัวผู้เรียน					

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่..... เรื่อง..... วันที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กระบวนการวัดผลและประเมินผล

1. ด้านความรู้

.....

.....

.....

.....

2. ด้านกระบวนการ

.....

.....

.....

.....

3. ด้านพึงประสงค์ทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....