

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โดย

นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ส่วนที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้ใช้จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นเอกสารช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้สอนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน ได้ทราบถึงแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน แต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา สื่อการสอนประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบงาน ใบงานเสริมการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ มีจำนวน 5 แผนโดยมีรายละเอียดดังนี้

แผนที่	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	ไฟฟ้าสถิต	22
	แผนปฐมนิเทศ	2
	ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต	2
	กฎของคูลอมบ์	4
	สนามไฟฟ้า	4
	ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า	4
	ตัวเก็บประจุ	4
5	แผนปัจฉินิเทศ	2
รวม จำนวน 22 ชั่วโมง		

คำชี้แจงสำหรับครู

1. ครูผู้สอนจะต้องศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างละเอียด และต้องศึกษาให้เข้าใจในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
 2. ครูผู้สอนต้องศึกษา เนื้อหาที่จะสอนจนเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี
 3. กระบวนการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่จัดตามลำดับขั้นตอนการสอน
 4. ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้ชัดเจนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
 5. การประกอบกิจกรรมกลุ่ม ครูควรแนะนำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมให้มากที่สุด
 6. ครูผู้สอนจะต้องเตรียมสื่อการสอนให้พร้อมและเมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนเสร็จแล้ว ครูต้องตรวจดูสื่อการเรียนการสอนให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป
- ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนต่อไป

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจงสำหรับครู	ข
สารบัญ	ค

ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต.....	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของคูลอมบ์	51
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้า.....	92
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า	138
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ตัวเก็บประจุ	181

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จัดทำขึ้นโดยยึดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม กล้าแสดงออก มีความคิดสร้างสรรค์ ฝึกการสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีพัฒนาการด้านสติปัญญา ความรู้ คุณธรรม และจริยธรรม สามารถนำความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ และผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษาที่กรุณาให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนเพื่อนครูทุกท่านที่ได้ช่วยตรวจทาน แก้ไข และเป็นกำลังใจจนแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าแผนการจัดการเรียนรู้นี้จะช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นผลให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จและบรรลุตามจุดหมายของหลักสูตร

สมใจ ธรรมจันทร์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ส่วนที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คำชี้แจงและคำชี้แจงสำหรับครู.....	ค
การวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560	1
แผนการจัดการเรียนรู้ปฐมนิเทศ	33
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	63
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	105
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	131
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	182
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	231
แผนการจัดการเรียนรู้ปัจฉิมนิเทศ	271
บรรณานุกรม	303

การวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560

1. ความนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – 2554) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้ มีคุณธรรมและมีความรอบรู้ อย่างเท่าทัน ให้มีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และศีลธรรม สามารถก้าวทัน การเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวการพัฒนาคนดังกล่าว มุ่งเตรียมเด็ก และเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม มีจิตสาธารณะ พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐาน ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ. 2549) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนา เยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทยให้มี ทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถ อยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1 - 2)

2. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษา ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3)

3. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3)

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐาน การเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐาน ของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและ การจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

4. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบ การศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3 - 4)

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและ ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนา สิ่งแวดล้อม มีจิตสำนึกที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่าง มีความสุข

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มี คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 4)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรม ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

5.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 5)

- 6.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 6.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 6.3 มีวินัย
- 6.4 ใฝ่เรียนรู้
- 6.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 6.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 6.7 รักความเป็นไทย
- 6.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

7. มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่า ต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ เพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอกซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่า สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 5)

8. ตัวชี้วัด

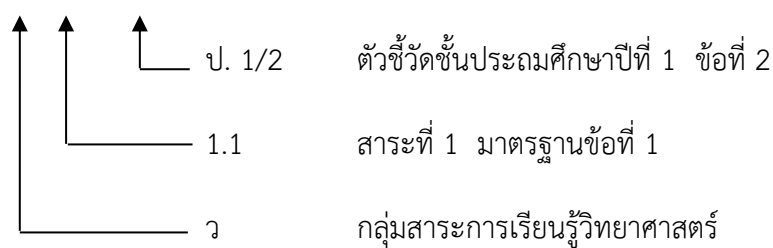
ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหาจัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 6)

8.1 ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)

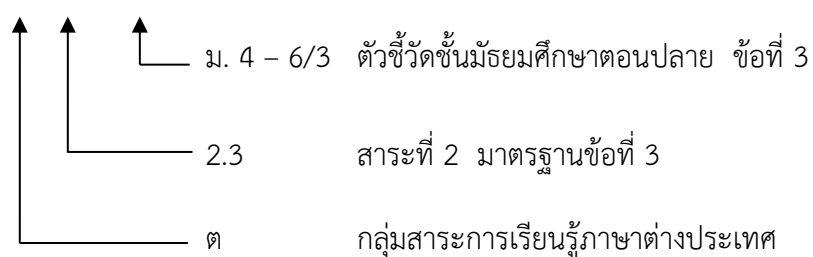
8.2 ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6)

หลักสูตรได้มีการกำหนดรหัสกำกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อความเข้าใจและให้สื่อสารตรงกัน ดังนี้

ว 1.1 ป. 1/2



ต 2.3 ม. 4 - 6/3



9. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 7 - 8)



ความสัมพันธ์ของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

จุดหมาย

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

1. กิจกรรมแนะแนว
2. กิจกรรมนักเรียน
3. กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

คุณภาพของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

10. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จำนวน 67 มาตรฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 9 - 16)

ภาษาไทย

สาระที่ 1 การอ่าน

มาตรฐาน ท 1.1 ใช้กระบวนการอ่านสร้างความรู้และความคิดเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตและมีนิสัยรักการอ่าน

สาระที่ 2 การเขียน

มาตรฐาน ท 2.1 ใช้กระบวนการเขียน เขียนสื่อสาร เขียนเรียงความ ย่อความ และเขียนเรื่องราวในรูปแบบต่าง ๆ เขียนรายงานข้อมูลสารสนเทศและรายงานการศึกษาค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพ

สาระที่ 3 การฟัง การดู และการพูด

มาตรฐาน ท 3.1 สามารถเลือกฟังและดูอย่างมีวิจารณญาณ และพูดแสดงความรู้ ความคิด ความรู้สึกในโอกาสต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ และสร้างสรรค์

สาระที่ 4 หลักการใช้ภาษาไทย

มาตรฐาน ท 4.1 เข้าใจธรรมชาติของภาษาและหลักภาษาไทย การเปลี่ยนแปลงของภาษาและพลังของภาษา ภูมิปัญญาทางภาษา และรักษาภาษาไทยไว้เป็นสมบัติของชาติ

สาระที่ 5 วรรณคดีและวรรณกรรม

มาตรฐาน ท 5.1 เข้าใจและแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์วรรณคดีและวรรณกรรมไทย อย่างเห็นคุณค่าและนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟและตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

สาระที่ 1 ศาสนา ศีลธรรม จริยธรรม

มาตรฐาน ส 1.1 รู้และเข้าใจประวัติ ความสำคัญ ศาสดา หลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือและศาสนาอื่น มีศรัทธาที่ถูกต้อง ยึดมั่นและปฏิบัติตามหลักธรรมเพื่ออยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข

มาตรฐาน ส 1.2 เข้าใจ ตระหนักและปฏิบัติตนเป็นศาสนิกชนที่ดีและธำรงรักษาพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ

สาระที่ 2 หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตในสังคม

มาตรฐาน ส 2.1 เข้าใจและปฏิบัติตามหน้าที่ของการเป็นพลเมืองดี มีค่านิยมที่ดีงาม และธำรงรักษาประเพณีและวัฒนธรรมไทย ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมไทย และสังคมโลกอย่างสันติสุข

มาตรฐาน ส 2.2 เข้าใจระบบการเมืองการปกครองในสังคมปัจจุบัน ยึดมั่นศรัทธาและธำรงรักษาไว้ซึ่งการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

สาระที่ 3 เศรษฐศาสตร์

มาตรฐาน ส 3.1 เข้าใจและสามารถบริหารจัดการทรัพยากรในการผลิตและการบริโภค การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า รวมทั้งเข้าใจหลักการของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการดำรงชีวิตอย่างมีดุลยภาพ

มาตรฐาน ส 3.2 เข้าใจระบบ และสถาบันทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจ และความจำเป็นของการร่วมมือกันทางเศรษฐกิจในสังคมโลก

สาระที่ 4 ประวัติศาสตร์

มาตรฐาน ส 4.1 เข้าใจความหมาย ความสำคัญของเวลาและยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ สามารถใช้วิธีการทางประวัติศาสตร์มาวิเคราะห์เหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ

มาตรฐาน ส 4.2 เข้าใจพัฒนาการของมนุษยชาติจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ในด้านความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง ตระหนักถึงความสำคัญและสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้น

มาตรฐาน ส 4.3 เข้าใจความเป็นมาของชาติไทย วัฒนธรรม ภูมิปัญญาไทย มีความรัก ความภูมิใจและธำรงความเป็นไทย

สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส 5.1 เข้าใจลักษณะของโลกทางกายภาพ และความสัมพันธ์ของสรรพสิ่ง ซึ่งมีผลต่อกันและกันในระบบของธรรมชาติ ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ในการค้นหา วิเคราะห์ สรุป และใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐาน ส 5.2 เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วัฒนธรรม มีจิตสำนึก และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

สุขศึกษาและพลศึกษา

สาระที่ 1 การเจริญเติบโตและพัฒนาการของมนุษย์

มาตรฐาน พ 1.1 เข้าใจธรรมชาติของการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมนุษย์

สาระที่ 2 ชีวิตและครอบครัว

มาตรฐาน พ 2.1 เข้าใจและเห็นคุณค่าตนเอง ครอบครัว เพศศึกษาและมีทักษะในการดำเนินชีวิต

สาระที่ 3 การเคลื่อนไหว การออกกำลังกาย การเล่นเกม กีฬาไทย และกีฬาสากล

มาตรฐาน พ 3.1 เข้าใจ มีทักษะในการเคลื่อนไหว กิจกรรมทางกาย การเล่นเกม และกีฬา

มาตรฐาน พ 3.2 รักการออกกำลังกาย การเล่นเกม และการเล่นกีฬาปฏิบัติเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ มีวินัย เคารพสิทธิ กฎ กติกา มีน้ำใจนักกีฬา มีจิตวิญญาณ ในการแข่งขัน และชื่นชมในสุนทรียภาพของการกีฬา

สาระที่ 4 การสร้างเสริมสุขภาพ สมรรถภาพและการป้องกันโรค

มาตรฐาน พ 4.1 เห็นคุณค่าและมีทักษะในการสร้างเสริมสุขภาพ การดำรงสุขภาพ การป้องกันโรคและการสร้างเสริมสมรรถภาพเพื่อสุขภาพ

สาระที่ 5 ความปลอดภัยในชีวิต

มาตรฐาน พ 5.1 ป้องกันและหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยง พฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ อุบัติเหตุ การใช้ยาเสพติด และความรุนแรง

ศิลปะ

สาระที่ 1 ทักษะศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ศ 1.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์ และ วัฒนธรรม เห็นคุณค่างานทัศนศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย และสากล

สาระที่ 2 ดนตรี

มาตรฐาน ศ 2.1 เข้าใจและแสดงออกทางดนตรีอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่าดนตรี ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อดนตรีอย่างอิสระ ชื่นชม และ ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ศ 2.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างดนตรี ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม เห็นคุณค่าของดนตรีที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล

สาระที่ 3 นาฏศิลป์

มาตรฐาน ศ 3.1 เข้าใจ และแสดงออกทางนาฏศิลป์อย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่านาฏศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ศ 3.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนาฏศิลป์ ประวัติศาสตร์และ วัฒนธรรม เห็นคุณค่าของนาฏศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล

การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว

มาตรฐาน ง 1.1 เข้าใจการทำงาน มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะกระบวนการ ทำงาน ทักษะการจัดการ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน และทักษะการ แสวงหาความรู้ มีคุณธรรม และลักษณะนิสัยในการทำงาน มีจิตสำนึกในการใช้พลังงานทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม เพื่อการดำรงชีวิตและครอบครัว

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและ สร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้ เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการ สืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและมีคุณธรรม

สาระที่ 4 การอาชีพ

มาตรฐาน ง 4.1 เข้าใจ มีทักษะที่จำเป็น มีประสบการณ์เห็นแนวทางในงานอาชีพ ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอาชีพ มีคุณธรรม และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ

ภาษาต่างประเทศ

สาระที่ 1 ภาษาเพื่อการสื่อสาร

มาตรฐาน ต 1.1 เข้าใจและตีความเรื่องที่ฟังและอ่านจากสื่อประเภทต่าง ๆ และแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

มาตรฐาน ต 1.2 มีทักษะการสื่อสารทางภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐาน ต 1.3 นำเสนอข้อมูลข่าวสาร ความคิดรวบยอด และความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ โดยการพูดและการเขียน

สาระที่ 2 ภาษาและวัฒนธรรม

มาตรฐาน ต 2.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับวัฒนธรรมของเจ้าของภาษา และนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับกาลเทศะ

มาตรฐาน ต 2.2 เข้าใจความเหมือนและความแตกต่างระหว่างภาษาและวัฒนธรรมของเจ้าของภาษากับภาษาและวัฒนธรรมไทย และนำมาใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

สาระที่ 3 ภาษากับความสัมพันธ์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

มาตรฐาน ต 3.1 ใช้ภาษาต่างประเทศในการเชื่อมโยงความรู้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น และเป็นพื้นฐานในการพัฒนา แสวงหาความรู้ และเปิดโลกทัศน์ของตน

สาระที่ 4 ภาษากับความสัมพันธ์กับชุมชนและโลก

มาตรฐาน ต 4.1 ใช้ภาษาต่างประเทศในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในสถานศึกษา ชุมชน และสังคม

มาตรฐาน ต 4.2 ใช้ภาษาต่างประเทศเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสังคมโลก

11. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ พัฒนาอย่างรอบด้าน เพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม เสริมสร้างให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคม สามารถจัดการตนเองได้ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 16)

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. กิจกรรมแนะแนว

เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักตนเอง รู้รักษ์สิ่งแวดล้อม สามารถคิดตัดสินใจ คิดแก้ปัญหา กำหนดเป้าหมาย วางแผนชีวิตทั้งด้านการเรียน และอาชีพ สามารถปรับตัวได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูรู้จักและเข้าใจผู้เรียน ทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาแก่ผู้ปกครองในการมีส่วนร่วมพัฒนาผู้เรียน

2. กิจกรรมนักเรียน

เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาความมีระเบียบวินัย ความเป็นผู้นำผู้ตามที่ดี ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกัน การรู้จักแก้ปัญหา การตัดสินใจที่เหมาะสม ความมีเหตุผล การช่วยเหลือแบ่งปันกัน เอื้ออาทร และสมานฉันท์ โดยจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ให้ได้ปฏิบัติด้วยตนเองในทุกขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาวิเคราะห์วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมิน และปรับปรุงการทำงาน เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับวุฒิภาวะของผู้เรียน บริบทของสถานศึกษาและท้องถิ่น กิจกรรมนักเรียนประกอบด้วย

2.1 กิจกรรมลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด ผู้บำเพ็ญประโยชน์และนักศึกษาวิชาทหาร

2.2 กิจกรรมชุมนุม ชมรม

3. กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์

เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่น ตามความสนใจในลักษณะอาสาสมัคร เพื่อแสดงถึงความรับผิดชอบ ความดีงาม ความเสียสละ ต่อสังคม มีจิตสาธารณะ เช่น กิจกรรมอาสาพัฒนาต่าง ๆ กิจกรรมสร้างสรรค์สังคม

12. ระดับการศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดระดับการศึกษาเป็น 3 ระดับ ดังนี้
(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 17)

1. ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6)

การศึกษาระดับนี้เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐานการติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

2. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3)

เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตน มีทักษะในการคิดวิจารณ์ คัดสรรสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำเนินชีวิต มีทักษะการใช้เทคโนโลยี เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความดีงาม และมีความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ

3. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6)

การศึกษาระดับนี้เน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน สนองตอบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่าง ๆ

13. การจัดเวลาเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำสำหรับ กลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้ตามความพร้อม และจุดเน้น โดยสามารถปรับให้เหมาะสมตามบริบทของสถานศึกษาและสภาพของผู้เรียน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 17)

1. ระดับชั้นประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6) ให้จัดเวลาเรียนเป็นรายปี โดยมีเวลาเรียนวันละ ไม่เกิน 5 ชั่วโมง

2. ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3) ให้จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มีเวลาเรียนวันละไม่เกิน 6 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักของรายวิชาที่เรียนเป็นหน่วยกิต ใช้เกณฑ์ 40 ชั่วโมง ต่อภาคเรียน มีค่าน้ำหนักวิชา เท่ากับ 1 หน่วยกิต (นก.)

3. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6) ให้จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มีเวลาเรียน วันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักของรายวิชาที่เรียนเป็นหน่วยกิต ใช้เกณฑ์ 40 ชั่วโมงต่อภาคเรียน มีค่าน้ำหนักวิชา เท่ากับ 1 หน่วยกิต (นก.)

14. โครงสร้างเวลาเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 18 - 19)

ตาราง 1 กรอบโครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้/ กิจกรรม	เวลาเรียน									
	ระดับประถมศึกษา						ระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น			ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย
	ป. 1	ป. 2	ป. 3	ป. 4	ป. 5	ป. 6	ม. 1	ม. 2	ม. 3	ม. 4 – 6
● กลุ่มสาระการเรียนรู้										
ภาษาไทย	200	200	200	160	160	160	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
คณิตศาสตร์	200	200	200	160	160	160	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
วิทยาศาสตร์	80	80	80	80	80	80	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
สังคมศึกษา ศาสนาและ วัฒนธรรม	80	80	80	80	80	80	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
สุขศึกษาและ พลศึกษา	80	80	80	80	80	80	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ศิลปะ	80	80	80	80	80	80	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
การงานอาชีพและ เทคโนโลยี	40	40	40	80	80	80	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ภาษาต่างประเทศ	40	40	40	80	80	80	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
รวมเวลาเรียน (พื้นฐาน)	800	800	800	800	800	800	840 (21 นก.)	840 (21 นก.)	840 (21 นก.)	1,560 (39 นก.)
● กิจกรรมพัฒนา ผู้เรียน	120	120	120	120	120	120	120	120	120	360
● รายวิชา / กิจกรรมที่ สถานศึกษาจัดเพิ่มเติม ตามความพร้อมและ จุดเน้น	ปีละไม่เกิน 80 ชั่วโมง						ปีละไม่เกิน 240 ชั่วโมง			ไม่น้อยกว่า 1,560 ชั่วโมง
รวมเวลาเรียนทั้งหมด	ไม่เกิน 1,000 ชั่วโมง/ปี						ไม่เกิน 1,200 ชั่วโมง/ ปี			รวม 3 ปี ไม่น้อย กว่า 3,600 ชั่วโมง

การกำหนดโครงสร้างเวลาเรียนพื้นฐาน และเพิ่มเติม สถานศึกษาสามารถดำเนินการ ดังนี้
ระดับประถมศึกษา สามารถปรับเวลาเรียนพื้นฐานของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้
ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ ต้องมีเวลาเรียนรวมตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างเวลาเรียนพื้นฐานและ
ผู้เรียนต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนด

ระดับมัธยมศึกษา ต้องจัดโครงสร้างเวลาเรียนพื้นฐานให้เป็นไปตามที่กำหนดและสอดคล้อง
กับเกณฑ์การจบหลักสูตร

สำหรับเวลาเรียนเพิ่มเติม ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ให้จัดเป็นรายวิชาเพิ่มเติม
หรือกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับความพร้อม จุดเน้นของสถานศึกษาและ
เกณฑ์การจบหลักสูตร เฉพาะระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 สถานศึกษาอาจจัดให้เป็นเวลาสำหรับ
สาระการเรียนรู้พื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนที่กำหนดไว้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีละ
120 ชั่วโมง และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 360 ชั่วโมงนั้น เป็นเวลาสำหรับปฏิบัติกิจกรรมแนะแนว
กิจกรรมนักเรียน และกิจกรรมเพื่อสังคม และสาธารณประโยชน์ ในส่วนกิจกรรมเพื่อสังคมและ
สาธารณประโยชน์ให้สถานศึกษาจัดสรรเวลาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

ระดับประถมศึกษา (ป. 1-6)	รวม 6 ปี	จำนวน 60 ชั่วโมง
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม. 1-3)	รวม 3 ปี	จำนวน 45 ชั่วโมง
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม. 4-6)	รวม 3 ปี	จำนวน 60 ชั่วโมง

15. การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของผู้เรียน เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 20 - 21)

ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายหลักสูตร ผู้สอนพยายามคัดสรรกระบวนการ
เรียนรู้ จัดการเรียนรู้โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้
รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียน
บรรลุตามเป้าหมาย

15.1 หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้
สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้
ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ
และเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนากายทางสมองเน้นให้ความสำคัญ
ทั้งความรู้ และคุณธรรม

15.2 กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้ จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย

กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

15.3 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

15.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียนควรมีบทบาท ดังนี้

15.4.1 บทบาทของผู้สอน

- 1) ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน
- 2) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้และทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 3) ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย
- 4) จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้
- 5) จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
- 6) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน

7) วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

15.4.2 บทบาทของผู้เรียน

- 1) กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง
- 2) เสาะแสวงหาความรู้เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ
- 3) ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- 4) มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู
- 5) ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

16. สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้ มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการ และสถานการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 22)

การจัดหาสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเอง หรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวเพื่อนำมาประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างพอเพียง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการดังนี้

1. จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้ และเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งในสถานศึกษาและในชุมชนเพื่อการศึกษาค้นคว้าและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก
2. จัดทำและจัดหาสื่อการเรียนรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอน รวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้
3. เลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
4. ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ
5. ศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. จัดให้มีการกำกับ ติดตาม ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับสื่อและการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ

ในการจัดทำ การเลือกใช้ และการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในสถานศึกษา ควรคำนึงถึงหลักการสำคัญของสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสอดคล้องกับหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัย ไม่กระทบความมั่นคงของชาติ ไม่ขัดต่อศีลธรรม มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง รูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

17. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัด เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ อย่างเต็มตามศักยภาพ (กรมวิชาการ. 2551 : 23-24)

ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนด สาระสำคัญไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของ ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. สารและสมบัติของสาร

สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคการเปลี่ยนสถานะ การเกิด สารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4. แรงแรงและการเคลื่อนที่

ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนตัม การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. พลังงาน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ

วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน
3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว
4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว สังเกตสำรวจ ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ
5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ
6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย
3. เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

4. เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ
5. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
6. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
7. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้
8. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
9. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า
10. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง
4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทางวางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม
12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
15. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย
18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น
19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้
20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2. การวิเคราะห์มาตรฐานช่วงชั้น

การวิเคราะห์มาตรฐานช่วงชั้นเป็นสาระการเรียนรู้รายปีและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว32205 ปรากฏดังตาราง 2 ต่อไปนี้

ตาราง 2 การวิเคราะห์มาตรฐานช่วงชั้นเป็นสาระการเรียนรู้รายปีและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้พื้นฐาน	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	มาตรฐานช่วงชั้น	จำนวน ชั่วโมง
1. ไฟฟ้าสถิต	1. ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต 2. กฎของคูลอมบ์ 3. สนามไฟฟ้า 4. ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ 5. ตัวเก็บประจุ	(ปฐมนิเทศ) ทดลองและอธิบายการท้าวตที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม	2
		อธิบายและคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์		2
		อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์	มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน	4
		อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ		4
		อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุรวม ทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง		4
		(ปัจฉิมนิเทศ)		2

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1

4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 80 ชั่วโมง/ภาค 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์และอธิบายคำนวณแรงกระทำระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า สนามไฟฟ้า งานในการเคลื่อนประจุ การต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ตัวต้านทาน วงจรไฟฟ้า แบบต่าง ๆ คำนวณหากะแสไฟฟ้าตามกฎของโอห์มและเคอร์ชอฟฟ์

อธิบายคำนวณแรงในสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคเข้าไปในสนามแม่เหล็กโมเมนต์ของลวด ที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านชนิดสนามแม่เหล็ก หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ ไดนาโม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล อภิปรายและการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม
 รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน 2.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	หน่วยย่อยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1. ไฟฟ้าสถิต	1. ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต	2
	2. กฎของคูลอมบ์	4
	3. สนามไฟฟ้า	4
	4. ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์	4
	5. ตัวเก็บประจุ	4

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
 หน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วย เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน 2.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ย่อย	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนเวลา (ชั่วโมง)
1	ทดลองและอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้า โดยการขัดสี และการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	1. อธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน 2. อธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า 3. อธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า 4. อธิบายและทดลองการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	2
2	อธิบายและคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์	1. อธิบายและคำนวณแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุตามกฎของคูลอมบ์ 2. อธิบายและคำนวณแรงไฟฟ้าลัทธิที่กระทำต่อจุดประจุ	4
3	อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์	1. อธิบายสนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้าของจุดประจุ ตัวนำทรงกลม และแผ่นโลหะคู่ขนาน 2. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุ	4
4	อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ	1. อธิบายพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง 2. อธิบายความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง	4
5	อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	1. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ 3. อธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล 4. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล	4

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้ปฐมนิเทศ ทดสอบวัดความรู้พื้นฐานนักเรียนก่อนทำการเรียนการสอน

เวลา 2 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. สาระสำคัญ

การปฐมนิเทศเป็นการสร้างความเข้าใจอันดีต่อกันระหว่างครูกับนักเรียน เป็นการตกลงกันในเบื้องต้น ก่อนที่จะเริ่มการเรียนการสอน ทำให้ครูได้รู้จักนักเรียนดียิ่งขึ้น ได้รู้ถึงความต้องการ ความรู้สึกและเจตคติ ที่มีต่อวิชาที่เรียน ในขณะเดียวกันนักเรียนก็จะได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้และการวัดผลและประเมินผล ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวจะนำไปสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ช่วยให้นักเรียนคลายความวิตกกังวล สามารถเรียนได้อย่างมีความสุข ซึ่งจะมีผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

2. ผลการเรียนรู้

-

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนบอกจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิตได้
2. นักเรียนปฏิบัติตามกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้
3. นักเรียนบอกเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิตได้

4. สาระการเรียนรู้

การปฐมนิเทศเพื่อแนะแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้

3. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. กระบวนการวัดและประเมินผล
5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 ข้อ
6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 40 ข้อ

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

1. ครูแนะนำตนเองและให้นักเรียนแนะนำตนเองตามแถวที่นั่งทีละคน
2. ครูถามคำถาม ให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นดังนี้
 - นักเรียนคิดว่าทำไมเราจึงต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญหรือจำเป็นต่อนักเรียนหรือไม่ อย่างไร
3. ครูสรุปความรู้แล้วแนะนำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการวัดและประเมินผล ข้อตกลงในการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. นักเรียนรับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 ข้อ และทำแบบทดสอบดังกล่าวด้วยความซื่อสัตย์ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมก่อนเรียน เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จนำกระดาษคำตอบมาส่งครู

3. นักเรียนรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 40 ข้อ และทำแบบทดสอบดังกล่าวด้วยความซื่อสัตย์ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมก่อนเรียน เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จนำกระดาษคำตอบมาส่งครู

3. ขั้นสรุป

1. นักเรียนและครูทบทวนกระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. ครูและนักเรียนสนทนาร่วมกัน เพื่อทบทวนข้อตกลงเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนต้องมีคุณธรรม จริยธรรม มีความซื่อสัตย์ ไม่เปิดดูคำตอบก่อน และมีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ร่วมมือร่วมใจช่วยเหลือกันทำกิจกรรมของกลุ่มให้บรรลุผลสำเร็จและทันเวลา

6. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 40 ข้อ

7. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่วัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	- การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ - การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต	- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต	-
ด้านทักษะ	-	-	-
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	-	-	-

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 40 คะแนน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทบทวนข้อสอบ 60 นาที โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ และมีคำถามเป็นชุด ๆ คำถามจะเรียงตามขั้นการแก้ปัญหา ได้แก่ ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหา
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจ จากนั้นตอบคำถาม และทำเครื่องหมาย (x) ทับหน้าอักษรหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

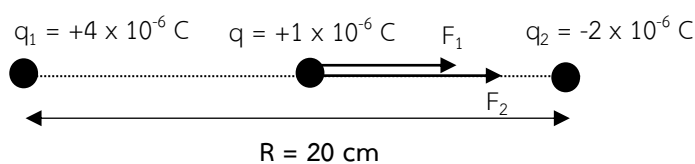
สถานการณ์ที่ 1

เมื่อนำลูกพิท 2 ลูก ที่มีประจุไฟฟ้าเหมือนกันวางใกล้กันในตัวกลางใด ๆ จะเกิดแรงผลักต่อกัน แต่ถ้าประจุทั้งสองต่างกันจะเกิดแรงดึงดูดต่อกัน โดยแรงระหว่างประจุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม ดังนั้น ถ้านำลูกพิทที่มีประจุบวกและประจุลบ วางห่างกัน 20 เซนติเมตร โดยให้ประจุลบอยู่ทางขวาของประจุบวกและนำประจุทดสอบขนาด $+1 \times 10^{-6}$ คูลอมป์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ

1. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. แรงที่กระทำต่อลูกพิทที่มีประจุ
 - ข. แรงที่ลูกพิทที่มีประจุกระทำต่อกัน
 - ค. แรงที่ลูกพิทที่มีประจุกระทำต่อประจุทดสอบ
 - ง. แรงที่ลูกพิทที่มีประจุทั้งสองกระทำต่อประจุทดสอบ
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ชนิดประจุของลูกพิท
 - ข. ขนาดของลูกพิทที่มีประจุ
 - ค. การวางตำแหน่งของลูกพิท
 - ง. การวางตำแหน่งของประจุทดสอบ
3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
 - ก. พิจารณาขนาดของลูกพิททั้งสอง
 - ข. พิจารณาทิศของแรงที่กระทำต่อลูกพิท
 - ค. พิจารณาทิศของแรงที่กระทำต่อกันระหว่างลูกพิทกับลูกพิท
 - ง. พิจารณาทิศของแรงที่กระทำต่อกันระหว่างลูกพิทกับประจุทดสอบ
4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด
 - ก. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกพิท
 - ข. แรงลัพธ์ที่ลูกพิทกระทำต่อลูกพิท
 - ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบ
 - ง. แรงลัพธ์ที่ลูกพิทกระทำต่อประจุทดสอบ

สถานการณ์ที่ 2

เมื่อนำประจุทดสอบขนาด $+1 \times 10^{-6}$ คูโลมบ์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างลูกพิททั้งสองที่มีขนาด $+4 \times 10^{-6}$ คูโลมบ์ และ -2×10^{-6} คูโลมบ์ ที่วางห่างกัน 20 เซนติเมตร จะเกิดแรงกระทำต่อประจุทดสอบดังรูป



5. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุ q_2
- ข. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุทดสอบ
- ค. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_2 กับประจุทดสอบ
- ง. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 และ q_2 กับประจุทดสอบ

6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. ขนาดของประจุทดสอบ
- ข. ตำแหน่งของประจุทดสอบ
- ค. ขนาดของประจุ q_1 และประจุ q_2
- ง. ตำแหน่งของประจุ q_1 และประจุ q_2

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ก. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = |F_1 - F_2|$

ข. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = F_1 + F_2$

ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2}$

ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

ก. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 2.7 \text{ N}$

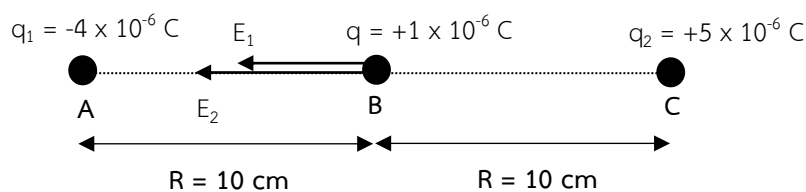
ข. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 5.4 \text{ N}$

ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 7.64 \text{ N}$

ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 10.8 \text{ N}$

สถานการณ์ที่ 3

จุด A , B และ C อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ห่างกันช่วงละ 10 เซนติเมตร วางจุดประจุ -4 ไมโครคูลอมบ์ 5 ไมโครคูลอมบ์ ที่จุด A และ C ตามลำดับ หากนำประจุทดสอบมาวางไว้ ณ จุด B จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด B



9. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. สนามไฟฟ้าที่กระทำต่อจุด A
- ข. สนามไฟฟ้าที่กระทำต่อจุด B
- ค. สนามไฟฟ้าที่กระทำต่อจุด C
- ง. สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างจุด A กับจุด B

10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุ q_2
- ข. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุทดสอบ
- ค. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_2 กับประจุทดสอบ
- ง. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 และ q_2 กับประจุทดสอบ

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ก. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = |E_1 - E_2|$

ข. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = E_1 + E_2$

ค. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2}$

ง. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2 + 2E_1E_2\cos\theta}$

12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

ก. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 0.9 \text{ N}$

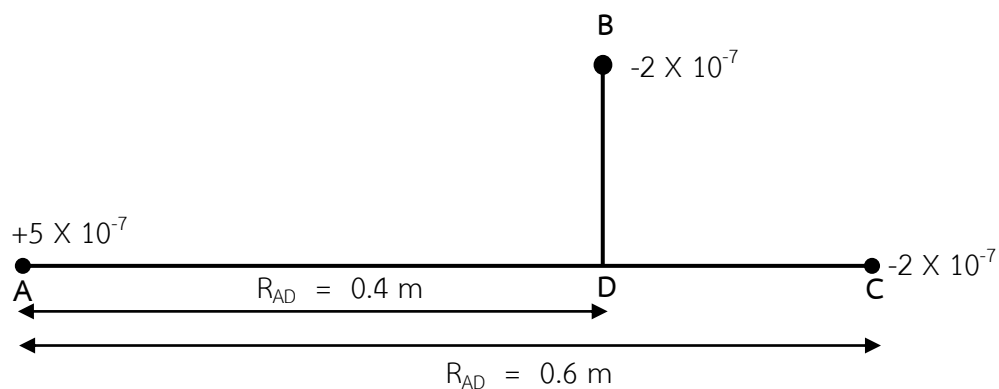
ข. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 3.6 \text{ N}$

ค. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 4.5 \text{ N}$

ง. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 8.1 \text{ N}$

สถานการณ์ที่ 4

จงหาระยะทาง BD ดังรูป ที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง D เป็นศูนย์
เมื่อกำหนดค่าคงตัว $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$



13. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. ระยะทางที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ข. ชนิดของประจุที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ค. ขนาดของประจุที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ง. ระยะทางระหว่างประจุที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A เป็นศูนย์
- ข. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B เป็นศูนย์
- ค. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง C เป็นศูนย์
- ง. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง D เป็นศูนย์

15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ก. $V_A = V_B + V_C$

ข. $V_B = V_A + V_C$

ค. $V_A = V_B + V_C + V_D$

ง. $V_D = V_A + V_B + V_C$

16. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

ก. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.04 เมตร

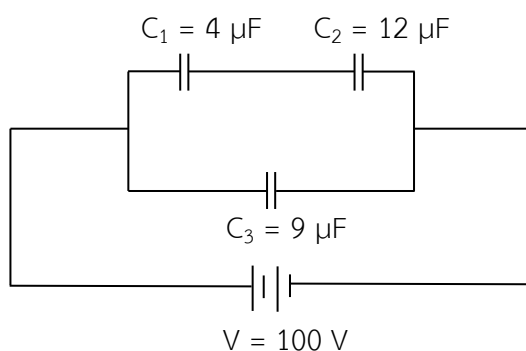
ข. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.08 เมตร

ค. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.4 เมตร

ง. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.8 เมตร

สถานการณ์ที่ 5

ตัวเก็บประจุ C_1 , C_2 และ C_3 มีขนาดความจุ 4 ไมโครฟารัด , 12 ไมโครฟารัด และ 9 ไมโครฟารัด ตามลำดับ นำตัวเก็บประจุ C_1 , C_2 มาต่อกันแบบอนุกรม และต่อขนานกับ C_3 โดยนำตัวเก็บประจุ ประจุทั้ง 3 มาต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 100 V พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุมีค่ากี่จูล



17. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. การต่อตัวเก็บประจุ
- ข. ขนาดของตัวเก็บประจุ
- ค. พลังงานสะสมในตัวเก็บ
- ง. ความต่างศักย์ที่ให้กับตัวเก็บประจุ

18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_1
- ข. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_2
- ค. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_3
- ง. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจรรวม

19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

$$\text{ก. } U = \frac{1}{2} (C_1 + C_2 + C_3) V^2$$

$$\text{ข. } U = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 + C_2 + C_3}{(C_1 + C_2) C_3} \right] + C_3) V^2$$

$$\text{ค. } U = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} \right] + C_3) V^2$$

$$\text{ง. } U = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 C_2}{C_2 + C_1} \right] + C_3) V^2$$

20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

$$\text{ก. } U = 0.015 \text{ J}$$

$$\text{ข. } U = 0.086 \text{ J}$$

$$\text{ค. } U = 0.043 \text{ J}$$

$$\text{ง. } U = 0.125 \text{ J}$$

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์
รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X)
ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				

โปรดดูเฉลยคำตอบในหน้าที่ 47

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	11	ข
2	ง	12	ง
3	ง	13	ก
4	ค	14	ง
5	ง	15	ง
6	ข	16	ง
7	ข	17	ค
8	ข	18	ง
9	ข	19	ง
10	ง	20	ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

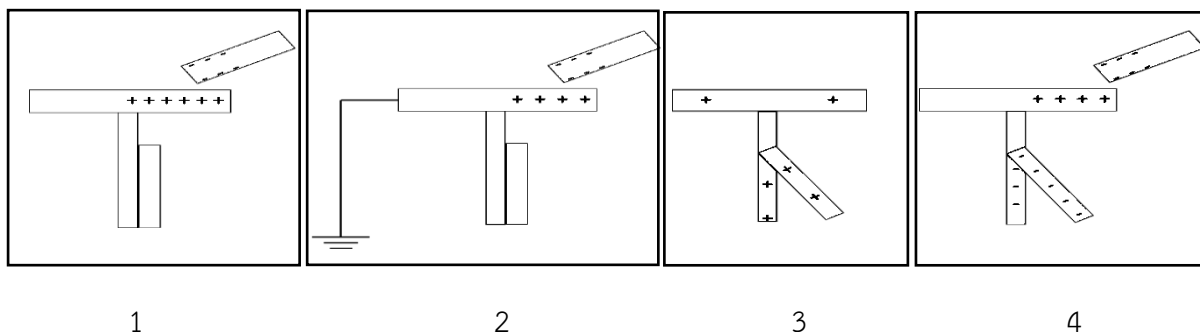
คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงในกระดาษคำตอบ
กำหนดให้ $g = 10$ เมตรต่อวินาที²

1. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า
 - ก. ไฟผ่าเกิดจากการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน
 - ข. ไฟแลบเกิดจากการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ
 - ค. แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา
 - ง. ผิดทุกข้อที่กล่าวมา

2. การนำแท่งแก้วมาถูกับผ้าสักหลาดทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นผลมาจากข้อใด
 - ก. การสร้างประจุขึ้นมาใหม่
 - ข. การแตกตัวของนิวตรอน
 - ค. การย้ายประจุ
 - ง. ถูกทุกข้อ

3. ในการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต โดยการนำวัตถุ A B C และ D มาถูกับผ้าขนสัตว์ แล้วนำมาทดสอบแรงระหว่างกัน ปรากฏว่า A ดึงกับ B , B ผลักกับ C, C ดึงกับ D ชนิดของประจุไฟฟ้าของวัตถุ A B C และ D เป็นอย่างไร
 - ก. A เหมือนกับ C, B ต่างกับ D
 - ข. A เหมือนกับ C, B เหมือนกับ D
 - ค. A ต่างกับ C, B เหมือนกับ D
 - ง. A ต่างกับ C, B ต่างกับ D

4. จากรูป ข้อใดเรียงลำดับการต่อสายดินได้ถูกต้อง



ก. 2 4 1 3

ข. 4 2 1 3

ค. 4 1 2 3

ง. 1 4 2 3

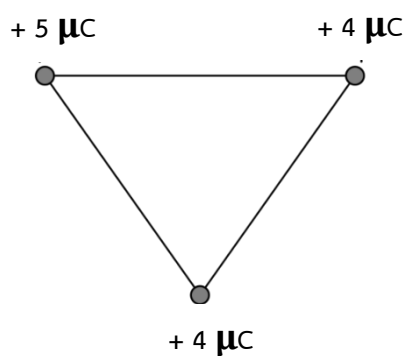
5. จากรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ยาวด้านละ 6 เซนติเมตร จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อ $+5\mu\text{C}$

ก. $10\sqrt{3}$ N

ข. 100 N

ค. $50\sqrt{3}$ N

ง. 50 N



6. จุดประจุ 2 ประจุ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จุดประจุหนึ่งมีค่า 24 ไมโครคูลอมบ์ หากสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ อยู่ระหว่างประจุทั้งสองและห่างจากจุดประจุ 24 ไมโครคูลอมบ์ เท่ากับ 0.2 เมตร จงหาค่าประจุของอีกประจุหนึ่งมีค่ากี่ไมโครคูลอมบ์

ก. 6

ข. 18

ค. 36

ง. 54

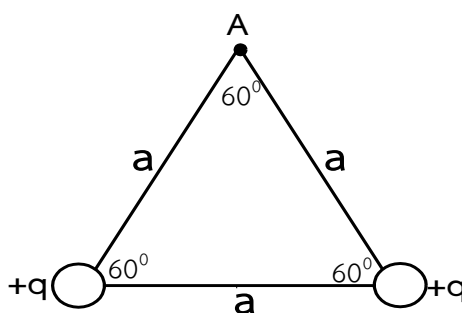
7. สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปหนึ่งมีความยาวด้านละ a เซนติเมตร และที่แต่ละมุมของสามเหลี่ยมนี้มี จุดประจุ $+q$ และ $+q$ ไมโครคูลอมบ์วางอยู่ อยากทราบว่าขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุด A มีค่ากี่ นิวตันต่อคูลอมบ์

ก. $\frac{Kq}{a^2}$

ข. $\frac{\sqrt{3}Kq}{a^2}$

ค. $\frac{2Kq}{a^2}$

ง. $\frac{4Kq}{a^2}$



8. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อความที่ไม่ถูกต้อง

ก. ศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำมีค่าเป็นศูนย์

ข. ผลต่างระหว่างศักย์ไฟฟ้าของจุดสองจุดเรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ค. ในสนามไฟฟ้า ประจุบวกจะเคลื่อนที่ตามทิศของสนามไฟฟ้า

ง. ในสนามไฟฟ้า ประจุลบจะเคลื่อนที่ในทิศสวนทางกับสนามไฟฟ้า

9. จากกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ประจุ A มีขนาด $-4 \times 10^{-6} \text{ C}$ และประจุ B มีขนาด $80 \times 10^{-7} \text{ C}$ เมื่อนำมาสัมผัสกัน หลังสัมผัสประจุ A และประจุ B มีค่าเท่าใด ตามลำดับ หากประจุทั้งสองมี รัศมีเท่ากัน

ก. $-4 \mu\text{C}$, $8 \mu\text{C}$

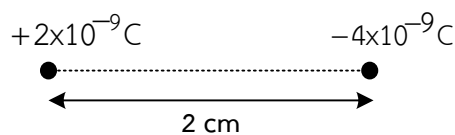
ข. $8 \mu\text{C}$, $-4 \mu\text{C}$

ค. $-2 \mu\text{C}$, $-2 \mu\text{C}$

ง. $2 \mu\text{C}$, $2 \mu\text{C}$

10. จุดประจุหนึ่งมีประจุ 11.2 ไมโครคูลอมบ์ จุดประจุนี้มีจำนวนอิเล็กตรอนอยู่ทั้งหมดกี่อนุภาค
- ก. 7×10^{-13}
- ข. 7×10^{13}
- ค. 7×10^{-19}
- ง. 7×10^{19}
11. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งมีประจุ $4 \mu\text{C}$ มีรัศมีผิวใน 6 เซนติเมตร และรัศมีผิวนอก 9 เซนติเมตร สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีค่าเป็นเท่าใด
- ก. $E_{\text{ใน}} = 1 \times 10^7 \text{ N/C}$, $E_{\text{นอก}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$
- ข. $E_{\text{ใน}} = 0 \text{ N/C}$, $E_{\text{นอก}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$
- ค. $E_{\text{ใน}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$, $E_{\text{นอก}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$
- ง. ถูกทั้ง ก และ ข
12. จากข้อ 11. ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีค่าเป็นเท่าใด
- ก. $V_{\text{ใน}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 4 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
- ข. $V_{\text{ใน}} = 0 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
- ค. $V_{\text{ใน}} = 4 \times 10^5 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 4 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
- ง. $V_{\text{ใน}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
13. ตัวนำทรงกลมรัศมี 1 เซนติเมตร มีประจุขนาด 7×10^{-6} คูลอมบ์ ที่ตำแหน่งห่างจากตัวนำทรงกลมเป็นระยะ 6 เซนติเมตร จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเท่าใด
- ก. 1.12×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์
- ข. 1.28×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์
- ค. 1.75×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์
- ง. 1.98×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์

14. จากรูป จงหาสนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง มีค่ากี่กิโลนิวตันต่อคูลอมบ์



- ก. 180
 ข. 360
 ค. 540
 ง. 720
15. ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมีเป็น R_A และ R_B ตามลำดับ (กำหนดให้ $R_A = 2R_B$) ถ้าโยงตัวนำทรงกลมเข้าด้วยกันด้วยเส้นลวดตัวนำขนาดเล็ก และยาวมาก เมื่อเทียบกับรัศมีของทรงกลมตัวนำทั้งสองนี้ จงหาอัตราส่วนของศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำ A ต่อศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำ B
- ก. 1 : 2
 ข. 1 : 1
 ค. 2 : 1
 ง. 4 : 1
16. จากโจทย์ข้อที่ 15. จงหาอัตราส่วนของปริมาณประจุไฟฟ้าบนตัวนำ A ต่อปริมาณประจุไฟฟ้าบนตัวนำ B ว่ามีค่าเป็นเท่าไร
- ก. 1 : 2
 ข. 1 : 1
 ค. 2 : 1
 ง. 4 : 1

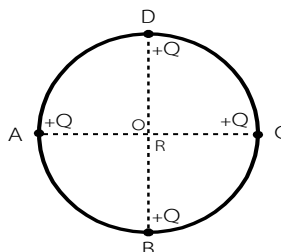
17. ประจุ Q วางที่ตำแหน่ง A, B, C และ D ของวงกลมที่มีรัศมี R ดังรูป ศักย์ไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางวงกลมนี้เป็นตามข้อใด

ก. 0

ข. $\frac{Q}{\epsilon_0 R}$

ค. $\frac{Q}{\pi \epsilon_0 R}$

ง. $\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$



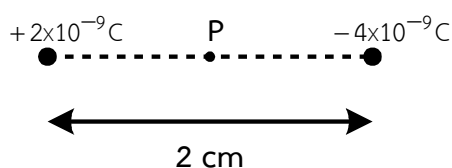
18. จากรูป จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด P อยู่กึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง

ก. -18 โวลต์

ข. -1800 โวลต์

ค. 54 โวลต์

ง. 18 โวลต์



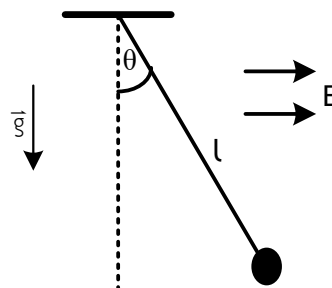
19. ลูกพิชมวล m แขนงด้วยเชือกยาว l มีประจุไฟฟ้า q และอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอในแนวระดับดังรูป ถ้าลูกบอลอยู่ในตำแหน่งสมดุลเส้นเชือกทำมุม θ กับแนวตั้ง จงหาขนาดของสนามไฟฟ้า

ก. $\frac{mg}{q}$

ข. $\frac{mg}{q} \tan \theta$

ค. $\frac{mg}{q} \cot \theta$

ง. $\frac{mg}{q} \sin \theta$



20. จุด A มีศักย์ไฟฟ้า $V_A = -2.0$ โวลต์ และจุด B ศักย์ไฟฟ้า $V_B = +6.0$ โวลต์ ถ้าต้องการเคลื่อนประจุ $+2 \times 10^{-6}$ คูลอมป์ จากจุด A ไปจุด B จะต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนประจุเท่ากับกี่จูล
- ก. -4.0×10^{-6}
 - ข. $+8.0 \times 10^{-6}$
 - ค. $+1.6 \times 10^{-5}$
 - ง. -1.6×10^{-5}
21. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับค่าสนามและศักย์ไฟฟ้าของทรงกลมโลหะที่มีประจุ
- ก. ที่ตำแหน่งภายนอกทรงกลม ขนาดของสนามไฟฟ้าแปรผันตรงกับกำลังสองของระยะห่างจากใจกลางทรงกลม
 - ข. ที่ตำแหน่งภายในทรงกลม ขนาดของสนามไฟฟ้ามีค่าคงที่
 - ค. ที่ตำแหน่งภายนอกทรงกลม ค่าของศักย์ไฟฟ้าแปรผันตรงกับระยะห่างจากใจกลางทรงกลม
 - ง. ที่ตำแหน่งภายในทรงกลม ค่าของศักย์ไฟฟ้ามีค่าคงที่
22. ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมรัศมี 60 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 3×10^5 โวลต์ประจุไฟฟ้าในข้อใดที่ตัวนำทรงกลมนี้สามารถเก็บได้
- ก. $12 \mu\text{C}$
 - ข. $18 \mu\text{C}$
 - ค. $20 \mu\text{C}$
 - ง. $24 \mu\text{C}$

23. ถ้าถือว่าโลกมีรูปร่างทรงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับ 6,400 กิโลเมตร และพบว่าบริเวณใกล้ผิวโลก มีความเข้มสนามไฟฟ้าขนาดเท่ากับ 100 โวลต์ต่อเมตร จงหาปริมาณประจุไฟฟ้าบนผิวโลก
- ก. $9 \times 10^{-2} \text{ C}$
 - ข. $50 \times 10^3 \text{ C}$
 - ค. $5 \times 10^5 \text{ C}$
 - ง. $9 \times 10^5 \text{ C}$
24. ที่ตำแหน่ง ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้า เป็นระยะ 70 เซนติเมตร มีขนาดของสนามไฟฟ้า 3,500 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศพุ่งออกจากทรงกลม ศักย์ไฟฟ้าที่จุดห่าง ศูนย์กลางของทรงกลมเป็นระยะ 30 เซนติเมตร มีค่ากี่โวลต์
- ก. 4,716 V
 - ข. 5,000 V
 - ค. 5,716 V
 - ง. 6,716 V
25. ในการนำประจุ 4.5×10^{-3} คูลอมบ์ จากระยะอนันต์ มายังจุดจุดหนึ่งในสนามไฟฟ้า โดยทำงาน 90.0×10^{-2} จูล จุดดังกล่าวมีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด
- ก. 100 โวลต์
 - ข. 200 โวลต์
 - ค. 300 โวลต์
 - ง. 400 โวลต์

26. จุดประจุ A ขนาด 15 ไมโครคูลอมบ์ อยู่บนแกน Y ณ ตำแหน่ง $y = -3.0$ เมตร ในขณะที่จุดประจุ B ขนาด -4 ไมโครคูลอมบ์ อยู่บนแกน X ณ ตำแหน่ง $x = 2.0$ เมตร จงหาว่า จะต้องใช้พลังงานเท่าใดในการย้ายประจุ +2 ไมโครคูลอมบ์ จากระยะอนันต์มาไว้ยังจุดกำเนิดพิกัดฉากนี้

ก. -27 mJ

ข. 54 mJ

ค. -63 mJ

ง. 63 mJ

27. ประจุไฟฟ้า $+10^{-4}$ คูลอมบ์ วางที่มุมยอด A ของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีด้าน AB เท่ากับ AC เท่ากับ 50 เซนติเมตร และ BC เท่ากับ 60 เซนติเมตร ถ้าต้องการเคลื่อนประจุไฟฟ้า $+70$ ไมโครคูลอมบ์ จากจุด B ไปยังจุด C จะต้องใช้พลังงานกี่จูล

ก. 1.8×10^5 J

ข. 1.5×10^5 J

ค. 10.5 J

ง. 0 J

28. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 10 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีความจุ 90 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 300 นิวตัน/คูลอมบ์ จะมีประจุไฟฟ้าจำนวนกี่คูลอมบ์

ก. 2.7×10^{-4} คูลอมบ์

ข. 2.7×10^{-9} คูลอมบ์

ค. 2.7×10^{-5} คูลอมบ์

ง. 2.7×10^{-10} คูลอมบ์

29. แผ่นโลหะคู่ขนานวางห่างกัน 2 มิลลิเมตร ต่อกับขั้วบวก - ลบ ของแบตเตอรี่ 9 โวลต์ จงหาสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่ากี่โวลต์ต่อเมตร

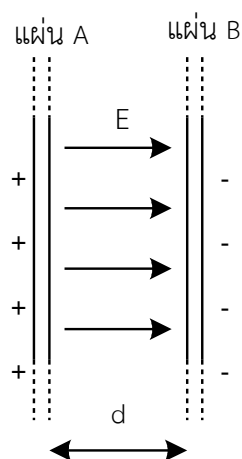
- ก. 4.5
- ข. 45
- ค. 450
- ง. 4500

30. แผ่นตัวนำคู่ขนาน ขนาดเท่ากัน วางห่างกัน 3 มิลลิเมตร ถ้าต่อแผ่นคู่ขนานนี้เข้ากับแบตเตอรี่ 9 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีขนาดเท่าใด

- ก. 0.027 V.m
- ข. 27 V.m
- ค. 3 V/m
- ง. 3,000 V/m

31. แผ่นโลหะคู่ขนาน มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E ทิศตั้งรูป ถ้ามีไอออนมวล m ประจุ $+Q$ หลุดจากแผ่น A ด้วยอัตราเร็วต้นน้อยมาก ไอออนจะถึงแผ่น B ที่ระยะห่าง d จากแผ่น A ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

- ก. $\sqrt{\frac{2m}{QE d}}$
- ข. $\sqrt{\frac{m}{2QE d}}$
- ค. $\sqrt{\frac{QE d}{2m}}$
- ง. $\sqrt{\frac{2QE d}{m}}$



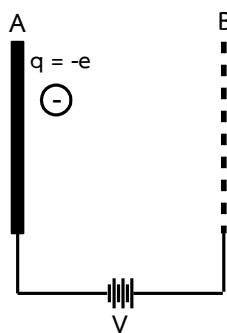
32. อิเล็กตรอนมีมวล m กิโลกรัม มีประจุ $-e$ คูลอมป์ ถูกปล่อยด้วยความเร็วเริ่มต้นศูนย์ จากบริเวณใกล้แผ่นโลหะ A เมื่อให้ความต่างศักย์ V แก่แผ่นโลหะ A และตะแกรงโลหะ B ดังรูป แรงโน้มถ่วงมีค่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด เมื่อหลุดออกจากตะแกรง B อิเล็กตรอนจะมีอัตราเร็วเท่ากับกี่เมตรต่อวินาที

ก. $v = \sqrt{\frac{mV}{2e}}$

ข. $v = \sqrt{\frac{eV}{2m}}$

ค. $v = \sqrt{\frac{2mV}{e}}$

ง. $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$



33. ตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนานขนาด 2 พิโกฟารัด ต่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้าขนาดหนึ่ง ถ้ามีพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุนี้เท่ากับ 1 จูล จงหาค่าประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุตัวนี้มีค่าเท่าใด

ก. $2 \mu\text{C}$

ข. $4 \mu\text{C}$

ค. $6 \mu\text{C}$

ง. $8 \mu\text{C}$

34. ตัวเก็บประจุขนาด 4 ไมโครฟารัด เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 240 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุมีค่ากี่จูล

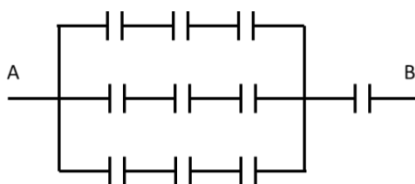
ก. 1152×10^{-12}

ข. 1152×10^{-8}

ค. 1152×10^{-6}

ง. 1152×10^{-4}

35. ตัวเก็บประจุแต่ละตัวมีค่าความจุ $3 \mu\text{F}$ ความจุรวมระหว่าง A และ B มีค่าเท่าใด



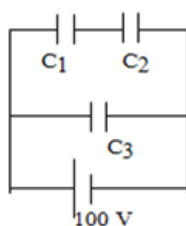
ก. $1.5 \mu\text{F}$

ข. $3.0 \mu\text{F}$

ค. $4.5 \mu\text{F}$

ง. $6.0 \mu\text{F}$

36. จากวงจรและข้อมูลที่กำหนดให้ จงหาพลังงานสะสมในวงจรมีค่ากี่ไมโครจูล



เมื่อ

$C_1 = 4$ ไมโครฟารัด

$C_2 = 12$ ไมโครฟารัด

$C_3 = 9$ ไมโครฟารัด

ก. 3.0×10^4

ข. 4.5×10^4

ค. 6.0×10^4

ง. 9.0×10^4

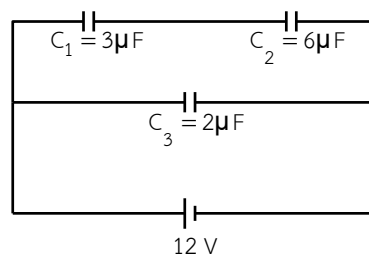
37. วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยตัวเก็บประจุสามตัวต่ออยู่กับความต่างศักย์ 12 โวลต์ ดังรูป จงคำนวณหาขนาดของความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ 3 ไมโครฟารัด และ 6 ไมโครฟารัด ตามลำดับ

ก. 12 V และ 12 V

ข. 6 V และ 6 V

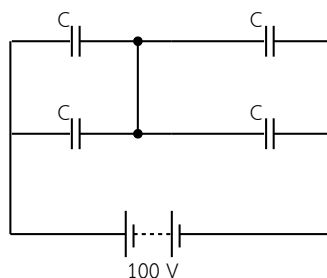
ค. 4 V และ 8 V

ง. 8 V และ 4 V



38. จากวงจรในรูป ค่าความจุ $C = 5 \times 10^{-6} \text{ F}$ จงหาจำนวนประจุที่ตัวเก็บประจุแต่ละตัวในหน่วย ไมโครคูลอมบ์ (μC)

- ก. 125
- ข. 250
- ค. 500
- ง. 1000



39. ต่อตัวเก็บประจุ 500 ไมโครฟารัด เข้ากับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ แล้วปลดออก จากนั้นจึงนำตัวเก็บประจุนั้นออกไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุ 1,500 ไมโครฟารัด อีกตัวหนึ่ง จงหาความต่างศักย์ระหว่างขั้วของตัวเก็บประจุตัวเดิมจะเป็นกี่โวลต์

- ก. 3
- ข. 9
- ค. 12
- ง. 24

40. ต่อตัวเก็บประจุ 1,000 ไมโครฟารัด เข้ากับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ แล้วปลดออก จากนั้นจึงนำตัวเก็บประจุนั้นออกไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุ 2,000 ไมโครฟารัด อีกตัวหนึ่งความต่างศักย์ระหว่างขั้วของตัวเก็บประจุตัวเดิมจะเป็นเท่าใด

- ก. 4 V
- ข. 6 V
- ค. 8 V
- ง. 12 V

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
 กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน
 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X)

ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					21				
2					22				
3					23				
4					24				
5					25				
6					26				
7					27				
8					28				
9					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน
 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	21	ง
2	ค	22	ค
3	ง	23	ค
4	ข	24	ค
5	ค	25	ข
6	ง	26	ข
7	ข	27	ง
8	ก	28	ข
9	ง	29	ง
10	ข	30	ง
11	ข	31	ง
12	ค	32	ง
13	ค	33	ก
14	ค	34	ง
15	ข	35	ก
16	ค	36	ค
17	ค	37	ง
18	ข	38	ข
19	ข	39	ก
20	ค	40	ก

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

จำนวนชั่วโมง 22 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

เวลา 2 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกัน จะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านใกล้วัตถุ และประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวิธีนี้ว่า **การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต** ซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำให้วัตถุมีประจุได้

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวกและประจุลบ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้กันจะเกิดแรงกระทำระหว่างกัน ถ้าประจุเหมือนกันจะเกิดแรงผลักกัน ถ้าประจุต่างกันจะเกิดแรงดึงดูดกัน

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่แต่เป็นการย้ายประจุ ผลรวมของประจุทั้งหมดของระบบยังคงเหมือนเดิม ซึ่งเรียกว่าเป็น **กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า**

วัตถุที่ได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยอิเล็กตรอนยังคงอยู่ ณ บริเวณนั้น ไม่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งในเนื้อวัตถุ เรียกวัตถุนั้นว่า **ฉนวน** แต่ถ้าอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทสามารถเคลื่อนที่กระจายไปตลอดเนื้อของวัตถุโดยง่าย เรียกวัตถุนั้นว่า **ตัวนำ**

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าโดยการถูและโดยการเหนี่ยวนำพร้อมกับต่อสายดินไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่ แต่เป็นการย้ายประจุโดยจำนวนประจุทั้งหมดยังคงเท่าเดิม

3. ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน
2. อธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
3. อธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า
4. อธิบายและทดลองการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสังเกตแรงดึงดูดและแรงผลักรันของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้
2. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ

1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

5. สารการเรียนรู้

1. ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
2. การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R) ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C) ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P) ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C) ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect

on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R) และขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R)

- 1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต ที่ครูแจกให้คนละ 1 ชุด
- 1.2 ครูสนทนากับนักเรียนทบทวนในเรื่องที่เกี่ยวกับแรงพื้นฐานในธรรมชาติ และให้ความรู้เพิ่มเติมว่า แรงไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน
- 1.3 ครูสนทนากับนักเรียนและตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนยกตัวอย่างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า เช่น
 - เมื่อเราจับลูกบิดโลหะของประตู บางครั้งรู้สึกเหมือนไฟฟ้าดูด
 - เมื่อหิวผมที่แห้งจะรู้สึกวูบผมฟู

1.4 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โดยสาธิต นำผ้าขนสัตว์หรือผ้าสักหลาดมาลูที่ปลายข้างหนึ่งของท่อพีวีซี แล้วนำเข้าใกล้เศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะเห็นว่าเศษกระดาษถูกดูดติดปลายของท่อพีวีซี (ก่อนสาธิตครูควรทำความสะอาดท่อพีวีซี และเศษผ้าหรือผ้าสักหลาดให้แห้ง และกิจกรรมนี้ควรทำในห้องที่ความชื้นต่ำหรือในห้องปรับอากาศ) ครูตั้งคำถามว่าเหตุการณ์เกิดขึ้นอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C)

2.1 ครูยกตัวอย่างในการนำวัสดุในตาราง 1.1 ในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า มาจัดสีกัน เช่น ท่อพีวีซีกับผ้าสักหลาด แล้วตั้งคำถามว่า ท่อพีวีซีมีประจุชนิดใด และดูดเศษกระดาษได้อย่างไร จากนั้นครูนำอภิปรายจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป ท่อพีวีซีดึงดูดเศษกระดาษ เนื่องจากมีแรงกระทำกับเศษกระดาษ ขณะเดียวกันก็มีแรงดึงดูดระหว่างเศษกระดาษแต่ละชิ้นด้วย แรงดังกล่าวเป็นผลมาจาก ประจุไฟฟ้า เรียกแรงนี้ว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า เราสามารถทำให้วัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าเป็นวัตถุมีประจุไฟฟ้าได้ โดยการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเข้าหรือออกจากวัตถุนั้น วัสดุใดจะทำหน้าที่ให้หรือรับอิเล็กตรอนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุจะสูญเสียอิเล็กตรอนได้มากกว่า โดยประจุไม่ได้ถูกสร้างหรือถูกทำลายในระบบโดดเดี่ยว นั่นคือ ผลรวมของประจุไฟฟ้าในระบบมีค่าคงเดิม ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า)

2.2 ครูให้นักเรียนค้นหาคำตอบเกี่ยวกับ ชนิดของประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า การทำให้อัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้า โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกัน กลุ่มละ 5 คน แล้วทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า ดังนี้

อภิปรายก่อนทำการทดลอง

- 1) ครูบอกจุดประสงค์การทดลองว่า การทดลองนี้ให้นักเรียนบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า
- 2) นำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำผสมน้ำยาทำความสะอาด เช็ดและผึ่งแดดให้แห้ง
- 3) สำหรับผ้าสักหลาดทำความสะอาดหรือสะบัดฝุ่นออกให้หมด แล้วนำไปผึ่งแดด
- 4) สำหรับแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนไว้และยังไม่ได้แขวน ให้ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่น โดยครูเน้นว่า ในการทดลองให้จับด้านปลายที่ทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น
- 5) ในการถูแผ่นพีวีซี หรือแผ่นสเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดให้ถูที่ปลายด้านตรงกันข้ามกับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
- 6) ก่อนนำปลายที่มีประจุเข้าใกล้กัน ควรตรวจสอบก่อนว่า แผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูกกับผ้าสักหลาดมีประจุ โดยทดสอบแล้วสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้
- 7) เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุ ต้องรีบทำการทดลองทันที ต้องระวังไม่ให้ปลายที่ถูแล้วสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ (ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์อาจเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด)

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ชนิดของวัตถุที่มีประจุ	ชนิดของแรง
พีวีซี กับ พีวีซี	แรงผลัก
เปอร์สเปกซ์ กับ เปอร์สเปกซ์	แรงผลัก
พีวีซี กับ เปอร์สเปกซ์	แรงดูด

ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรม จนสรุปได้ดังนี้

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ แรงดูดและแรงผลัก
2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเป็นแรงผลัก และแรงระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเป็นแรงดึงดูด

ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P)

3.1 ครูอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า จนได้ข้อสรุป (ข้อสรุป วัสดุที่อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ เรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า และวัสดุที่อิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า ฉนวนไฟฟ้า)

3.2 ครูตั้งคำถามว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ตัวนำจะเกิดผลอย่างไร แล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบ โดยให้นักเรียนศึกษารายละเอียดจากหนังสือเรียน จากนั้นครูนำอภิปรายจนได้ข้อสรุป

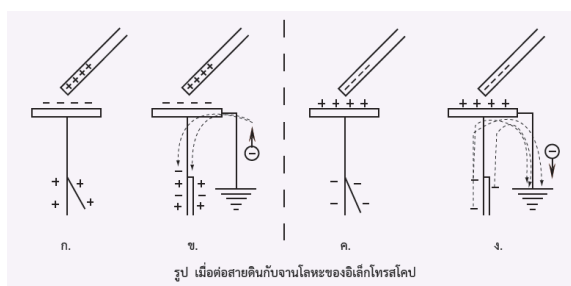
(ข้อสรุป เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนด้านใกล้ของตัวนำและเกิดประจุชนิดเดียวกันบนด้านไกลของตัวนำ วิธีทำให้เกิดประจุในลักษณะดังกล่าวเช่นนี้ เรียกว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต)

3.3 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต จะทำให้วัตถุที่มีประจุดึงดูดวัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบประจุไฟฟ้า ซึ่ง เรียกว่า อิเล็กโทรสโคป

3.4 ครูยกสถานการณ์คำถาม ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่เฉลยคำตอบจนกว่าจะศึกษาไปความรู้ก่อน แล้วครูนำอภิปรายจนได้แนวคำตอบ

- เมื่อนำวัตถุเข้าใกล้ลูกพิท หากลูกพิทเบนออกจากวัตถุสามารถสรุปเกี่ยวกับประจุไฟฟ้าได้อย่างไร (แนวคำตอบ วัตถุและลูกพิทมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน)

- นำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าหาจานโลหะของอิเล็กโทรสโคปที่เป็นกลาง จะอธิบายการกางของแผ่นโลหะบางอย่าง (แนวคำตอบ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโทรสโคป ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป ก. ในการต่อสายดินนั้น ประจุลบจากโลกจะเคลื่อนที่ผ่านสายดินเข้าสู่อิเล็กโทรสโคป ทำให้แผ่นโลหะของอิเล็กโทรสโคปหุบลง ดังรูป ข.)



ภาพประกอบ 1 รูปเมื่อต่อสายดินกับจานโลหะของอิเล็กโทรสโคป

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4. 2560. หน้า 129.

3.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต ในใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

3.6 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต เพื่อตั้งข้อสังเกตไปสู่การหาคำตอบ

3.7 จากตัวอย่างปัญหาในใบความรู้ที่ 1.1 นักเรียนร่วมกันพิจารณาตัวอย่างปัญหาที่กำหนดให้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยพิจารณาการคำนวณดังนี้

- 1) ขั้นเตรียมการทำความเข้าใจปัญหา
 - โจทย์ต้องการทราบอะไร กำหนดข้อมูลอะไรให้ หรือมีเงื่อนไขอะไรเขียนออกมา
- 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
 - เขียนรูปหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา
 - เลือกสมการที่ต้องใช้ พิจารณาว่าข้อมูลที่มีเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอต้องหาค่าของปริมาณใดก่อนจึงจะแก้ปัญหาได้
- 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา
 - แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ แล้วคำนวณหรือแก้สมการเพื่อหาคำตอบตามที่วางแผนไว้
- 5) ขั้นตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา
 - ตรวจสอบคำตอบและเขียนสรุปตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

3.8 ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีอื่นแล้วแต่นักเรียนแต่ละคน แต่ต้องสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผล

3.9 ครูนำเสนอตัวอย่างลักษณะเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และหาคำตอบ

3.10 นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำ แก้ปัญหาของการทำอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำได้อย่างไร

3.11 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรม จนได้ข้อสรุป (ข้อสรุป เมื่อนำท่อพีวีซีมาใกล้จานโลหะมีประจุตรงข้ามกัน หลังจากทำตามขั้นตอนแล้ว อิเล็กโตรสโคปจะมีประจุตรงข้ามกับท่อพีวีซี)

ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C)

4.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนและอภิปรายการเหนี่ยวนำอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะให้มีประจุไฟฟ้าจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป การเหนี่ยวนำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้ามีขั้นตอน ดังนี้

1. นำวัตถุที่ประจุเข้าใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป
2. ต่อสายดินหรือใช้นิ้วมือแตะจานโลหะอิเล็กโทรสโคป
3. นำสายดินออกหรือดึงมือออก ขณะที่วัตถุมีประจุยังอยู่ใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป
4. นำวัตถุที่มีประจุออกจากจานโลหะอิเล็กโทรสโคป)

4.2 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำอิเล็กโทรสโคปให้มีประจุจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป อธิบายได้ว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป จะทำให้จานโลหะมีประจุชนิดตรงข้าม เมื่อต่อสายดินหรือใช้นิ้วมือแตะจานโลหะ ประจุลบจะถ่ายโอนระหว่างอิเล็กโทรสโคปกับสายดินหรือนิ้วมือ ทำให้ประจุบนอิเล็กโทรสโคปที่เหมือนกับประจุนำวัตถุที่มาเหนี่ยวนำหมดไป เมื่อนำสายดินหรือนิ้วมือออก แล้วนำวัตถุที่มีประจุออกจากจานโลหะ ทำให้บนอิเล็กโทรสโคปเหลือประจุชนิดตรงข้ามกับประจุนำวัตถุที่มาเหนี่ยวนำ)

ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R)

5.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลแล้วนำเสนอ

1) แ่งแก้วคู่กับผ้าไหมและแ่งพีวีซีคู่กับผ้าสักหลาด เมื่อแขวนแ่งทั้งสองใกล้กัน จะเกิดอะไรขึ้น เพราะอะไร

(แนวคำตอบ เมื่อนำแ่งแก้วคู่กับผ้าไหม แ่งแก้วจะมีประจุเป็นบวก เพราะมีลำดับการสูญเสียอิเล็กตรอนมากกว่า ส่วนแ่งพีวีซีคู่กับผ้าสักหลาด แ่งพีวีซีจะมีประจุเป็นลบ เพราะมีลำดับการสูญเสียที่น้อยกว่าผ้าสักหลาด และเมื่อนำแ่งทั้งสองมาแขวนใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดเข้าหากัน)

2) จงบอกลักษณะของฉนวนและตัวนำที่เกี่ยวข้องกับกับหัวข้อต่าง ๆ ในตาราง

ความแตกต่างของตัวนำและฉนวน	ตัวนำ	ฉนวน
การเคลื่อนที่ของประจุอิสระ	อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ	อิเล็กตรอนอิสระไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ
ความสามารถในการนำไฟฟ้า	สูง	ต่ำ
วิธีการทำให้เกิดประจุ	การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	การขัดสี
ตัวอย่าง	เหล็ก ตะกั่ว แกรไฟต์	แก้ว ผ้าไหม

5.2 นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

5.3 นักเรียนทุกคนรับแจกแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต และตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบโดยไม่ปรึกษากัน

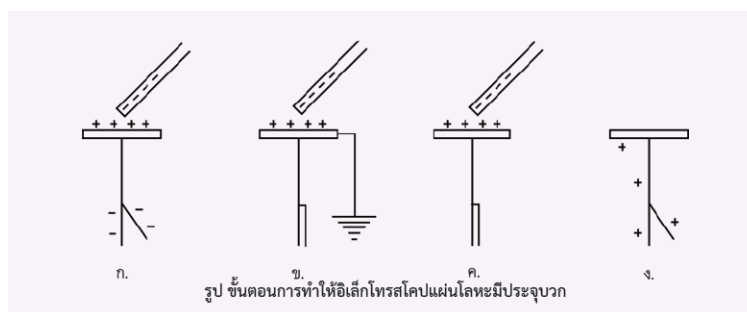
ขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S)

6.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันแบ่งปันองค์ความรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันอภิปรายการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุ

1) ถ้าต้องการให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุบวกโดยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า จะต้องทำอย่างไร

(แนวคำตอบ ให้นำเอาวัตถุที่มีประจุลบเข้ามาใกล้จานโลหะของอิเล็กทรอนส์โคป แล้วใช้นิ้วแตะ (ต่อสายดิน) ที่จานโลหะ เมื่อเอานิ้ว (สายดิน) ออก แล้วเอาวัตถุที่มีประจุลบออก จะมีผลทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุบวก สังเกตได้ คือ แผ่นโลหะของอิเล็กทรอนส์โคปกางออก ดังรูป ก. ข. ค. และ ง.)

ภาพตัวอย่าง



ภาพประกอบ 2 รูปขั้นตอนการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุบวก

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4. 2560. หน้า 134.

2) ถ้าต้องการให้วัตถุที่มีประจุเป็นกลางทางไฟฟ้า จะต้องทำอย่างไร
(แนวคำตอบ ใช้นิ้วแตะหรือต่อสายดินที่วัตถุนั้น)

3) นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สามารถแบ่งปันความรู้ด้วยคลิป VDO พร้อมนำเสนอผ่านช่องทางสื่อออนไลน์

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
2. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
3. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
5. เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
6. เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ
7. สลากลำดับกลุ่ม
8. แบบบันทึกการเรียนรู้
9. ห้องสมุดโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)
- 10 แหล่งสืบค้นความรู้หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง
 - <https://sites.google.com/a/kjst.ac.th/static-electricity/home/xi-lek-thor-skhop-electroscope>
 - <https://www.chulatutor.com>
 - <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7206-2017-06-11-03-15-48>
 - <https://www.thaiphysicsteacher.com/physics/content-of-electro-magnetic/electroscope-metal/>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=bWgXHUmRU6k>

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านความรู้ 1. นักเรียนอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน 2. นักเรียนอธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า 3. นักเรียนอธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า 4. นักเรียนอธิบายและทดลองการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	การทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนสังเกตแรงดึงดูดและแรงผลักกันของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองและตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (การสรุปผลการทดลอง) ได้	- การนำเสนอผลงานกลุ่ม	- แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมกลุ่ม	- แบบประเมินพฤติกรรมความร่วมมือ กิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมกลุ่ม
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

[illegible]

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			การแบ่งหน้าที่ ภายในกลุ่ม			การรู้จักแสดงความคิดเห็น			การทำงานตาม ขั้นตอน			ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลา			ความเป็นระเบียบ และสะอาด			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มชัดเจน แต่ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มไม่ชัดเจน และไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่มเลย
การทำงานตามขั้นตอน	มีการทำงานตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำงานตามขั้นตอน	ทำงานไม่ตามขั้นตอน
ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนดเรียบร้อยดีมาก	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนด	ปฏิบัติงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
ความเป็นระเบียบและสะอาด	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดและเป็นระเบียบสวยงามดีมาก	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดเรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานโดยภาพรวมสกปรกมาก ไม่เป็นระเบียบ

กลุ่มที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
		กลวิธีการนำเสนอ			การใช้ภาษา			ความคิดสร้างสรรค์			การตอบคำถาม			เวลา			รวม	ผลการประเมิน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
6	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
7	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
กลวิธีการนำเสนอ	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้อง	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่ผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษาบางส่วน	ใช้ภาษาในการสื่อสารไม่ถูกต้องตามหลักการใช้ภาษา แต่สื่อความหมายได้พอเข้าใจ
ความคิดสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลแต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์	เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นไม่ถูกต้องและไม่สร้างสรรค์
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นทุกคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงประเด็น 3 คำถาม	ตอบคำถามไม่ถูกต้องและตรงประเด็น คำถามตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป
เวลา	เสร็จทันเวลาที่กำหนด ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนด 5 นาที แต่ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนดมากกว่า 5 นาที ผลงานไม่มีคุณภาพ

แบบบันทึกคะแนนการประเมินระหว่างเรียน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรมการ ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรม ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
รวม					
เฉลี่ย					
ร้อยละ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

...../...../.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้ผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ปัญหา อุปสรรคที่พบ

-

ข้อเสนอแนะ หรือแนวทางปรับปรุงแก้ไข

.....ไม่มี.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

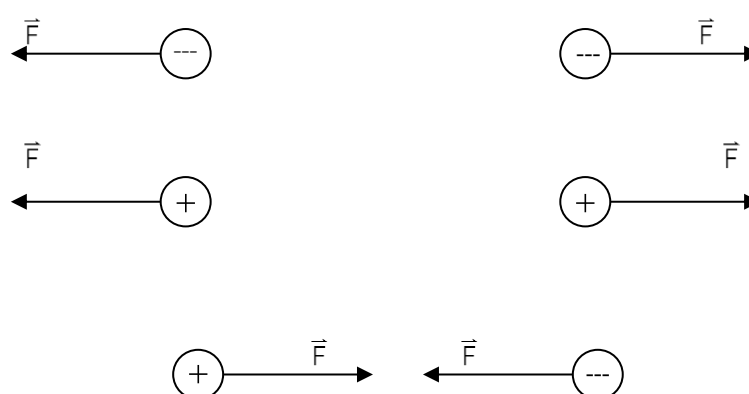
...../...../.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ประจุไฟฟ้า (Electric charge)

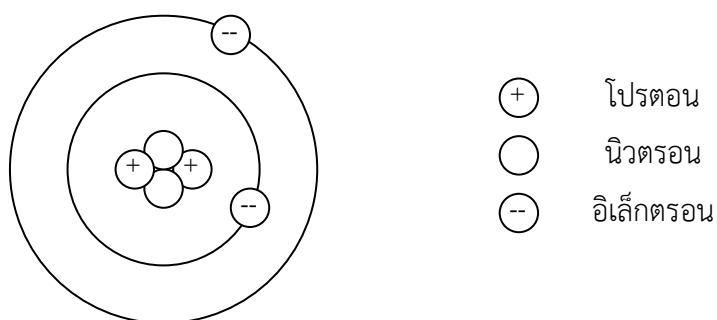
ทาลีส นักปราชญ์ชาวกรีก ได้พบว่าถ้านำเอาแท่งอำพันมาถูกับผ้าขนสัตว์แล้ว แท่งอำพันนั้นจะสามารถดูดวัตถุเบา ๆ ได้ อำนาจที่เกิดขึ้นนี้ถูกเรียกว่า ไฟฟ้า ต่อมาพบว่ามิววัตถุบางชนิดเช่นพลาสติก เมื่อนำมาถูกับผ้าสักหลาดจะสามารถดึงดูดวัตถุเบา ๆ ได้ และแรงดึงดูดนี้ไม่ใช่แรงดึงดูดระหว่างมวลเพราะจะเกิดขึ้นภายหลังที่มีการนำวัตถุดังกล่าวมาถูกันเท่านั้น และเรียกว่าสิ่งที่ทำให้เกิดแรงนี้คือ ประจุไฟฟ้า หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ประจุ

จากการนำเอาแผ่นพีวีซีถูด้วยผ้าสักหลาดและแผ่นเปอร์สเปกซ์ถูด้วยผ้าสักหลาดแล้วนำมาเข้าใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดกัน แต่ถ้าเรานำเอาแผ่นพีวีซี 2 แผ่นมาถูด้วยผ้าสักหลาดแล้วนำแผ่นทั้งสองเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน หรือแผ่นเปอร์สเปกซ์ 2 แผ่นมาถูด้วยผ้าสักหลาด แล้วนำแผ่นทั้งสองเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน แสดงว่ามีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นกับวัตถุ 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าที่เกิดกับแผ่นพีวีซี และที่เกิดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ โดยประจุไฟฟ้าที่เกิดกับวัตถุ 2 ชนิดคือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ หรือ เรียกสั้น ๆ ว่า ประจุบวก และประจุลบ โดยแรงระหว่างประจุมี 2 ชนิดคือ แรงดูด และแรงผลัก โดยประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน ส่วนประจุต่างชนิดกันจะดูดกัน อาจเขียนทิศของแรงกระทำระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้



รูป แรงระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

ต่อมาพบว่า วัตถุทุกชนิด ประกอบด้วย อะตอม โดยอะตอมประกอบด้วย นิวเคลียส ซึ่งเป็นแกนกลางของอะตอม ประกอบด้วยประจุไฟฟ้าบวก เรียกว่า โปรตอน และอนุภาคที่ไม่มีประจุ เรียกว่า นิวตรอน อิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ วิ่งวนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ด้วยพลังงานที่คงตัวค่าหนึ่ง



รูป โครงสร้างอะตอม

ตารางโครงสร้างของอะตอม

อนุภาค	มวล (kg)	ประจุไฟฟ้า (C)
อิเล็กตรอน (e)	9.1×10^{-31}	1.6×10^{-19}
โปรตอน (P)	1.67×10^{-27}	1.6×10^{-19}
นิวตรอน (n)	1.67×10^{-27}	เป็นกลางไม่มีประจุ

เราสามารถหาขนาดประจุไฟฟ้าบนวัตถุใด ๆ ได้จากสมการ

$$Q = ne$$

เมื่อ Q คือ ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

n คือ จำนวนประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น อนุภาค (ตัว)

e คือ ขนาดอิเล็กตรอน 1 อนุภาค หรือ โปรตอน 1 อนุภาค เท่ากับ 1.6×10^{-19} C

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว แสดงว่าวัตถุนี้มีประจุไฟฟ้าชนิดใด และมีขนาดกี่คูลอมบ์

วิธีทำ เพราะมีการสูญเสียอิเล็กตรอนไป ทำให้มีประจุไฟฟ้าบวกมากกว่า ดังนั้น วัตถุนี้จึงมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และหาขนาดได้จากสมการ

$$\begin{aligned} Q &= ne \\ &= (500)(1.6 \times 10^{-19}) \\ &= 8 \times 10^{-17} \text{ C} \end{aligned}$$

ตอบ ประจุไฟฟ้า บวก และมีขนาด 8×10^{-17} คูลอมบ์

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุ A มีประจุ -4.8×10^{-3} ไมโครคูลอมบ์ แสดงว่า วัตถุ A มีการรับอิเล็กตรอนหรือให้โปรตอนไปกี่อนุภาค

วิธีทำ เพราะวัตถุ A มีประจุลบ แสดงว่าวัตถุ A จะต้องรับอิเล็กตรอนมา เนื่องจากประจุลบ คืออิเล็กตรอนจะอยู่นอกสุดของอะตอม มีมวลน้อย และพลังงานยึดเหนี่ยวน้อย จึงหลุดเป็นอิสระถ่ายเทได้ง่าย สามารถหาจำนวนอิเล็กตรอนที่รับมาได้จากสมการ

$$\begin{aligned} Q &= ne \\ n &= \frac{Q}{e} \\ n &= \frac{(4.8 \times 10^{-3} \times 10^{-6})}{1.6 \times 10^{-19}} \\ n &= 3 \times 10^{10} \text{ อนุภาค} \end{aligned}$$

ตอบ รับอิเล็กตรอน และมีจำนวน 3×10^{10} อนุภาค

กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า (Conservation of charge)

วัตถุชิ้นหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย อะตอมจำนวนมาก แต่ละอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกเรียกว่า โปรตอน และอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เรียกว่า นิวตรอน นอกนิวเคลียสมี้อนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ด้วยพลังงานในการเคลื่อนที่ค่าหนึ่ง อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากันจะไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า ซึ่งเราเรียกว่าอยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนวัตถุที่มีจำนวนอนุภาคทั้งสองไม่เท่ากันจะอยู่ในสภาพวัตถุมีประจุไฟฟ้าและจะแสดงอำนาจไฟฟ้า โดยจะแสดงว่ามีประจุบวกถ้ามีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอนหรือในทางกลับกันจะแสดงว่ามีประจุลบ ถ้าจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน

อะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้านั้นผลรวมระหว่างประจุของโปรตอนและประจุของอิเล็กตรอนในอะตอมมีค่าเป็นศูนย์ และเนื่องจากอะตอมที่เป็นกลางมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนแสดงว่าประจุของอิเล็กตรอนกับประจุของอิเล็กตรอนต้องมีค่าเท่ากัน

จากความรู้นี้เราจะพิจารณาต่อไปได้ว่า การที่อิเล็กตรอนหลุดหลุดจากอะตอมหนึ่งไปสู่อีกอะตอมหนึ่ง ย่อมทำให้อะตอมที่เสียอิเล็กตรอนไปมีประจุลบลดลง ส่วนอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนจะมีประจุลบเพิ่มขึ้น นั่นคือสำหรับอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อเสียอิเล็กตรอนไปจะกลายเป็นอะตอมที่มีประจุบวก ส่วนอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะกลายเป็นอะตอมมีประจุลบ

ดังนั้น ในการนำวัตถุมาถูกันแล้วมีผลทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าขึ้นนั้น อธิบายได้ว่าเป็นเพราะงานหรือพลังงานกลเนื่องจากการถูถ่ายโอนให้กับอิเล็กตรอนของอะตอมบริเวณที่ถูกันทำให้พลังงานของอิเล็กตรอนสูงขึ้นจนสามารถหลุดเป็นอิสระออกจากอะตอมของวัตถุหนึ่งไปสู่อะตอมของอีกวัตถุหนึ่ง กล่าวคืออิเล็กตรอนได้ถูกถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง วัตถุที่มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะมีประจุลบ ส่วนวัตถุที่เสียอิเล็กตรอนจะมีประจุบวก เราจึงสรุปได้ว่าการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่ แต่เป็นแต่เพียงการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเท่านั้น โดยที่ผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบที่พิจารณายังคงเท่าเดิม ซึ่งข้อสรุปนี้ก็คือ กฎมูลฐานทางฟิสิกส์ที่มีชื่อว่า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า นั่นเอง

ตัวนำและฉนวน (Conductor and Insulator)

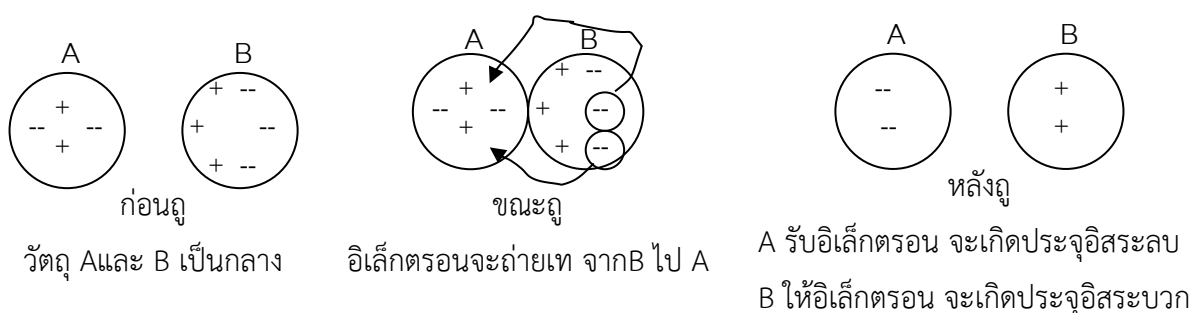
วัตถุใดที่ได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนแล้วอิเล็กตรอนนั้นยังคงอยู่ ณ บริเวณเดิมต่อไป เรียกว่า **ฉนวนไฟฟ้า** หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **ฉนวน** นั่นคืออิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทให้แก่วัตถุที่เป็นฉนวนจะไม่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งในเนื้อวัตถุ กล่าวได้ว่า ในฉนวนประจุไฟฟ้าจะถ่ายเทจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ยาก

วัตถุใดได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนแล้ว อิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทสามารถเคลื่อนที่กระจายไปได้ตลอดเนื้อวัตถุโดยง่าย หรืออาจกล่าวได้ว่าอิเล็กตรอนมีอิสระในการเคลื่อนที่ในวัตถุนั้น เรียกว่าวัตถุที่มีสมบัติเช่นนั้นว่า **ตัวนำไฟฟ้า** หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **ตัวนำ**

การทำวัตถุที่เป็นกลางให้เกิดประจุมี 3 วิธี

1. การขัดสี (ถู)

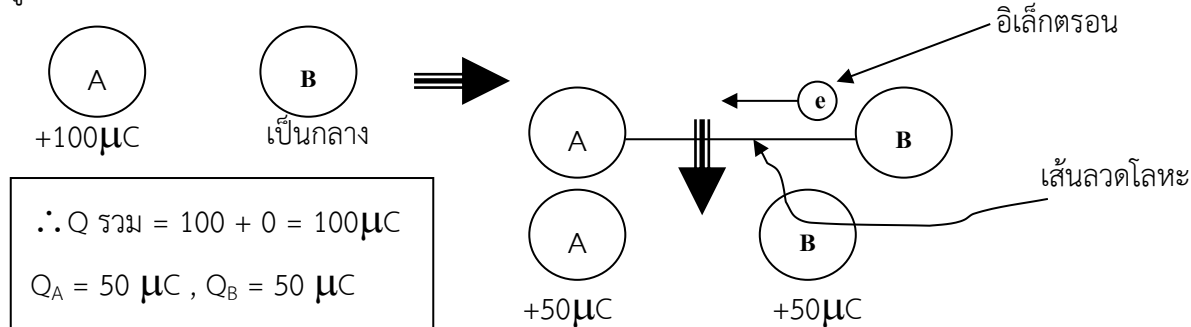
เป็นการนำเอาวัตถุที่เป็นกลางมาถูกัน (วัตถุที่นำมาถูกันต้องเป็นฉนวนเช่นผ้าไหมกับแท่งแก้ว) จะทำให้อิเล็กตรอนในวัตถุได้รับความร้อนจากการถูมีพลังงานเพิ่มขึ้นสามารถเคลื่อนที่จากวัตถุอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่งได้ ประจุที่เกิดกับวัตถุทั้งสองชนิดเป็นประจุชนิดตรงข้ามกันแต่ปริมาณ เท่ากัน



2. การสัมผัส

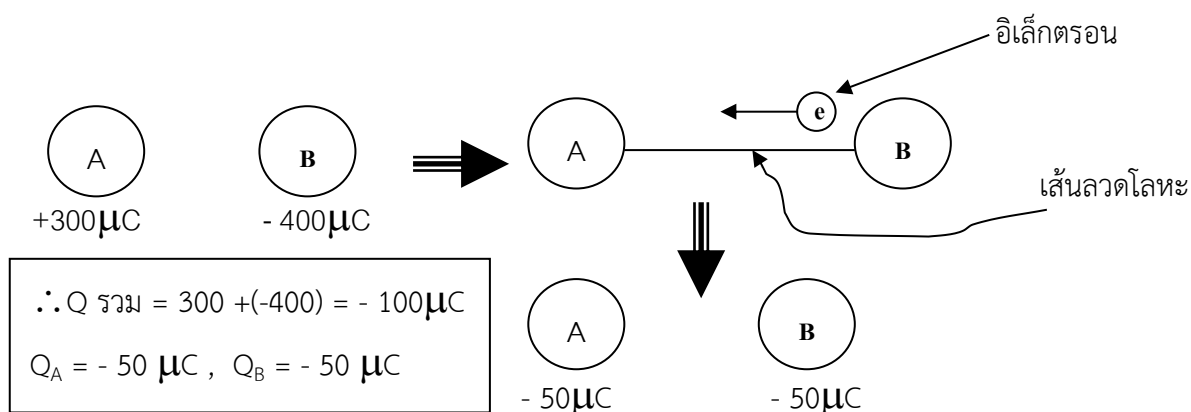
เกิดจากการนำวัตถุ 2 อันมาสัมผัส หรือแตะกันโดยตรงแล้วเกิดการถ่ายเทประจุโดยอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าลบไปยังศักย์ไฟฟ้าบวก หรือศักย์ไฟฟ้าศูนย์ไปยังศักย์ไฟฟ้าบวก หรือศักย์ไฟฟ้าลบไปยังศักย์ไฟฟ้าศูนย์จะหยุดการถ่ายเทเมื่อวัตถุ 2 อัน มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

ทรงกลมตัวนำเมื่อมีประจุไฟฟ้าอิสระเกิดขึ้น ประจุไฟฟ้าเหล่านี้จะกระจายไปตามผิวนอกของทรงกลมอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเกิดการถ่ายเทประจุแสดงว่า มีการเคลื่อนของอิเล็กตรอน เช่น



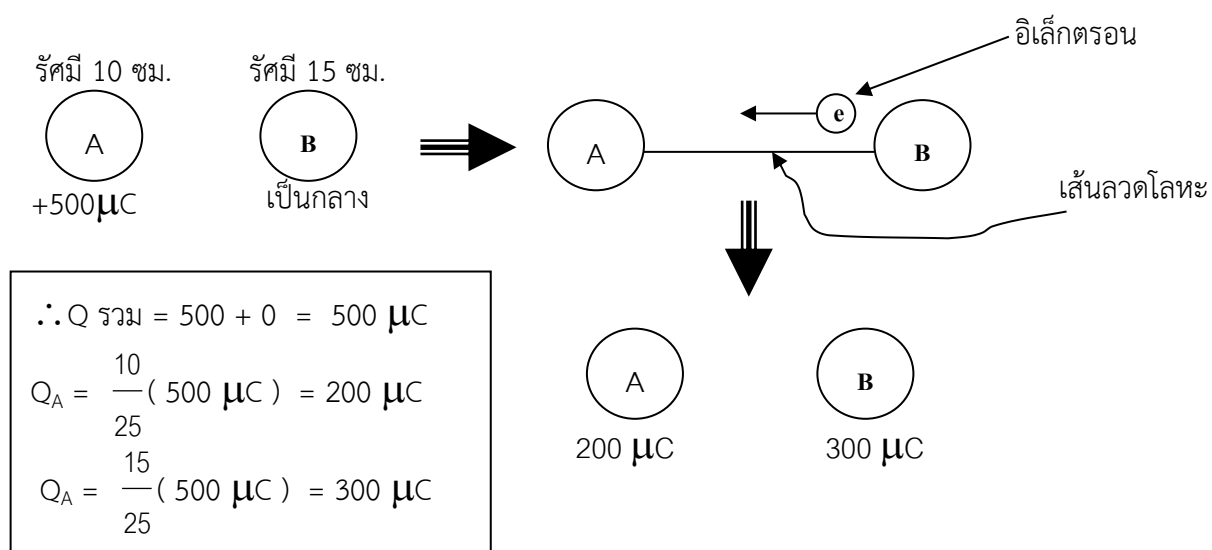
แสดงว่า เมื่อทรงกลมทั้งสองขนาดเท่ากัน เมื่อแยกออกจากกันแล้วจะแบ่งประจุไปอย่างละครึ่งหนึ่งของประจุไฟฟ้ารวม

รูปที่ 2



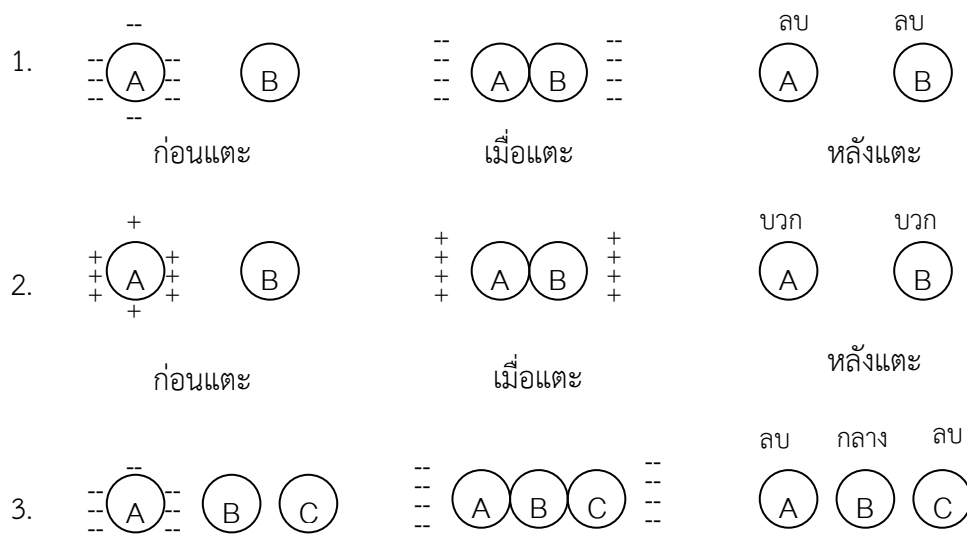
แสดงว่า เมื่อทรงกลมทั้งสองขนาดเท่ากัน เมื่อแยกออกจากกันแล้วจะแบ่งประจุไปอย่างละครึ่งหนึ่งของประจุไฟฟ้ารวม

รูปที่ 3



แสดงว่า ทรงกลมที่ขนาดไม่เท่ากันก็จะแบ่งประจุตามสัดส่วนของรัศมีทรงกลมต่อรัศมีรวม
 $\therefore$ ทรงกลมขนาดใหญ่จะได้รับประจุไฟฟ้าไปมากกว่าทรงกลมขนาดเล็ก

ตัวอย่างที่ 1 การถ่ายเทประจุเมื่อสัมผัสกัน (แตะกัน)



ตัวอย่างที่ 2 ตัวนำรูปทรงกลม A และ B มีรัศมีของทรงกลมเป็น r และ $2r$ ตามลำดับ ถ้าตัวนำ A มีประจุ Q และตัวนำ B มีประจุ $-2Q$ เมื่อเอามาแตะกันและแยกออก จงหาประจุของตัวนำ A

วิธีทำ ทรงกลมที่ขนาดไม่เท่ากันก็จะแบ่งประจุตามสัดส่วนของรัศมีทรงกลมต่อรัศมีรวม

$\therefore$ ทรงกลมขนาดใหญ่จะได้รับประจุไฟฟ้าไปมากกว่าทรงกลมขนาดเล็ก (ดังรูปที่ 3)

$$Q = Q + (-2Q) = -Q$$

$$Q_A = \frac{r}{3r}(-Q) = -\frac{Q}{3}$$

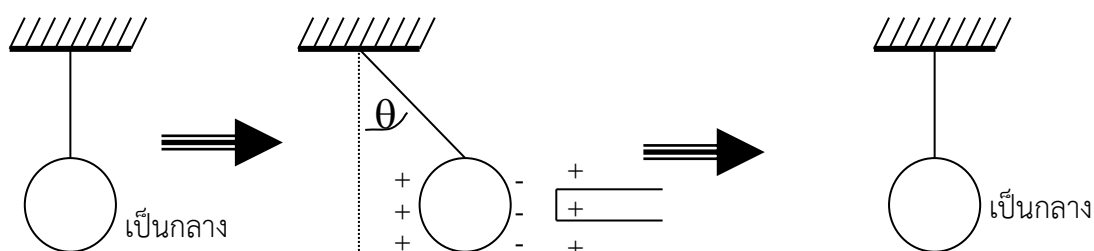
ตอบ $Q_A = -\frac{Q}{3}$

3. การเหนี่ยวนำ (Induction)

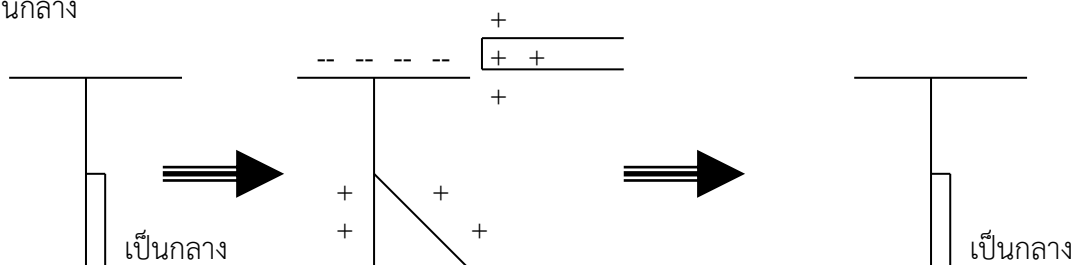
เป็นการนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้ามาใกล้วัตถุที่เป็นกลาง มีผลให้อิเล็กตรอนเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง แล้วเกิดประจุชนิดตรงข้ามบนผิวที่อยู่ใกล้ และเกิดประจุชนิดเดียวกันกับประจุบนวัตถุที่นำมาจ่อบนผิวที่อยู่ใกล้ และวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าจะดูดวัตถุที่เป็นกลางเสมอ เช่น

1. ลูกพิทซึ่งเป็นกลางแขวนด้วยเส้นด้ายอยู่หนึ่ง ๆ แล้วนำวัตถุที่มีประจุ $+$ (บวก) มาวางใกล้ ๆ ประจุบนลูกพิทจะถูกเหนี่ยวนำให้แยกออกจากกัน ทำให้เกิดแรงระหว่างประจุที่วัตถุกับลูกพิท

กระทำซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ลูกพิทเบนออกจากแนวเดิม ถ้านำเอาแท่งประจุ+ออก ลูกพิทก็จะเป็นกลาง

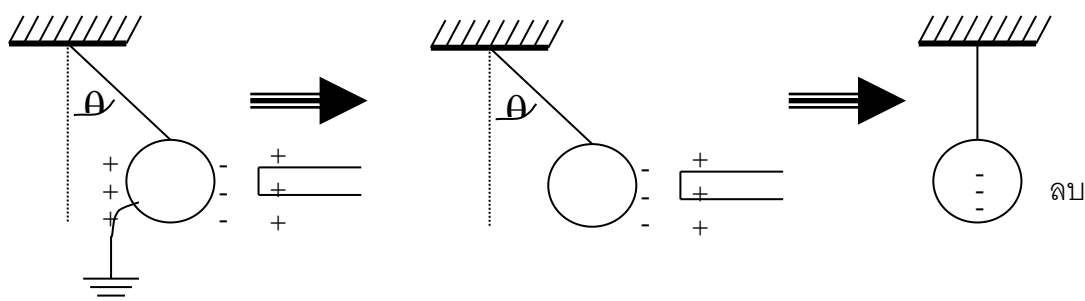


2. อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลาง เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ๆ จานรับวัตถุจะเกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป ถ้านำเอาแท่งประจุ+ออก อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะก็จะเป็นกลาง

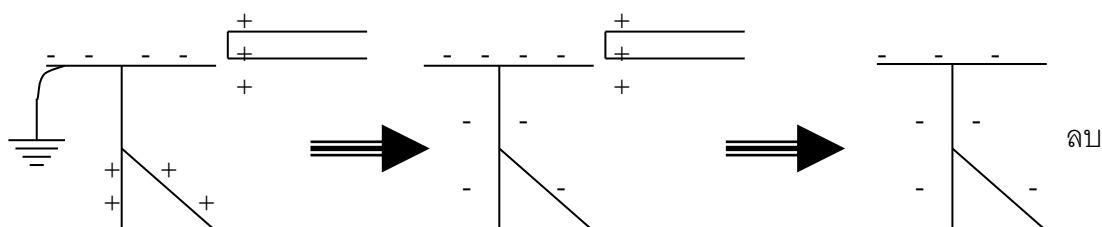


เราสามารถทำให้ลูกพิท และ อิเล็กโตรสโคปมีประจุ สามารถทำได้โดยการต่อลงดินดังรูป

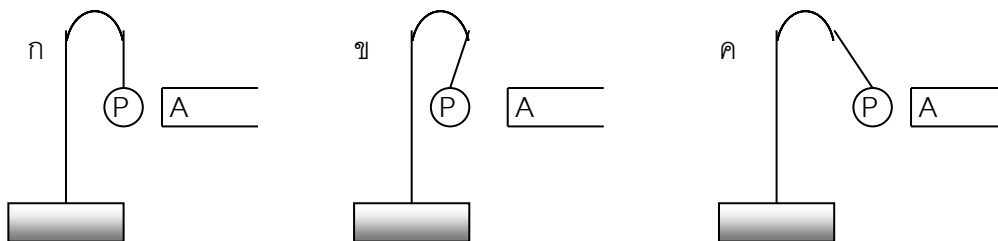
3. ลูกพิทซึ่งเป็นกลางแขวนด้วยเส้นด้ายอยู่หนึ่ง ๆ แล้วนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ๆ ประจุบนลูกพิทจะถูกเหนี่ยวนำให้แยกออกจากกัน ทำให้เกิดแรงระหว่างประจุที่วัตถุกับลูกพิทกระทำซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ลูกพิทเบนออกจากแนวเดิม เมื่อสัมผัสกับลูกพิท (ต่อลงดิน) จะมีการถ่ายเทประจุ ถ้านำเอาแท่งประจุบวก+ออก ลูกพิทก็จะมีประจุเป็นลบ (-)



4. อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลาง เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ๆ จานรับวัตถุจะเกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป เมื่อสัมผัสกับแผ่นโลหะ (ต่อลงดิน) จะมีการถ่ายเทประจุ ถ้า นำเอาแท่งประจุ+ออก อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะก็จะเป็นกลาง



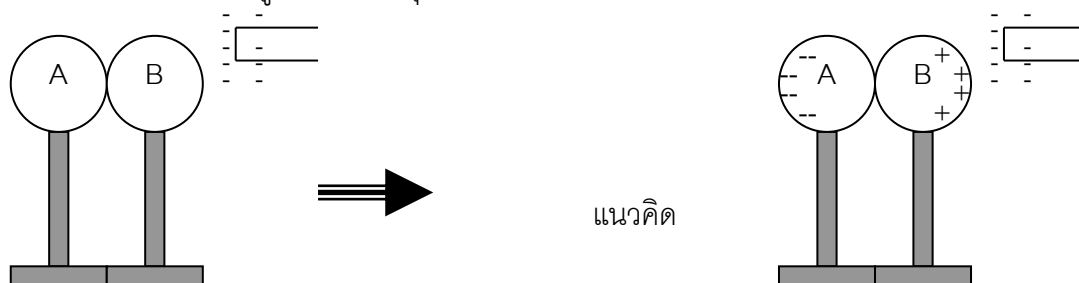
ตัวอย่างที่ 1 เมื่อนำวัตถุ A เข้าใกล้ลูกพิท P ซึ่งเป็นกลาง ตามรูปข้อใดเป็นไปได้



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

เฉลย ข้อ 1 แนวคิด รูป ข เป็นไปไม่ได้ เพราะถ้าวัตถุ A มีประจุ จะต้องดูดลูกพิท P เท่านั้น และถ้าวัตถุ A เป็นกลาง จะไม่มีแรงระหว่างประจุเกิดขึ้นกับลูกพิท P

ตัวอย่างที่ 2 ทรงกลมโลหะ A และ B วางสัมผัสกันโดยยึดไว้ด้วยฉนวน เมื่อนำแท่งวัตถุที่มีประจุลบ เข้าใกล้ทรงกลม B ดังรูป จะมีประจุไฟฟ้าชนิดใดเกิดขึ้นที่ตัวนำทรงกลมทั้งสอง



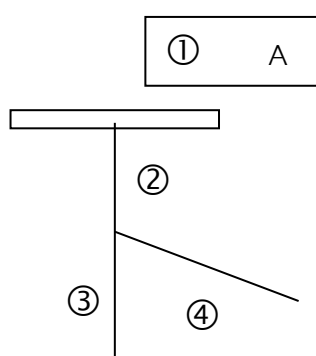
ตอบ ทรงกลม A มีประจุลบ ทรงกลม B มีประจุบวก

ตัวอย่างที่ 3 ตัวนำทรงกลม A, B, C และ D มีขนาดเท่ากันและเป็นกลางทางไฟฟ้าวางติดกันตามลำดับอยู่บนฉนวนไฟฟ้า นำแท่งประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม D ดังรูป แล้วแยกให้ออกจากกัน ประจุบนทรงกลมแต่ละลูกเรียงตามลำดับจะเป็นอย่างไร



ตอบ ลบ กลาง กลาง บวก

ตัวอย่างที่ 4 เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดบวกไปเหนี่ยวนำเพื่อให้อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า แล้วจึงนำวัตถุ A ซึ่งมีประจุมาใกล้ ดังรูป ปรากฏว่าแผ่นโลหะของอิเล็กโตรสโคปกางออกมากขึ้นอีก ชนิดของประจุที่จุด ①, ②, ③ และ ④ เป็นชนิดใดตามลำดับ



แนวคิด เมื่อนำประจุบวกไปเหนี่ยวนำอิเล็กโตรสโคปที่เป็นกลางจะทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุเป็นลบทางอยู่

ต่อมาเมื่อนำวัตถุ A ซึ่งมีประจุ ① มาใกล้ แล้วทำให้แผ่นโลหะกางมากขึ้น แสดงว่าประจุ ① ต้องเป็นลบ จะผลักประจุลบจากจานโลหะลงไปยังแผ่นโลหะข้างล่าง แผ่นโลหะ ③, ④ จึงมีประจุลบมากขึ้นก็จะกางออกมากขึ้นกว่าเดิม ส่วนบริเวณจานโลหะ ② ก็จะมีประจุเป็นบวก

ตอบ ชนิดของประจุที่จุด ①, ②, ③ และ ④ จะเป็น ลบ บวก ลบ ลบ

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

จุดประสงค์

1. สังเกตและบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
2. สังเกตและอธิบายชนิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. แผ่นพีวีซี | 2 อัน |
| 2. แผ่นเปอร์สเปกซ์ | 2 แผ่น |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 ผืน |
| 4. ขาตั้ง | 1 อัน |
| 5. เส้นด้าย | 1 เมตร |

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. นำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำผสมน้ำยาทำความสะอาด เช็ดและผึ่งแดดให้แห้ง
2. สำหรับผ้าสักหลาดทำความสะอาดหรือสะบัดฝุ่นออกให้หมด แล้วนำไปผึ่งแดด
3. สำหรับแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนไว้และยังไม่ได้แขวน ให้ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่น โดยครูนั่นว่า ในการทดลองให้จับด้านปลายที่ทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น
4. ในการถูแผ่นพีวีซี หรือแผ่นสเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดให้ถูที่ปลายด้านตรงกันข้ามกับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
5. ก่อนนำปลายที่มีประจุเข้าใกล้กัน ควรตรวจสอบก่อนว่า แผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูกับผ้าสักหลาดมีประจุ โดยทดสอบแล้วสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้
6. เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุ ต้องรีบทำการทดลองทันที ต้องระวังไม่ให้ปลายที่ถูแล้วสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ (ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์อาจเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด)

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นพีวีซีในข้อ 4 เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

.....

.....

.....

2. แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

.....

.....

.....

3. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

.....

.....

.....

4. การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นพีวีซี และผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ มีประจุไฟฟ้าชนิดใด

.....

.....

.....

5. ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

จุดประสงค์

1. บอกขั้นตอนการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า
2. อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|-------------------------------|---|-----|
| 1. อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะ | 1 | ชุด |
| 2. ท่อพีวีซี ยาว 30 เซนติเมตร | 1 | อัน |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นำผ้าถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้อิเล็กทรอนิกส์
2. เอามือแตะจานโลหะ
3. เอามือออกจากจานโลหะ
4. เอาท่อพีวีซีออกจากอิเล็กทรอนิกส์

ผลการทำกิจกรรม

1. นำผ้าผูกกับท่อพีวีซี และนำเข้าใกล้ อิเล็กโทรสโคป	2. เอามือแตะงานโลหะ

3. เอามือออกจากงานโลหะ	4. เอาท่อพีวีซีออกห่างจากอิเล็กโทรสโคป

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ในวิธีทำข้อ 1 ท่อพีวีซีและงานโลหะมีประจุชนิดใด

.....

.....

.....

2. ในวิธีทำข้อ 2 , 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร

.....

.....

.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	-------------------------------------	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ทรงกลมตัวนำอันหนึ่งรับอิเล็กตรอนมา 500 ตัวแสดงว่ามีประจุไฟฟ้าชนิดใด และขนาดกี่คูลอมบ์

ก. บวก , 8×10^{-17} C

ข. ลบ , 8×10^{-17} C

ค. บวก , 8×10^{-16} C

ง. ลบ , 8×10^{-16} C

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อนำสาร ก มาถูกับสาร ข พบว่า สาร ก มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น สาร ก ต้องเป็นตัวนำ

2. เมื่อนำแท่งแก้วถูกับผ้าไหม จะพบว่าวัตถุทั้งสองมีประจุ การที่วัตถุทั้งสองมีประจุได้ เนื่องจาก
การถ่ายเทของประจุ

3. ถ้าจับแท่งโลหะถูกับผ้าขนสัตว์ (ถือว่าคนเป็นตัวนำและยืนเท้าเปล่าบนพื้น) ผลที่เกิดขึ้น
จะไม่มีประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะเกิดประจุอิสระบนผ้าขนสัตว์

ข้อความใดถูก

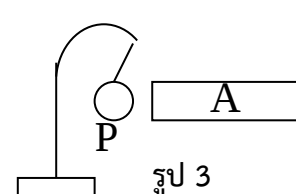
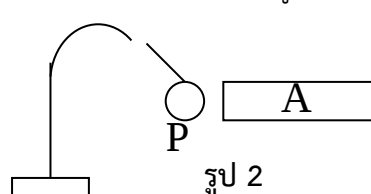
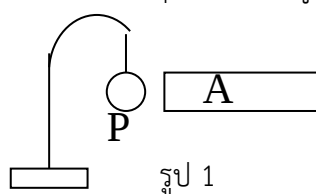
ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 1 และ 3

ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

3. เมื่อนำวัตถุ A เข้าใกล้ลูกพิทมวล P ซึ่งเป็นกลาง ตามรูปข้อใดเป็นไปได้



ข้อความใดถูก

ก. รูป 1 และ 3

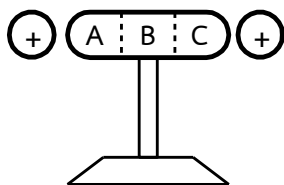
ข. รูป 2 และ 3

ค. รูป 1 และ 2

ง. รูป 1 , 2 และ 3

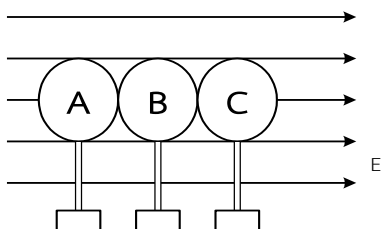
- [illegible]

9. โลหะทรงกระบอกยาวปลายมนเป็นกลางทางไฟฟ้าตั้งอยู่บนฐานที่เป็นฉนวน ถ้านำประจุบวกขนาดเท่ากันมาใกล้ปลายทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยระยะห่างจากปลายเท่าๆ กัน ตามลำดับ การกระจายของประจุบนส่วน A ส่วน B และ C 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

10. ทรงกลมโลหะ 3 ลูก A B และ C ถูกวางเรียงติดกันไว้ในสนามไฟฟ้าดังรูป ทรงกลม C ถูกแยกออกมาก่อน ตามด้วยทรงกลม B แล้วจึงนำทรงกลม A ตามออกมาเป็นลำดับสุดท้าย นำทรงกลมทั้งสามมาวางแยกกันไว้นอกสนามไฟฟ้า จากผลของการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง



- ก. A มีประจุลบ แต่ B และ C มีประจุบวก
- ข. A และ B มีประจุลบ และ C มีประจุบวก
- ค. A มีประจุบวก B เป็นกลาง และ C มีประจุลบ
- ง. A มีประจุลบ B เป็นกลาง และ C มีประจุบวก

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยแบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ข
3	ค
4	ข
5	ง
6	ค
7	ค
8	ง
9	ง
10	ก

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

จุดประสงค์

1. สังเกตและบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
2. สังเกตและอธิบายชนิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. แผ่นพีวีซี | 2 อัน |
| 2. แผ่นเปอร์สเปกซ์ | 2 แผ่น |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 ผืน |
| 4. ขาตั้ง | 1 อัน |
| 5. เส้นด้าย | 1 เมตร |

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. นำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำผสมน้ำยาทำความสะอาด เช็ดและผึ่งแดดให้แห้ง
2. สำหรับผ้าสักหลาดทำความสะอาดหรือสะบัดฝุ่นออกให้หมด แล้วนำไปผึ่งแดด
3. สำหรับแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนไว้และยังไม่ได้แขวน ให้ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่น โดยครูนั่นว่า ในการทดลองให้จับด้านปลายที่ทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น
4. ในการถูแผ่นพีวีซี หรือแผ่นสเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดให้ถูที่ปลายด้านตรงกันข้ามกับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
5. ก่อนนำปลายที่มีประจุเข้าใกล้กัน ควรตรวจสอบก่อนว่า แผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูกับผ้าสักหลาดมีประจุ โดยทดสอบแล้วสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้
6. เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุ ต้องรีบทำการทดลองทันที ต้องระวังไม่ให้ปลายที่ถูแล้วสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ (ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์อาจเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด)

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นพีวีซีในข้อ 4 เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

แนวคำตอบ แรงผลัก

2. แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

แนวคำตอบ แรงผลัก

3. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

แนวคำตอบ แรงดึงดูด

4. การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นพีวีซี และผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ มีประจุไฟฟ้าชนิดใด

แนวคำตอบ ประจุลบ ประจุบวก ตามลำดับ

5. ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

แนวคำตอบ แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะเป็นแรงผลักกัน ส่วนแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันจะเป็นแรงดึงดูดกัน

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	--	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

จุดประสงค์

1. บอกขั้นตอนการทำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า
2. อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|-------------------------------|---|-----|
| 1. อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ | 1 | ชุด |
| 2. ท่อพีวีซี ยาว 30 เซนติเมตร | 1 | อัน |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นำผ้าถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้อิเล็กโทรสโคป
2. เอามือแตะจานโลหะ
3. เอามือออกจากจานโลหะ
4. เอาท่อพีวีซีออกจากอิเล็กโทรสโคป

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

	
1. นำผ้าถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้อิเล็กโทรสโคป	2. เอามือแตะจานโลหะ

	
3. เอามือออกจากจานโลหะ	4. เอาท่อพีวีซีออกจากอิเล็กทรอนิกส์

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ในวิธีทำข้อ 1 ท่อพีวีซีและจานโลหะมีประจุชนิดใด

แนวคำตอบ ท่อพีวีซีมีประจุลบ จานโลหะมีประจุบวก

2. ในวิธีทำข้อ 2 , 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร

แนวคำตอบ ในข้อ 2 แผ่นโลหะบางหุบ เนื่องจากเมื่อนำนิ้วแตะที่จานโลหะอิเล็กทรอนิกส์บริเวณแผ่นโลหะจะเคลื่อนที่ไปยังนิ้วมือและร่างกายเสมือนต่อสายดิน บริเวณแผ่นโลหะบางจึงมีประจุลบน้อยลงจนมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 3 เมื่อยกนิ้วออกจากจานโลหะ โดยท่อพีวีซียังคงอยู่ที่เดิม แผ่นโลหะบางยังคงหุบเนื่องจากยังคงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 4 เมื่อนำท่อพีวีซีออก แผ่นโลหะบางกางออก เนื่องจากอิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนที่ไปบริเวณจานโลหะ ทำให้แกนและแผ่นโลหะบางมีประจุบวกและกางออก

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

จำนวนชั่วโมง 22 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

เวลา 2 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกัน จะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีวัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านใกล้วัตถุ และประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวิธีนี้ว่า **การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต** ซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำให้วัตถุมีประจุได้

ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวกและประจุลบ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้กันจะเกิดแรงกระทำระหว่างกัน ถ้าประจุเหมือนกันจะเกิดแรงผลักกัน ถ้าประจุต่างกันจะเกิดแรงดึงดูดกัน

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่แต่เป็นการย้ายประจุ ผลรวมของประจุทั้งหมดของระบบยังคงเหมือนเดิม ซึ่งเรียกว่าเป็น **กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า**

วัตถุที่ได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยอิเล็กตรอนยังคงอยู่ ณ บริเวณนั้น ไม่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งในเนื้อวัตถุ เรียกวัตถุนั้นว่า **ฉนวน** แต่ถ้าอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทสามารถเคลื่อนที่กระจายไปตลอดเนื้อของวัตถุโดยง่าย เรียกวัตถุนั้นว่า **ตัวนำ**

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าโดยการถูและโดยการเหนี่ยวนำพร้อมกับต่อสายดินไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่ แต่เป็นการย้ายประจุโดยจำนวนประจุทั้งหมดยังคงเท่าเดิม

3. ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน
2. อธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
3. อธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า
4. อธิบายและทดลองการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสังเกตแรงดึงดูดและแรงผลักรันของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้
2. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ

1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

5. สารการเรียนรู้

1. ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
2. การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R) ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C) ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P) ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C) ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect

on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R) และขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R)

- 1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต ที่ครูแจกให้คนละ 1 ชุด
- 1.2 ครูสนทนากับนักเรียนทบทวนในเรื่องที่เกี่ยวกับแรงพื้นฐานในธรรมชาติ และให้ความรู้เพิ่มเติมว่า แรงไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน
- 1.3 ครูสนทนากับนักเรียนและตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนยกตัวอย่างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า เช่น
 - เมื่อเราจับลูกบิดโลหะของประตู บางครั้งรู้สึกเหมือนไฟฟ้าดูด
 - เมื่อหิวผมที่แห้งจะรู้สึกว้าวผมฟู

1.4 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โดยสาธิต นำผ้าขนสัตว์หรือผ้าสักหลาดมาลูที่ปลายข้างหนึ่งของท่อพีวีซี แล้วนำเข้าไปใกล้เศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะเห็นว่าเศษกระดาษถูกดูดติดปลายของท่อพีวีซี (ก่อนสาธิตครูควรทำความสะอาดท่อพีวีซี และเศษผ้าหรือผ้าสักหลาดให้แห้ง และกิจกรรมนี้ควรทำในห้องที่ความชื้นต่ำหรือในห้องปรับอากาศ) ครูตั้งคำถามว่าเหตุการณ์เกิดขึ้นอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C)

2.1 ครูยกตัวอย่างในการนำวัสดุในตาราง 1.1 ในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า มาจัดสีกัน เช่น ท่อพีวีซีกับผ้าสักหลาด แล้วตั้งคำถามว่า ท่อพีวีซีมีประจุชนิดใด และดูดเศษกระดาษได้อย่างไร จากนั้นครูนำอภิปรายจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป ท่อพีวีซีดึงดูดเศษกระดาษ เนื่องจากมีแรงกระทำกับเศษกระดาษ ขณะเดียวกันก็มีแรงดึงดูดระหว่างเศษกระดาษแต่ละชิ้นด้วย แรงดังกล่าวเป็นผลมาจาก ประจุไฟฟ้า เรียกแรงนี้ว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า เราสามารถทำให้วัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าเป็นวัตถุมีประจุไฟฟ้าได้ โดยการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเข้าหรือออกจากวัตถุนั้น วัสดุใดจะทำหน้าที่ให้หรือรับอิเล็กตรอนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุจะสูญเสียอิเล็กตรอนได้มากกว่า โดยประจุไม่ได้ถูกสร้างหรือถูกทำลายในระบบโดดเดี่ยว นั่นคือ ผลรวมของประจุไฟฟ้าในระบบมีค่าคงเดิม ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า)

2.2 ครูให้นักเรียนค้นหาคำตอบเกี่ยวกับ ชนิดของประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า การทำให้อัตถุที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้า โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกัน กลุ่มละ 5 คน แล้วทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า ดังนี้

อภิปรายก่อนทำการทดลอง

- 1) ครูบอกจุดประสงค์การทดลองว่า การทดลองนี้ให้นักเรียนบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า
- 2) นำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำผสมน้ำยาทำความสะอาด เช็ดและผึ่งแดดให้แห้ง
- 3) สำหรับผ้าสักหลาดทำความสะอาดหรือสะบัดฝุ่นออกให้หมด แล้วนำไปผึ่งแดด
- 4) สำหรับแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนไว้และยังไม่ได้แขวน ให้ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่น โดยครูเน้นว่า ในการทดลองให้จับด้านปลายที่ทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น
- 5) ในการถูแผ่นพีวีซี หรือแผ่นสเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดให้ถูที่ปลายด้านตรงกันข้ามกับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
- 6) ก่อนนำปลายที่มีประจุเข้าใกล้กัน ควรตรวจสอบก่อนว่า แผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูกกับผ้าสักหลาดมีประจุ โดยทดสอบแล้วสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้
- 7) เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุ ต้องรีบทำการทดลองทันที ต้องระวังไม่ให้ปลายที่ถูแล้วสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ (ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์อาจเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด)

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ชนิดของวัตถุที่มีประจุ	ชนิดของแรง
พีวีซี กับ พีวีซี	แรงผลัก
เปอร์สเปกซ์ กับ เปอร์สเปกซ์	แรงผลัก
พีวีซี กับ เปอร์สเปกซ์	แรงดูด

ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรม จนสรุปได้ดังนี้

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ แรงดูดและแรงผลัก
2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเป็นแรงผลัก และแรงระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเป็นแรงดึงดูด

ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P)

3.1 ครูอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า จนได้ข้อสรุป (ข้อสรุป วัสดุที่อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ เรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า และวัสดุที่อิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า ฉนวนไฟฟ้า)

3.2 ครูตั้งคำถามว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ตัวนำจะเกิดผลอย่างไร แล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบ โดยให้นักเรียนศึกษารายละเอียดจากหนังสือเรียน จากนั้นครูนำอภิปรายจนได้ข้อสรุป

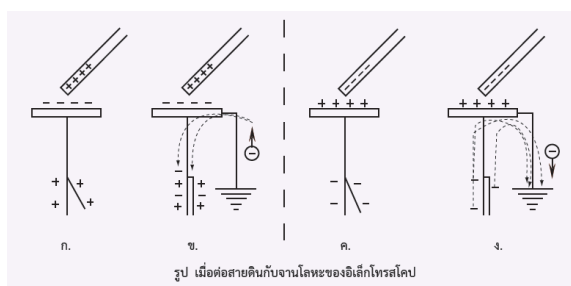
(ข้อสรุป เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนด้านใกล้ของตัวนำและเกิดประจุชนิดเดียวกันบนด้านไกลของตัวนำ วิธีทำให้เกิดประจุในลักษณะดังกล่าวเช่นนี้ เรียกว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต)

3.3 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต จะทำให้วัตถุที่มีประจุดึงดูดวัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบประจุไฟฟ้า ซึ่ง เรียกว่า อิเล็กโทรสโคป

3.4 ครูยกสถานการณ์คำถาม ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่เฉลยคำตอบจนกว่าจะศึกษาไปความรู้ก่อน แล้วครูนำอภิปรายจนได้แนวคำตอบ

- เมื่อนำวัตถุเข้าใกล้ลูกพิท หากลูกพิทเบนออกจากวัตถุสามารถสรุปเกี่ยวกับประจุไฟฟ้าได้อย่างไร (แนวคำตอบ วัตถุและลูกพิทมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน)

- นำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าหาจานโลหะของอิเล็กโทรสโคปที่เป็นกลาง จะอธิบายการกางของแผ่นโลหะบางอย่างไร (แนวคำตอบ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กโทรสโคป ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป ก. ในการต่อสายดินนั้น ประจุลบจากโลกจะเคลื่อนที่ผ่านสายดินเข้าสู่อิเล็กโทรสโคป ทำให้แผ่นโลหะของอิเล็กโทรสโคปหุบลง ดังรูป ข.)



ภาพประกอบ 1 รูปเมื่อต่อสายดินกับจานโลหะของอิเล็กโทรสโคป

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4. 2560. หน้า 129.

3.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต ในใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

3.6 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต เพื่อตั้งข้อสังเกตไปสู่การหาคำตอบ

3.7 จากตัวอย่างปัญหาในใบความรู้ที่ 1.1 นักเรียนร่วมกันพิจารณาตัวอย่างปัญหาที่กำหนดให้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยพิจารณาตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นเตรียมการทำความเข้าใจปัญหา
 - โจทย์ต้องการทราบอะไร กำหนดข้อมูลอะไรให้ หรือมีเงื่อนไขอะไรเขียนออกมา
- 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
 - เขียนรูปหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา
 - เลือกสมการที่ต้องใช้ พิจารณาว่าข้อมูลที่มีเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอต้องหาค่าของปริมาณใดก่อนจึงจะแก้ปัญหาได้
- 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา
 - แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ แล้วคำนวณหรือแก้สมการเพื่อหาคำตอบตามที่วางแผนไว้
- 5) ขั้นตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา
 - ตรวจสอบคำตอบและเขียนสรุปตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

3.8 ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีอื่นแล้วแต่นักเรียนแต่ละคน แต่ต้องสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผล

3.9 ครูนำเสนอตัวอย่างลักษณะเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และหาคำตอบ

3.10 นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำ แก้ปัญหาของการทำอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำได้อย่างไร

3.11 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ผลการทำกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรม จนได้ข้อสรุป (ข้อสรุป เมื่อนำท่อพีวีซีมาใกล้จานโลหะมีประจุตรงข้ามกัน หลังจากทำตามขั้นตอนแล้ว อิเล็กโตรสโคปจะมีประจุตรงข้ามกับท่อพีวีซี)

ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C)

4.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนและอภิปรายการเหนี่ยวนำอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะให้มีประจุไฟฟ้าจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป การเหนี่ยวนำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้ามีขั้นตอน ดังนี้

1. นำวัตถุที่ประจุเข้าใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป
2. ต่อสายดินหรือใช้นิ้วมือแตะจานโลหะอิเล็กโทรสโคป
3. นำสายดินออกหรือดึงมือออก ขณะที่วัตถุมีประจุยังอยู่ใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป
4. นำวัตถุที่มีประจุออกจากจานโลหะอิเล็กโทรสโคป)

4.2 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำอิเล็กโทรสโคปให้มีประจุจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป อธิบายได้ว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้จานโลหะอิเล็กโทรสโคป จะทำให้จานโลหะมีประจุชนิดตรงข้าม เมื่อต่อสายดินหรือใช้นิ้วมือแตะจานโลหะ ประจุลบจะถ่ายโอนระหว่างอิเล็กโทรสโคปกับสายดินหรือนิ้วมือ ทำให้ประจุบนอิเล็กโทรสโคปที่เหมือนกับประจุนำวัตถุที่มาเหนี่ยวนำหมดไป เมื่อนำสายดินหรือนิ้วมือออก แล้วนำวัตถุที่มีประจุออกจากจานโลหะ ทำให้บนอิเล็กโทรสโคปเหลือประจุชนิดตรงข้ามกับประจุนำวัตถุที่มาเหนี่ยวนำ)

ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R)

5.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลแล้วนำเสนอ

1) แ่งแก้วคู่กับผ้าไหมและแ่งพีวีซีคู่กับผ้าสักหลาด เมื่อแขวนแ่งทั้งสองใกล้กัน จะเกิดอะไรขึ้น เพราะอะไร

(แนวคำตอบ เมื่อนำแ่งแก้วคู่กับผ้าไหม แ่งแก้วจะมีประจุเป็นบวก เพราะมีลำดับการสูญเสียอิเล็กตรอนมากกว่า ส่วนแ่งพีวีซีคู่กับผ้าสักหลาด แ่งพีวีซีจะมีประจุเป็นลบ เพราะมีลำดับการสูญเสียที่น้อยกว่าผ้าสักหลาด และเมื่อนำแ่งทั้งสองมาแขวนใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดเข้าหากัน)

2) จงบอกลักษณะของฉนวนและตัวนำที่เกี่ยวข้องกับกับหัวข้อต่าง ๆ ในตาราง

ความแตกต่างของตัวนำและฉนวน	ตัวนำ	ฉนวน
การเคลื่อนที่ของประจุอิสระ	อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ	อิเล็กตรอนอิสระไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ
ความสามารถในการนำไฟฟ้า	สูง	ต่ำ
วิธีการทำให้เกิดประจุ	การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	การขัดสี
ตัวอย่าง	เหล็ก ตะกั่ว แกรไฟต์	แก้ว ผ้าไหม

5.2 นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

5.3 นักเรียนทุกคนรับแจกแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต และตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบโดยไม่ปรึกษากัน

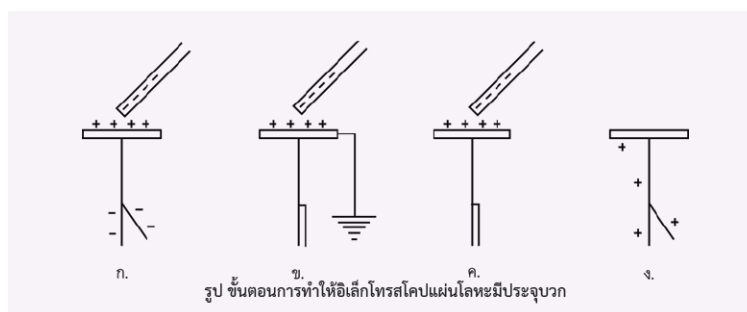
ขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S)

6.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันแบ่งปันองค์ความรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันอภิปรายการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุ

1) ถ้าต้องการให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุบวกโดยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า จะต้องทำอย่างไร

(แนวคำตอบ ให้นำเอาวัตถุที่มีประจุลบเข้ามาใกล้จานโลหะของอิเล็กโทรสโคป แล้วใช้นิ้วแตะ (ต่อสายดิน) ที่จานโลหะ เมื่อเอานิ้ว (สายดิน) ออก แล้วเอาวัตถุที่มีประจุลบออก จะมีผลทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุบวก สังเกตได้ คือ แผ่นโลหะของอิเล็กโทรสโคปกางออก ดังรูป ก. ข. ค. และ ง.)

ภาพตัวอย่าง



ภาพประกอบ 2 รูปขั้นตอนการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุบวก

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4. 2560. หน้า 134.

2) ถ้าต้องการให้วัตถุที่มีประจุเป็นกลางทางไฟฟ้า จะต้องทำอย่างไร
(แนวคำตอบ ใช้นิ้วแตะหรือต่อสายดินที่วัตถุนั้น)

3) นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สามารถแบ่งปันความรู้ด้วยคลิป VDO พร้อมนำเสนอผ่านช่องทางสื่อออนไลน์

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
2. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
3. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
5. เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
6. เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การทำให้วัตถุเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ
7. สลากลำดับกลุ่ม
8. แบบบันทึกการเรียนรู้
9. ห้องสมุดโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)
- 10 แหล่งสืบค้นความรู้หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง
 - <https://sites.google.com/a/kjst.ac.th/static-electricity/home/xi-lek-thor-skhop-electroscope>
 - <https://www.chulatutor.com>
 - <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7206-2017-06-11-03-15-48>
 - <https://www.thaiphysicsteacher.com/physics/content-of-electro-magnetic/electroscope-metal/>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=bWgXHUmRU6k>

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านความรู้ 1. นักเรียนอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกัน 2. นักเรียนอธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า 3. นักเรียนอธิบายการเกิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า 4. นักเรียนอธิบายและทดลองการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ	การทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนสังเกตแรงดึงดูดและแรงผลักกันของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองและตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (การสรุปผลการทดลอง) ได้	- การนำเสนอผลงานกลุ่ม	- แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมกลุ่ม	- แบบประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมกลุ่ม
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

[illegible]

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			การแบ่งหน้าที่ ภายในกลุ่ม			การรู้จักแสดงความคิดเห็น			การทำงานตาม ขั้นตอน			ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลา			ความเป็นระเบียบ และสะอาด			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มชัดเจน แต่ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มไม่ชัดเจน และไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่มเลย
การทำงานตามขั้นตอน	มีการทำงานตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำงานตามขั้นตอน	ทำงานไม่ตามขั้นตอน
ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนดเรียบร้อยดีมาก	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนด	ปฏิบัติงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
ความเป็นระเบียบและสะอาด	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดและเป็นระเบียบสวยงามดีมาก	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดเรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานโดยภาพรวมสกปรกมาก ไม่เป็นระเบียบ

กลุ่มที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
		กลวิธีการนำเสนอ			การใช้ภาษา			ความคิดสร้างสรรค์			การตอบคำถาม			เวลา			รวม	ผลการประเมิน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
6	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
7	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
กลวิธีการนำเสนอ	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้อง	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่ผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษาบางส่วน	ใช้ภาษาในการสื่อสารไม่ถูกต้องตามหลักการใช้ภาษา แต่สื่อความหมายได้พอเข้าใจ
ความคิดสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลแต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์	เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นไม่ถูกต้องและไม่สร้างสรรค์
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นทุกคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงประเด็น 3 คำถาม	ตอบคำถามไม่ถูกต้องและตรงประเด็น คำถามตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป
เวลา	เสร็จทันเวลาที่กำหนด ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนด 5 นาที แต่ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนดมากกว่า 5 นาที ผลงานไม่มีคุณภาพ

แบบบันทึกคะแนนการประเมินระหว่างเรียน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรมการ ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรม ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
รวม					
เฉลี่ย					
ร้อยละ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

...../...../.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้ผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ปัญหา อุปสรรคที่พบ

-

ข้อเสนอแนะ หรือแนวทางปรับปรุงแก้ไข

.....ไม่มี.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

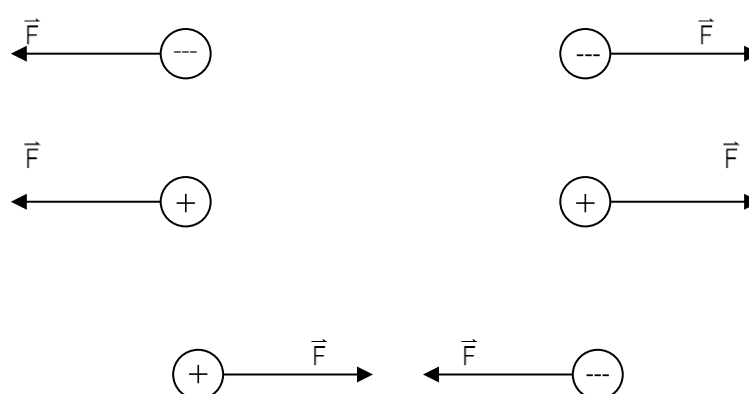
...../...../.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ประจุไฟฟ้า (Electric charge)

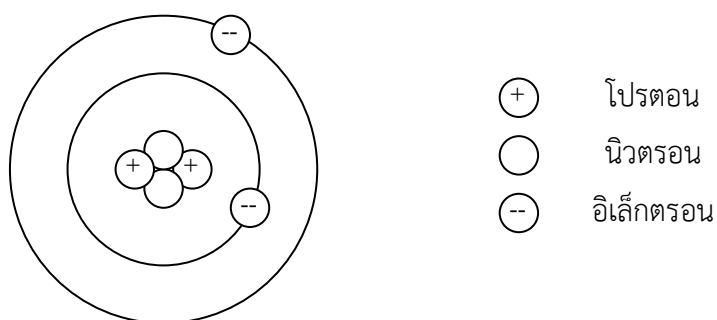
ทาลีส นักปราชญ์ชาวกรีก ได้พบว่าถ้านำเอาแท่งอำพันมาถูกับผ้าขนสัตว์แล้ว แท่งอำพันนั้นจะสามารถดูดวัตถุเบา ๆ ได้ อำนาจที่เกิดขึ้นนี้ถูกเรียกว่า ไฟฟ้า ต่อมาพบว่ามิววัตถุบางชนิดเช่นพลาสติก เมื่อนำมาถูกับผ้าสักหลาดจะสามารถดึงดูดวัตถุเบา ๆ ได้ และแรงดึงดูดนี้ไม่ใช่แรงดึงดูดระหว่างมวลเพราะจะเกิดขึ้นภายหลังที่มีการนำวัตถุดังกล่าวมาถูกันเท่านั้น และเรียกว่าสิ่งที่ทำให้เกิดแรงนี้คือ ประจุไฟฟ้า หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ประจุ

จากการนำเอาแผ่นพีวีซีถูด้วยผ้าสักหลาดและแผ่นเปอร์สเปกซ์ถูด้วยผ้าสักหลาดแล้วนำมาเข้าใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดกัน แต่ถ้าเรานำเอาแผ่นพีวีซี 2 แผ่นมาถูด้วยผ้าสักหลาดแล้วนำแผ่นทั้งสองเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน หรือแผ่นเปอร์สเปกซ์ 2 แผ่นมาถูด้วยผ้าสักหลาด แล้วนำแผ่นทั้งสองเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน แสดงว่ามีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นกับวัตถุ 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าที่เกิดกับแผ่นพีวีซี และที่เกิดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ โดยประจุไฟฟ้าที่เกิดกับวัตถุ 2 ชนิดคือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ หรือ เรียกสั้น ๆ ว่า ประจุบวก และประจุลบ โดยแรงระหว่างประจุมี 2 ชนิดคือ แรงดูด และแรงผลัก โดยประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน ส่วนประจุต่างชนิดกันจะดูดกัน อาจเขียนทิศของแรงกระทำระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้



รูป แรงระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

ต่อมาพบว่า วัตถุทุกชนิด ประกอบด้วย อะตอม โดยอะตอมประกอบด้วย นิวเคลียส ซึ่งเป็นแกนกลางของอะตอม ประกอบด้วยประจุไฟฟ้าบวก เรียกว่า โปรตอน และอนุภาคที่ไม่มีประจุ เรียกว่า นิวตรอน อิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ วิ่งวนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ด้วยพลังงานที่คงตัวค่าหนึ่ง



รูป โครงสร้างอะตอม

ตารางโครงสร้างของอะตอม

อนุภาค	มวล (kg)	ประจุไฟฟ้า (C)
อิเล็กตรอน (e)	9.1×10^{-31}	1.6×10^{-19}
โปรตอน (P)	1.67×10^{-27}	1.6×10^{-19}
นิวตรอน (n)	1.67×10^{-27}	เป็นกลางไม่มีประจุ

เราสามารถหาขนาดประจุไฟฟ้าบนวัตถุใด ๆ ได้จากสมการ

$$Q = ne$$

เมื่อ Q คือ ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

n คือ จำนวนประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น อนุภาค (ตัว)

e คือ ขนาดอิเล็กตรอน 1 อนุภาค หรือ โปรตอน 1 อนุภาค เท่ากับ 1.6×10^{-19} C

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว แสดงว่าวัตถุนี้มีประจุไฟฟ้าชนิดใด และมีขนาดกี่คูลอมบ์

วิธีทำ เพราะมีการสูญเสียอิเล็กตรอนไป ทำให้มีประจุไฟฟ้าบวกมากกว่า ดังนั้น วัตถุนี้จึงมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และหาขนาดได้จากสมการ

$$\begin{aligned} Q &= ne \\ &= (500)(1.6 \times 10^{-19}) \\ &= 8 \times 10^{-17} \text{ C} \end{aligned}$$

ตอบ ประจุไฟฟ้า บวก และมีขนาด 8×10^{-17} คูลอมบ์

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุ A มีประจุ -4.8×10^{-3} ไมโครคูลอมบ์ แสดงว่า วัตถุ A มีการรับอิเล็กตรอนหรือให้โปรตอนไปกี่อนุภาค

วิธีทำ เพราะวัตถุ A มีประจุลบ แสดงว่าวัตถุ A จะต้องรับอิเล็กตรอนมา เนื่องจากประจุลบ คืออิเล็กตรอนจะอยู่นอกสุดของอะตอม มีมวลน้อย และพลังงานยึดเหนี่ยวน้อย จึงหลุดเป็นอิสระถ่ายเทได้ง่าย สามารถหาจำนวนอิเล็กตรอนที่รับมาได้จากสมการ

$$\begin{aligned} Q &= ne \\ n &= \frac{Q}{e} \\ n &= \frac{(4.8 \times 10^{-3} \times 10^{-6})}{1.6 \times 10^{-19}} \\ n &= 3 \times 10^{10} \text{ อนุภาค} \end{aligned}$$

ตอบ รับอิเล็กตรอน และมีจำนวน 3×10^{10} อนุภาค

กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า (Conservation of charge)

วัตถุชิ้นหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย อะตอมจำนวนมาก แต่ละอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกเรียกว่า โปรตอน และอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เรียกว่า นิวตรอน นอกนิวเคลียสมี้อนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ด้วยพลังงานในการเคลื่อนที่ค่าหนึ่ง อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากันจะไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า ซึ่งเราเรียกว่าอยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนวัตถุที่มีจำนวนอนุภาคทั้งสองไม่เท่ากันจะอยู่ในสภาพวัตถุมีประจุไฟฟ้าและจะแสดงอำนาจไฟฟ้า โดยจะแสดงว่ามีประจุบวกถ้ามีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอนหรือในทางกลับกันจะแสดงว่ามีประจุลบ ถ้าจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน

อะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้านั้นผลรวมระหว่างประจุของโปรตอนและประจุของอิเล็กตรอนในอะตอมมีค่าเป็นศูนย์ และเนื่องจากอะตอมที่เป็นกลางมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนแสดงว่าประจุของอิเล็กตรอนกับประจุของอิเล็กตรอนต้องมีค่าเท่ากัน

จากความรู้นี้เราจะพิจารณาต่อไปได้ว่า การที่อิเล็กตรอนหลุดหลุดจากอะตอมหนึ่งไปสู่อีกอะตอมหนึ่ง ย่อมทำให้อะตอมที่เสียอิเล็กตรอนไปมีประจุลบลดลง ส่วนอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนจะมีประจุลบเพิ่มขึ้น นั่นคือสำหรับอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อเสียอิเล็กตรอนไปจะกลายเป็นอะตอมที่มีประจุบวก ส่วนอะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะกลายเป็นอะตอมมีประจุลบ

ดังนั้น ในการนำวัตถุมาถูกันแล้วมีผลทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าขึ้นนั้น อธิบายได้ว่าเป็นเพราะงานหรือพลังงานกลเนื่องจากการถูถ่ายโอนให้กับอิเล็กตรอนของอะตอมบริเวณที่ถูกันทำให้พลังงานของอิเล็กตรอนสูงขึ้นจนสามารถหลุดเป็นอิสระออกจากอะตอมของวัตถุหนึ่งไปสู่อะตอมของอีกวัตถุหนึ่ง กล่าวคืออิเล็กตรอนได้ถูกถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง วัตถุที่มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะมีประจุลบ ส่วนวัตถุที่เสียอิเล็กตรอนจะมีประจุบวก เราจึงสรุปได้ว่าการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่ แต่เป็นแต่เพียงการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเท่านั้น โดยที่ผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบที่พิจารณายังคงเท่าเดิม ซึ่งข้อสรุปนี้ก็คือ กฎมูลฐานทางฟิสิกส์ที่มีชื่อว่า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า นั่นเอง

ตัวนำและฉนวน (Conductor and Insulator)

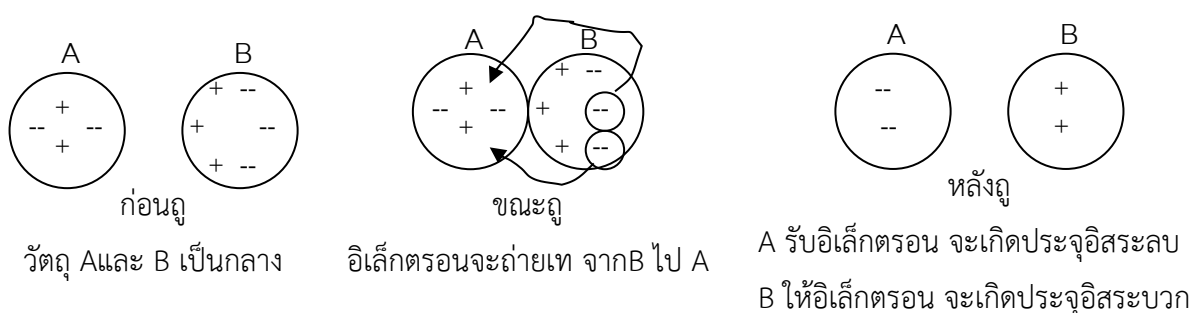
วัตถุใดที่ได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนแล้วอิเล็กตรอนนั้นยังคงอยู่ ณ บริเวณเดิมต่อไป เรียกว่า **ฉนวนไฟฟ้า** หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **ฉนวน** นั่นคืออิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทให้แก่วัตถุที่เป็นฉนวนจะไม่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งในเนื้อวัตถุ กล่าวได้ว่า ในฉนวนประจุไฟฟ้าจะถ่ายเทจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ยาก

วัตถุใดได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนแล้ว อิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทสามารถเคลื่อนที่กระจายไปได้ตลอดเนื้อวัตถุโดยง่าย หรืออาจกล่าวได้ว่าอิเล็กตรอนมีอิสระในการเคลื่อนที่ในวัตถุนั้น เรียกว่าวัตถุที่มีสมบัติเช่นนั้นว่า **ตัวนำไฟฟ้า** หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **ตัวนำ**

การทำวัตถุที่เป็นกลางให้เกิดประจุมี 3 วิธี

1. การขัดสี (ถู)

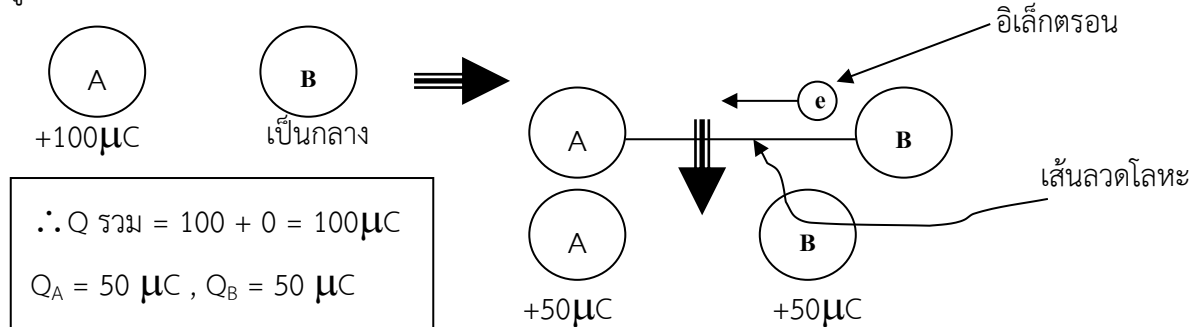
เป็นการนำเอาวัตถุที่เป็นกลางมาถูกัน (วัตถุที่นำมาถูกันต้องเป็นฉนวนเช่นผ้าไหมกับแท่งแก้ว) จะทำให้อิเล็กตรอนในวัตถุได้รับความร้อนจากการถูมีพลังงานเพิ่มขึ้นสามารถเคลื่อนที่จากวัตถุอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่งได้ ประจุที่เกิดกับวัตถุทั้งสองชนิดเป็นประจุชนิดตรงข้ามกันแต่ปริมาณ เท่ากัน



2. การสัมผัส

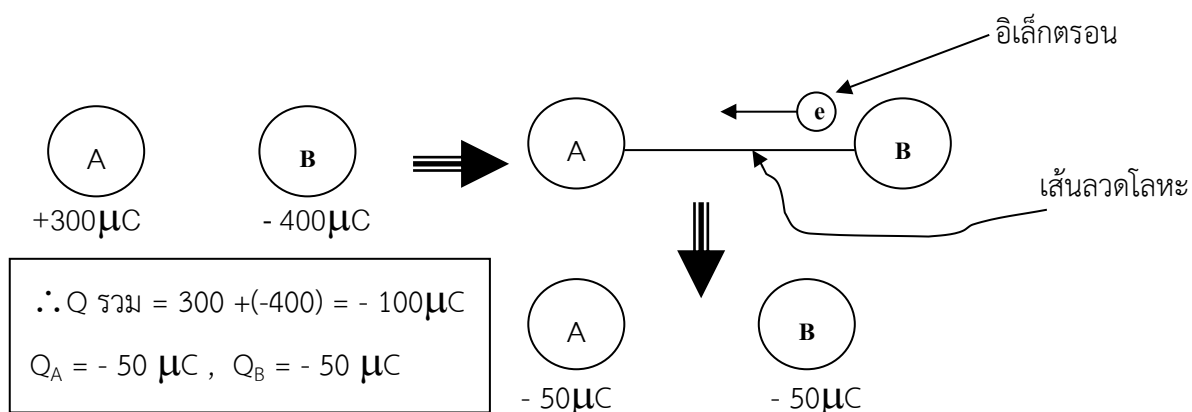
เกิดจากการนำวัตถุ 2 อันมาสัมผัส หรือแตะกันโดยตรงแล้วเกิดการถ่ายเทประจุโดยอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าลบไปยังศักย์ไฟฟ้าบวก หรือศักย์ไฟฟ้าศูนย์ไปยังศักย์ไฟฟ้าบวก หรือศักย์ไฟฟ้าลบไปยังศักย์ไฟฟ้าศูนย์จะหยุดการถ่ายเทเมื่อวัตถุ 2 อัน มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

ทรงกลมตัวนำเมื่อมีประจุไฟฟ้าอิสระเกิดขึ้น ประจุไฟฟ้าเหล่านี้จะกระจายไปตามผิวนอกของทรงกลมอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเกิดการถ่ายเทประจุแสดงว่า มีการเคลื่อนของอิเล็กตรอน เช่น



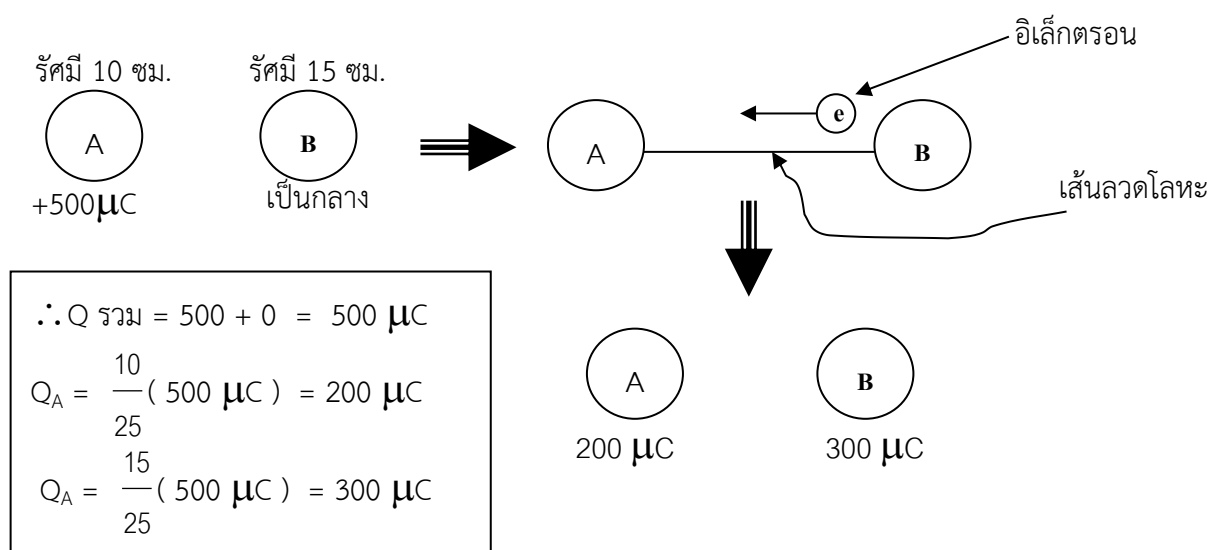
แสดงว่า เมื่อทรงกลมทั้งสองขนาดเท่ากัน เมื่อแยกออกจากกันแล้วจะแบ่งประจุไปอย่างละครึ่งหนึ่งของประจุไฟฟ้ารวม

รูปที่ 2



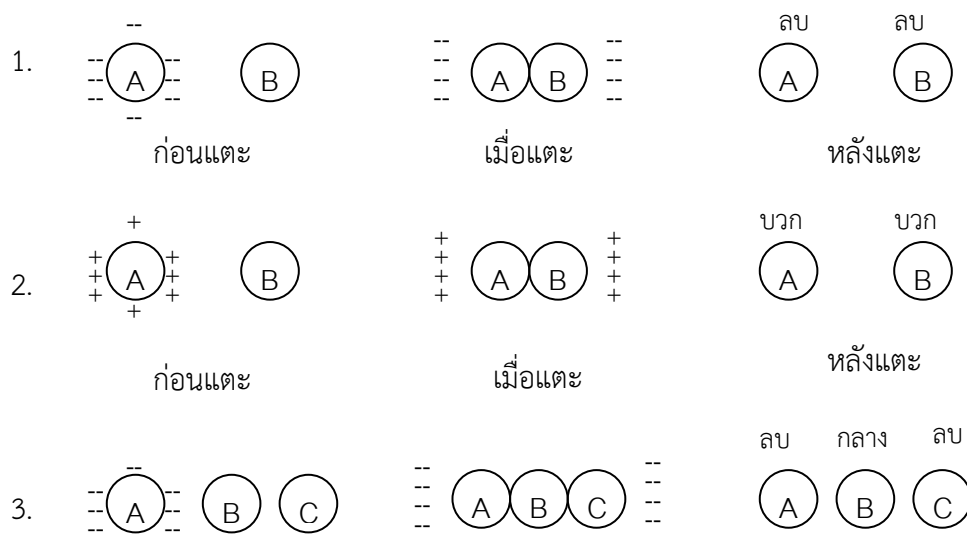
แสดงว่า เมื่อทรงกลมทั้งสองขนาดเท่ากัน เมื่อแยกออกจากกันแล้วจะแบ่งประจุไปอย่างละครึ่งหนึ่งของประจุไฟฟ้ารวม

รูปที่ 3



แสดงว่า ทรงกลมที่ขนาดไม่เท่ากันก็จะแบ่งประจุตามสัดส่วนของรัศมีทรงกลมต่อรัศมีรวม
 $\therefore$ ทรงกลมขนาดใหญ่จะได้รับประจุไฟฟ้าไปมากกว่าทรงกลมขนาดเล็ก

ตัวอย่างที่ 1 การถ่ายเทประจุเมื่อสัมผัสกัน (แตะกัน)



ตัวอย่างที่ 2 ตัวนำรูปทรงกลม A และ B มีรัศมีของทรงกลมเป็น r และ $2r$ ตามลำดับ ถ้าตัวนำ A มีประจุ Q และตัวนำ B มีประจุ $-2Q$ เมื่อเอามาแตะกันและแยกออก จงหาประจุของตัวนำ A

วิธีทำ ทรงกลมที่ขนาดไม่เท่ากันก็จะแบ่งประจุตามสัดส่วนของรัศมีทรงกลมต่อรัศมีรวม

$\therefore$ ทรงกลมขนาดใหญ่จะได้รับประจุไฟฟ้าไปมากกว่าทรงกลมขนาดเล็ก (ดังรูปที่ 3)

$$Q = Q + (-2Q) = -Q$$

$$Q_A = \frac{r}{3r}(-Q) = -\frac{Q}{3}$$

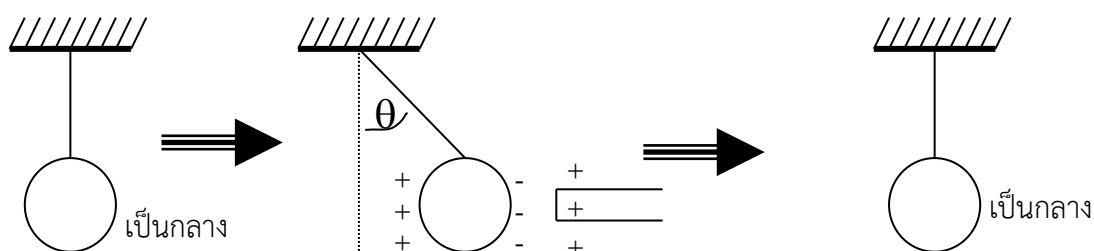
$$\text{ตอบ } Q_A = -\frac{Q}{3}$$

3. การเหนี่ยวนำ (Induction)

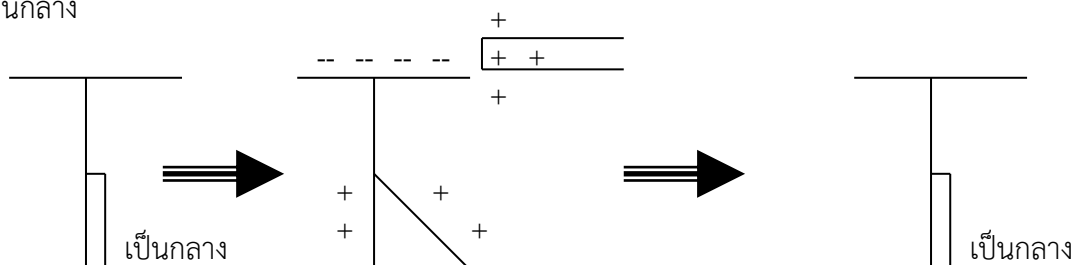
เป็นการนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้ามาใกล้วัตถุที่เป็นกลาง มีผลให้อิเล็กตรอนเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง แล้วเกิดประจุชนิดตรงข้ามบนผิวที่อยู่ใกล้ และเกิดประจุชนิดเดียวกันกับประจุบนวัตถุที่นำมาจ่อบนผิวที่อยู่ใกล้ และวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าจะดูดวัตถุที่เป็นกลางเสมอ เช่น

1. ลูกพิทซึ่งเป็นกลางแขวนด้วยเส้นด้ายอยู่หนึ่ง ๆ แล้วนำวัตถุที่มีประจุ $+$ (บวก) มาวางใกล้ ๆ ประจุบนลูกพิทจะถูกเหนี่ยวนำให้แยกออกจากกัน ทำให้เกิดแรงระหว่างประจุที่วัตถุกับลูกพิท

กระทำซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ลูกพิทเบนออกจากแนวเดิม ถ้านำเอาแท่งประจุ+ออก ลูกพิทก็จะเป็นกลาง

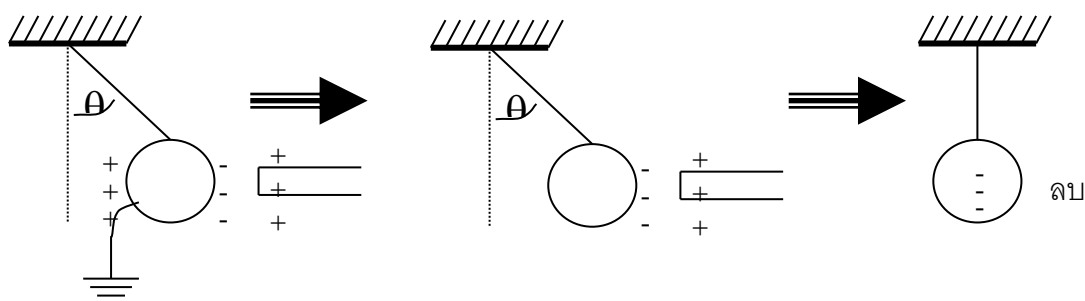


2. อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลาง เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ๆ จานรับวัตถุจะเกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป ถ้านำเอาแท่งประจุ+ออก อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะก็จะเป็นกลาง

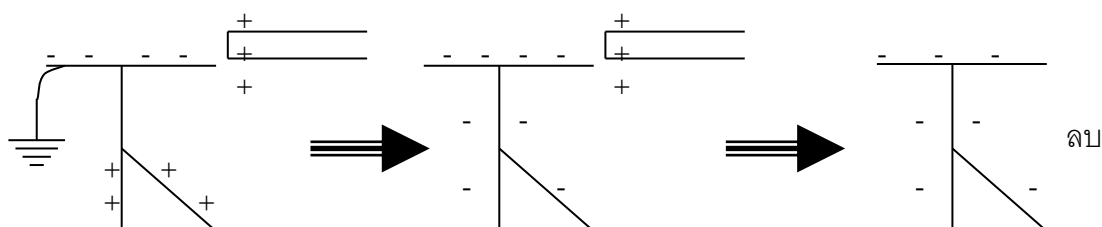


เราสามารถทำให้ลูกพิท และ อิเล็กโตรสโคปมีประจุ สามารถทำได้โดยการต่อลงดินดังรูป

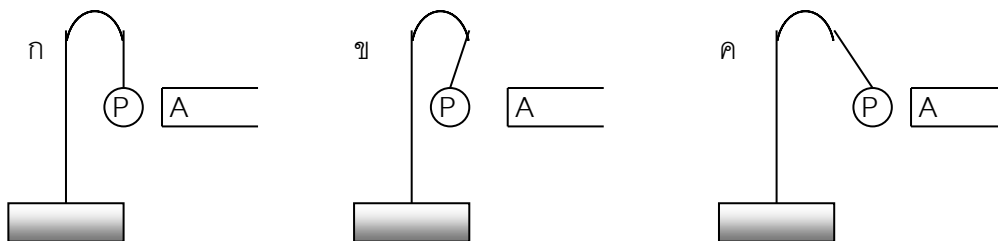
3. ลูกพิทซึ่งเป็นกลางแขวนด้วยเส้นด้ายอยู่หนึ่ง ๆ แล้วนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ๆ ประจุบนลูกพิทจะถูกเหนี่ยวนำให้แยกออกจากกัน ทำให้เกิดแรงระหว่างประจุที่วัตถุกับลูกพิทกระทำซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ลูกพิทเบนออกจากแนวเดิม เมื่อสัมผัสกับลูกพิท (ต่อลงดิน) จะมีการถ่ายเทประจุ ถ้านำเอาแท่งประจุบวก+ออก ลูกพิทก็จะมีประจุเป็นลบ (-)



4. อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลาง เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ๆ จานรับวัตถุจะเกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป เมื่อสัมผัสกับแผ่นโลหะ (ต่อลงดิน) จะมีการถ่ายเทประจุ ถ้า นำเอาแท่งประจุ+ออก อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะก็จะเป็นกลาง



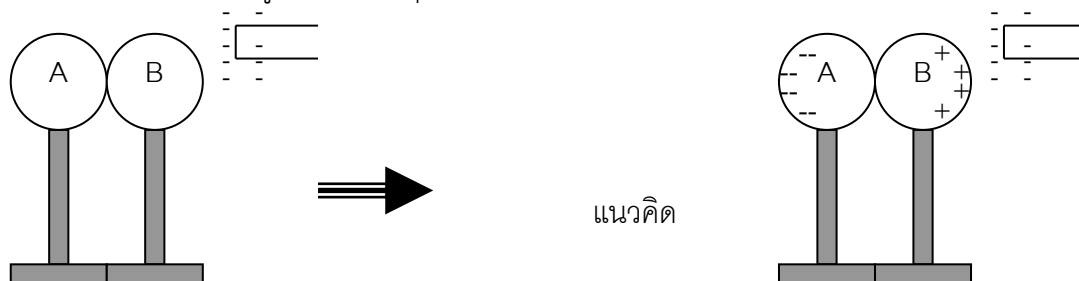
ตัวอย่างที่ 1 เมื่อนำวัตถุ A เข้าใกล้ลูกพิท P ซึ่งเป็นกลาง ตามรูปข้อใดเป็นไปได้



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

เฉลย ข้อ 1 แนวคิด รูป ข เป็นไปไม่ได้ เพราะถ้าวัตถุ A มีประจุ จะต้องดูดลูกพิท P เท่านั้น และถ้าวัตถุ A เป็นกลาง จะไม่มีแรงระหว่างประจุเกิดขึ้นกับลูกพิท P

ตัวอย่างที่ 2 ทรงกลมโลหะ A และ B วางสัมผัสกันโดยยึดไว้ด้วยฉนวน เมื่อนำแท่งวัตถุที่มีประจุลบ เข้าใกล้ทรงกลม B ดังรูป จะมีประจุไฟฟ้าชนิดใดเกิดขึ้นที่ตัวนำทรงกลมทั้งสอง



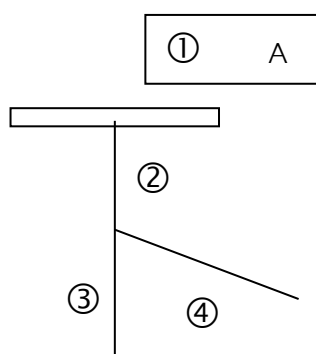
ตอบ ทรงกลม A มีประจุลบ ทรงกลม B มีประจุบวก

ตัวอย่างที่ 3 ตัวนำทรงกลม A, B, C และ D มีขนาดเท่ากันและเป็นกลางทางไฟฟ้าวางติดกันตามลำดับอยู่บนฉนวนไฟฟ้า นำแท่งประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม D ดังรูป แล้วแยกให้ออกจากกัน ประจุบนทรงกลมแต่ละลูกเรียงตามลำดับจะเป็นอย่างไร



ตอบ ลบ กลาง กลาง บวก

ตัวอย่างที่ 4 เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดบวกไปเหนี่ยวนำเพื่อให้อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า แล้วจึงนำวัตถุ A ซึ่งมีประจุมาใกล้ ดังรูป ปรากฏว่าแผ่นโลหะของอิเล็กโตรสโคปกางออกมากขึ้นอีก ชนิดของประจุที่จุด ①, ②, ③ และ ④ เป็นชนิดใดตามลำดับ



แนวคิด เมื่อนำประจุบวกไปเหนี่ยวนำอิเล็กโตรสโคปที่เป็นกลางจะทำให้อิเล็กโตรสโคปมีประจุเป็นลบทางอยู่

ต่อมาเมื่อนำวัตถุ A ซึ่งมีประจุ ① มาใกล้ แล้วทำให้แผ่นโลหะกางมากขึ้น แสดงว่าประจุ ① ต้องเป็นลบ จะผลักประจุลบจากจานโลหะลงไปยังแผ่นโลหะข้างล่าง แผ่นโลหะ ③, ④ จึงมีประจุลบมากขึ้นก็จะกางออกมากขึ้นกว่าเดิม ส่วนบริเวณจานโลหะ ② ก็จะมีประจุเป็นบวก

ตอบ ชนิดของประจุที่จุด ①, ②, ③ และ ④ จะเป็น ลบ บวก ลบ ลบ

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

จุดประสงค์

1. สังเกตและบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
2. สังเกตและอธิบายชนิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. แผ่นพีวีซี | 2 อัน |
| 2. แผ่นเปอร์สเปกซ์ | 2 แผ่น |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 ผืน |
| 4. ขาตั้ง | 1 อัน |
| 5. เส้นด้าย | 1 เมตร |

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. นำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำผสมน้ำยาทำความสะอาด เช็ดและผึ่งแดดให้แห้ง
2. สำหรับผ้าสักหลาดทำความสะอาดหรือสะบัดฝุ่นออกให้หมด แล้วนำไปผึ่งแดด
3. สำหรับแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนไว้และยังไม่ได้แขวน ให้ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่น โดยครูนั่นว่า ในการทดลองให้จับด้านปลายที่ทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น
4. ในการถูแผ่นพีวีซี หรือแผ่นสเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดให้ถูที่ปลายด้านตรงกันข้ามกับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
5. ก่อนนำปลายที่มีประจุเข้าใกล้กัน ควรตรวจสอบก่อนว่า แผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูกับผ้าสักหลาดมีประจุ โดยทดสอบแล้วสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้
6. เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุ ต้องรีบทำการทดลองทันที ต้องระวังไม่ให้ปลายที่ถูแล้วสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ (ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์อาจเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด)

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นพีวีซีในข้อ 4 เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

.....

.....

.....

2. แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

.....

.....

.....

3. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

.....

.....

.....

4. การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นพีวีซี และผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ มีประจุไฟฟ้าชนิดใด

.....

.....

.....

5. ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กทรอนิกส์มีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

จุดประสงค์

1. บอกขั้นตอนการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า
2. อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|-------------------------------|---|-----|
| 1. อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะ | 1 | ชุด |
| 2. ท่อพีวีซี ยาว 30 เซนติเมตร | 1 | อัน |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นำผ้าถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้อิเล็กทรอนิกส์
2. เอามือแตะจานโลหะ
3. เอามือออกจากจานโลหะ
4. เอาท่อพีวีซีออกจากอิเล็กทรอนิกส์

ผลการทำกิจกรรม

1. นำผ้าผูกกับท่อพีวีซี และนำเข้าใกล้ อิเล็กโทรสโคป	2. เอามือแตะงานโลหะ

3. เอามือออกจากงานโลหะ	4. เอาท่อพีวีซีออกห่างจากอิเล็กโทรสโคป

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ในวิธีทำข้อ 1 ท่อพีวีซีและงานโลหะมีประจุชนิดใด

.....

.....

.....

2. ในวิธีทำข้อ 2 , 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร

.....

.....

.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	-------------------------------------	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ทรงกลมตัวนำอันหนึ่งรับอิเล็กตรอนมา 500 ตัวแสดงว่ามีประจุไฟฟ้าชนิดใด และขนาดกี่คูลอมบ์

ก. บวก , 8×10^{-17} C

ข. ลบ , 8×10^{-17} C

ค. บวก , 8×10^{-16} C

ง. ลบ , 8×10^{-16} C

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อนำสาร ก มาถูกับสาร ข พบว่า สาร ก มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น สาร ก ต้องเป็นตัวนำ

2. เมื่อนำแท่งแก้วถูกับผ้าไหม จะพบว่าวัตถุทั้งสองมีประจุ การที่วัตถุทั้งสองมีประจุได้ เนื่องจาก
การถ่ายเทของประจุ

3. ถ้าจับแท่งโลหะถูกับผ้าขนสัตว์ (ถือว่าคนเป็นตัวนำและยืนเท้าเปล่าบนพื้น) ผลที่เกิดขึ้น
จะไม่มีประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะเกิดประจุอิสระบนผ้าขนสัตว์

ข้อความใดถูก

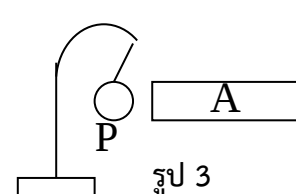
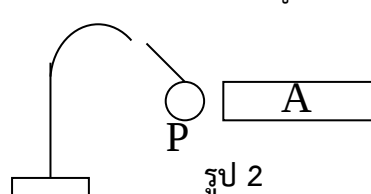
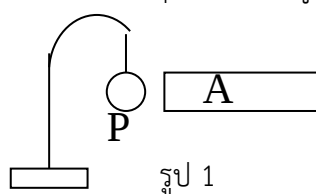
ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 1 และ 3

ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

3. เมื่อนำวัตถุ A เข้าใกล้ลูกพิทมวล P ซึ่งเป็นกลาง ตามรูปข้อใดเป็นไปได้



ข้อความใดถูก

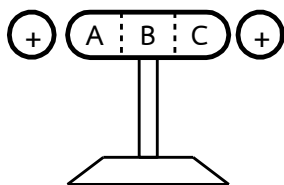
ก. รูป 1 และ 3

ข. รูป 2 และ 3

ค. รูป 1 และ 2

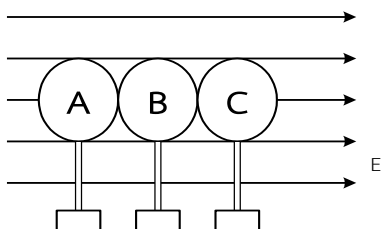
ง. รูป 1 , 2 และ 3

9. โลหะทรงกระบอกยาวปลายมนเป็นกลางทางไฟฟ้าตั้งอยู่บนฐานที่เป็นฉนวน ถ้านำประจุบวกขนาดเท่ากันมาใกล้ปลายทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยระยะห่างจากปลายเท่าๆ กัน ตามลำดับ การกระจายของประจุบนส่วน A ส่วน B และ C 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

10. ทรงกลมโลหะ 3 ลูก A B และ C ถูกวางเรียงติดกันไว้ในสนามไฟฟ้าดังรูป ทรงกลม C ถูกแยกออกมาก่อน ตามด้วยทรงกลม B แล้วจึงนำทรงกลม A ตามออกมาเป็นลำดับสุดท้าย นำทรงกลมทั้งสามมาวางแยกกันไว้นอกสนามไฟฟ้า จากผลของการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง



- ก. A มีประจุลบ แต่ B และ C มีประจุบวก
- ข. A และ B มีประจุลบ และ C มีประจุบวก
- ค. A มีประจุบวก B เป็นกลาง และ C มีประจุลบ
- ง. A มีประจุลบ B เป็นกลาง และ C มีประจุบวก

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยแบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ข
2	ข
3	ค
4	ข
5	ง
6	ค
7	ค
8	ง
9	ง
10	ก

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	---	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

จุดประสงค์

1. สังเกตและบอกชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
2. สังเกตและอธิบายชนิดแรงระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. แผ่นพีวีซี | 2 อัน |
| 2. แผ่นเปอร์สเปกซ์ | 2 แผ่น |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 ผืน |
| 4. ขาตั้ง | 1 อัน |
| 5. เส้นด้าย | 1 เมตร |

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. นำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำผสมน้ำยาทำความสะอาด เช็ดและผึ่งแดดให้แห้ง
2. สำหรับผ้าสักหลาดทำความสะอาดหรือสะบัดฝุ่นออกให้หมด แล้วนำไปผึ่งแดด
3. สำหรับแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่แขวนไว้และยังไม่ได้แขวน ให้ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่น โดยครูนั่นว่า ในการทดลองให้จับด้านปลายที่ทำเครื่องหมายไว้เท่านั้น
4. ในการถูแผ่นพีวีซี หรือแผ่นสเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดให้ถูที่ปลายด้านตรงกันข้ามกับที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
5. ก่อนนำปลายที่มีประจุเข้าใกล้กัน ควรตรวจสอบก่อนว่า แผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ที่ถูกับผ้าสักหลาดมีประจุ โดยทดสอบแล้วสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้
6. เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์มีประจุ ต้องรีบทำการทดลองทันที ต้องระวังไม่ให้ปลายที่ถูแล้วสัมผัสกับสิ่งอื่น ๆ (ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์อาจเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด)

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นพีวีซีในข้อ 4 เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

แนวคำตอบ แรงผลัก

2. แรงระหว่างแผ่นเปอร์สเปกซ์กับแผ่นแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 5 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

แนวคำตอบ แรงผลัก

3. แรงระหว่างแผ่นพีวีซีกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ในข้อ 6 เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

แนวคำตอบ แรงดึงดูด

4. การถูผ้าสักหลาดกับแผ่นพีวีซี และผ้าสักหลาดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ แผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ มีประจุไฟฟ้าชนิดใด

แนวคำตอบ ประจุลบ ประจุบวก ตามลำดับ

5. ชนิดของแรงระหว่างประจุขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าอย่างไร

แนวคำตอบ แรงระหว่างประจุชนิดเดียวกันจะเป็นแรงผลักกัน ส่วนแรงระหว่างประจุต่างชนิดกันจะเป็นแรงดึงดูดกัน

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต
---	--	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1.2 การทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ

จุดประสงค์

1. บอกขั้นตอนการทำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า
2. อธิบายการเหนี่ยวนำให้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะที่เป็นกลางให้มีประจุไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|-------------------------------|---|-----|
| 1. อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ | 1 | ชุด |
| 2. ท่อพีวีซี ยาว 30 เซนติเมตร | 1 | อัน |
| 3. ผ้าสักหลาด | 1 | ผืน |

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นำผ้าถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้อิเล็กโทรสโคป
2. เอามือแตะจานโลหะ
3. เอามือออกจากจานโลหะ
4. เอาท่อพีวีซีออกจากอิเล็กโทรสโคป

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

	
1. นำผ้าถูกับท่อพีวีซี และนำเข้าไปใกล้อิเล็กโทรสโคป	2. เอามือแตะจานโลหะ

	
3. เอามือออกจากจานโลหะ	4. เอาท่อพีวีซีออกจากอิเล็กทรอนิกส์โคป

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ในวิธีทำข้อ 1 ท่อพีวีซีและจานโลหะมีประจุชนิดใด

แนวคำตอบ ท่อพีวีซีมีประจุลบ จานโลหะมีประจุบวก

2. ในวิธีทำข้อ 2 , 3 และ 4 แผ่นโลหะบางมีการกางหรือหุบ และสรุปเกี่ยวกับประจุบนแผ่นโลหะบางได้อย่างไร

แนวคำตอบ ในข้อ 2 แผ่นโลหะบางหุบ เนื่องจากเมื่อนำนิ้วแตะที่จานโลหะอิเล็กทรอนิกส์บริเวณแผ่นโลหะจะเคลื่อนที่ไปยังนิ้วมือและร่างกายเสมือนต่อสายดิน บริเวณแผ่นโลหะบางจึงมีประจุลบน้อยลงจนมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 3 เมื่อยกนิ้วออกจากจานโลหะ โดยท่อพีวีซียังคงอยู่ที่เดิม แผ่นโลหะบางยังคงหุบเนื่องจากยังคงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ในข้อ 4 เมื่อนำท่อพีวีซีออก แผ่นโลหะบางกางออก เนื่องจากอิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนที่ไปบริเวณจานโลหะ ทำให้แกนและแผ่นโลหะบางมีประจุบวกและกางออก

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

จำนวนชั่วโมง 22 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า

เวลา 4 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

บริเวณที่มีแรงระหว่างประจุกระทำต่อประจุทดสอบ บริเวณนั้นจะมีสนามไฟฟ้า และขนาดของสนามไฟฟ้าจะขึ้นกับปริมาณของประจุไฟฟ้า ขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าลัทธิของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุหลาย ๆ จุด เท่ากับผลรวมของเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ

เส้นแรงไฟฟ้าจะเป็นเส้นแสดงขนาดและทิศของสนามไฟฟ้า เมื่อศึกษาและฝึกแก้ปัญหาเกี่ยวกับเส้นแรงไฟฟ้าจะเกิดความคิดรวบยอดจนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเส้นแรงไฟฟ้า อธิบายเกี่ยวกับสนามไฟฟ้าได้

3. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายสนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้าของจุดประจุ ตัวนำทรงกลม และแผ่นโลหะคู่ขนาน
2. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุ

3. อธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าลัพท์ของระบบจุดประจุ
4. อธิบายแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้า และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุ
2. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาสนามไฟฟ้าลัพท์ของระบบจุดประจุ
3. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้า
4. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

5. สารการเรียนรู้

1. ความหมายสนามไฟฟ้า
2. สนามไฟฟ้าของจุดประจุ
3. สนามไฟฟ้าของระบบประจุ
4. เส้นสนามไฟฟ้า
5. แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R) ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C) ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P) ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C) ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect

on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R) และขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R)

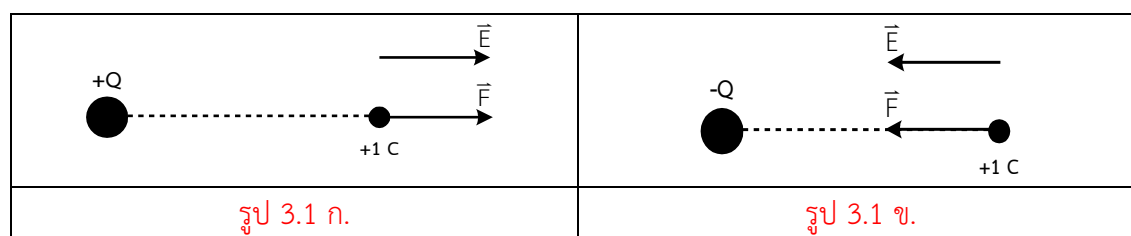
1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง สนามไฟฟ้า ที่ครูแจกให้คนละ 1 ชุด

1.2 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำอภิปรายทบทวนการพิจารณาสนามโน้มถ่วงจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อมวล จากนั้นอภิปรายต่อเกี่ยวกับการพิจารณาสนามไฟฟ้าจากแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า ตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เกี่ยวกับสนาม จนสรุปได้ว่า รอบประจุไฟฟ้าหนึ่ง ๆ จะมีสนามไฟฟ้าที่แผ่ออกไปทั่วอวกาศ (space) เมื่อประจุไฟฟ้าอีกประจุหนึ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าของประจุดังกล่าว ก็จะได้รับรู้ถึงแรงไฟฟ้าที่ประจุนั้น ๆ กระทำได้ โดยครูควรชี้ให้เห็นว่าประจุที่นำไปวางในสนามไฟฟ้าเป็นประจุที่ถูกแรงกระทำ ส่วนประจุที่ให้สนามไฟฟ้าเป็นประจุนอกแรงกระทำ

(ข้อสรุป เมื่อวางประจุไฟฟ้าในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าจะมีแรงกระทำต่อประจุนั้น ในทิศทางเดียวกันกับสนามไฟฟ้าหรือทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าก็ได้ขึ้นอยู่กับประจุนั้นเป็นประจุบวกหรือประจุลบตามลำดับ)

ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C)

2.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนหัวข้อเรื่องความหมายสนามไฟฟ้าและอภิปรายเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า โดยใช้รูป 3.1 ก. และ รูป 3.1 ข. จนสรุปได้ว่า



ข้อสรุป หากต้องการทราบว่าบริเวณหนึ่งมีสนามไฟฟ้าหรือไม่ ทำได้โดยการนำประจุ $+q$ ที่เรียกว่า ประจुทดสอบไปวาง ณ ตำแหน่งนั้น หากมีแรงไฟฟ้า ($\vec{F}$) กระทำต่อประจુทดสอบ แสดงว่ามีสนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) ที่ตำแหน่งนั้นและสนามไฟฟ้าหาได้จากสมการ

$$\vec{E} = -\frac{\vec{F}}{q} \quad \text{หรือ} \quad E = \frac{kQ}{R^2}$$

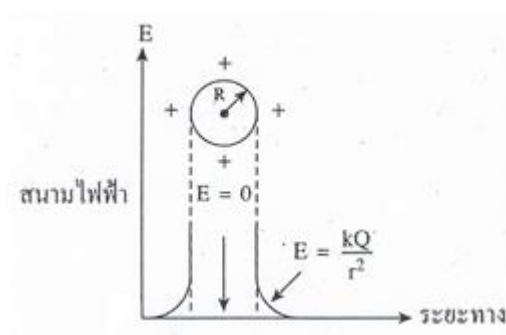
2.2 ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า การทดสอบสนามไฟฟ้าควรใช้ประจุทดสอบที่มีค่าประจุน้อย ๆ เพื่อจะไม่ไปเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าในบริเวณที่พิจารณา สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุ (+q) ที่ใช้ทดสอบ แต่สนามไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของแรงกระทำต่อประจุลบ (-q) ที่วางในสนามไฟฟ้า

2.3 ครูนำเข้าสู่บทเรียนหัวข้อเรื่องสนามไฟฟ้าของจุดประจุ โดยตั้งคำถามว่า แรงไฟฟ้าที่กระทำระหว่างสองจุดประจุเกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าอย่างไร ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุป (ข้อสรุป แรงไฟฟ้าที่กระทำระหว่างสองจุดประจุ เกิดจากจุดประจุหนึ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าของอีกจุดประจุหนึ่ง)

2.4 ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง สนามไฟฟ้า ในใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า

2.5 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการหาสนามไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ q ที่ตำแหน่งห่างจากจุดประจุต้นกำเนิด Q เป็นระยะ r จนได้สมการ $E = \frac{kQ}{r^2}$

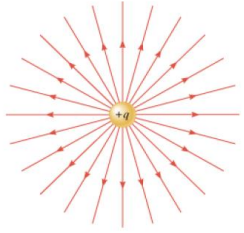
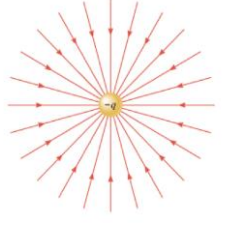
2.6 ครูให้นักเรียนอภิปรายต่อจนได้ข้อสรุป (ข้อสรุป ขนาดสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุต้นกำเนิด Q แปรผันตรงกับค่าประจุไฟฟ้า Q และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างจากจุดประจุต้นกำเนิด Q โดยสนามไฟฟ้ามีค่ามากเมื่ออยู่ใกล้ประจุต้นกำเนิดและมีค่าลดลงเมื่ออยู่ไกลออกไป สามารถเขียนกราฟระหว่างสนามไฟฟ้ากับระยะห่างจากประจุต้นกำเนิดได้ดังรูป)



รูป 3 กราฟระหว่างสนามไฟฟ้ากับระยะห่างจากประจุต้นกำเนิด

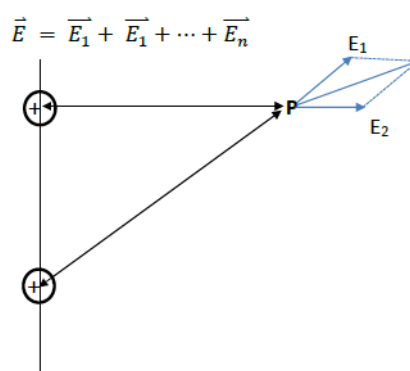
2.7 ครูตั้งคำถามว่า ทิศทางของสนามไฟฟ้าจากประจุต้นกำเนิด $+Q$ และ $-Q$ เป็นอย่างไร
ครุณาอภิปรายจนได้ข้อสรุป

(ข้อสรุป สนามไฟฟ้าของประจุต้นกำเนิดมีทิศทางออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวกและเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบดังรูป)

	
สนามไฟฟ้าของประจุต้นกำเนิดมีทิศทางออกจากประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุบวก	สนามไฟฟ้าของประจุต้นกำเนิดมีทิศทางเข้าหาประจุต้นกำเนิดที่เป็นประจุลบ

2.8 ครุณาอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า เมื่อประจุ $+q$ วางอยู่ในสนามไฟฟ้า ทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุ $+q$ จะทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า แต่ถ้าให้ประจุ $-q$ อยู่ในสนามไฟฟ้างดกล่าว ทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุ $-q$ จะมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของสนามไฟฟ้า

2.9 ครุณาเข้าสู่บทเรียนหัวข้อเรื่องสนามไฟฟ้าของระบบประจุ โดยยกสถานการณ์ระบบประจุ แล้วนำนักเรียนอภิปรายการหาสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ที่เกิดจากระบบประจุ จนได้ข้อสรุปว่า (ข้อสรุป สนามไฟฟ้าลัทธิที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าแต่ละจุดประจุ) ดังตัวอย่าง สำหรับระบบประจุ N ประจุ สนามไฟฟ้าลัทธิที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละประจุ



ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P)

3.1 ครุณาเข้าสู่บทเรียนหัวข้อเรื่องเส้นสนามไฟฟ้า โดยครูยกสถานการณ์การจำลองเส้นสนามไฟฟ้า โดยใช้ต่างทาบทิม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกัน กลุ่มละ 5 คน

แล้วทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3.1 กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้าโดยใช้
ต่างแท็บทิม

กรณีครูสาธิตการจำลองสนามไฟฟ้าเตรียมอุปกรณ์ ดังนี้

- เกล็ดต่างแท็บทิมที่บิดให้ละเอียดพอควร
- กระดาษกรองขนาด 15 x 15 ตารางเซนติเมตร ชุบน้ำแล้วผึ่งให้พอหมาด ๆ หรือใช้
กระบอกฉีดน้ำฉีดทั่วแผ่น
- เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง
- แผ่นกระจกสำหรับรองแผ่นกระดาษกรอง
- ขั้วไฟฟ้า 3 แบบ ได้แก่ ขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม 1 คู่ ขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะขนาน
2 แผ่น ขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะตัวนำวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 2 วง

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. ครูควรฝึกการโรยผงต่างแท็บทิมให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เมื่อทดลองแล้วจะ
ได้เห็นเส้นสนามไฟฟ้าได้ชัด
2. เมื่อโรยผงต่างแท็บทิมลงบนกระดาษกรองในตอนแรกจะมองไม่ชัด ถ้าทิ้งไว้ประมาณ
1-2 นาที จะเห็นแนวเส้นชัด แต่ถ้าทิ้งไว้อีกระยะหนึ่ง ผงต่างแท็บทิมจะซึมเลอะ
มองเห็นเส้นไม่ชัด
3. ในขณะที่กำลังสาธิต อย่าจับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากโลหะปลายแหลม

1. ก่อนสาธิตควรเตือนนักเรียนว่า อย่าแตะขั้วไฟฟ้า ขณะเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง
ทำงาน เพราะจะเป็นอันตรายได้
2. ในการสาธิตนั้น ตอนแรกเป็นการหาสนามไฟฟ้าโลหะปลายแหลม โดยใช้ขั้วไฟฟ้า
โลหะปลายแหลมวางลงบนกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางไว้บนกระจกกราบ
โดยให้ส่วนปลายแหลมของขั้วทั้งสองห่างกันประมาณ 3-5 เซนติเมตร ดังรูป
3. เสียบปลั๊กให้เครื่องจ่ายไฟโวลต์สูงทำงาน แล้วโรยผงต่างแท็บทิมที่เตรียมไว้ให้กระจาย
อย่างสม่ำเสมอรอบขั้วไฟฟ้า ครูแนะนำให้นักเรียนสังเกตการณ์แผ่กระจายของผงสีม่วง
ขณะที่โรยลงไปในตอนแรก เมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที ขณะที่เสียบปลั๊กอยู่

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนาน

1. เปลี่ยนขั้วไฟฟ้าจากโลหะปลายแหลมเป็นแผ่นโลหะคู่ขนาน เพื่อสาธิตการแสดงเส้น
สนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของแผ่นตัวนำที่วางขนานกัน โดยวาง

แผ่นกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ไว้บนกระดาษาบ จัดกระดาษให้เรียบ

2. วางแผ่นโลหะคู่ขนานทั้งสองให้ห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ให้ตอนล่างของแผ่นโลหะทั้งสองทับบนกระดาษกรองให้แนบสนิท แล้วแผ่นโลหะทั้งสองเข้ากับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง จากนั้นเปิดเครื่องจ่ายไฟฟ้าตรงโวลต์สูงให้ทำงาน และโรยเกล็ดต่างทับทิมให้สม่ำเสมอระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง
3. ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนแผ่นกระดาษกรองทันทีที่โรยผงต่างทับทิม และเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะวงกลม

1. เปลี่ยนขั้วไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นแผ่นโลหะวงกลม เพื่อสาธิตเส้นสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะวงกลม โดยใช้วงกลมโลหะขนาดต่างกัน 2 อันนั้น ให้วางวงกลมทั้งสองลงบนกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางอยู่บนแผ่นกระดาษาบ โดยให้ศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองอยู่ที่เดียวกัน ต้องให้ตอนล่างของวงกลมโลหะแตะกระดาษกรองให้แนบสนิท ใช้สายไฟที่ปลายข้างหนึ่งเป็นปากคีบ คีบวงแหวนโลหะทั้งสองไว้ แล้วนำไปต่อกับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง เมื่อเสียบปลั๊กให้ทำงาน โรยผงต่างทับทิมให้กระจายสม่ำเสมอระหว่างวงแหวนโลหะทั้งสองและในที่ว่างภายในวงแหวนเล็ก
2. ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนกระดาษกรองเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต ในใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า

3.3 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า เพื่อตั้งข้อสังเกตไปสู่การหาคำตอบ

3.4 จากตัวอย่างปัญหาในใบความรู้ที่ 3.1 นักเรียนร่วมกันพิจารณาตัวอย่างปัญหาที่กำหนดให้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจำนวนดังนี้

1) ขั้นเตรียมการทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์ต้องการทราบอะไร กำหนดข้อมูลอะไรให้ หรือมีเงื่อนไขอะไรเขียนออกมา

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

- เขียนรูปหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

- เลือกสมการที่ต้องใช้ พิจารณาว่าข้อมูลที่มีเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอต้องหาค่าของปริมาณใดก่อนจึงจะแก้ปัญหาได้

4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

- แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ แล้วคำนวณหรือแก้สมการเพื่อหาคำตอบตามที่วางแผนไว้

5) ขั้นตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา

- ตรวจสอบคำตอบและเขียนสรุปตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

3.5 ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีอื่นแล้วแต่นักเรียนแต่ละคน แต่ต้องสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผล

3.6 ครูนำเสนอตัวอย่างลักษณะเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และหาคำตอบ

3.7 นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สนามไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C)

4.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับเส้นสนามไฟฟ้า จนได้ข้อสรุปว่า เส้นต่อเนื่องที่แสดงทิศทางสนามไฟฟ้าในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า เรียกว่า เส้นสนามไฟฟ้า (electric field line)

4.2 ครูสาธิตลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าจากขั้วโลหะปลายแหลมด้วยด่างทับทิม พร้อมยกสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการแผ่กระจายของผงด่างทับทิมบนกระดาษกรอง

จนสรุปได้ว่า เมื่อผงต่างทับทิมละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนบวกที่ไม่มีสี (K^+) และเป็นไอออนลบที่มีสีม่วง (MnO_4^-) เมื่อเวลาผ่านไปจะปรากฏเส้นสีม่วงแผ่กระจายเป็นแนวจากขั้วลบไปยังขั้วบวก

4.3 ครูสาธิตลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าจากขั้วแผ่นโลหะคู่ขนานด้วยต่างทับทิม พร้อมยกสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งครุณาอภิปรายเกี่ยวกับการแผ่กระจายของผงต่างทับทิมบนกระดานรองจนจนสรุปได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะปรากฏเส้นสีม่วงแผ่กระจายเป็นแนวจากแผ่นโลหะขั้วลบไปยังขั้วบวก โดยแนวเส้นสีม่วงมีลักษณะดังรูป และสามารถเขียนแสดงลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานดังรูป

4.4 ครุณาอภิปรายโดยใช้รูป ในหนังสือเรียนเกี่ยวกับเส้นสนามไฟฟ้า จนสรุปได้ว่า เส้นสนามไฟฟ้าของจุดประจุมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกตามแนวรัศมี ซึ่งหากพิจารณาระบบประจุสองประจุต่างชนิดกัน เส้นสนามไฟฟ้าจะพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบ

4.5 ครูตั้งคำถามว่า ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าที่เส้นและตัดกันได้หรือไม่ ครุณาอภิปรายจนสรุปได้ว่า เส้นสนาม ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีเส้นสนามไฟฟ้าผ่านได้เส้นหนึ่ง นั่นคือ เส้นสนามไฟฟ้าจะไม่ตัดกัน

4.6 ครูอภิปรายเกี่ยวกับความหนาแน่นเส้นสนามไฟฟ้า จนสรุปได้ว่า ความหนาแน่นเส้นสนามไฟฟ้า หมายถึง จำนวนเส้นสนามไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า และถามต่อว่า ความหนาแน่นเส้นสนามไฟฟ้าสัมพันธ์กับขนาดสนามไฟฟ้าอย่างไร ครุณาอภิปรายจนสรุปได้ว่า ความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าในบริเวณหนึ่ง ๆ แสดงถึงขนาดสนามไฟฟ้า ณ บริเวณนั้น ๆ โดยความหนาแน่นของเส้นสนามไฟฟ้าบริเวณใดมาก แสดงถึงขนาดสนามไฟฟ้าบริเวณนั้นมีค่ามาก

4.7 ครูตั้งคำถามว่า เส้นสนามไฟฟ้าของระบบสองประจุที่เหมือนกันจะมีลักษณะอย่างไร จากนั้นครุณาอภิปราย จนสรุปได้ว่า กรณีระบบสองประจุเป็นประจุบวกเหมือนกัน เส้นสนามไฟฟ้าจะออกจากประจุบวกทั้งสองประจุ โดยโค้งแยกออกจากกันทำให้เกิดตำแหน่งที่ไม่มีเส้นสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้นสนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ เรียกว่า จุดสะเทิน

4.8 ครูสาธิตลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าจากขั้วแผ่นโลหะวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกันสองวง ด้วยต่างทับทิม พร้อมยกสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งครุณาอภิปรายเกี่ยวกับการแผ่กระจายของผงต่างทับทิมบนกระดานรอง จนสรุปได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไปภายในของวงกลมวงในไม่มีการแผ่กระจายของผงสีม่วงออกเป็นเส้น ๆ แสดงว่าภายในตัวนำวงกลมวงในไม่มีสนามไฟฟ้า ส่วนในบริเวณระหว่างวงกลมทั้งสองมีการแผ่กระจายของผงสีม่วงตามแนวรัศมี โดยแนวเส้นสีม่วงดังกล่าวมีลักษณะดังรูป แสดงลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกันสองวง

4.9 ครูตั้งคำถามว่า ถ้าตัวนำวงกลมที่มีประจุเพียงวงเดียวจะพิจารณาสถาณไฟฟ้าได้อย่างไร ครุณาอภิปราย จนสรุปได้ว่า สนามไฟฟ้าของตัวนำวงกลมวงเดียวพิจารณาได้ทำนองเดียวกับตัวนำวงกลมสองวงวางซ้อนกัน โดยที่ตัวนำวงกลมวงนอกมีรัศมีมากกว่าวงในมาก ๆ สนามไฟฟ้าภายในและภายนอกตัวนำวงในมีลักษณะเช่นเดิม ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะสนามไฟฟ้าของตัวนำวงกลมใด ๆ ที่มีประจุไฟฟ้า

4.10 ครูอภิปรายเกี่ยวกับสนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมที่มีประจุ จนสรุปได้ว่า ตัวนำทรงกลมจะมีประจุไฟฟ้ากระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวตัวนำทรงกลมและมีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ สนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทางตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น และต่อเนืองออกไปจากผิวในแนวรัศมีทรงกลม สนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม Q ที่ตำแหน่งใด ๆ ตั้งแต่ผิวตัวนำทรงกลมออกไป ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลางตัวนำทรงกลมเป็นระยะ r หาได้จากสมการ $E = \frac{kQ}{r^2}$

ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R)

5.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนในหัวข้อเรื่องแรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า ครูตั้งคำถามว่า หากนำประจุ $+q$ วางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ $\vec{E}$ จะมีแรงใดบ้างกระทำต่อประจุนี้ ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า มีแรง 2 แรงกระทำต่อประจุ ได้แก่ แรงไฟฟ้าและแรงโน้มถ่วง จะเห็นว่าในกรณีนี้มีมวลของประจุไฟฟ้ามีค่าน้อยมาก จนทำให้แรงโน้มถ่วงมีค่าน้อยกว่าแรงไฟฟ้ามาก ๆ จึงไม่พิจารณาแรงโน้มถ่วง โดยพิจารณาเพียงแรงไฟฟ้านำไปหาความเร่ง จากนั้นครูนำอภิปราย จนสรุปได้ว่าในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ความเร่งมีค่าคงตัว ส่วนทิศทางของความเร่งจะมีทิศเดียวกับสนามไฟฟ้าหรือมีทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้าเป็นบวกหรือลบ ตามลำดับ

5.2 นักเรียนได้สรุปและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันพร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้

5.3 นักเรียนทุกคนรับแจกแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สนามไฟฟ้า และตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบโดยไม่ปรึกษากัน

ขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S)

6.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันแบ่งปันองค์ความรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันอภิปรายตามหัวข้อดังนี้

- 1) สมการหาสนามไฟฟ้า $E = \frac{F}{q}$ และ $E = \frac{kQ}{r^2}$ สองสมการใช้ต่างกันอย่างไร

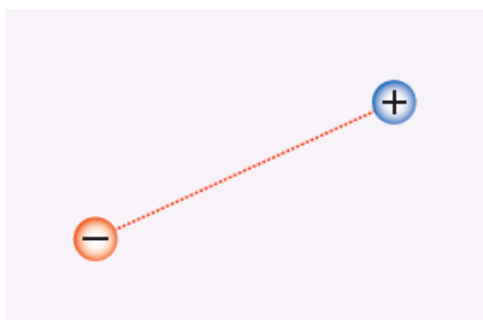
แนวคำตอบ

สมการ $E = \frac{F}{q}$ ใช้หาสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ ($\vec{E}$) โดยการนำประจุทดสอบ $+q$

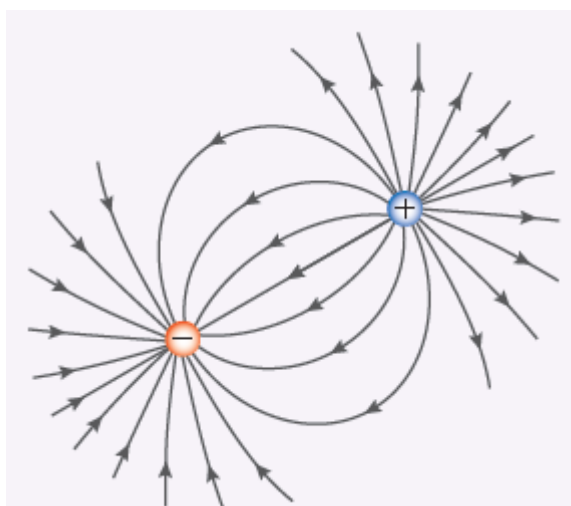
ไปวางบริเวณนั้น โดยไม่สนใจประจุต้นกำเนิดสนามไฟฟ้า $\vec{E}$

สมการ $E = \frac{kQ}{r^2}$ ใช้หาสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งเนื่องจากประจุต้นกำเนิด Q ที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ ห่างจากประจุนั้นเป็นระยะทาง r

2) จงเขียนเส้นสนามไฟฟ้าของจุดประจุที่วางดังรูป



แนวคำตอบ



3) เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นตรงขนานกัน แสดงว่าสนามไฟฟ้ามีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร และถ้ามีจุดประจุไฟฟ้าอยู่ในบริเวณนั้น แรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้านั้นจะมีค่าคงตัวหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เส้นสนามไฟฟ้าแสดงสนามไฟฟ้าบริเวณระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เนื่องจากเส้นที่เขียนแทนเส้นสนามไฟฟ้ามีขนาดและระยะห่างเท่ากัน ซึ่งแสดงว่าสนามไฟฟ้ามีขนาดคงตัวและทิศทางเดียวกัน หากมีประจุไฟฟ้าในบริเวณนี้ จะมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุที่มีค่าคงตัว ซึ่งมีเพียงแรงเดียว คือ แรงไฟฟ้า ซึ่งมีค่า qE (ไม่คิดแรงโน้มถ่วง)

6.2 นักเรียนได้สรุปและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันพร้อมให้นักเรียนแบ่งปันความรู้ที่ได้ด้วยคลิป VDO แล้วนำเสนอทางช่องทางสื่อออนไลน์

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า
2. ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้าโดยใช้ต่างแท่งทิม
3. ใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สนามไฟฟ้า
4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง สนามไฟฟ้า
5. เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้าโดยใช้ต่างแท่งทิม
6. ใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สนามไฟฟ้า
7. สลากลำดับกลุ่ม
8. แบบบันทึกการเรียนรู้
9. ห้องสมุดโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)
10. แหล่งสืบค้นความรู้หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง
 - <https://www.ipst.ac.th>
 - <https://www.scimath.org/article-physics/item/12246-2021-06-09-08-39-55>

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านความรู้ 1. นักเรียนอธิบายสนามไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้าของจุดประจุตัวนำทรงกลม และแผ่นโลหะคู่ขนาน 2. นักเรียนคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุ 3. นักเรียนอธิบายและคำนวณสนามไฟฟ้าลัพท์ของระบบจุดประจุ 4. นักเรียนอธิบายแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้า และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง	การทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

8. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุ 2. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาสนามไฟฟ้าลัพท์ของระบบจุดประจุ 3. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้า 4. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่กำหนดให้ได้	- การนำเสนอผลงานกลุ่ม	- แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมกลุ่ม	- แบบประเมินพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			การแบ่งหน้าที่ ภายในกลุ่ม			การรู้จักแสดงความคิดเห็น			การทำงานตาม ขั้นตอน			ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลา			ความเป็นระเบียบ และสะอาด			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มชัดเจน แต่ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มไม่ชัดเจน และไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่มเลย
การทำงานตามขั้นตอน	มีการทำงานตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำงานตามขั้นตอน	ทำงานไม่ตามขั้นตอน
ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนดเรียบร้อยดี	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนด	ปฏิบัติงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
ความเป็นระเบียบและสะอาด	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดและเป็นระเบียบสวยงามดีมาก	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดเรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานโดยภาพรวมสกปรกมาก ไม่เป็นระเบียบ

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			กลวิธีการนำเสนอ			การใช้ภาษา			ความคิดสร้างสรรค์			การตอบคำถาม			เวลา			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
กลวิธีการนำเสนอ	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้อง	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่ผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษาบางส่วน	ใช้ภาษาในการสื่อสารไม่ถูกต้องตามหลักการใช้ภาษา แต่สื่อความหมายได้พอเข้าใจ
ความคิดสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลแต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์	เหตุผลในการแสดงความคิดเห็น ไม่ถูกต้องและไม่สร้างสรรค์
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นทุกคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงประเด็น 3 คำถาม	ตอบคำถามไม่ถูกต้องและตรงประเด็น คำถามตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป
เวลา	เสร็จทันเวลาที่กำหนด ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนด 5 นาที แต่ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนดมากกว่า 5 นาที ผลงานไม่มีคุณภาพ

แบบบันทึกคะแนนการประเมินระหว่างเรียน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรมการ ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรม ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
รวม					
เฉลี่ย					
ร้อยละ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

...../...../.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้ผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ปัญหา อุปสรรคที่พบ

-

ข้อเสนอแนะ หรือแนวทางปรับปรุงแก้ไข

.....ไม่มี.....

ลงชื่อ.....

()

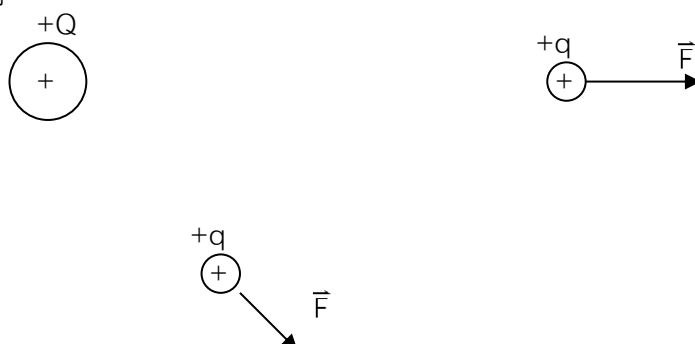
ครูผู้สอน

...../...../.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	--------------------------------------	--

สนามไฟฟ้า (Electric field)

การนำประจุไฟฟ้าไปวางไว้ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ กันในบริเวณรอบ ๆ อีกประจุหนึ่ง จะพบว่ามีแรงไฟฟ้ากระทำต่อประจุที่นำไปวางเสมอ ในกรณีเช่นนี้เรากล่าวว่ามี สนามไฟฟ้า เรียกประจุที่นำไปวางนั้นว่า ประจุทดสอบ ดังรูป 1.



รูป 1. แรง $\vec{F}$ กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$

เมื่อ $+q$ เป็นประจุทดสอบ ไปวาง ณ จุดใดๆ ในบริเวณรอบๆ ประจุ $+Q$ แรง $\vec{F}$ ที่กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$ จะมีค่าแปรผันตรงกับค่าของ $+q$ ตามกฎของคูลอมบ์ นั่นคือ แรงกระทำกับประจุที่นำไปวางในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้ามีค่าแปรผันตรงกับค่าของประจุทดสอบ

ในทางกลับกัน ประจุทดสอบก็จะส่งแรงกระทำต่อประจุเจ้าของสนามที่วางอยู่เดิมด้วยขนาดแรง F นี้เช่นกัน ดังนั้น ถ้าขนาดประจุทดสอบมีค่ามาก แรงกระทำนี้ก็จะมีค่ามากด้วย ซึ่งอาจส่งผลให้การวางตัวของประจุทำให้เกิดสนามเปลี่ยนไปจากเดิม นอกจากนี้ประจุทดสอบจะมีผลทำให้สนามในบริเวณรอบๆ ประจุเดิมมีค่าเปลี่ยนไปเพราะบริเวณรอบๆ ประจุทดสอบก็จะมีสนามไฟฟ้าอันเนื่องจากประจุทดสอบอยู่ด้วย

ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้ประจุทดสอบจึงควรมีขนาดเล็กมากๆ เพื่อให้มีผลกระทบต่อสนามไฟฟ้าเดิมน้อยที่สุด

ดังนั้น แรงที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยประจุบวกซึ่งวาง ณ ตำแหน่งใดๆ คือ สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น และเขียนด้วยสัญลักษณ์ E

$$E = \frac{\text{แรง } F \text{ ที่กระทำต่อประจุทดสอบ } + q}{\text{ประจุทดสอบ } + q}$$

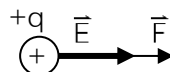
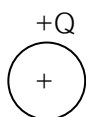
หรือเขียนว่า

$$E = \frac{F}{+q}$$

หรือ

$$F = qE$$

สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยโยกกำหนดทิศของสนามไฟฟ้าให้อยู่ในทิศเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ ดังรูป 2



รูป 2 ทิศของสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ของประจุ $+Q$ กับทิศของแรง $\vec{F}$ กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$

นั่นคือ ขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด จะหมายถึง ขนาดและทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวกหนึ่งหน่วยซึ่งวาง ณ ตำแหน่งนั้น

ในระบบ เอสไอ (SI) แรง F มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) ประจุ q มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

ดังนั้น สนามไฟฟ้า E มีหน่วยเป็น นิวตันต่อคูลอมบ์ (N / C)

ตัวอย่างที่ 1 แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุทดสอบ จะเปลี่ยนไปอย่างไร เมื่อค่าประจุทดสอบเปลี่ยนไป ณ ตำแหน่งที่สังเกตเดิม

วิธีทำ จาก $F = qE$

ดังนั้น ณ ตำแหน่งเดิม สนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีค่าเท่าเดิม จะได้ ขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ มีความสัมพันธ์ดังนี้

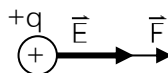
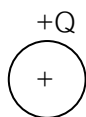
$$F \propto q$$

หมายความว่า ขนาดของแรง F แปรผันตรงกับขนาดประจุ q

ตอบ แรง F ที่กระทำต่อประจุทดสอบ q จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อ ขนาดของประจุทดสอบ q เพิ่มขึ้น

และ แรง F ที่กระทำต่อประจุทดสอบ q จะมีค่าลดลง เมื่อ ขนาดของประจุทดสอบ q ลดลง

ตัวอย่างที่ 2 จากรูป แรง F กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$ จะมีค่าเป็นกี่เท่าของค่าแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบที่มีค่าเป็น 3 เท่าของค่าเดิม



วิธีทำ

จาก

$$F = qE$$

ดังนั้น ณ ตำแหน่งเดิม สนามไฟฟ้า E จะมีค่าเท่าเดิม จะได้ ขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$F \propto q$$

$\therefore$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{q_1}{q_2}$$

$\therefore$

เมื่อ F_1 คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบเดิม F_2 คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบใหม่
 q_1 คือ ประจุทดสอบเดิม $= q$ q_2 คือ ประจุทดสอบใหม่ $= 3q$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \frac{F_1}{F_2} &= \frac{q}{3q} \\ F_1 &= \frac{1}{3} F_2 \end{aligned}$$

ตอบ แรง F กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$ มีค่าเป็น หนึ่งในสาม ของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบที่มีค่าประจุเป็น 3 เท่าของประจุเดิม

สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใด ๆ เนื่องจากจุดประจุ

เมื่อนำจุดประจุบวกหรือลบวางอยู่ในบริเวณว่างเปล่าใดๆ รอบๆ จุดประจุบวกหรือลบนี้อาจมีสนามไฟฟ้าแผ่ออกไป ซึ่งสามารถหาขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้า ณ จุดต่างๆ รอบจุดประจุนี้ได้ โดยนำประจุทดสอบบวก (ซึ่งประจุที่คิดขึ้นมีสมบัติประจำตัวคือ ประจุทดสอบนี้จะไม่รบกวนประจุที่อยู่ข้างเคียง) วางไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ รอบจุดประจุบวกหรือลบนั้น ทิศทางของสนามไฟฟ้า ณ จุดใดจุดหนึ่งจะอยู่ในแนวเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบบวกที่วางไว้ ณ จุดนั้น จะได้ทิศทางของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุดังรูป 3.



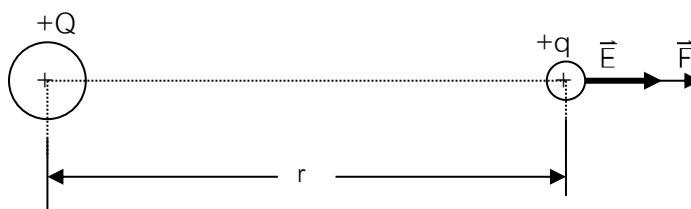
รูป 3. สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุอิสระ

จากรูป เมื่อวางประจุทดสอบบวกรอบ ๆ จุดประจุบวก จะเกิดแรงผลักประจุทดสอบบวกนี้มีทิศพุ่งออกจากจุดประจุบวก ดังนั้นทิศทางของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุบวกจะมีทิศทางพุ่งออกจากจุดประจุบวกทุกทิศทาง

ในทำนองกลับกันถ้าเป็นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุลบจะมีทิศทางพุ่งเข้าหาจุดประจุลบทุกทิศทาง

การหาขนาดของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

กำหนดให้มีจุดประจุ $+Q$ อยู่ที่ตำแหน่งหนึ่ง ถ้าวางประจุทดสอบ $+q$ ไว้ห่างจาก $+Q$ เป็นระยะ r แล้วเกิดแรงซึ่งมีขนาด F กระทำต่อประจุ $+q$ ดังรูป



จากรูปจะได้ว่า
$$F = \frac{KQq}{r^2}$$

และจาก
$$E = \frac{F}{q}$$

ดังนั้น
$$E = \frac{KQq}{r^2} \times \frac{1}{q}$$

จะได้ว่า
$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาสนามไฟฟ้า ณ จุด A ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ 6 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 เซนติเมตร

วิธีทำ

จาก	$E = \frac{KQ}{r^2}$	
แทนค่า	$E = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{10^{-2}}$	
	$E = 5.4 \times 10^6 \text{ N/C}$	

ตอบ สนามไฟฟ้า ณ จุด A มีค่าเท่ากับ 5.4×10^6 นิวตันต่อคูลอมบ์

ตัวอย่างที่ 2 จุด P และจุด Q อยู่ห่างจากจุดประจุ q เป็นระยะ 20 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าที่จุด P สนามไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ต่อเมตร และมีทิศชี้เข้าหาประจุแล้วสนามไฟฟ้าที่จุด Q มีค่าเท่าไร และมีทิศอย่างไร

วิธีทำ

จาก	$E = \frac{KQ}{r^2}$
ที่จุด P	$5 = \frac{KQ}{(0.2)^2}$
	$KQ = 5(0.2)^2$
ที่จุด Q	$E = \frac{KQ}{(0.5)^2} = \frac{5(0.2)^2}{r^2} = 0.8 \text{ N/C}$

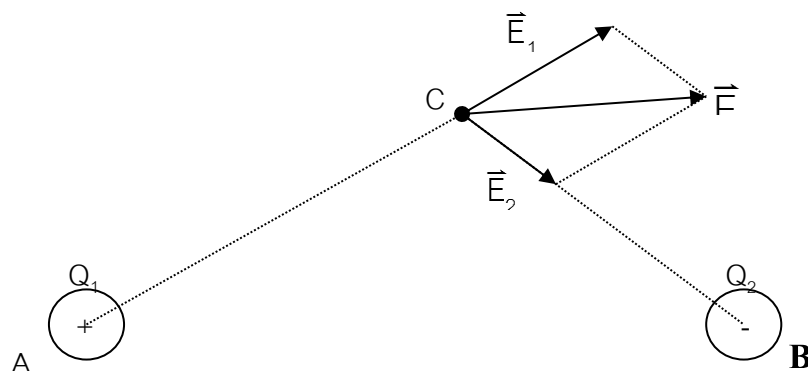
สนามไฟฟ้าที่จุด P มีทิศชี้เข้า แสดงว่าประจุ q เป็นประจุลบ

$\therefore$ สนามไฟฟ้าที่จุด Q ซึ่งมีขนาด 0.8 N/C จะมีทิศชี้เข้าหาประจุ q ด้วย

ตอบ สนามไฟฟ้าที่จุด Q ซึ่งมีขนาด 0.8 นิวตันต่อคูลอมบ์ และมีทิศชี้เข้าหาประจุ q

สนามไฟฟ้าที่เกิดจากจุดประจุหนึ่งจุดประจุและหลายจุดประจุ ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน

ในกรณีตำแหน่งที่พิจารณามีสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุสองจุดประจุ ดังรูป 4. หรือสนามไฟฟ้าเนื่องจากหลายประจุ ขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าลัพธ์ $\vec{E}$ ที่ตำแหน่งนั้นก็คือ ผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุด นั่นคือ $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$



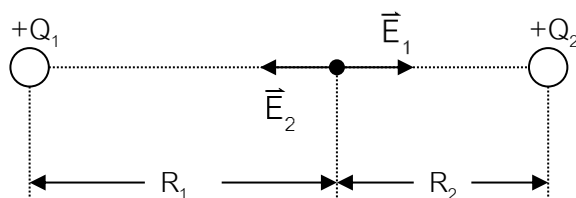
รูป 4. สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ Q_1 และ Q_2

ดังนั้น สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเนื่องจาก n ประจุ จึงเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

จุดสะเทิน คือ จุดที่สนามไฟฟ้าลัพธ์เป็นศูนย์

1. **ประจุชนิดเดียวกัน** จุดสะเทินจะเกิดในแนวต่อระหว่างประจุทั้งสองใกล้ประจุที่มีค่าน้อย

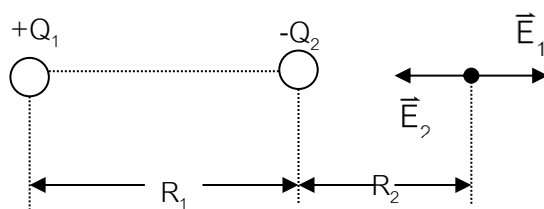


ถ้า $+Q_1 > +Q_2$ จะได้จุดสะเทินอยู่ใน ใกล้ประจุ $+Q_2$ แล้วหาตำแหน่งจุดสะเทินจาก

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{R_1^2} = \frac{kQ_2}{R_2^2}$$

2. ประจุต่างชนิดกัน จุดสะเทินจะเกิดนอกแนวต่อระหว่างประจุทั้งสองใกล้ประจุที่มีค่าน้อย

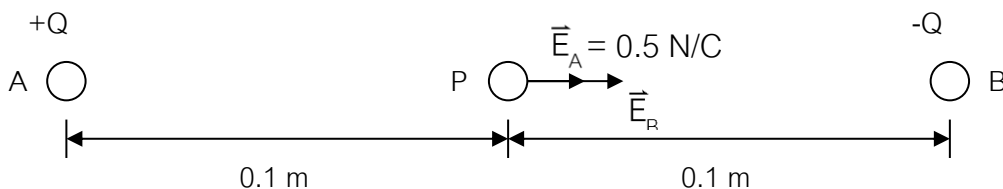


ถ้า $+Q_1 > -Q_2$ จะได้จุดสะเทินอยู่นอก ใกล้ประจุ $-Q_2$ แล้วหาดำแหน่งจุดสะเทินจาก

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{R_1^2} = \frac{kQ_2}{R_2^2}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากรูป เมื่อวางจุดประจุ $+Q$ ไว้ที่จุด A ปรากฏว่าสนามไฟฟ้าที่จุด P มีค่าเท่ากับ 0.5 นิวตันต่อเมตร ถ้านำจุดประจุชนิด $-Q$ มาวางไว้ที่จุด B โดย A, P และ B อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน สนามไฟฟ้าที่จุด P จะมีค่าเท่าใด



วิธีทำ จาก $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$

เมื่อ ประจุไฟฟ้า $+Q$ ที่จุด A จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าที่จุด P มีทิศพุ่งออกจากประจุ $+Q$ และเมื่อนำประจุ $-Q$ มาไว้ที่ B จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าที่จุด P ในทิศพุ่งเข้าหาประจุ $-Q$ ซึ่งจะเป็นทิศทางเดิมของสนามไฟฟ้าจากประจุ $+Q$

$$\therefore E_A = 0.5 \text{ N/C} \text{ มีทิศจาก P ไป B}$$

$$\text{จะได้ } E_B = 0.5 \text{ N/C} \text{ มีทิศจาก P ไป B ด้วย}$$

$$\text{ดังนั้น } E = 0.5 + 0.5 = 1.0 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าที่จุด P มีค่าเท่ากับ 1.0 N/C

ตัวอย่างที่ 2 จุดประจุขนาด $+1$ ไมโครคูลอมบ์ และ $+4$ ไมโครคูลอมบ์ วางไว้ห่างกันเป็นระยะ 6 เซนติเมตร ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะอยู่ห่างจากจุดประจุ $+1$ ไมโครคูลอมบ์ กี่เซนติเมตร

วิธีทำ สร้างรูปและกำหนดตำแหน่งที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ โดยถ้าประจุชนิดเดียวกัน ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์จะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง

จะได้ $E_1 = E_2$

$$\frac{k(1\mu\text{C})}{(x(10^{-2}))^2} = \frac{k(4\mu\text{C})}{((6-x)(10^{-2}))^2}$$

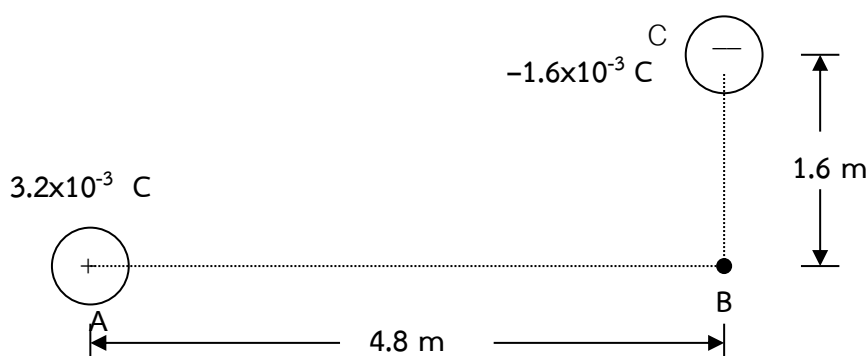
$$\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(6-x)^2}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{6-x}$$

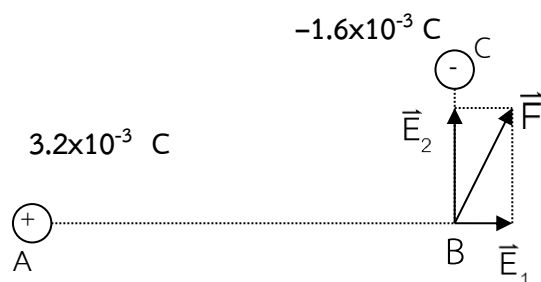
$6 - x = 2x$
 $2 = x$
 $\therefore x = 2 \text{ cm}$

ตอบ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์อยู่ห่างจากประจุ $+1\mu\text{C}$ เป็นระยะ 2 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 3 ที่ตำแหน่ง A และ C มีประจุเป็น 3.2×10^{-3} คูลอมบ์ และ -1.6×10^{-3} คูลอมบ์ ตามลำดับ ดังรูป เมื่อระยะ AB = 4.8 เมตร BC = 1.6 เมตร จงหาขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B



วิธีทำ ให้ E_1 และ E_2 เป็นสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B เนื่องจากจุดประจุที่ A และ C ตามลำดับ และให้ E เป็นสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่ B เมื่อพิจารณาทิศของสนามก็จะเห็นว่า E_1 มีทิศออกจาก A ไป B เพราะเป็นสนามเนื่องจากประจุบวก ส่วน E_2 นั้นมีทิศจาก B เข้าหา C ขนาดของ E_1 และ E_2 ที่ตำแหน่ง B หาได้จากสมการ



$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\text{ดังนั้น } E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{3.2 \times 10^{-3}}{(4.8)^2} = 1.3 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$\text{และ } E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-3}}{(1.6)^2} = 5.6 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$\text{จาก } E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(1.3 \times 10^6)^2 + (5.6 \times 10^6)^2} = 5.7 \times 10^6 \text{ N/C}$$

ทิศของสนามไฟฟ้าลัพท์ที่ตำแหน่ง B เทียบกับแนว AB หาได้จาก

$$\tan \theta = \frac{E_2}{E_1} = \frac{5.6 \times 10^6}{1.3 \times 10^6} = 4.5 \Rightarrow \theta = 77.5 \text{ องศา}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าลัพท์ที่ตำแหน่ง B มีขนาด 5.7×10^6 นิวตันต่อคูลอมบ์ และทำมุม 77.5 องศา กับแนว AB

แรงกระทำต่อประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้า

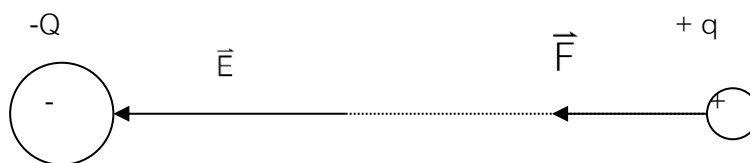
ขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าดังได้กล่าวมาแล้ว หมายถึง ขนาดและทิศของแรงไฟฟ้ากระทำต่อประจุบวกหนึ่งหน่วย ณ ตำแหน่งที่พิจารณา เช่น

ถ้านำประจุ $+q$ ไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุ $+Q$ แรงที่กระทำต่อประจุ $+q$ หาได้จาก $F = qE$ มีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า E ดังรูป 5.



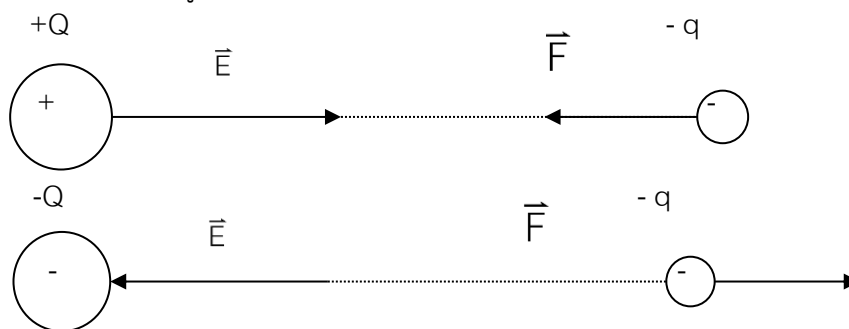
รูป 5. ทิศของแรงที่กระทำต่อประจุ $+q$ มีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า

ถ้านำประจุ $+q$ ไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าซึ่งเกิดจากประจุ $-Q$ แรงที่กระทำต่อประจุ $+q$ หาได้จาก $F = qE$ มีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า E เช่นเดียวกัน ดังรูป 6.



รูป 6. ทิศของแรงที่กระทำต่อประจุ $+q$ มีทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า

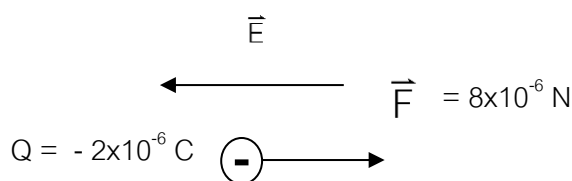
ถ้านำประจุ $-q$ เข้าไปในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า E ทิศของแรง F ที่กระทำต่อประจุ $-q$ จะมีทิศตรงกันข้ามกับทิศของสนามไฟฟ้า ดังรูป 7.



รูป 7. ทิศของแรงที่กระทำต่อประจุ $-q$ มีทิศตรงกันข้ามกับทิศของสนามไฟฟ้า

ตัวอย่าง เมื่อนำประจุ -2×10^{-6} คูลอมป์ เข้าไปวางไว้ ณ จุดๆหนึ่ง ปรากฏว่ามีแรง 8×10^{-6} นิวตัน มากระทำต่อประจุนี้ในทิศจากซ้ายไปขวา สนามไฟฟ้าตรงจุดนั้น มีค่าเท่าไร และมีทิศอย่างไร

วิธีทำ



แรงที่เกิดกับประจุลบ จะมีทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ดังนั้นสนามไฟฟ้ามีทิศจากขวาไปซ้าย

หาขนาดจาก $F = qE$

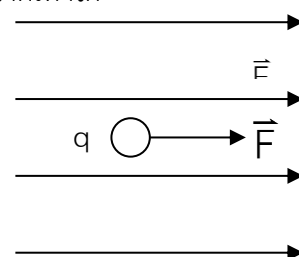
$$E = \frac{F}{q} = \frac{8 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 4 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าตรงจุดนั้นมีขนาดเท่ากับ 4 นิวตันต่อคูลอมป์ มีทิศจากขวาไปซ้าย

ตัวอย่าง อนุภาคมีประจุ q มวล m ในสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ จะมีความเร่งขนาดเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก} \quad \vec{F} &= m \vec{a} \\ \text{จะได้} \quad qE &= ma \\ a &= \frac{qE}{m} \end{aligned}$$

ตอบ อนุภาคนี้อาจมีความเร่งเท่ากับ $\frac{qE}{m}$



เส้นแรงไฟฟ้า (Electric line of force)

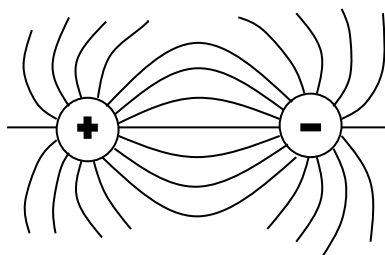
จากความรู้เรื่องสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ พบว่าสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุบวกมีทิศทางพุ่งออกจากจุดประจุบวกทุกทิศทาง และสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุลบมีทิศพุ่งเข้าหาจุดประจุลบทุกทิศทาง เส้นต่างๆที่ใช้เขียน เพื่อแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆจุดประจุ จะเรียกว่า เส้นแรงไฟฟ้า หรืออาจกล่าวว่าเส้นแรงไฟฟ้า ใช้แสดงทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวกที่วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า ดังรูป 8.



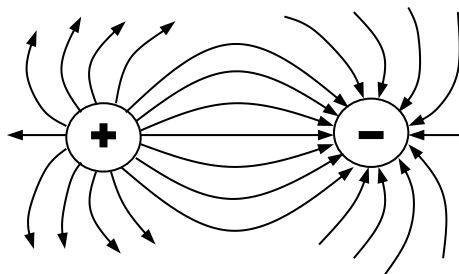
รูป 8.แสดงเส้นแรงไฟฟ้า จากจุดประจุบวกอิสระ และจุดประจุลบอิสระ

ถ้าสนามไฟฟ้าที่พิจารณาเป็นสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมากกว่า 1 จุดประจุ เส้นแรงไฟฟ้าจะเป็นเส้นแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าลัทธิมีทิศเดียวกับทิศของแรงลัทธิที่กระทำต่อประจุบวก

ตัวอย่างของเส้นแรงไฟฟ้าลักษณะต่าง ๆ กัน ดังรูป 9., รูป 10.

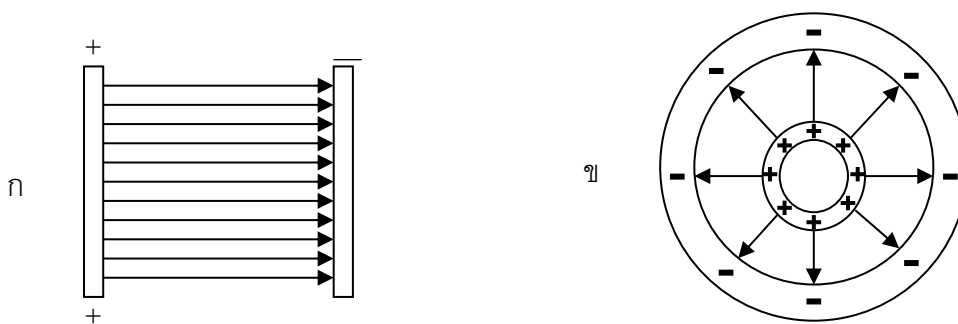


รูป 9. เส้นแรงไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุอิสระ 2 ประจุ



รูป 10. แสดงทิศของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังมีเส้นแรงไฟฟ้าของแผ่นตัวนำขนาน และเส้นแรงไฟฟ้าจากประจุต่างชนิดกันของวงกลม ดังรูป 11.



รูป 11 ก. เส้นแรงไฟฟ้าเนื่องจากประจุต่างชนิดกันของแผ่นตัวนำขนาน

ข. เส้นแรงไฟฟ้าเนื่องจากประจุต่างชนิดกันของตัวนำวงกลมซ้อนกัน

คุณสมบัติของเส้นแรงไฟฟ้า ที่ควรทราบ คือ

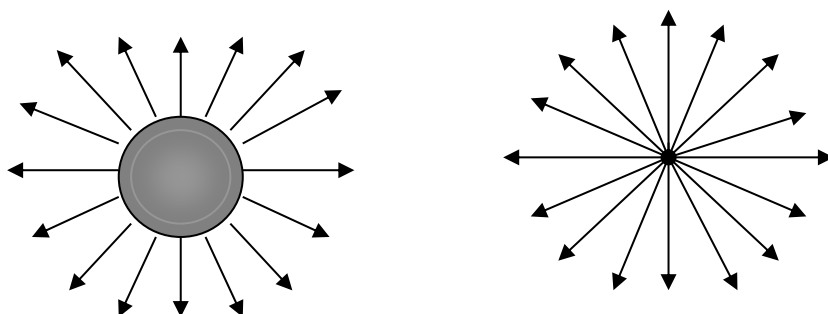
1. เส้นแรงไฟฟ้าพุ่งออกจากประจุไฟฟ้าบวก และพุ่งเข้าสู่ประจุไฟฟ้าลบ
2. เส้นแรงไฟฟ้าแต่ละเส้นจะไม่ตัดกันเลย
3. เส้นแรงไฟฟ้าจากประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ไม่เสริมเป็นแนวเดียวกัน แต่จะเบนแยกออกจากกันเป็นแต่ละแนว ส่วนเส้นแรงไฟฟ้าจากประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะเสริมเป็นแนวเดียวกัน
4. เส้นแรงไฟฟ้าที่พุ่งออกหรือพุ่งเข้าสู่ผิวของวัตถุย่อมตั้งฉากกับผิวของวัตถุนั้น ๆ เสมอ
5. เส้นแรงไฟฟ้า จะไม่พุ่งผ่านวัตถุตัวนำเลย เส้นแรงไฟฟ้าจะสิ้นสุดอยู่ที่ผิวตัวนำเท่านั้น

ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงไฟฟ้ากับสนามไฟฟ้า

1. เส้นตรงที่สัมผัสเส้นแรงไฟฟ้าตรงจุดใด ๆ จะแสดงแนวของสนามไฟฟ้า ณ จุดนั้น
2. จำนวนเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนขึ้นต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หน้าตัดจะเป็นสัดส่วนกับขนาดของสนามไฟฟ้า หมายความว่า ที่บริเวณใดก็ตามถ้าเส้นแรงไฟฟ้าอยู่ชิดกันมาก สนามไฟฟ้าก็จะมีค่ามาก ถ้าเส้นแรงไฟฟ้าอยู่ห่างกันสนามไฟฟ้าก็จะมีค่าน้อย
3. ณ บริเวณใดที่สนามไฟฟ้าห่างกันสม่ำเสมอ สนามไฟฟ้าก็จะคงที่ด้วย เช่น สนามไฟฟ้าที่เกิดจากแผ่นโลหะคู่ขนานที่มีประจุไฟฟ้า
4. สนามไฟฟ้าคงที่เส้นแรงไฟฟ้าจะมีทิศขนานกัน

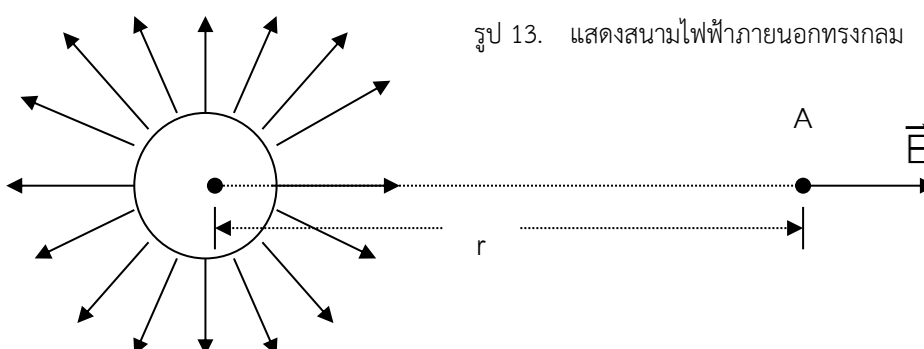
สนามไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม

เมื่อพิจารณาตัวนำทรงกลมกลวงหรือตันที่มีประจุไฟฟ้าอิสระ ประจุจะกระจายอยู่ที่ผิววนอกอย่างสม่ำเสมอ (ตามหลักการกระจายของประจุไฟฟ้า) ซึ่งพบว่าทรงกลมที่จะแผ่อำนาจไฟฟ้าออกไปโดยรอบ ทำให้มีสนามไฟฟ้าเกิดขึ้น ดังรูป 12



รูป 12. สนามไฟฟ้า เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมและจุดประจุ

จากรูป 12. พบว่า สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม ภายนอกทรงกลมเหมือนกับสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุ จึงอาจหาสนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลมได้ โดยพิจารณาจากรูป 6.



รูป 13. แสดงสนามไฟฟ้าภายนอกทรงกลม

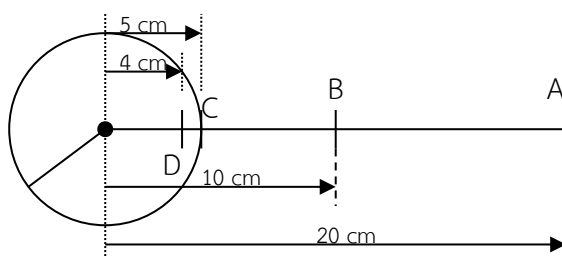
จากรูป 13. การหาสนามไฟฟ้าที่จุด A ซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมเป็นระยะ r อาจคิดเสมือนว่าประจุ Q ทั้งหมดรวมอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม ดังนั้น การหาขนาดของสนามไฟฟ้า (E) ณ ระยะห่าง r จากจุดศูนย์กลางของทรงกลม โดยต้องมากกว่าหรือเท่ากับรัศมีของทรงกลม จะได้ว่า

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

หมายเหตุ เนื่องจากเส้นแรงไฟฟ้าตั้งฉากกับผิวของตัวนำ และไม่สามารถผ่านทะลุไปในตัวนำได้ ดังนั้นภายในตัวนำค่าความเข้มสนามไฟฟ้า (E) จึงมีค่าเท่ากับศูนย์ (0) เสมอ และที่ผิวทรงกลมตัวนำ จะมีค่าความเข้มสนามไฟฟ้ามากที่สุด ซึ่งหาได้จาก $E = \frac{KQ}{r^2}$ เมื่อ r ในที่นี้คือ รัศมีของทรงกลมตัวนำ

ตัวอย่าง ทรงกลมตัวนำเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีประจุ 1 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าความเข้มสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 20 , 10 , 5 และ 4 เซนติเมตร ตามลำดับ

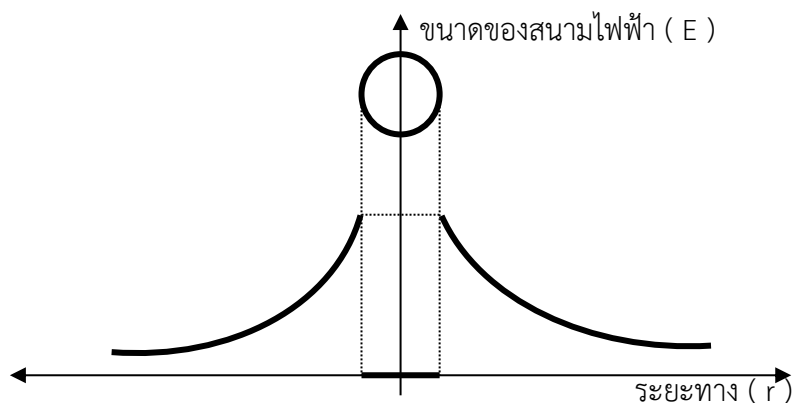
วิธีทำ



จาก $E = \frac{KQ}{r^2}$

ที่	($r = 20 \text{ cm}$)	E_A	$= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} = 2.25 \times 10^5 \text{ N/C}$
ที่	($r = 10 \text{ cm}$)	E_B	$= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 9 \times 10^5 \text{ N/C}$
ที่	($r = 5 \text{ cm}$)	E_C	$= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-4}} = 3.6 \times 10^6 \text{ N/C}$
ที่	($r = 4 \text{ cm}$)	E_D	$= 0 \quad (\because \text{จุด D อยู่ในทรงกลม})$

ตอบ ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 20, 10, 5 และ 4 เซนติเมตร มีความเข้มสนามไฟฟ้าเท่ากับ 2.25×10^5 , 9×10^5 , 3.6×10^6 และ 0 นิวตันต่อคูลอมบ์ ตามลำดับ
ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมแสดงได้ดังกราฟในรูป 14.



รูป 14. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้า

เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมกับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลม

จากหลักการกระจายของประจุไฟฟ้า และจากการศึกษาสนามไฟฟ้า เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมสามารถสรุปได้ว่า

1. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งๆ ในที่ว่างภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์
2. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่ง ที่ติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศตั้งฉากกับผิวเสมอ

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 3.1 กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้า โดยใช้ต่างแท็บทิม	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	---	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 3.2 กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้าโดยใช้ต่างแท็บทิม

จุดประสงค์

1. สังเกตการแผ่กระจายของผงต่างแท็บทิมบริเวณโลหะปลายแหลม แผ่นโลหะคู่ขนาน และแผ่นโลหะวงกลมสองอันวางซ้อนกัน เพื่อจำลองเส้นสนามไฟฟ้า

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. เกล็ดต่างแท็บทิมที่บดให้ละเอียด | 1 ชูต |
| 2. กระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร | 3 แผ่น |
| 3. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง | 1 เครื่อง |
| 4. แผ่นกระจกสำหรับรองแผ่นกระดาษกรอง | 1 อัน |
| 5. ขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม | 1 คู่ |
| 6. ขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะคู่ขนาน | 2 อัน |
| 7. ขั้วไฟฟ้าแผ่นตัวนำวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน | 2 อัน |

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. ครูควรฝึกการโรยผงต่างแท็บทิมให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เมื่อทดลองแล้วจะได้เห็นเส้นสนามไฟฟ้าได้ชัด
2. เมื่อโรยผงต่างแท็บทิมลงบนกระดาษกรองในตอนแรกจะมองไม่ชัด ถ้าทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที จะเห็นแนวเส้นชัด แต่ถ้าทิ้งไว้อีกระยะหนึ่ง ผงต่างแท็บทิมจะซึมเลอะมองเห็นเส้นไม่ชัด
3. ในขณะที่กำลังสาธิต อย่าจับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากโลหะปลายแหลม

1. ก่อนสาธิตควรเตือนนักเรียนว่า **อย่าแตะขั้วไฟฟ้า** ขณะเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน เพราะจะเป็นอันตรายได้
2. ในการสาธิตนั้น ตอนแรกเป็นการหาสนามไฟฟ้าโลหะปลายแหลม โดยใช้ขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม วางลงบนกระดาษกรงที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางไว้บนกระดาษโดยให้ส่วนปลายแหลมของ ขั้วทั้งสองห่างกันประมาณ 3-5 เซนติเมตร ดังรูป
3. เสียบปลั๊กให้เครื่องจ่ายไฟโวลต์สูงทำงาน แล้วโรยผงต่างทับทิมที่เตรียมไว้ให้กระจายอย่างสม่ำเสมอรอบขั้วไฟฟ้า ครูแนะนำให้นักเรียนสังเกตการณ์แผ่กระจายของผงสีม่วง ขณะที่โรยลงไปในตอนแรก เมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที ขณะที่เสียบปลั๊กอยู่

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนาน

1. เปลี่ยนขั้วไฟฟ้าจากโลหะปลายแหลมเป็นแผ่นโลหะคู่ขนาน เพื่อสาธิตการแสดงเส้นสนามไฟฟ้า ที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของแผ่นตัวนำที่วางขนานกัน โดยวางแผ่นกระดาษกรงที่เปียกน้ำหมาด ๆ ไว้บนกระดาษ จัดกระดาษให้เรียบ
2. วางแผ่นโลหะคู่ขนานทั้งสองให้ห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ให้ตอนล่างของแผ่นโลหะทั้งสอง ทาบบนกระดาษกรงให้แนบสนิท แล้วแผ่นโลหะทั้งสองเข้ากับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง จากนั้นเปิดเครื่องจ่ายไฟฟ้าตรงโวลต์สูงให้ทำงาน และโรยเกล็ดต่างทับทิมให้สม่ำเสมอระหว่าง แผ่นโลหะทั้งสอง
3. ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนแผ่นกระดาษกรงทันทีที่โรยผงต่างทับทิม และเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะวงกลม

1. เปลี่ยนขั้วไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นแผ่นโลหะวงกลม เพื่อสาธิตเส้นสนามไฟฟ้าของแผ่น โลหะวงกลม โดยใช้วงกลมโลหะขนาดต่างกัน 2 อันนั้น ให้วางวงกลมทั้งสองลงบนกระดาษกรง ที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางอยู่บนแผ่นกระดาษ โดยให้ศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองอยู่ที่เดียวกัน ต้องให้ตอนล่างของวงกลมโลหะแตะกระดาษกรงให้แนบสนิท ใช้สายไฟที่ปลายข้างหนึ่งเป็นปากคีบ คีบวงแหวนโลหะทั้งสองไว้ แล้วนำไปต่อกับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง เมื่อเสียบปลั๊ก ให้ทำงาน โรยผงต่างทับทิมให้กระจายสม่ำเสมอระหว่างวงแหวนโลหะทั้งสองและในที่ว่างภายใน วงแหวนเล็ก
2. ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนกระดาษกรงเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที

ผลการทำกิจกรรม

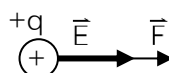
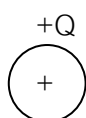
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 3.2 สนามไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	-------------------------------	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 3.2 สนามไฟฟ้า

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากรูป แรง F กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$ จะมีค่าเป็นกี่เท่าของค่าแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบที่มีค่าเป็น 4 เท่าของค่าเดิม



วิธีทำ จาก $F = qE$

ดังนั้น ณ ตำแหน่งเดิม สนามไฟฟ้า E จะมีค่าเท่าเดิม จะได้ขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$F \propto q$$

จะได้ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{q_2}{q_1}$

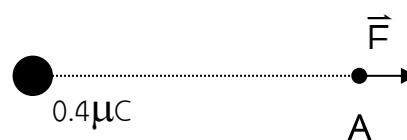
แทนค่า $\frac{F_2}{\dots\dots\dots} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$

ตอบ $F_2 = \dots\dots\dots$

2. จงหาสนามไฟฟ้า ณ จุด A ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ 0.4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 เซนติเมตร

วิธีทำ จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$

แทนค่า $E = \frac{9 \times 10^9 \times \dots\dots\dots}{(\dots\dots \times 10^{-2})^2}$



ตอบ $E = \dots\dots\dots$ N/C

3. จุด A และจุด B อยู่ห่างจากจุดประจุ q เป็นระยะ 20 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าที่จุด A สนามไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 8 โวลต์ต่อเมตร และมีทิศชี้เข้าหาประจุแล้วสนามไฟฟ้าที่จุด B มีค่าเท่าไร และมีประจุ q เป็นประจุชนิดใด

วิธีทำ จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$

ที่จุด A = $\frac{kQ}{(0.2)^2}$ (1)

ที่จุด B E_B = $\frac{kQ}{(\text{.....})^2}$ (2)

(2) / (1) , $\frac{E_B}{\text{.....}} = \frac{kQ}{(\text{.....})^2} \times \frac{(0.2)^2}{kQ}$

ตอบ E_B = N/C

และ สนามไฟฟ้าที่จุด A มีทิศชี้เข้า แสดงว่า ประจุ q เป็น.....

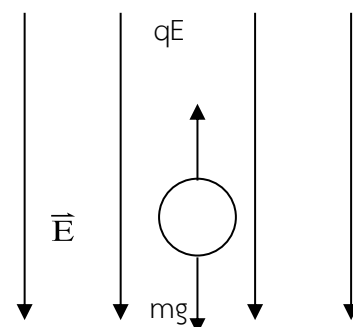
4. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (E) มีขนาด 10^4 N/C มีทิศลงตามแนวดิ่ง มีลูกพิทมวล 0.04 g เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s^2 ลูกพิทมีประจุชนิดใด และมีขนาดประจุกี่คูลอมบ์

วิธีทำ จาก $\vec{F} = ma$

จะได้ $mg - qE = ma$

แทนค่า $(\text{.....} \times 10^{-3})(10) - q(\text{.....}) = (\text{.....} \times 10^{-3})(\text{.....})$

$q = \text{.....} \text{ C}$



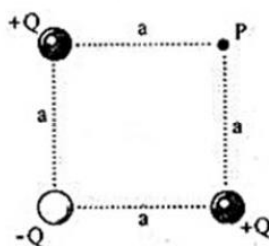
ตอบ ลูกพิทมีประจุ..... และมีขนาดประจุ.....คูลอมบ์

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน - หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	-------------------------------------	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

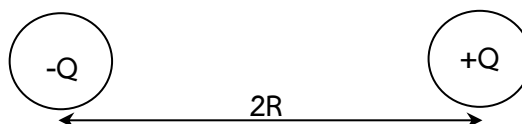
คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. อนุภาคมีประจุสามอนุภาคอยู่ที่มุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป จะเกิดสนามไฟฟ้าที่จุด P มีขนาดเท่าไร
กำหนดให้ $\sqrt{2}=1.4$ และค่าคงที่ของคูลอมบ์ = k



- ก. 0 ข. $\frac{kQ}{a^2}$ ค. $0.9 \frac{kQ}{a^2}$ ง. $3 \frac{kQ}{a^2}$

2. ประจุ $-Q$ และประจุ $+Q$ วางห่างกันเป็นระยะทาง $2R$ ดังรูป จงหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง



- ก. 0 ข. $\frac{2kQ}{R^2}$ ค. $\frac{kQ^2}{R^2}$ ง. $\frac{kQ^2}{4R^2}$

8. ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งห่างจากจุดประจุหนึ่ง เป็นระยะ 3 cm มีขนาดสนามไฟฟ้า 10^4 N/C จงหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่ห่างจากจุดนี้ 1 cm

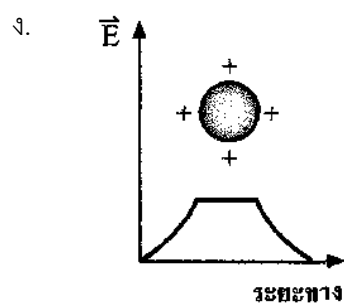
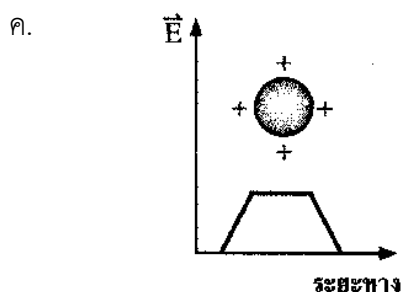
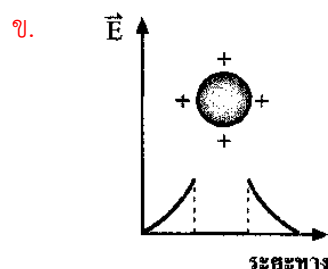
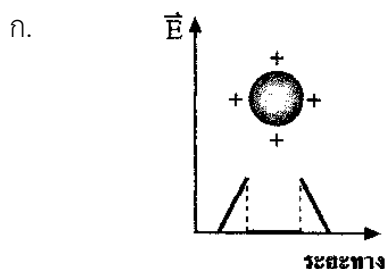
ก. 0.11×10^4 N/C

ข. 0.33×10^4 N/C

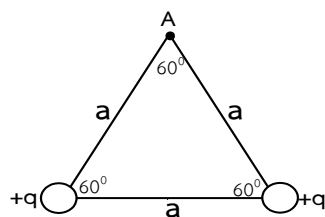
ค. 3×10^4 N/C

ง. 9×10^4 N/C

9. กราฟรูปใด แสดงสนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมประจุบวกเทียบกับระยะทาง



10. สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปหนึ่งมีความยาวด้านละ a เซนติเมตร และที่แต่ละมุมของสามเหลี่ยมนี้มีจุดประจุ $+q$ และ $+q$ ไมโครคูลอมบ์วางอยู่ อยากทราบว่าขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุด A มีค่ากี่นิวตันต่อคูลอมบ์



ก. $\frac{Kq}{a^2}$

ข. $\frac{\sqrt{3}Kq}{a^2}$

ค. $\frac{2Kq}{a^2}$

ง. $\frac{4Kq}{a^2}$

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยแบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	---	--

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ข
3	ค
4	ก
5	ง
6	ค
7	ง
8	ง
9	ข
10	ข

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.1 กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้า โดยใช้ต่างแท็บทิม	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	---	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 3.2 กิจกรรมสาธิต การจำลองเส้นสนามไฟฟ้าโดยใช้ต่างแท็บทิม

จุดประสงค์

1. สังเกตการแผ่กระจายของผงต่างแท็บทิมบริเวณโลหะปลายแหลม แผ่นโลหะคู่ขนาน และแผ่นโลหะวงกลมสองอันวางซ้อนกัน เพื่อจำลองเส้นสนามไฟฟ้า

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. เกล็ดต่างแท็บทิมที่บดให้ละเอียด | 1 ชุด |
| 2. กระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร | 3 แผ่น |
| 3. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง | 1 เครื่อง |
| 4. แผ่นกระจกสำหรับรองแผ่นกระดาษกรอง | 1 อัน |
| 5. ขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม | 1 คู่ |
| 6. ขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะคู่ขนาน | 2 อัน |
| 7. ขั้วไฟฟ้าแผ่นตัวนำวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน | 2 อัน |

แนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. ครูควรฝึกการโรยผงต่างแท็บทิมให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เมื่อทดลองแล้วจะเห็นเส้นสนามไฟฟ้าได้ชัด
2. เมื่อโรยผงต่างแท็บทิมลงบนกระดาษกรองในตอนแรกจะมองไม่ชัด ถ้าทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที จะเห็นแนวเส้นชัด แต่ถ้าทิ้งไว้อีกระยะหนึ่ง ผงต่างแท็บทิมจะซึมเลอะมองเห็นเส้นไม่ชัด
3. ในขณะที่กำลังสาธิต อย่าจับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากโลหะปลายแหลม

1. ก่อนสาธิตควรเตือนนักเรียนว่า อย่าแตะขั้วไฟฟ้า ขณะเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน เพราะจะเป็นอันตรายได้
2. ในการสาธิตนั้น ตอนแรกเป็นการหาสนามไฟฟ้าโลหะปลายแหลม โดยใช้ขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลมวางลงบนกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางไว้บนกระจกราบโดยให้ส่วนปลายแหลมของขั้วทั้งสองห่างกันประมาณ 3-5 เซนติเมตร ดังรูป

3. เสียบปลั๊กให้เครื่องจ่ายไฟโวลต์สูงทำงาน แล้วโรยผงต่างทาบทิมที่เตรียมไว้ให้กระจายอย่างสม่ำเสมอรอบขั้วไฟฟ้า ครูแนะนำให้นักเรียนสังเกตการณ์แผ่กระจายของผงสีม่วง ขณะที่โรยลงไปในตอนแรกเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที ขณะที่เสียบปลั๊กอยู่

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนาน

1. เปลี่ยนขั้วไฟฟ้าจากโลหะปลายแหลมเป็นแผ่นโลหะคู่ขนาน เพื่อสาธิตการแสดงเส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของแผ่นตัวนำที่วางขนานกัน โดยวางแผ่นกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ไว้บนกระดาษกราบ จัดกระดาษให้เรียบ
2. วางแผ่นโลหะคู่ขนานทั้งสองให้ห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ให้ตอนล่างของแผ่นโลหะทั้งสองทับบนกระดาษกรองให้แนบสนิท แล้วแผ่นโลหะทั้งสองเข้ากับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง จากนั้นเปิดเครื่องจ่ายไฟฟ้าตรงโวลต์สูงให้ทำงาน และโรยเกล็ดต่างทาบทิมให้สม่ำเสมอระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง
3. ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนแผ่นกระดาษกรองทันทีที่โรยผงต่างทาบทิม และเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที

วิธีสาธิต เส้นสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะวงกลม

1. เปลี่ยนขั้วไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นแผ่นโลหะวงกลม เพื่อสาธิตเส้นสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะวงกลม โดยใช้วงกลมโลหะขนาดต่างกัน 2 อันนั้น ให้วางวงกลมทั้งสองลงบนกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางอยู่บนแผ่นกระดาษกราบ โดยให้ศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองอยู่ที่เดียวกัน ต้องให้ตอนล่างของวงกลมโลหะแตะกระดาษกรองให้แนบสนิท ใช้สายไฟที่ปลายข้างหนึ่งเป็นปากคีบ คีบวงแหวนโลหะทั้งสองไว้ แล้วนำไปต่อกับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง เมื่อเสียบปลั๊กให้ทำงาน โรยผงต่างทาบทิมให้กระจายสม่ำเสมอระหว่างวงแหวนโลหะทั้งสองและในที่ว่างภายในวงแหวนเล็ก
2. ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนกระดาษกรองเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม



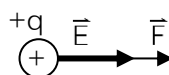
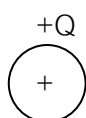
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.2 สนามไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า
---	-----------------------------------	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 3.2 สนามไฟฟ้า

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากรูป แรง F กระทำต่อประจุทดสอบ $+q$ จะมีค่าเป็นกี่เท่าของค่าแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบที่มีค่าเป็น 4 เท่าของค่าเดิม



วิธีทำ จาก $F = qE$

ดังนั้น ณ ตำแหน่งเดิม สนามไฟฟ้า E จะมีค่าเท่าเดิม จะได้ขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\begin{array}{lcl}
 & F \propto q & \\
 \text{จะได้} & \frac{F_2}{F_1} = \frac{q_2}{q_1} & \\
 \text{แทนค่า} & \frac{F_2}{\dots F \dots} = \frac{\dots 4q \dots}{\dots q \dots} & \\
 \text{ตอบ} & F_2 = \dots 4F \dots &
 \end{array}$$

2. จงหาสนามไฟฟ้า ณ จุด A ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ 0.4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 เซนติเมตร

วิธีทำ จาก $E = \frac{kQ}{r^2}$

แทนค่า $E = \frac{9 \times 10^9 \times \dots 0.4 \times 10^{-6} \dots}{(\dots 10 \dots \times 10^{-2})^2}$

ตอบ $E = \dots 3.6 \times 10^5 \dots \text{ N/C}$

3. จุด A และจุด B อยู่ห่างจากจุดประจุ q เป็นระยะ 20 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าที่จุด A สนามไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 8 โวลต์ต่อเมตร และมีทิศชี้เข้าหาประจุแล้วสนามไฟฟ้าที่จุด B มีค่าเท่าไร และมีประจุ q เป็นประจุชนิดใด

วิธีทำ จาก $E = \frac{KQ}{r^2}$

ที่จุด A ...8... = $\frac{KQ}{(0.2)^2}$ (1)

ที่จุด B $E_B = \frac{KQ}{(\dots 0.5 \dots)^2}$ (2)

(2) / (1) , $\frac{E_B}{\dots 8 \dots} = \frac{KQ}{(\dots 0.5 \dots)^2} \times \frac{(0.2)^2}{KQ}$

ตอบ $E_B = \dots 1.28 \dots$ V/m

และ สนามไฟฟ้าที่จุด A มีทิศชี้เข้า แสดงว่า ประจุ q เป็น.....ลบ....

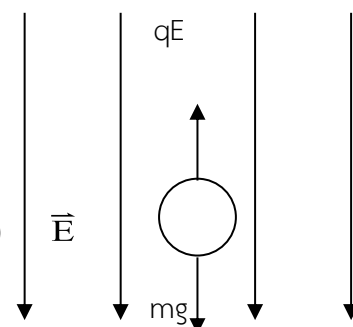
4. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (E) มีขนาด 10^4 N/C มีทิศลงตามแนวดิ่ง มีลูกพิทมวล 0.04 g เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s^2 ลูกพิทมีประจุชนิดใด และมีขนาดประจุกี่คูลอมบ์

วิธีทำ จาก $\vec{F} = ma$

จะได้ $mg - qE = ma$

แทนค่า $(0.04 \times 10^{-3})(10) - q(\dots 10^4 \dots) = (\dots 0.04 \times 10^{-3})(\dots 2 \dots)$

$q = \dots 0.32 \times 10^{-7} \dots$ C



ตอบ ลูกพิทมีประจุ...ลบ.... และมีขนาดประจุ... 0.32×10^{-7}คูลอมบ์

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

จำนวนชั่วโมง 22 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์

เวลา 4 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีความคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงก็จะมีพลังงานกระทำต่อวัตถุนั้น สังเกตได้จากวัตถุนั้นจะตกลงสู่จุดอ้างอิงเสมอ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก โดยจุดอ้างอิงนั้นจะมีพลังงานต่ำกว่า เราเรียกพลังงานนี้ว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง

3. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง
2. อธิบายความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า
2. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

3. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ

1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

5. สารการเรียนรู้

1. ความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
2. ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R) ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C) ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P) ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C) ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R) และขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R)

- 1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ ที่ครูแจกให้คนละ 1 ชุด

1.2 ครูนำเข้าสู่บทเรียนหัวข้อ เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ ครูนำอภิปรายจากการศึกษาเรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วง เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงก็จะมีพลังงานกระทำต่อวัตถุนั้น สังเกตได้จากวัตถุนั้นจะตกลงสู่จุดอ้างอิงเสมอ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก โดยจุดอ้างอิงนั้นจะมีพลังงานต่ำกว่า เราเรียกพลังงานนี้ว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง

เมื่อพิจารณาจากรูป 1. เมื่อเรายกวัตถุมวล m จาก A ไป B ต้องทำงานเท่ากับพลังงานศักย์ของวัตถุที่ B มีค่ามากกว่าที่ A ซึ่งเท่ากับ mgh เมื่อกำหนดให้พลังงานศักย์ของวัตถุที่ A เป็นศูนย์ ดังนั้นพอสรุปได้ว่า “พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ จุดใด คือ งานในการย้ายวัตถุจากจุดอ้างอิงไปยังจุดนั้น”

จากรูป 1. สามารถเขียนสมการ พลังงานศักย์โน้มถ่วงดังนี้
เมื่อ E_p คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง
 W คือ งานที่เคลื่อนมวล m จาก A ไป B

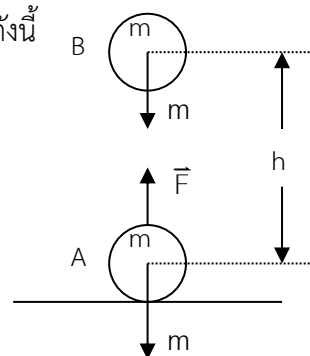
$$E_{p(B)} - E_{p(A)} = W_{A \rightarrow B}$$

$$E_{p(B)} - E_{p(A)} = F \cdot s$$

$$E_{p(B)} - E_{p(A)} = mgh$$

เมื่อ A เป็นจุดอ้างอิง ที่กำหนดให้เป็นศูนย์ จะได้

$$E_{p(B)} = mgh$$



รูป 1. พลังงานศักย์โน้มถ่วง

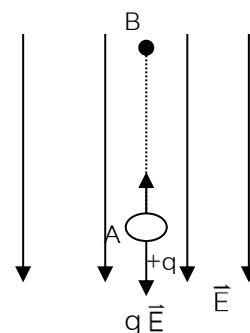
ในทำนองเดียวกับที่กล่าวมานี้ เมื่อพิจารณาประจุในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าก็จะพบว่า ประจุจะได้รับแรงกระทำจากสนามไฟฟ้า ซึ่งอาจทำให้ประจุเคลื่อนที่และเกิดงานได้ จึงกล่าวได้ว่า ประจุเมื่ออยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่มีสนามไฟฟ้า จะมีพลังงานศักย์ ซึ่งเรียกว่า **พลังงานศักย์ไฟฟ้า**

1.2 โดยครุณาอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์โน้มถ่วงเนื่องจากงานของแรงโน้มถ่วง จนสรุปได้ว่า งานของแรงโน้มถ่วงเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุที่ลดลง และเท่ากับ พลังงานจลน์ของวัตถุที่เพิ่มขึ้น แล้วอภิปรายเกี่ยวกับงานของแรงไฟฟ้า และการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุ $+q$ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เนื่องจากงานของแรงไฟฟ้า จนสรุปได้ว่า งานของแรงไฟฟ้า และงานของแรงไฟฟ้าเท่ากับพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุ $+q$ ที่ลดลงเท่ากับพลังงานจลน์ของประจุ $+q$ ที่เพิ่มขึ้น ครุณาอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงข้างต้นเป็นไปตามกฎอนุรักษ์พลังงานกล

ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C)

2.1 ครุณาอภิปรายเกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้า ในกรณีสนามโน้มถ่วงของโลก พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความสูงของวัตถุ เมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง โดยจะเป็นระดับใดก็ได้ แล้วแต่จะกำหนดและให้ระดับอ้างอิงนี้มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นศูนย์ ในการหาพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ก็ต้องกำหนดระดับอ้างอิงเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาประจุ $+q$ วางไว้ในสนามไฟฟ้า (E) สมำเสมอ ดังรูป 2. จะเกิดแรงกระทำ ($F = qE$) ในทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ถ้าต้องการย้ายประจุ $+q$ จาก A ไป B จะต้องให้แรงภายนอกกระทำต่อประจุ $+q$ ในทิศทางสวนสนามไฟฟ้า มีขนาดเท่ากับแรงที่สนามไฟฟ้ากระทำ ซึ่งก็เป็นการให้งานแก่ประจุไฟฟ้า เราอาจกล่าวได้ว่าประจุไฟฟ้าที่ B มีพลังงานศักย์ไฟฟ้ามากกว่าเมื่อประจุไฟฟ้าอยู่ที่ A



รูป 2. การเคลื่อนที่ประจุ จาก A ไป B

เมื่อปล่อยประจุ $+q$ เคลื่อนที่ได้อิสระ แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าก็จะทำให้ประจุ $+q$ เคลื่อนที่ในทิศของสนาม คือ จาก B มา A นั่นคือ เมื่อปล่อยให้ประจุเคลื่อนที่อิสระโดยประจุบวกจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงมายังศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า เช่นเดียวกับการตกเสรีของวัตถุภายใต้อิทธิพลของสนามโน้มถ่วง และสนามไฟฟ้ามีทิศชี้จากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ถ้าให้ศักย์ไฟฟ้าที่ B และที่ A เป็น V_B และ V_A ตามลำดับ ผลต่างของศักย์ไฟฟ้า $V_B - V_A$ ระหว่างสองตำแหน่งนี้ เรียกว่า **ความต่างศักย์ไฟฟ้า** หรือ **ความต่างศักย์** และถ้าให้งานในการเคลื่อนที่ประจุ $+q$ จากจุด A ไปยังจุด B ด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็น W งานในการเคลื่อนที่ประจุ $+1$ หน่วยจาก A ไป B จะมีค่าเท่ากับ $\frac{W}{q}$ แสดงว่าศักย์ไฟฟ้าที่ B มากกว่าที่ A เป็นปริมาณ $\frac{W}{q}$ จึงกล่าวได้ว่า งานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนที่ประจุ $+1$ หน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ภายในบริเวณที่มีสนามในสนามไฟฟ้า คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 ตำแหน่งนั้น

$$\text{ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า} \quad V_B - V_A = \frac{W}{q}$$

เนื่องจากความต่างศักย์เป็นค่าของงานต่อหนึ่งหน่วยประจุจึงเป็นปริมาณสเกลาร์และมีหน่วยเป็นโวลต์เช่นเดียวกับหน่วยของศักย์ไฟฟ้า

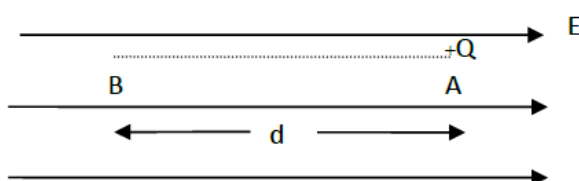
$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad V_B - V_A &= \frac{W}{q} && \text{ถ้ากำหนดให้ } V_A \text{ เป็นศูนย์} \\ \text{จะได้} \quad V_B &= \frac{W}{q} \end{aligned}$$

กล่าวได้ว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ คือ ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่งนั้นกับตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

2.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ ในใบความรู้ที่ 4.1 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์

ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P)

3.1 ครูนำเข้าสู่เนื้อหาเรื่อง ความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ โดยยกสถานการณ์ ประจุไฟฟ้า $+q$ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ $\vec{E}$ ดังรูป



นำนักเรียนอภิปรายจนสรุปได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ตามสมการ

จากสมการ $V = \frac{U}{q}$ พิจารณาได้ว่า

$$W_{A \rightarrow B} = -\Delta E_p$$

$$= -\Delta U$$

$$= q(-\Delta V)$$

$$V_B - V_A = -\frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

$$= -\frac{q(-\Delta V)}{q}$$

$$= -\Delta V$$

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} = \Delta V$$

โดย $V_B - V_A$ หมายถึง ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่ง B เทียบกับตำแหน่ง A แทนด้วย ΔV

3.2 นักเรียนนำอภิปราย จนสรุปได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ข้อสรุป ระยะห่าง d ในสมการ $V_B - V_A = -Ed$ คือ ระยะห่างระหว่างตำแหน่ง A กับตำแหน่ง B ที่วัดในแนวขนานกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

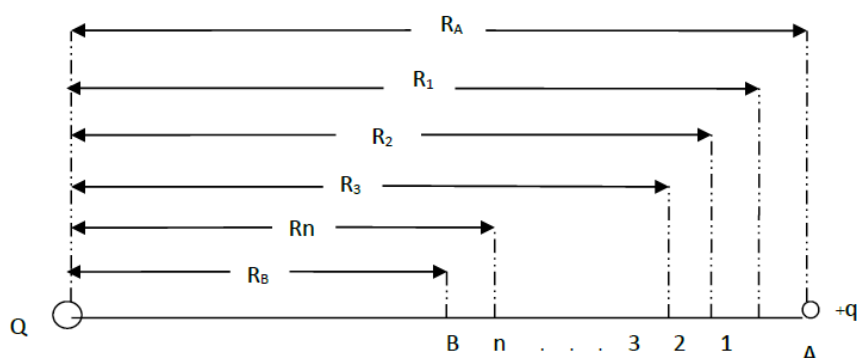
3.3 ครูตั้งคำถาม ถ้าใช้แรงภายนอกเคลื่อนที่ประจุ $+q$ ในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า พลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุ $+q$ มีค่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ สนามไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งศักย์ไฟฟ้าต่ำ หรือชี้ไปทางตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าลดลง ดังนั้น ถ้าใช้แรงภายนอกเคลื่อนที่ประจุไปยังตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าสูง พลังงานศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น

3.3 ครูนำเข้าสู่หัวข้อ เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ โดยยกสถานการณ์การเคลื่อนที่ประจุไฟฟ้า $+q$ ภายในสนามไฟฟ้าของประจุต้นกำเนิด $+Q$ โดยใช้รูป



จุด A และ B ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ Q ออกมาเป็นระยะทาง R_A และ R_B ตามลำดับ โดยประจุ Q จุด A และ B อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ถ้าเคลื่อนที่ประจุ $+q$ จาก A ไปยัง B ด้วยอัตราเร็วคงตัว เราต้องออกแรง F โดยขนาดของแรง F จะเท่ากับขนาดของแรงที่สนามไฟฟ้าต่อต้านการเคลื่อนที่ของประจุ งานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ประจุ $+q$ จาก A ไป B หาได้ดังนี้



แบ่งระยะจาก A ถึง B ออกเป็นช่วงสั้น ๆ โดยแต่ละช่วงต้องสั้นเพียงพอที่จะถือว่าขนาดของแรงตลอดช่วงนั้น ๆ มีค่าคงตัว ซึ่งจะหางานได้จาก $W = FS$ ถ้าให้งานในการเคลื่อนที่ประจุ $+q$ จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่งที่ 1 เป็น W_{A1} จะได้ว่า $W_{A1} = F(R_A - R_B)$

3.4 ครุณาอภิปรายเรื่องศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ จนสรุปได้ว่า

- ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ประจุต้นกำเนิดจะมีศักย์ไฟฟ้ามากกว่าหรือน้อยกว่าตำแหน่งที่อยู่ไกลกว่าก็ได้ ขึ้นกับชนิดของประจุต้นกำเนิดเป็นประจุบวกหรือลบ ตามลำดับ
- ประจุไฟฟ้าจะถูกแรงไฟฟ้าทำให้เคลื่อนที่ในทิศทางจากศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า หรือจากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปสูงกว่าก็ได้ ขึ้นกับชนิดของประจุต้นกำเนิดเป็นประจุบวกหรือลบ ตามลำดับ

3.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง สนามไฟฟ้า ในใบความรู้ที่ 4.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า

3.6 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4.1 เรื่อง สนามไฟฟ้า เพื่อตั้งข้อสังเกตไปสู่การหาคำตอบ

3.7 จากตัวอย่างปัญหาในใบความรู้ที่ 4.1 นักเรียนร่วมกันพิจารณาตัวอย่างปัญหาที่กำหนดให้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจำนวนดังนี้

1) ขั้นเตรียมการทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์ต้องการทราบอะไร กำหนดข้อมูลอะไรให้ หรือมีเงื่อนไขอะไรเขียนออกมา

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

- เขียนรูปหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

- เลือกสมการที่ต้องใช้ พิจารณาว่าข้อมูลที่มีเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอต้องหาค่าของปริมาณใดก่อนจึงจะแก้ปัญหาได้

4) ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ แล้วคำนวณหรือแก้สมการเพื่อหาคำตอบตามที่วางแผนไว้

5) ขั้นตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา

- ตรวจสอบคำตอบและเขียนสรุปตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

3.8 ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีอื่นแล้วแต่นักเรียนแต่ละคน แต่ต้องสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผล

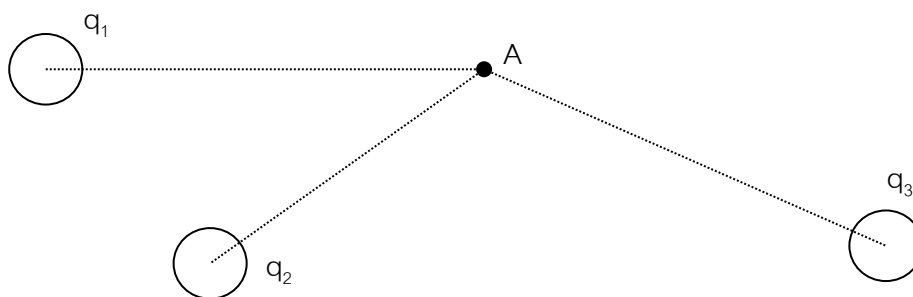
3.9 ครูนำเสนอตัวอย่างลักษณะเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และหาคำตอบ

3.10 นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์

ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C)

4.1 ครูนำอภิปรายเรื่องศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุหนึ่งจุดประจุ และมากกว่า 1 จุดประจุ ศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเป็นบวกหรือลบขึ้นอยู่กับชนิดของประจุที่ทำให้เกิดสนาม เช่น ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่สนามไฟฟ้าของประจุบวกจะมีค่าเป็นบวก

ในกรณีตำแหน่งที่พิจารณานั้นมีสนามไฟฟ้าเนื่องจากเนื่องจากจุดประจุหลาย ๆ จุดประจุ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่ตำแหน่งนั้นก็จะเป็ผลรวมทางพีชคณิตของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดที่ตำแหน่งนั้น เช่นในรูป เมื่อให้ V_1 , V_2 และ V_3 เป็นศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เนื่องจากจุดประจุ q_1 , q_2 และ q_3 ตามลำดับ ศักย์ไฟฟ้า V ที่จุด A เนื่องจากจุดประจุทั้ง 3 จะมีค่า $V_A = V_1 + V_2 + V_3$



รูป 4. ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ q_1 , q_2 และ q_3

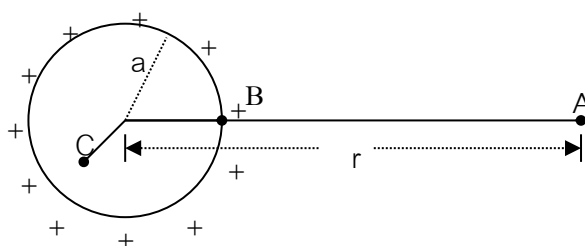
ดังนั้น ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเนื่องจาก n จุดประจุ จึงเขียนสมการได้ว่า

$$V = \sum_{i=1}^n V_i$$

เมื่อ V คือ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่ตำแหน่งหนึ่ง

V_i คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้นเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุด

4.2 ครูนำอภิปรายเรื่องศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม ตัวนำทรงกลมที่มีประจุพบว่า การกระจายของประจุจะอยู่เฉพาะที่ผิวอย่างสม่ำเสมอและรอบ ๆ ตัวนำทรงกลมจะมีสนามไฟฟ้า



รูป 1. ศักย์ไฟฟ้าภายนอกและภายในทรงกลม

จากรูป 1. ให้ตัวนำทรงกลมรัศมี a มีประจุ $+Q$ ที่ผิวของทรงกลม จุด A อยู่ภายนอกทรงกลมห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมเป็นระยะ r จุด B อยู่ผิวทรงกลม จุด C อยู่ภายในผิวทรงกลม ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดภายนอกทรงกลม ในการหาศักย์ไฟฟ้า ณ จุดภายนอกทรงกลม จะเสมือนว่าประจุ $+Q$ จะรวมอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม ดังนั้น ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A ซึ่งมีค่า V_A จะหาได้จาก

$$V_A = \frac{KQ}{r}$$

ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดภายในทรงกลม การศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมที่จุด C อาจหาได้จากงานในการย้ายประจุ $+q$ จากจุด B ไปยังจุด C ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จาก } W_{B \rightarrow C} &= q(V_C - V_B) & , (\text{เมื่อ } W &= Fs) \\ Fs &= q(V_C - V_B) & , (\text{เมื่อ } F &= qE) \\ qE(BC) &= q(V_C - V_B) \end{aligned}$$

แต่ภายในทรงกลมสนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ ($E = 0$) ดังนั้น

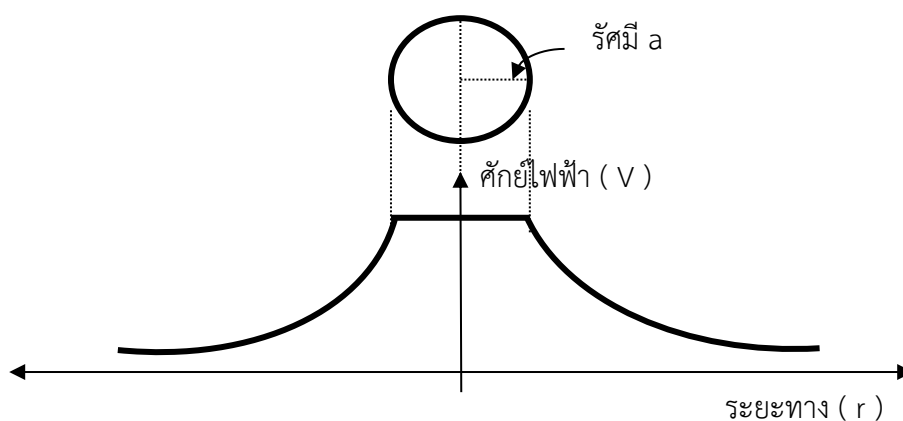
$$\begin{aligned} 0 &= q(V_C - V_B) \\ \therefore V_C &= V_B \end{aligned}$$

นั่นคือ ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดใด ๆ ในทรงกลมนั้นมีค่าคงที่เท่ากับที่ผิวทรงกลมเสมอ เมื่อ (a คือ รัศมีของทรงกลม)

$$V = \frac{KQ}{a}$$

ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R)

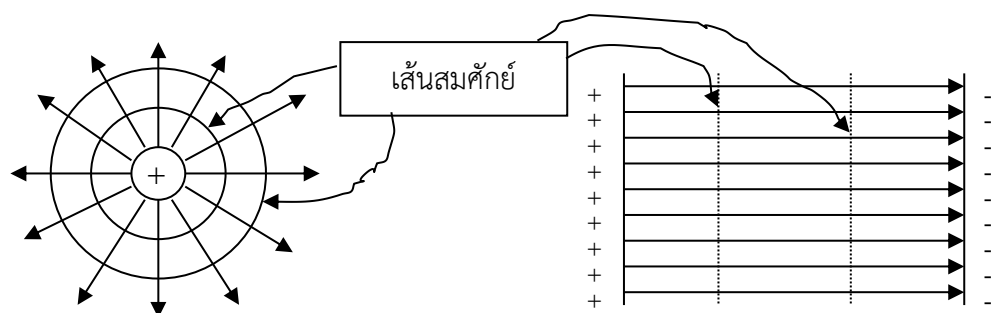
5.1 ครูตั้งคำถามว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ จากจุดประจุต้นกำเนิดที่ตำแหน่งต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงอย่างไร ครูนำนักเรียนอภิปรายจนสรุปได้ว่า กรณีจุดประจุ Q เป็นประจุบวก ศักย์ไฟฟ้ามีค่ามากเมื่ออยู่ใกล้จุดประจุ แต่ขนาดลดลงเมื่ออยู่ไกลออกจากจุดประจุ โดยศักย์ไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ที่ระยะอนันต์ และสำหรับจุดประจุ Q เป็นประจุลบ ศักย์ไฟฟ้าของจุดประจุลบมีค่าเป็นลบมากเมื่ออยู่ใกล้จุดประจุแต่มีค่าเป็นลบน้อยลง เมื่อไกลจากจุดประจุและเป็นศูนย์ที่ระยะอนันต์ โดยสามารถเขียนกราฟระหว่างศักย์ไฟฟ้ากับระยะห่างจากประจุต้นกำเนิดได้ ดังรูป



รูป 1. กราฟแสดงศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

5.2 นำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับงานที่เกิดกับประจุ $+q$ เนื่องจากแรงไฟฟ้าของสนามไฟฟ้าจากประจุต้นกำเนิด $+Q$ จนสรุปได้ว่า เป็นงานของแรงไม่คงตัว ซึ่งหาได้โดยการหางานเป็นช่วงเล็ก ๆ ที่สามารถพิจารณาได้ว่าแรงช่วงเล็ก ๆ นั้น มีค่าใกล้เคียงกันจนถือว่าแรงคงตัว และผลรวมของงานย่อย ๆ จะเท่ากับงานทั้งหมด เมื่อพิจารณากราฟของแรงไฟฟ้ากับระยะห่างจากประจุต้นกำเนิด สามารถหางานได้โดยแบ่งพื้นที่ใต้กราฟเป็นพื้นที่เล็ก ๆ แทนงานย่อย งานของแรงไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ประจุเท่ากับผลรวมพื้นที่ใต้กราฟเล็ก ๆ

5.3 ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ และครูนำอภิปราย จนสรุปได้ว่า เส้นสมศักย์ คือ เส้นที่ต่อจุดต่าง ๆ ที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน เส้นสมศักย์จะตั้งฉากกับเส้นแรงไฟฟ้าเสมอ จุด 2 จุดที่อยู่บนเส้นสมศักย์เดียวกันจะมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ดังรูป 2



รูป 2 เส้นสมศักย์

ตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ คือ อยู่ไกลมาก ๆ จากต้นกำเนิดการต่อสายลงดินถือว่าจุดที่ต่อมี ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

5.4 นักเรียนได้สรุปและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้

5.5 นักเรียนทุกคนรับแจกแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า และตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบโดยไม่ปรึกษากัน

ขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศ การจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S)

6.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันแบ่งปันองค์ความรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการ นิเทศการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันอภิปรายในหัวข้อดังนี้

- 1) ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่ง A และ B มีค่า 8 โวลต์ หมายความว่าอย่างไร
(แนวคำตอบ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A มีค่าสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ 8 โวลต์)
- 2) สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ($\vec{E}$) จุด A , B และ C อยู่ที่ตำแหน่งดังรูปพิจารณาข้อความต่อไปนี้
 - ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เทียบกับศักย์ไฟฟ้าที่จุด B
(แนวคำตอบ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A มีค่าเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่จุด B)
 - ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เทียบกับศักย์ไฟฟ้าที่จุด C
(แนวคำตอบ ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A มีค่าสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่จุด C เนื่องจาก สนามไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งศักย์ไฟฟ้าต่ำ)

6.2 นักเรียนสามารถแบ่งปันความรู้ที่ได้ด้วยคลิป VDO แล้วนำเสนอทางช่องทางสื่อออนไลน์

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 4.1 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า
2. ใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า
3. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า
4. เฉลยใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
5. สลากลำดับกลุ่ม
6. แบบบันทึกการเรียนรู้
7. ห้องสมุดโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)
8. แหล่งสืบค้นความรู้หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง
 - <https://dltv.ac.th>
 - <https://www.ipst.ac.th>
 - <https://www.scimath.org/article-physics/item/12246-2021-06-09-08-39-55>
 - <http://www.thaischool.in.th>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=FPFXN0hkayk>

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านความรู้ 1. นักเรียนอธิบายพลังงาน ศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง 2. นักเรียนอธิบายความต่างศักย์ ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ และ คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง	การทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
ด้านทักษะและกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหา ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน ศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า 2. นักเรียนแสดงวิธีคำนวณหา คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความ ต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ 3. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้ว สรุปข้อมูลและตอบคำถามที่ กำหนดให้ได้	- การนำเสนอผลงาน กลุ่ม	- แบบประเมิน การนำเสนอผลงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การ ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับ ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมี เหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมกลุ่ม	- แบบประเมิน พฤติกรรมการร่วม กิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ ระดับ 2 ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมกลุ่ม
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

[illegible]

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			การแบ่งหน้าที่ ภายในกลุ่ม			การรู้จักแสดงความคิดเห็น			การทำงานตาม ขั้นตอน			ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลา			ความเป็นระเบียบ และสะอาด			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มชัดเจน แต่ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มไม่ชัดเจน และไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่มเลย
การทำงานตามขั้นตอน	มีการทำงานตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำงานตามขั้นตอน	ทำงานไม่ตามขั้นตอน
ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนดเรียบร้อยดีมาก	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนด	ปฏิบัติงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
ความเป็นระเบียบและสะอาด	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดและเป็นระเบียบสวยงามดีมาก	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดเรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานโดยภาพรวมสกปรกมาก ไม่เป็นระเบียบ

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			กลวิธีการนำเสนอ			การใช้ภาษา			ความคิดสร้างสรรค์			การตอบคำถาม			เวลา			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
กลวิธีการนำเสนอ	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้อง	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่ผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษาบางส่วน	ใช้ภาษาในการสื่อสารไม่ถูกต้องตามหลักการใช้ภาษา แต่สื่อความหมายได้พอเข้าใจ
ความคิดสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลแต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์	เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นไม่ถูกต้องและไม่สร้างสรรค์
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นทุกคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงประเด็น 3 คำถาม	ตอบคำถามไม่ถูกต้องและตรงประเด็น คำถามตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป
เวลา	เสร็จทันเวลาที่กำหนด ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนด 5 นาที แต่ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนดมากกว่า 5 นาที ผลงานไม่มีคุณภาพ

แบบบันทึกคะแนนการประเมินระหว่างเรียน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรมการ ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรม ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
รวม					
เฉลี่ย					
ร้อยละ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

...../...../.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้ผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ปัญหา อุปสรรคที่พบ

-

ข้อเสนอแนะ หรือแนวทางปรับปรุงแก้ไข

.....ไม่มี.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

...../...../.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบความรู้ที่ 4.1 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและ ความต่างศักย์ไฟฟ้า
---	--	--

ศักย์ไฟฟ้า (Electric potential)

จากการศึกษาเรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วง เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงก็จะมีพลังงานกระทำต่อวัตถุนั้น สังเกตได้จากวัตถุนั้นจะตกลงสู่จุดอ้างอิงเสมอ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก โดยจุดอ้างอิงนั้นจะมีพลังงานต่ำกว่า เราเรียกพลังงานนี้ว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง

เมื่อพิจารณาจากรูป 1. เมื่อเรายกวัตถุมวล m จาก A ไป B ต้องทำงานเท่ากับพลังงานศักย์ของวัตถุที่ B มีค่ามากกว่าที่ A ซึ่งเท่ากับ mgh เมื่อกำหนดให้พลังงานศักย์ของวัตถุที่ A เป็นศูนย์ ดังนั้นพอสรุปได้ว่า “พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ จุดใด คืองานในการย้าย วัตถุจากจุดอ้างอิงไปยังจุดนั้น”

จากรูป 1. สามารถเขียนสมการ พลังงานศักย์โน้มถ่วงดังนี้

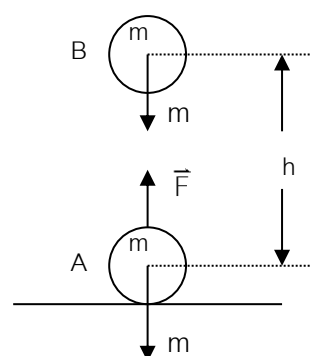
เมื่อ

E_p คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง

W คือ งานที่เคลื่อนมวล m จาก A ไป B

$$E_{p(B)} - E_{p(A)} = W_{A \rightarrow B}$$

$$E_{p(B)} - E_{p(A)} = F \cdot s$$



รูป 1.พลังงานศักย์โน้มถ่วง

$$E_{p(B)} - E_{p(A)} = mgh$$

เมื่อ A เป็นจุดอ้างอิง ที่กำหนดให้เป็น ศูนย์ จะได้

$$E_{p(B)} = mgh$$

ในการทำงานเกี่ยวกับที่กล่าวมานี้ เมื่อพิจารณาประจุในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าก็จะพบว่า ประจุจะได้รับแรงกระทำจากสนามไฟฟ้า ซึ่งอาจทำให้ประจุเคลื่อนที่และเกิดงานได้ จึงกล่าวได้ว่าประจุเมื่ออยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่มีสนามไฟฟ้า จะมีพลังงานศักย์ ซึ่งเรียกว่า พลังงานศักย์ไฟฟ้า

เมื่อนำประจุจำนวน q ไปไว้ที่ตำแหน่งหนึ่งแล้วมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าเป็น E_p พลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อ 1 หน่วยประจุที่ตำแหน่งนั้นจะมีค่าเป็น $\frac{E_p}{q}$ เรียกปริมาณนี้ว่า **ศักย์ไฟฟ้า** ณ ตำแหน่งนั้น และเมื่อให้ V เป็นศักย์ไฟฟ้า ที่ตำแหน่งนั้น จะเขียนได้ว่า

$$V = \frac{E_p}{q}$$

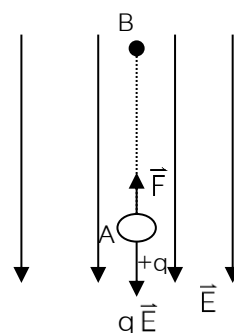
จากสมการ $V = \frac{E_p}{q}$ จะเห็นได้ว่า ศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์ เพราะเป็นขนาดของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยประจุ และเมื่อพลังงานศักย์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นจูล (J) ประจุมีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C) ศักย์ไฟฟ้าก็จะมีหน่วยเป็น จูลต่อคูลอมบ์ ซึ่งเรียกว่า โวลต์ (V)

ในกรณีสนามโน้มถ่วงของโลก พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความสูงของวัตถุ เมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง โดยจะเป็นระดับใดก็ได้แล้วแต่จะกำหนดและให้ระดับอ้างอิงนี้มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นศูนย์

ในการหาพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ก็ต้องกำหนดระดับอ้างอิงเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาประจุ $+q$ วางไว้ในสนามไฟฟ้า (E)

สมมติตามรูป 2. จะเกิดแรงกระทำ ($F = qE$) ในทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ถ้าต้องการย้ายประจุ $+q$ จาก A ไป B จะต้องให้แรงภายนอกกระทำต่อประจุ $+q$ ในทิศทางสวนสนามไฟฟ้ามีขนาดเท่ากับแรงที่สนามไฟฟ้ากระทำซึ่งก็เป็นการให้งานแก่ประจุไฟฟ้า เราอาจกล่าวได้ว่าประจุไฟฟ้าที่ B มีพลังงานศักย์ไฟฟ้ามากกว่าเมื่อประจุไฟฟ้าอยู่ที่ A



รูป 2.การเคลื่อนประจุ จาก A ไป B

เมื่อปล่อยประจุ $+q$ เคลื่อนที่ได้อิสระ แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าก็จะทำให้ประจุ $+q$ เคลื่อนที่ในทิศของสนาม คือ จาก B มา A นั่นคือ เมื่อปล่อยให้ประจุเคลื่อนที่อิสระโดยประจุบวกจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงมายังศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเช่นเดียวกับการตกเสรีของวัตถุภายใต้อิทธิพลของสนามโน้มถ่วง และสนามไฟฟ้ามีทิศจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ถ้าให้ศักย์ไฟฟ้าที่ B และที่ A เป็น V_B และ V_A ตามลำดับ ผลต่างของศักย์ไฟฟ้า $V_B - V_A$ ระหว่างสองตำแหน่งนี้ เรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า หรือความต่างศักย์และถ้าให้งานในการเคลื่อนประจุ $+q$ จากจุด A ไปยังจุด B ด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็น W งานในการเคลื่อนประจุ +1 หน่วยจาก A ไป B จะ

มีค่าเท่ากับ $\frac{W}{q}$ แสดงว่าศักย์ไฟฟ้าที่ B มากกว่าที่ A เป็นปริมาณ $\frac{W}{q}$ จึงกล่าวได้ว่า งานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนที่ประจุ +1 หน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ภายในบริเวณที่มีสนามในสนามไฟฟ้า คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 ตำแหน่งนั้น

$$\text{ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า} \quad V_B - V_A = \frac{W}{q}$$

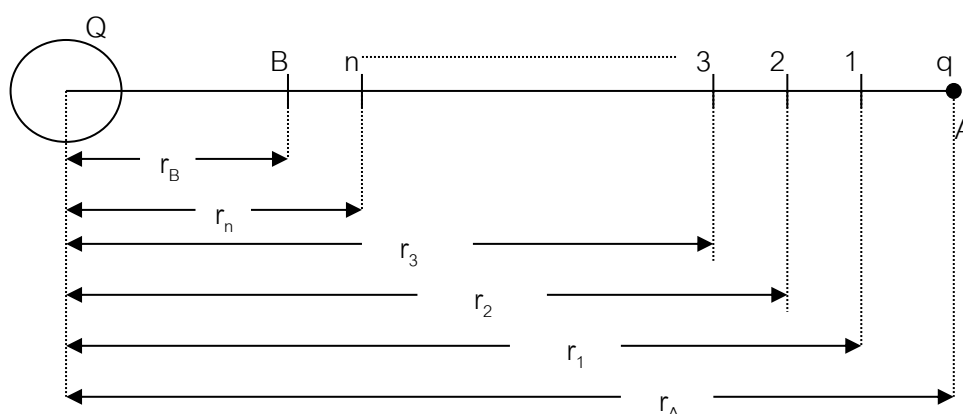
เนื่องจากความต่างศักย์เป็นค่าของงานต่อหนึ่งหน่วยประจุจึงเป็นปริมาณสเกลาร์และมีหน่วยเป็นโวลต์เช่นเดียวกับหน่วยของศักย์ไฟฟ้า

$$\begin{array}{ll} \text{จากสมการ} & V_B - V_A = \frac{W}{q} \\ \text{จะได้} & V_B = \frac{W}{q} \end{array} \quad \text{ถ้ากำหนดให้ } V_A \text{ เป็นศูนย์}$$

กล่าวได้ว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ คือความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่งนั้นกับตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

จากความหมายของศักย์ไฟฟ้าถ้าต้องการหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ ต้องหางานที่ต้องทำในการย้ายประจุ +1 หน่วย จากระยะอนันต์มายังจุดนั้น จากรูป ต้องการหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และจุด B ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ Q เป็นระยะต่างกัน



รูป 3. งานในการเคลื่อนประจุจาก A ไป B

จากรูป 3. จุด A และ B ซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุ Q ออกมาเป็นระยะ r_A และ r_B ตามลำดับ โดยประจุ Q จุด A และ B อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันดังรูป ถ้าเคลื่อนประจุ $+q$ จาก A ไป B ด้วยอัตราเร็วคงที่ เราต้องออกแรง F โดยขนาดของแรง F จะเท่ากับขนาดของแรงที่สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุ Q ด้านการเคลื่อนที่ของประจุ $+q$ งานที่เกิดเนื่องจากการย้ายประจุ $+q$ จาก A ไป B หาได้ดังนี้

โดยการแบ่งระยะจาก A ถึง B ออกเป็นช่วงสั้นๆ ซึ่งในแต่ละช่วงอาจถือได้ว่าแรงกระทำคงที่ตลอดช่วงนั้น ๆ โดย

$$W = F \Delta s$$

ให้ W_{A1} คือ งานในการย้ายประจุ $+q$ จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง 1 จะได้ว่า

$$W_{A1} = F(r_A - r_1)$$

และ $F = \frac{KQq}{r^2}$ โดย r_A มีค่าใกล้เคียง r_1 มากจนถือได้ว่า $r^2 \cong r_A r_1$

ดังนั้น
$$W_{A1} = \frac{KQq}{r_A r_1} (r_A - r_1)$$

$$W_{A1} = KQq \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_A} \right)$$

ทำนองเดียวกัน

$$W_{12} = KQq \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

$$W_{23} = KQq \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$W_{nB} = KQq \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_n} \right)$$

ดังนั้น งานทั้งหมด W ในการย้ายประจุ $+q$ จาก A มา B มีค่า

$$W_{A \rightarrow B} = W_{A1} + W_{12} + W_{23} + \dots + W_{nB}$$

$$W_{A \rightarrow B} = KQq \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_A} \right) + \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) + \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_2} \right) + \dots + \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_n} \right) \right]$$

$$W_{A \rightarrow B} = KQq \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

จาก $V_B - V_A = \frac{W}{q}$

ดังนั้น $V_B - V_A = \frac{KQ}{r_B} - \frac{KQ}{r_A}$

ถ้า A อยู่ที่ระยะอนันต์ ($V_A = 0$) จะได้ $V_B = \frac{KQ}{r_B}$

นั่นคือ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งห่างจากจุดประจุ Q เป็นระยะ r หาได้จาก

$$V = \frac{KQ}{r}$$

จากการกำหนดให้ตำแหน่งที่ระยะอนันต์มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ทำให้กล่าวได้ว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดก็คืองานในการนำประจุ +1 หน่วยจากระยะอนันต์มายังตำแหน่งนั้น

ศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเป็นบวกหรือลบขึ้นอยู่กับชนิดของประจุที่ทำให้เกิดสนาม เช่น ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่สนามไฟฟ้าของประจุบวกจะมีค่าเป็นบวก

ตัวอย่าง จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของประจุต่อไปนี้

1. ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 5 เซนติเมตร
2. ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ - 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 10 เซนติเมตร

วิธีทำ

1. จาก $V = \frac{KQ}{r}$
- $V = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-2}}$
- $V = 7.2 \times 10^5 \text{ V}$

ศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ 4 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 5 ซม. เท่ากับ 7.2×10^5 โวลต์

2. จาก $V = \frac{KQ}{r}$
- $V = \frac{9 \times 10^9 \times -4 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-2}}$
- $V = -3.6 \times 10^5 \text{ V}$

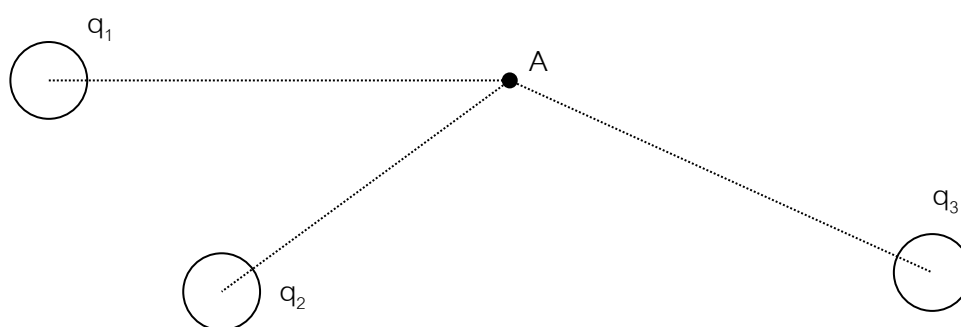
ศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากจุดประจุ - 4 μC เป็นระยะ 10 cm. เท่ากับ -3.6×10^5 โวลต์

ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุหนึ่งจุดประจุ และมากกว่า 1 จุดประจุ

ศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเป็นบวกหรือลบขึ้นอยู่กับชนิดของประจุที่ทำให้เกิดสนาม เช่น ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่สนามไฟฟ้าของประจุบวกจะมีค่าเป็นบวก

ในกรณีที่ตำแหน่งที่พิจารณานั้นมีสนามไฟฟ้าเนื่องจากเนื่องจากจุดประจุหลายๆจุดประจุ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่ตำแหน่งนั้นก็จะเป็นผลรวมทางพีชคณิตของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดที่ตำแหน่งนั้น เช่นในรูป เมื่อให้ V_1 , V_2 และ V_3 เป็นศักย์ไฟฟ้าที่จุด A เนื่องจากจุดประจุ q_1 , q_2 และ q_3 ตามลำดับ ศักย์ไฟฟ้า V ที่จุด A เนื่องจากจุดประจุทั้ง 3 จะมีค่า

$$V_A = V_1 + V_2 + V_3$$



รูป 4. ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ q_1 , q_2 และ q_3

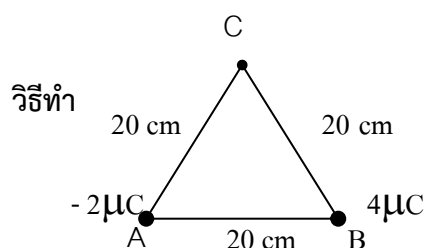
ดังนั้น ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งเนื่องจาก n จุดประจุ จึงเขียนสมการได้ว่า

$$V = \sum_{i=1}^n V_i$$

เมื่อ V คือ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่ตำแหน่งหนึ่ง

V_i คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้นเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุด

ตัวอย่างสามเหลี่ยมด้านเท่า ABC มีความยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ที่จุด A และ B มีประจุ -2 ไมโครคูลอมบ์ และ 4 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ จงหาค่าศักย์ไฟฟ้าที่จุด C

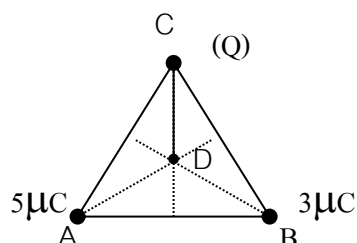


$$\begin{aligned} \text{จาก } V_C &= \frac{KQ_A}{r_A} + \frac{KQ_B}{r_B} \\ V_C &= \frac{9 \times 10^9}{2 \times 10^{-1}} (-2 \times 10^{-6} + 4 \times 10^{-6}) \\ \therefore V_C &= 9 \times 10^4 \text{ V} \end{aligned}$$

ตอบ ดังนั้นศักย์ไฟฟ้าที่จุด C เท่ากับ 9×10^4 โวลต์

ตัวอย่าง จุดประจุ 3 จุดประจุ วางอยู่ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 4 เซนติเมตร ทำให้จุดที่เส้นมัธยฐาน ทั้งสามเส้นตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์หากจุดประจุ 2 จุดประจุ มีค่า 5 ไมโครคูลอมบ์ และ 3 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าจุดประจุจุดที่ 3

วิธีทำ



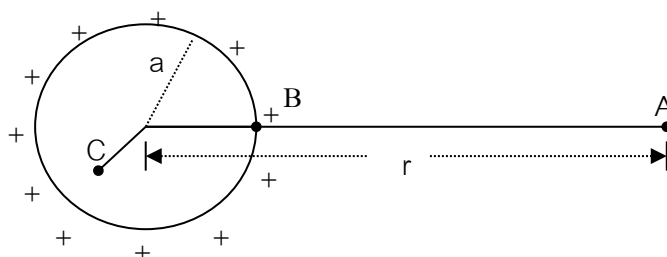
$$\begin{aligned} \text{จาก } V_D &= 0 \\ \frac{KQ_A}{AD} + \frac{KQ_B}{BD} + \frac{KQ_C}{CD} &= 0 \\ (\text{เนื่องจาก } ABC \text{ เป็น } \Delta \text{ ด้านเท่า จะได้ว่า } AD = BD = CD) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } Q_A + Q_B + Q_C &= 0 \\ 5 + 3 + Q &= 0 \end{aligned}$$

$$\therefore Q = -8 \text{ } \mu\text{C}$$

ตอบ ดังนั้นจุดประจุจุดที่ 3 มีค่า -8 ไมโครคูลอมบ์ (คือเป็นประจุลบ ขนาด 8 ไมโครคูลอมบ์) ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

จากความรู้เรื่องตัวนำทรงกลมที่มีประจุ พบว่าการกระจายของประจุจะอยู่เฉพาะที่ผิวอย่างสม่ำเสมอและรอบ ๆ ตัวนำทรงกลมจะมีสนามไฟฟ้า ซึ่งได้ศึกษาไปแล้ว ในที่นี้จะศึกษาศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม ทั้งภายนอกและภายในทรงกลมดังรูป 1.



รูป 1. ศักย์ไฟฟ้าภายนอกและภายในทรงกลม

จากรูป 1. ให้ตัวนำทรงกลมรัศมี a มีประจุ $+Q$ ที่ผิวของทรงกลม จุด A อยู่ภายนอกทรงกลมห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมเป็นระยะ r จุด B อยู่ผิวทรงกลม จุด C อยู่ภายในผิวทรงกลม

ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดภายนอกทรงกลม

ในการหาศักย์ไฟฟ้า ณ จุดภายนอกทรงกลม จะเสมือนว่าประจุ $+Q$ จะรวมอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม ดังนั้น ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A ซึ่งมีค่า V_A จะหาได้จาก

$$V_A = \frac{KQ}{r}$$

ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดภายในทรงกลม

การศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมที่จุด C อาจหาได้จากงานในการย้ายประจุ $+q$ จากจุด B ไปยังจุด C ดังนี้

$$\text{จาก } W_{B \rightarrow C} = q(V_C - V_B) \quad , (\text{เมื่อ } W = Fs)$$

$$Fs = q(V_C - V_B) \quad , (\text{เมื่อ } F = qE)$$

$$qE(BC) = q(V_C - V_B)$$

แต่ภายในทรงกลมสนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ ($E = 0$) ดังนั้น

$$0 = q(V_C - V_B)$$

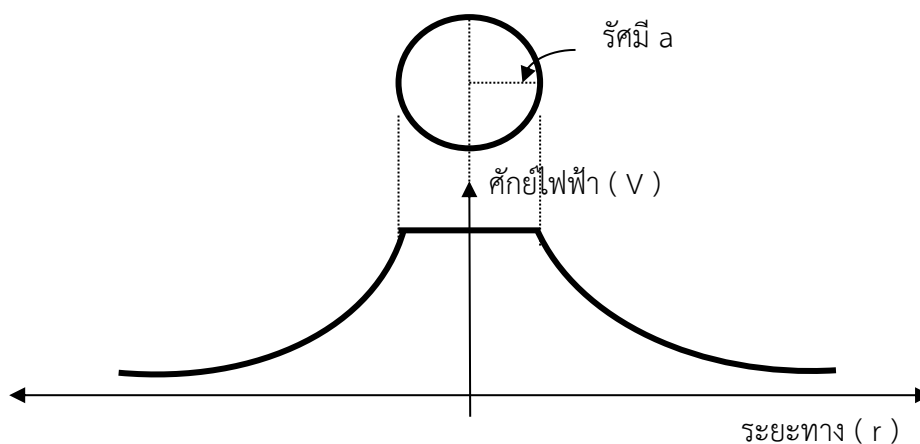
$$\therefore V_C = V_B$$

นั่นคือ ศักย์ไฟฟ้า ณ จุดใด ๆ ในทรงกลมน้อยมีค่าคงที่เท่ากับที่ผิวทรงกลมเสมอ

เมื่อ (a คือ รัศมีของทรงกลม)

$$V = \frac{KQ}{a}$$

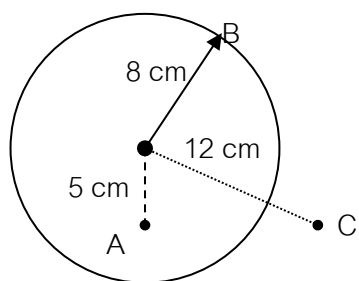
ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมแสดงได้ดังกราฟในรูป 2.



รูป 2. กราฟแสดงศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

ตัวอย่าง ทรงกลมตัวนำซึ่งมีรัศมี 8 เซนติเมตร และมีประจุ 2.4 ไมโครคูลอมบ์ จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกลมตัวนำเป็นระยะทางเท่ากับ 5 เซนติเมตร และ 12 เซนติเมตร

วิธีทำ



$$V = \frac{KQ}{r}$$

ที่ตำแหน่ง A และ B จะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
โดย เราหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B แล้วจะได้ศักย์ไฟฟ้าที่ A

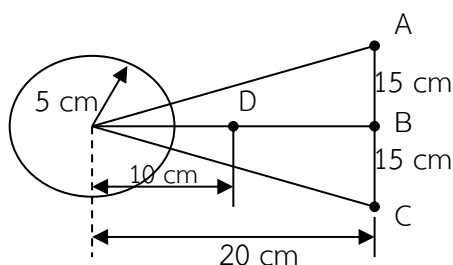
$$V_B = \frac{9 \times 10^9 \times 2.4 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-2}} = 2.7 \times 10^5 \text{ V}$$

$$\therefore V_A = 2.7 \times 10^5 \text{ V}$$

$$V_C = \frac{9 \times 10^9 \times 2.4 \times 10^{-6}}{12 \times 10^{-2}} = 1.8 \times 10^5 \text{ V}$$

ตอบ ศักย์ไฟฟ้าที่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 5 ซม.เท่ากับ $2.7 \times 10^5 \text{ V}$ (ศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำเท่ากับที่ผิวทรงกลม) , ศักย์ไฟฟ้าที่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 12 ซม.เท่ากับ $1.8 \times 10^5 \text{ V}$

ตัวอย่าง ทรงกลมโลหะรัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุบวกกระจายบนผิวอย่างสม่ำเสมอ 9×10^{-6} คูลอมบ์
จากรูป จงหางานในการเคลื่อนประจุ $+2 \times 10^{-6}$ คูลอมบ์ ตามเส้นทาง $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$



วิธีทำ งานในการเคลื่อนประจุ นั้นจะไม่คำนึงถึง
เส้นทางในการเคลื่อนประจุเป็นหลักสำคัญ แต่จะ
คำนึงถึงการเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าหนึ่งไปอีกศักย์ไฟฟ้า
หนึ่ง

จากรูป ศักย์ไฟฟ้าที่ ตำแหน่ง A และ D มีค่า

$$V_A = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-2}}$$

$$V_D = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-2}}$$

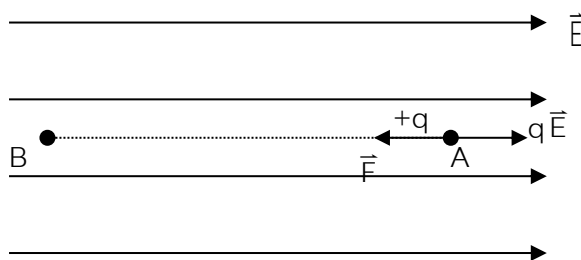
$$W_{A \rightarrow D} = q(V_D - V_A) = 2 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{0.10} - \frac{1}{0.25} \right) = 0.162 \times 6 = 0.972 \text{ J}$$

ตอบ งานในการเคลื่อนประจุ $+2 \times 10^{-6}$ คูลอมบ์ มีค่าเท่ากับ 0.972 จูล

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

จากการศึกษาเรื่องการเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าพบว่างานที่ใช้ในการเคลื่อนประจุ
+1 หน่วย จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งในสนามไฟฟ้าคือ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่ง
นั้น โดยความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ จะมีความสัมพันธ์กับขนาดสนามไฟฟ้าดังจะได้
พิจารณาต่อไปนี้

ให้ A และ B เป็นตำแหน่งที่อยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E โดยอยู่ห่างกันเป็นระยะ d
และมีศักย์ไฟฟ้า เป็น V_A และ V_B ตามลำดับ เมื่อให้ F เป็นแรงที่ทำให้ประจุ $+q$ เคลื่อนที่จาก A ไป B
ด้วยอัตราเร็วคงที่ ขนาดของแรง F จะเท่ากับขนาดของแรงที่สนามไฟฟ้าต่อต้านการเคลื่อนที่ของประจุ
 $+q$ ดังรูป 1



รูป 1. การเคลื่อนประจุในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนประจุ $+q$ จาก A ไป B หาได้จาก

$$\begin{aligned} W_{A \rightarrow B} &= q (V_B - V_A) & , (W = Fs) \\ Fs &= q (V_B - V_A) & , (F = qE, s = d) \\ qEd &= q (V_{BA}) & , (V_{BA} = V_B - V_A) \\ E &= \frac{V_{BA}}{d} \end{aligned}$$

หรือ

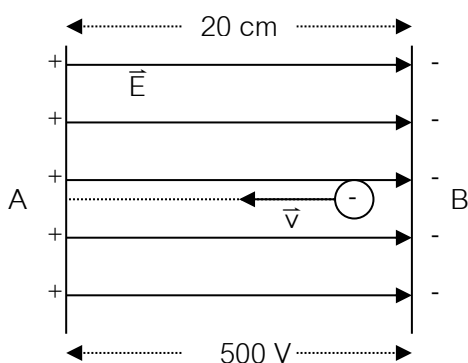
$$E = \frac{V_B - V_A}{d}$$

เมื่อ $V_B - V_A$ คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดทั้งสองที่ห่างกัน d หน่วยของสนามไฟฟ้า นอกจากเป็น นิวตัน/คูลอมบ์ (N/C) อาจเขียนใหม่ได้เป็น โวลต์/เมตร (V/m)

ตัวอย่าง แผ่นคู่ขนาน 2 แผ่น ห่างกัน 20 เซนติเมตร มีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นทั้งสอง 500 โวลต์ จงหา

- สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง
- ถ้าอิเล็กตรอนหลุดจากแผ่นลบด้วยความเร็ว 1×10^{15} เมตรต่อวินาทียกกำลังสองจะเคลื่อนที่ไปถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ



ก. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง

$$\begin{aligned} \text{จาก } E &= \frac{\Delta V}{d} \\ E &= \frac{500}{0.2} \\ \therefore E &= 2500 \text{ V/m} \end{aligned}$$

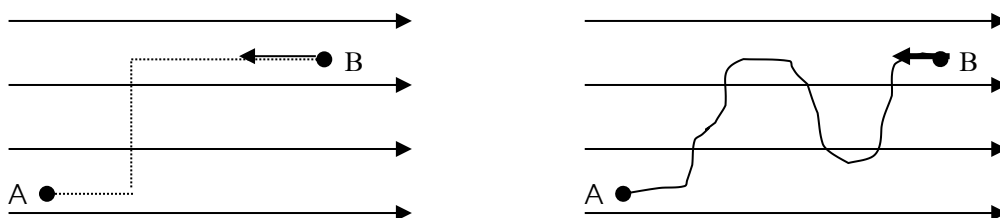
ตอบ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง มีค่าเท่ากับ 2500 โวลต์ต่อเมตร

$$\begin{aligned} \text{ข. จะเคลื่อนที่ถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่ากับ} \quad v^2 &= u^2 + 2as \\ v^2 &= 2(1 \times 10^{15})(0.2) \\ v &= 2 \times 10^7 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ตอบ อิเล็กตรอนหลุดจากแผ่นลบถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็ว เท่ากับ 2×10^7 เมตรต่อวินาที

งานในการเคลื่อนประจุ

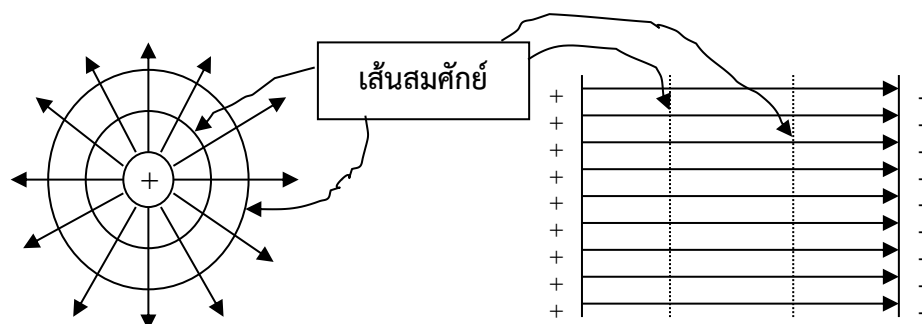
งานในการเคลื่อนประจุจะไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของประจุ แต่จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งแรกกับตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ ดังรูป 1.



รูป 1. การเคลื่อนประจุจากตำแหน่ง B ไป A

งานในการเคลื่อนประจุมีค่า $W = q(V_B - V_A)$ จากสมการจะไม่ขึ้นอยู่กับระยะการเคลื่อนประจุ
เส้นสมศักย์

คือ เส้นที่ต่อจุดต่าง ๆ ที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน เส้นสมศักย์จะตั้งฉากกับเส้นแรงไฟฟ้าเสมอ
จุด 2 จุดที่อยู่บนเส้นสมศักย์เดียวกันจะมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ดังรูป 2



รูป 2 เส้นสมศักย์

ตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

คือ อยู่ไกลมาก ๆ จากต้นกำเนิด การต่อสายลงดินถือว่าจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

สรุป สมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาศักย์ไฟฟ้า

พลังงานศักย์ไฟฟ้า	E_p	=	$q\Delta v$
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	V_{AB}	=	$V_B - V_A$
สนามไฟฟ้า	E	=	$\frac{\Delta v}{d}$

ตัวอย่างการคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับศักย์ไฟฟ้า

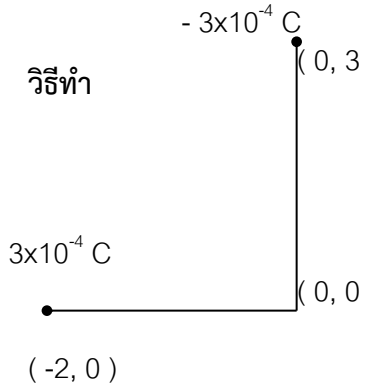
ตัวอย่าง ทรงกลมตัวนำรัศมี 2 cm และ 3 cm มีประจุ $-4 \mu\text{C}$ และ $6 \mu\text{C}$ ตามลำดับ เมื่อนำมาสัมผัสกันแล้วแยกออกที่ผิวของทรงกลมจะมีศักย์ไฟฟ้ากี่โวลต์

วิธีทำ เมื่อตัวนำทรงกลมมาสัมผัสกันจะมีการถ่ายเทประจุมีประจุรวม $Q_1 + Q_2 = -4 + 6 = 2 \mu\text{C}$ ตัวนำทรงกลมทั้งสองมีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นทรงกลมทั้งสองจึงมีประจุไม่เท่ากัน แต่จะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน เมื่อ $Q_1 = Q$ จะได้ $Q_2 = 2 - Q$

$$\begin{array}{lcl} V_1 & = & V_2 \\ \frac{KQ_1}{r_1} & = & \frac{KQ_2}{r_2} \\ \frac{KQ}{2} & = & \frac{K(2-Q)}{3} \\ Q & = & \frac{4}{5} = 0.8 \mu\text{C} \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{lcl} \therefore V & = & \frac{KQ}{r} \\ & = & \frac{9 \times 10^9 \times 0.8 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-2}} \\ & = & 3.6 \times 10^5 \text{ โวลต์} \\ & & \text{หลังแตะแต่ละลูกมีศักย์ไฟฟ้า} = \end{array} \right.$$

3.6×10^5 โวลต์

ตัวอย่าง วางประจุไฟฟ้า 3×10^{-4} คูลอมบ์ ที่ตำแหน่ง $x = -2$ เมตร , $y = 0$ เมตร และวางประจุลบขนาดเท่ากันที่ตำแหน่ง $x = 0$ เมตร , $y = 3$ เมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0, 0)$ เป็นกี่โวลต์



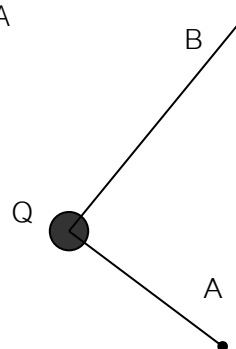
วิธีทำ

$$\begin{array}{lcl} V & = & V_1 + V_2 \\ V & = & \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} \\ V & = & \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-4}}{2} + \frac{9 \times 10^9 \times (-3) \times 10^{-4}}{3} \\ V & = & 4.5 \times 10^5 \text{ โวลต์} \end{array}$$

ตอบ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0, 0)$ เท่ากับ 4.5×10^5 โวลต์

ตัวอย่าง จุด A อยู่ห่างจากประจุ $+8 \times 10^{-9}$ C เป็นระยะ 0.9 m และจุด B อยู่ห่างจากประจุ $+8 \times 10^{-9}$ C เป็นระยะ 1.6 m จงหางานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ $+4 \mu\text{C}$ จาก B ไปยัง A

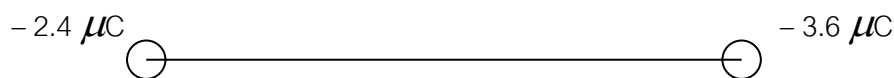
$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก} \quad V_A &= \frac{KQ}{r} = \frac{9 \times 10^9 (8 \times 10^{-9})}{0.9} \\ &= 80 \text{ V} \\ V_B &= \frac{KQ}{r} = \frac{9 \times 10^9 (8 \times 10^{-9})}{1.6} \\ &= 45 \text{ V} \end{aligned}$$



$$\therefore W_{B \rightarrow A} = q(V_A - V_B) = 4 \times 10^{-6} (80 - 45) = 1.4 \times 10^{-4} \text{ J}$$

ตอบ งานที่ใช้ในการเลื่อนประจุ $+4 \mu\text{C}$ จาก B ไปยัง A เท่ากับ 1.4×10^{-4} จูล

ตัวอย่าง จงหางานที่ใช้ในการนำเอาประจุไฟฟ้า $-2.4 \mu\text{C}$ และ $-3.6 \mu\text{C}$ มาวางห่างกันเป็นระยะ 6 เซนติเมตร



วิธีทำ

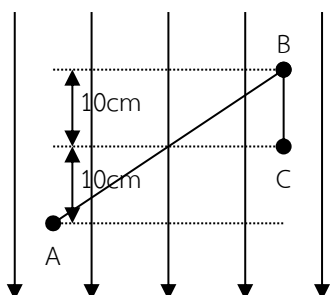
- งานในการนำประจุตัวแรกจากระยะอนันต์ มาวาง จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นงานในการนำ $-2.4 \mu\text{C}$ จึงเป็นศูนย์
- งานในการนำ $-3.6 \mu\text{C}$ มาวาง ให้ห่างกัน 6 เซนติเมตร หาจาก

$$\begin{aligned} W_{\alpha \rightarrow A} &= q(V_A - V_\alpha) = -2.4 \times 10^{-6} \left(\frac{9 \times 10^9 (-3.6 \times 10^{-6})}{6 \times 10^{-2}} - 0 \right) \\ W_{\alpha \rightarrow A} &= 1.296 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ งานที่ใช้ในการนำเอาประจุไฟฟ้า $-2.4 \mu\text{C}$ และ $-3.6 \mu\text{C}$ มาวางห่างกันเป็นระยะ 6 เซนติเมตร เท่ากับ 1.296 จูล

ตัวอย่าง ถ้า E เป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ มีขนาด 20 โวลต์ / เมตร จงหางานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ประจุ 2×10^{-9} คูลอมป์ จากจุด A ไปตาม $A \rightarrow B \rightarrow C$ จนถึง C ดังรูป

วิธีทำ

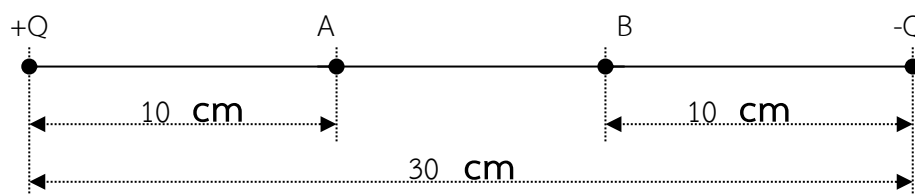


$$\begin{aligned}
 \text{จาก } W_{A \rightarrow C} &= q(V_C - V_A) \quad \leftarrow \\
 \text{และ } E &= \frac{\Delta V}{d} = \frac{(V_C - V_A)}{d} \\
 \text{จะได้ } (V_C - V_A) &= Ed \quad \uparrow \\
 \text{แทนค่า } \uparrow \text{ ใน } \leftarrow \\
 \text{จะได้ } W_{A \rightarrow C} &= qEd \\
 \text{แทนค่า } W_{A \rightarrow C} &= 2 \times 10^{-9} \times 20 \times 10^{-1} \\
 \therefore W_{A \rightarrow C} &= 4 \times 10^{-9} \text{ J}
 \end{aligned}$$

ตอบ งานที่ใช้ในการย้ายประจุมีค่า 4×10^{-9} จูล

ตัวอย่าง ประจุไฟฟ้าสองประจุ $+Q$ และ $-Q$ มีขนาด 10^{-9} คูลอมป์ เท่ากันวางห่างกัน 30 เซนติเมตร ดังรูป ถ้าปล่อยประจุ 10^{-6} คูลอมป์ จากจุด A ประจุนั้นจะผ่านจุด B ด้วยพลังงานจลน์เท่าใด

วิธีทำ



$$\begin{aligned}
 \text{หา } V_A, V_B ; \quad \text{จาก } V_A &= \frac{KQ}{r} + \frac{K(-Q)}{r} \\
 &= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-9}}{0.1} - \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-9}}{0.2} \\
 V_A &= 45 \text{ V} \\
 \text{จาก } V_B &= \frac{KQ}{r} + \frac{K(-Q)}{r} \\
 &= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-9}}{0.2} - \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-9}}{0.1} \\
 V_B &= -45 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หา $E_{K(B)}$; จากหลักทรงพลังงาน

$$E_{p(A)} + E_{K(A)} = E_{p(B)} + E_{K(B)}$$

เริ่มปล่อย $E_{K(A)} = 0$ (เพราะขณะเริ่มปล่อยความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์)

$$E_{K(B)} = E_{p(A)} - E_{p(B)}$$

$$E_{K(B)} = qV_A - qV_B = q(V_A - V_B)$$

$$E_{K(B)} = 10^{-6} (45 + 45)$$

$$E_{K(B)} = 9 \times 10^{-5} \text{ J}$$

ตอบ ประจุผ่านจุด B ด้วยพลังงานจลน์ 9×10^{-5} จูล

ตัวอย่าง อนุภาคหนึ่งมีประจุ 5×10^{-6} คูลอมบ์ เริ่มเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 100 โวลต์ / เมตร เมื่ออนุภาคนี้อเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าได้ไกลเท่าใดจึงจะมีพลังงานเป็น 4×10^{-4} จูล

วิธีทำ จากหลักทรงพลังงาน

$$E_{p(A)} + E_{K(A)} = E_{p(B)} + E_{K(B)}$$

เริ่มปล่อย $E_{K(A)} = 0$ (เพราะขณะเริ่มปล่อยความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์)

$$E_{p(A)} - E_{p(B)} = E_{K(B)}$$

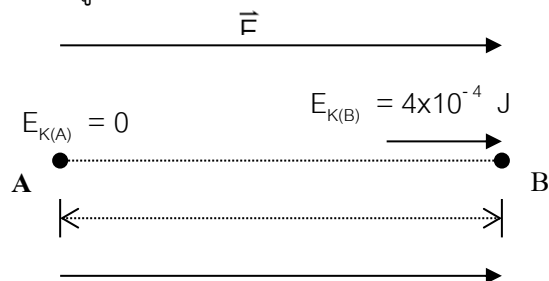
$$q(V_A - V_B) = E_{K(B)}$$

$$qEd = E_{K(B)}$$

$$d = \frac{E_{K(B)}}{qE}$$

$$d = \frac{4 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-6} \times 100}$$

$$d = 0.8 \text{ m}$$



ตอบ อนุภาคเคลื่อนที่ได้ไกล 0.8 เมตร

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 4.1 ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่าง ศักย์ไฟฟ้า
---	---	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 5/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 4.1 ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

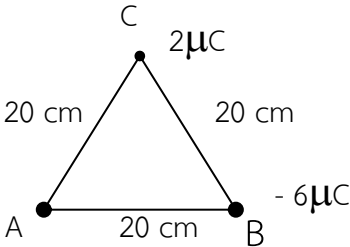
คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่อยู่ห่างจากจุดประจุ -3 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 15 เซนติเมตร

วิธีทำ
$$V = \frac{KQ}{r} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots V$$

2. สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC มีความยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ที่จุด B และ C มีประจุ -6 ไมโครคูลอมบ์ และ 2 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A

วิธีทำ



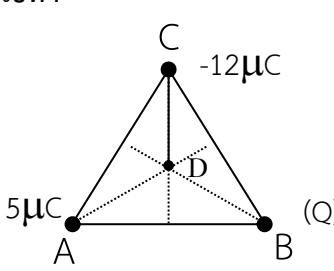
จาก
$$V_A = \frac{KQ_B}{r_B} + \frac{KQ_C}{r_C}$$

$$V_A = \frac{9 \times 10^9}{20 \times 10^{-1}} (- \dots\dots \times 10^{-6} + \dots\dots \times 10^{-6})$$

$\therefore V_A = \dots\dots\dots V$

3. จุดประจุ 3 จุดประจุ วางอยู่ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 5 เซนติเมตร ทำให้จุดที่เส้นมัธยฐาน ทั้งสามเส้นตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์หากจุดประจุ 2 จุดประจุ มีค่า -12 ไมโครคูลอมบ์ และ 5 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าจุดประจุจุดที่ 3

วิธีทำ



จาก
$$V_D = 0$$

$$\frac{KQ_A}{AD} + \frac{KQ_B}{BD} + \frac{KQ_C}{CD} = 0$$

(เนื่องจาก ABC เป็น Δ ด้านเท่า จะได้ว่า $AD = BD = CD$)

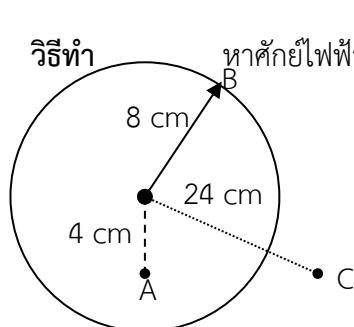
จะได้
$$Q_A + Q_B + Q_C = 0$$

$$\dots\dots + Q + \dots\dots = 0$$

$\therefore Q = \dots\dots\dots \mu C$

ตอบ ดังนั้นจุดประจุจุดที่ 3 มีค่า ไมโครคูลอมบ์ (คือเป็นประจุ..... ขนาด ไมโครคูลอมบ์)

4. ทรงกลมตัวนำซึ่งมีรัศมี 8 เซนติเมตร และมีประจุ 16 ไมโครคูลอมบ์ จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่ง ซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมตัวนำเป็นระยะทางเท่ากับ 4 เซนติเมตร และ 24 เซนติเมตร



$$V = \frac{KQ}{r}$$

ที่ตำแหน่ง A และ B จะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

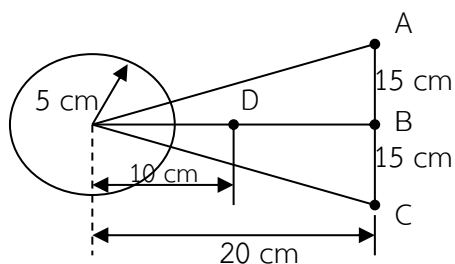
โดย เราหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B แล้วจะได้ศักย์ไฟฟ้าที่ A

$$V_B = \frac{9 \times 10^9 \times \dots}{\dots} = \dots V$$

$$\therefore V_A = \dots V \text{ (ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 4 cm)}$$

$$V_C = \frac{9 \times 10^9 \times \dots}{\dots} = \dots V \text{ (ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 24 cm)}$$

5. ทรงกลมโลหะรัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุบวกกระจายบนผิวอย่างสม่ำเสมอ 10×10^{-6} คูลอมบ์ จากรูป จงหางานในการเคลื่อนประจุ $+2 \times 10^{-6}$ คูลอมบ์ ตามเส้นทาง $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$



วิธีทำ งานในการเคลื่อนประจุ นั้นจะไม่คำนึงถึง เส้นทางในการเคลื่อนประจุเป็นหลักสำคัญ แต่จะ คำนึงถึงการเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าหนึ่งไปอีกศักย์ไฟฟ้า หนึ่ง

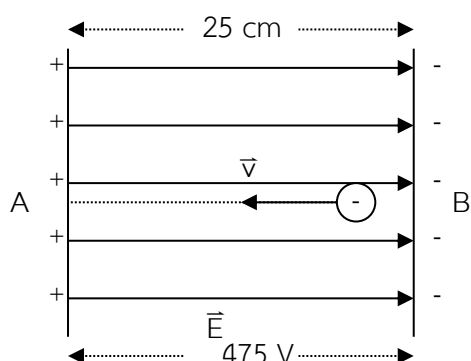
จากรูป ศักย์ไฟฟ้าที่ ตำแหน่ง A และ D มีค่า

$$V_A = \frac{9 \times 10^9 \times \dots}{\dots} = \dots V$$

$$V_D = \frac{9 \times 10^9 \times \dots}{\dots} = \dots V$$

$$W_{A \rightarrow D} = q(V_D - V_A) = \dots (\dots - \dots) = \dots J$$

6. แผ่นคู่ขนาน 2 แผ่น ห่างกัน 25 เซนติเมตร มีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นทั้งสอง 475 โวลต์ จงหา



ก. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง

ข. ถ้าอิเล็กตรอนหลุดจากแผ่นลบด้วยความเร็ว $4 \times 10^5 \text{ m/s}$ จะเคลื่อนที่ไปถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ

ก. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง

$$\text{จาก } E = \frac{V}{d} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ V / m}$$

จะเคลื่อนที่ถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่ากับ $v^2 = u^2 + 2as = 2(\dots\dots\dots)(\dots\dots\dots)$

$$v = \dots\dots\dots \text{ m/s } \text{ตอบ}$$

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง กฎของคูลอมบ์
---	-------------------------------------	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ สม่ำเสมอ ดังรูป

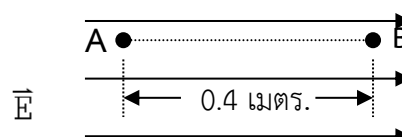
1. ศักย์ไฟฟ้าที่ A และ C มากกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ B
2. งานในการเคลื่อนประจุ q จากตำแหน่ง C ไป A และจากตำแหน่ง B ไป A มีค่าเท่ากัน
3. ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A, B และ C มีค่าเท่ากัน เพราะอยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ข้อที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1, 2 และ 3 ข. ข้อ 1, 2 ค. ข้อ 2, 3 ง. ข้อ 1 เท่านั้น

2. ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ดังรูป ถ้าเคลื่อนประจุไฟฟ้า 2 ไมโครคูลอมบ์ จากระยะอนันต์มาที่ A และ B ต้องทำงาน 100 จูล และ 60 จูล ตามลำดับ ถ้าจุด A และ B อยู่ห่างกัน 0.4 เมตร ขนาดศักย์ไฟฟ้า A ต่างจากศักย์ไฟฟ้า B ก็เมกะโวลต์

- ก. ศูนย์ ข. 20
ค. 30 ง. 50



3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. บริเวณที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ บริเวณนั้นจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ด้วย
2. บริเวณที่ศักย์ไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ บริเวณนั้นจะมีค่าสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ด้วย
3. บริเวณที่สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับค่าสนามไฟฟ้านั้น

ข้อที่ผิดคือ

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

4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อให้ประจุไฟฟ้าจำนวนเท่ากันบนตัวนำทรงกลมขนาดเล็กจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าตัวนำทรงกลมใหญ่
2. ศักย์ไฟฟ้าภายในตัวนำทรงกลมจะมีค่าเป็นศูนย์
3. เมื่อสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานมีค่าคงที่ ศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะจะมีค่าคงที่ด้วย ข้อที่ผิดคือ

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

5. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 0.4 ซม. ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอตามแนวดิ่ง ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนมวล 9×10^{-31} กก. ที่มีประจุ 1.6×10^{-19} คูโลมบ์ ลอยอยู่นิ่ง ได้ที่ตำแหน่งหนึ่งระหว่างแผ่นตัวนำขนานนี้ ความต่างศักย์ระหว่างตัวนำขนานมีค่ากี่โวลต์

ก. 1.925×10^{-8} ข. 6.25×10^{-10} ค. 2.24×10^{-11} ง. 1.14×10^{-13}

โจทย์ ใช้ตอบคำถามข้อ 6 – 7

นำจุดประจุ 3 จุดประจุ แต่ละจุดประจุมีขนาด 10^{-4} C จากระยะอนันต์มาไว้ที่ตำแหน่ง A , B และ C ของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ที่มีด้านยาวด้านละ 1 cm

6. จงหางานในการเคลื่อนจุดประจุตัวที่ 1 มาไว้ที่ตำแหน่งใด ๆ (A หรือ B หรือ C)

ก. 0 ข. 27×10^3 ค. 18×10^3 ง. 18×10^7

7. จงหางานในการเคลื่อนประจุทั้ง 3 มาไว้ที่ตำแหน่ง A, B และ C

ก. 0 ข. 27×10^3 ค. 18×10^3 ง. 18×10^7

8. แผ่นตัวนำขนานห่างกัน 10 cm มีความต่างศักย์ 24 V ทำให้เกิดสนามสม่ำเสมอตามแนวดิ่งเมื่อนำลูกพิทมวล 0.4 g ที่มีประจุ 5×10^{-6} C มาแขวนไว้ด้วยด้ายเบาเส้นเล็ก ๆ ยาว 3 cm ปลายหนึ่งผูกติดอยู่กับแผ่นโลหะแผ่นบน ปรากฏว่าเส้นด้ายขาดลูกพิทจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งกี่ m/s^2

ก. 2 ข. 3 ค. 5 ง. 7

9. อนุภาคมีประจุ 2×10^{-5} C เริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ขนาด 40 V/m เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 cm ในทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า อนุภาคนี้จะมีพลังงานจลน์กี่จูล

ก. 8×10^{-4}

ข. 1.6×10^{-5}

ค. 2×10^{-3}

ง. 4×10^{-4}

10. วางประจุไฟฟ้า 3×10^{-4} C ที่ตำแหน่ง $X = -2$ m , $Y = 0$ m และประจุลบขนาดเท่ากันที่ตำแหน่ง $X = 0$ m , $Y = 3$ m ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งจุดกำเนิด (0, 0) จะเป็นกี่โวลต์

ก. 9.5×10^5 V

ข. 8.5×10^5 V

ค. 6.5×10^5 V

ง. 4.5×10^5 V



รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยแบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง กฎของคูลอมบ์
---	---	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ง
2	ข
3	ก
4	ค
5	ค
6	ก
7	ข
8	ง
9	ง
10	ง

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 4.1 ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าและความต่าง ศักย์ไฟฟ้า
---	---	--

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 4.1 ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

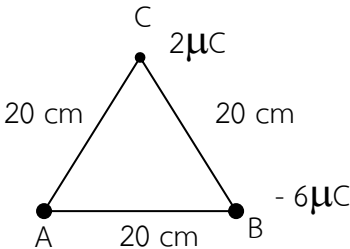
คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่อยู่ห่างจากจุดประจุ -3 ไมโครคูลอมบ์ เป็นระยะ 15 เซนติเมตร

วิธีทำ
$$V = \frac{kQ}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times -3 \times 10^{-6}}{15 \times 10^{-2}} = \dots = \dots -1.8 \times 10^5 \dots V$$

2. สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC มีความยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ที่จุด B และ C มีประจุ -6 ไมโครคูลอมบ์ และ 2 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด A

วิธีทำ



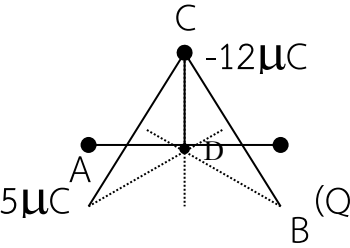
จาก
$$V_A = \frac{kQ_B}{r_B} + \frac{kQ_C}{r_C}$$

$$V_A = \frac{9 \times 10^9}{20 \times 10^{-2}} (-6 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6})$$

$\therefore V_A = \dots -1.8 \times 10^4 \dots V$

3. จุดประจุ 3 จุดประจุ วางอยู่ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 5 เซนติเมตร ทำให้จุดที่เส้นมัธยฐานทั้งสามเส้นตัดกันมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ หากจุดประจุ 2 จุดประจุ มีค่า -12 ไมโครคูลอมบ์ และ 5 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าจุดประจุจุดที่ 3

วิธีทำ



จาก
$$V_D = 0$$

$$\frac{kQ_A}{AD} + \frac{kQ_B}{BD} + \frac{kQ_C}{CD} = 0$$

(เนื่องจาก ABC เป็น Δ ด้านเท่า จะได้ว่า $AD = BD = CD$) จะได้

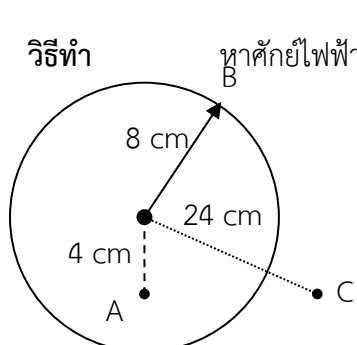
$$Q_A + Q_B + Q_C = 0$$

$$5 + Q + (-12) = 0$$

$\therefore Q = \dots 7 \dots \mu C$

ตอบ ดังนั้นจุดประจุจุดที่ 3 มีค่า 7 ไมโครคูลอมบ์ (คือเป็นประจุ บวก.. ขนาด 7 ไมโครคูลอมบ์)

4. ทรงกลมตัวนำซึ่งมีรัศมี 8 เซนติเมตร และมีประจุ 16 ไมโครคูลอมบ์ จงหาศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่ง ซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกลมตัวนำเป็นระยะทางเท่ากับ 4 เซนติเมตร และ 24 เซนติเมตร



$$V = \frac{KQ}{r}$$

ที่ตำแหน่ง A และ B จะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

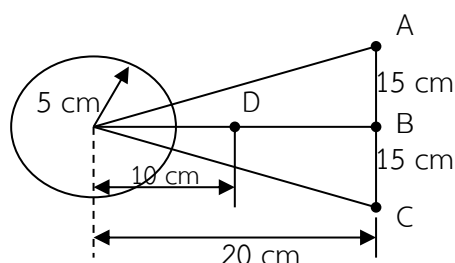
โดย เราหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B แล้วจะได้ศักย์ไฟฟ้าที่ A

$$V_B = \frac{9 \times 10^9 \times 16 \times 10^{-6}}{0.24} = 6 \times 10^5 \text{ V}$$

$$\therefore V_A = 6 \times 10^5 \text{ V (ณ ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 4 cm)}$$

$$V_C = \frac{9 \times 10^9 \times 16 \times 10^{-6}}{0.24} = 6 \times 10^5 \text{ V (ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ 24 cm)}$$

5. ทรงกลมโลหะรัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุบวกกระจายบนผิวอย่างสม่ำเสมอ 10×10^{-6} คูลอมบ์
จากรูป จงหางานในการเคลื่อนประจุ $+2 \times 10^{-6}$ คูลอมบ์ ตามเส้นทาง $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$



วิธีทำ งานในการเคลื่อนประจุ นั้นจะไม่คำนึงถึง
เส้นทางในการเคลื่อนประจุเป็นหลักสำคัญ แต่จะ
คำนึงถึงการเคลื่อนที่จากศักย์ไฟฟ้าหนึ่งไปอีก
ศักย์ไฟฟ้าหนึ่ง

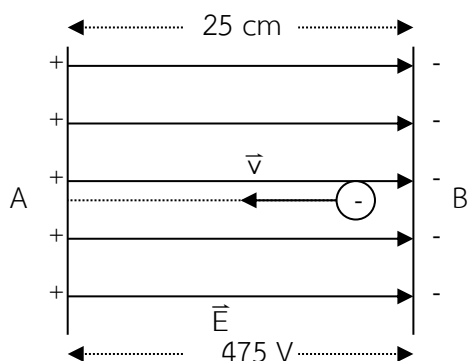
จากรูป ศักย์ไฟฟ้าที่ ตำแหน่ง A และ D มีค่า

$$V_A = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6}}{0.25} = 3.6 \times 10^5 \text{ V}$$

$$V_D = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6}}{0.1} = 9 \times 10^5 \text{ V}$$

$$W_{A \rightarrow D} = q(V_D - V_A) = 2 \times 10^{-6} (9 \times 10^5 - 3.6 \times 10^5) = 1.08 \text{ J}$$

6. แผ่นคู่ขนาน 2 แผ่น ห่างกัน 25 เซนติเมตร มีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นทั้งสอง 475 โวลต์ จงหา



ก. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง

ข. ถ้าอิเล็กตรอนหลุดจากแผ่นลบด้วยความเร็ว $4 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$ จะเคลื่อนที่ไปถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่าไร

วิธีทำ

ก. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานทั้งสอง

$$\text{จาก } E = \frac{V}{d} = \frac{475}{25 \times 10^{-2}} = 1,900 \text{ V/m}$$

จะเคลื่อนที่ถึงแผ่นบวกด้วยอัตราเร็วเท่ากับ $v^2 = u^2 + 2as = 2(4 \times 10^{15})(25 \times 10^{-2})$

$$v = \sqrt{20} \times 10^7 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

จำนวนชั่วโมง 22 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุ

เวลา 4 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีความคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ที่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

ตัวนำที่ทำหน้าที่เก็บประจุ เรียกว่า ตัวเก็บประจุ ความสามารถในการเก็บประจุของตัวนำทรงกลม ขึ้นกับขนาดของตัวนำ ซึ่งพิจารณาได้จาก อัตราส่วนของปริมาณประจุต่อศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ เรียกว่า ความจุไฟฟ้า เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า จะเกิดพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุนั้น เมื่อศึกษาและฝึกคำนวณ จะมีความคิดรวบยอดและนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ความสามารถในการการเก็บประจุ และพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุจะมีค่าขึ้นกับจำนวนตัวเก็บประจุและการต่อตัวเก็บประจุ

3. ผลการเรียนรู้

อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุรวม ทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ

2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ
3. อธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล
4. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถแสดงวิธีคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล
2. นักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ

1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

5. สารการเรียนรู้

1. หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ
2. ความจุของตัวเก็บประจุ
3. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ
4. การต่อตัวเก็บประจุ

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R) ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C) ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P) ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C) ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R) และขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ค้นพบปัญหา (Relate the relationship to discover the problem : R)

- 1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง ตัวเก็บประจุ ที่ครูแจกให้คนละ 1 ชุด
- 1.2 ครูนำเข้าสู่หัวข้อตัวเก็บประจุ โดยใช้รูปหรือคลิปวิดีโอ เพื่อแสดงให้เห็นแผงวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีตัวเก็บประจุเป็นส่วนประกอบแล้วตั้งคำถามว่า นักเรียนรู้จักชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดบ้าง และแต่ละชิ้นทำหน้าที่อะไร โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง ครูชี้ให้นักเรียนดูว่า ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดเป็นตัวเก็บประจุ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างหรือรูปของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ พร้อมนำอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความหมายของตัวเก็บประจุ โครงสร้างพื้นฐานของตัวเก็บประจุ ตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้า
- 1.3 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ตัวเก็บประจุสามารถเก็บสะสมประจุไฟฟ้าได้อย่างไร โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับปัญหา (Create a valuable and meaningful learning experience and understand the problem : C)

- 2.1 ครูนำเข้าสู่หัวข้อหลักการทำงานของตัวเก็บประจุ โดยการสาธิตหรือให้นักเรียนทำกิจกรรมการประจุ (charging) และคายประจุ (discharging) ของตัวเก็บประจุ โดยในตอนแรกนำตัวเก็บประจุที่ยังไม่ได้รับการประจุมาต่อกับแบตเตอรี่ และสวิตช์ แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายก่อนการประจุว่า ถ้าเปิดสวิตช์แล้ว จะเกิดอะไรขึ้น จากนั้นเปิดสวิตช์ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น และในตอนที่สองต่อตัวเก็บประจุที่ผ่านการประจุแล้วกับหลอดไฟและสวิตช์ แล้วตั้งคำถามว่า เมื่อเปิดสวิตช์จะเกิดอะไรขึ้นหลังการอภิปราย เปิดสวิตช์ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น
- 2.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบคำถามและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับหลักการทำงานของตัวเก็บประจุ จนได้ข้อสรุปว่า

1. ตัวเก็บประจุมีประจุสะสมอยู่ข้างในเสมอหรือไม่ จงอธิบาย

แนวคำตอบ ตัวเก็บประจุอาจมีหรือไม่มีประจุสะสมอยู่ข้างในก็ได้ การที่ตัวเก็บประจุจะมีประจุสะสมต้องได้รับการประจุ (charging) ก่อน

2. ตัวเก็บประจุเหมือนหรือแตกต่างจากแบตเตอรี่อย่างไร

แนวคำตอบ ตัวเก็บประจุไม่ใช่แบตเตอรี่ ตัวเก็บประจุสะสมพลังงานไฟฟ้าจากประจุไฟฟ้า สามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้ในเวลาสั้น ๆ ในขณะที่แบตเตอรี่สะสมพลังงานเคมีและเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า สามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้ต่อเนื่องเป็นเวลานาน

3. เมื่อรวมประจุที่สะสมบนแผ่นตัวนำแต่ละแผ่นของตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน ค่าที่ได้เท่ากับหรือแตกต่างจากประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุ

แนวคำตอบ ขณะที่มีการประจุสะสมบนตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนาน แผ่นตัวนำแต่ละแผ่นของตัวเก็บประจุแสดงว่า ประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับประจุที่สะสมบนแผ่นตัวนำแต่ละแผ่น โดยไม่พิจารณาชนิดของประจุ ประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุจะมีค่าเป็นศูนย์เฉพาะตอนที่แผ่นตัวนำแต่ละแผ่นไม่มีประจุ

2.3 ครูนำอภิปรายจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการประจุและการคายประจุของตัวเก็บประจุ ครูควรเน้นว่าปริมาณประจุที่สะสมบนตัวเก็บประจุเท่ากับปริมาณประจุที่สะสมบนตัวนำแต่ละแผ่นของตัวเก็บประจุ โดยไม่พิจารณาชนิดของประจุ

2.4 ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง ตัวเก็บประจุ ในใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ

ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้ความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหา (Practice applying knowledge and implementing to solve the solutions : P)

3.1 ครูนำเข้าสู่หัวข้อ ความจุของตัวเก็บประจุ โดยตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ปริมาณประจุที่ตัวเก็บประจุสามารถสะสมไว้ได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณใด และเราจะบอกความสามารถในการเก็บประจุของตัวเก็บประจุอย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อตอบประเด็นคำถามดังนี้ ให้นักเรียนตอบประเด็นคำถามด้วยคำอธิบายสั้น ๆ

1. ความจุของตัวเก็บประจุเป็นปริมาณประจุที่เก็บสะสมได้มากที่สุดหรือไม่ อย่างไร
(**แนวคำตอบ** ความจุของตัวเก็บประจุ ไม่ใช่ปริมาณประจุที่มากที่สุดที่ตัวเก็บประจุสามารถเก็บสะสมไว้ได้ แต่ความจุของตัวเก็บประจุเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณประจุที่ตัวเก็บประจุสามารถเก็บสะสมไว้ได้กับความต่างศักย์ระหว่างปลายตัวเก็บประจุ นั่นคือ ปริมาณประจุที่ตัวเก็บประจุสามารถเก็บสะสมไว้ได้ขึ้นกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเก็บประจุ)
2. ความจุของตัวเก็บประจุขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง
(**แนวคำตอบ** ขนาดของตัวนำทรงกลม เช่น เมื่อให้ประจุไฟฟ้าเท่ากันแก่ตัวนำทรงกลมขนาดต่างกัน ตัวนำทรงกลมขนาดเล็กจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า แต่ถ้าให้ตัวนำทรงกลมขนาดต่างกันมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน จำนวนประจุในทรงกลมขนาดใหญ่จะมากกว่าจำนวนประจุในทรงกลมขนาดเล็ก ความสามารถในการเก็บประจุ ก็คือความจุของตัวนำนั่นเอง)

3. ความจุของตัวเก็บประจุเป็นค่าคงตัวหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ ไม่คงตัว ความจุของตัวเก็บประจุเปลี่ยนได้ตามขนาดของประจุไฟฟ้า และความต่างศักย์ขนาดได้ตามสูตร $Q = CV$)

3.2 จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความจุของตัวเก็บประจุ

- การนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน ต้องพิจารณาความต่างศักย์ที่นำตัวเก็บประจุไปต่อเข้ากับวงจร ถ้าความต่างศักย์มากกว่าค่าที่ระบุไว้บนตัวเก็บประจุจะทำให้ตัวเก็บประจุ ชำรุดเสียหายและอาจเกิดอันตรายได้
- ตัวเก็บประจุบางชนิดมีการระบุขั้วบวกและลบสำหรับต่อเข้าในวงจร ถ้าต่อตัวเก็บประจุไม่ถูกต้องกับขั้วที่ระบุไว้บนตัวเก็บประจุจะทำให้ตัวเก็บประจุเสียหายได้

3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้เรื่อง ตัวเก็บประจุ ในใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ

3.4 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ เพื่อตั้งข้อสังเกตไปสู่การหาคำตอบ

3.5 จากตัวอย่างปัญหาในใบความรู้ที่ 5.1 นักเรียนร่วมกันพิจารณาตัวอย่างปัญหาที่กำหนดให้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจำนวนดังนี้

1) ขั้นเตรียมการทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์ต้องการทราบอะไร กำหนดข้อมูลอะไรให้ หรือมีเงื่อนไขอะไรเขียนออกมา

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

- เขียนรูปหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์

กำหนดให้

3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

- เลือกสมการที่ต้องใช้ พิจารณาว่าข้อมูลที่มีเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอต้องหาค่าของปริมาณใดก่อนจึงจะแก้ปัญหาได้

4) ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ แล้วคำนวณหรือแก้สมการเพื่อหาคำตอบตามที่วางแผนไว้

5) ขั้นตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา

- ตรวจสอบคำตอบและเขียนสรุปตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

3.6 ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีอื่นแล้วแต่นักเรียนแต่ละคน แต่ต้องสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผล

3.7 ครูนำเสนอตัวอย่างลักษณะเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และหาคำตอบ

3.8 นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรม เรื่อง ตัวเก็บประจุ ในใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ

ขั้นตอนที่ 4 ร่วมมือนำความรู้สู่บริบทใหม่ (Collaborate to bring knowledge to new context of solution : C)

4.1 ครูใช้คำถามชวนคิด ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แล้วครูนำมาอภิปรายจนได้แนวคำตอบ ดังนี้
ความจุของตัวเก็บประจุเหมือนหรือแตกต่างอย่างไรกับความจุของภาชนะใส่น้ำ
แนวคำตอบ ความจุของตัวเก็บประจุแตกต่างจากความจุของภาชนะใส่น้ำ เนื่องจากความจุของตัวเก็บประจุคือปริมาณประจุที่ตัวเก็บประจุจะสามารถเก็บสะสมไว้ได้เมื่อเทียบกับความต่างศักย์ค่าหนึ่ง แต่ความจุของภาชนะใส่น้ำ คือ ปริมาณน้ำที่ภาชนะจะสามารถจุได้

ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา (Reflect on learning , monitor and evaluate of solutions through reflective supervision process : R)

5.1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดูตัวเก็บประจุอย่างง่าย ตามแต่เวลาจะอำนวย โดยอาจตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมว่า ตัวเก็บประจุที่มีรูปทรงกระบอก มีโครงสร้างแตกต่างจากตัวเก็บประจุแผ่นคู่ขนานอย่างไร โดยหลังการทำกิจกรรมให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับข้อดีของการสร้างตัวประจุให้มีรูปทรงกระบอก ซึ่งควรสรุปได้ว่า การสร้างตัวเก็บประจุรูปทรงกระบอกช่วยให้มีพื้นที่ของแผ่นตัวนำสำหรับเก็บประจุมาก และมีระยะระหว่างแผ่นตัวนำน้อย ทำให้สามารถเก็บประจุต่อหนึ่งปริมาตรได้

5.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ สิ่งที่ระบุบนตัวเก็บประจุ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน ครูอาจมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีการใช้หลักการของตัวเก็บประจุในการทำงาน เช่น จอสัมผัสเชิงความจุ (capacitive touch screen) เครื่องสแกนลายนิ้วมือเชิงความจุ (capacitive fingerprint scanner) หรือ เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า (defibrillator)

5.3 ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้

5.4 นักเรียนทุกคนรับแจกแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ และตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบโดยไม่ปรึกษากัน

ขั้นตอนที่ 6 แบ่งปันผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ (Share Knowledge on learning management through cooperative and supervisory process : S)

6.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันแบ่งปันองค์ความรู้ผ่านกระบวนการความร่วมมือและกระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันอภิปรายการทำให้อิเล็กทรอนิกส์แผ่นโลหะมีประจุ พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้ และนักเรียนสามารถแบ่งปันความรู้ที่ได้ด้วยคลิป VDO แล้วนำเสนอทางช่องทางสื่อออนไลน์

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
2. ใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
3. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ตัวเก็บประจุ
4. เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
5. สลากลำดับกลุ่ม
6. แบบบันทึกการเรียนรู้
7. ห้องสมุดโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)
8. แหล่งสืบค้นความรู้หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง
 - <https://dltv.ac.th> > utils > files > download
 - <http://edltv.thai.net> > courses
 - <https://www.ipst.ac.th>
 - <https://www.scimath.org/article-physics/item/12246-2021-06-09-08-39-55>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=49xomZMNOdU>

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านความรู้ นักเรียนอธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุรวม รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	การทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

8. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผล
ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนอธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ 2. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ 3. นักเรียนอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล 4. นักเรียนคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล	- การนำเสนอผลงานกลุ่ม	- แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมกลุ่ม	- แบบประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			การแบ่งหน้าที่ ภายในกลุ่ม			การรู้จักแสดงความคิดเห็น			การทำงานตาม ขั้นตอน			ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลา			ความเป็นระเบียบ และสะอาด			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
การแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีความรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มชัดเจน แต่ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มไม่ชัดเจน และไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
การรู้จักแสดงความคิดเห็น	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่มดีมาก	รู้จักแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม	ไม่แสดงความคิดเห็นในกลุ่มเลย
การทำงานตามขั้นตอน	มีการทำงานตามขั้นตอนดีมาก	มีการทำงานตามขั้นตอน	ทำงานไม่ตามขั้นตอน
ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนดเรียบร้อยดีมาก	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลาตามกำหนด	ปฏิบัติงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
ความเป็นระเบียบและสะอาด	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดและเป็นระเบียบสวยงามดีมาก	ชิ้นงานโดยภาพรวมสะอาดเรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานโดยภาพรวมสกปรกมาก ไม่เป็นระเบียบ

กลุ่มที่		ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															สรุป	
			กลวิธีการนำเสนอ			การใช้ภาษา			ความคิดสร้างสรรค์			การตอบคำถาม			เวลา			รวม	ผลการประเมิน
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
5	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
6	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
7	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
กลวิธีการนำเสนอ	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้อง	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน	มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่ผลงานที่นำเสนอถูกต้องบางส่วน
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษา	ใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักการใช้ภาษาบางส่วน	ใช้ภาษาในการสื่อสารไม่ถูกต้องตามหลักการใช้ภาษา แต่สื่อความหมายได้พอเข้าใจ
ความคิดสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์	มีการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลแต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์	เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นไม่ถูกต้องและไม่สร้างสรรค์
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงประเด็นทุกคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงประเด็น 3 คำถาม	ตอบคำถามไม่ถูกต้องและตรงประเด็น คำถามตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป
เวลา	เสร็จทันเวลาที่กำหนด ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนด 5 นาที แต่ผลงานมีคุณภาพ	ใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนดมากกว่า 5 นาที ผลงานไม่มีคุณภาพ

แบบบันทึกคะแนนการประเมินระหว่างเรียน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุ

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรมการ ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

เลข ที่	ชื่อ – สกุล	แบบประเมิน พฤติกรรม ร่วมกิจกรรม กลุ่ม (15 คะแนน)	แบบประเมิน การนำเสนอ ผลงานกลุ่ม (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	รวมคะแนน (40 คะแนน)
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
รวม					
เฉลี่ย					
ร้อยละ					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

...../...../.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการสถานศึกษาฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้ผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

...../...../.....

บันทึกผลหลังการสอน

ปัญหา อุปสรรคที่พบ

-

ข้อเสนอแนะ หรือแนวทางปรับปรุงแก้ไข

.....ไม่มี.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

...../...../.....

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง ตัวเก็บประจุ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
---	---	---

ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า (Capacitor and Capacitance)

ในวงจรไฟฟ้าบางวงจรจะมีการใช้ตัวนำทำหน้าที่ในการเก็บประจุ เรียกตัวนำที่ทำหน้าที่นี้ว่า ตัวเก็บประจุ (capacitor หรือ condenser) ซึ่งได้มีการออกแบบตัวเก็บประจุให้มีรูปทรงแตกต่างกันไป ทั้งยังมีความสามารถในการเก็บประจุมากน้อยต่างกันไปอีกด้วย ดังรูป 1 ก. และมีการกำหนดสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า ดังรูป 1 ข.



รูป 1 ตัวเก็บประจุและสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ

การเก็บประจุของตัวเก็บประจุขึ้นกับอะไร ในที่นี้จะพิจารณาดังนี้

พิจารณาตัวนำทรงกลมรัศมี a มีประจุที่ตัวนำนี้เก็บไว้เท่ากับ Q จะได้ว่าศักย์ไฟฟ้า V ที่ผิวและภายในตัวนำนี้มีค่าเป็น

$$V = \frac{KQ}{a}$$

แสดงว่าสำหรับตัวนำทรงกลมหนึ่งๆ ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวและภายในตัวนำมีค่าแปรผันตรงกับค่าประจุที่ตัวนำเก็บไว้

ตัวอย่าง ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ เก็บประจุเท่ากัน ทรงกลม A จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นกี่เท่าของทรงกลม B

วิธีทำ	จาก	V	$=$	$\frac{KQ}{a}$	
	จะได้	V_A	$=$	$\frac{KQ}{5 \times 10^{-2}}$	(1)
	และ	V_B	$=$	$\frac{KQ}{10 \times 10^{-2}}$	(2)
	(1) / (2)	$\frac{V_A}{V_B}$	$=$	$\frac{KQ}{5 \times 10^{-2}} \times \frac{10 \times 10^{-2}}{KQ}$	$= 2$
		V_A	$=$	$2V_B$	

ตอบ ทรงกลม A จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็น 2 เท่าของทรงกลม B (แสดงว่าทรงกลมขนาดเล็ก เมื่อรับประจุเท่ากัน จะมีศักย์ไฟฟ้า มากกว่า ทรงกลมขนาดใหญ่กว่า)

ตัวอย่าง ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ทรงกลม A จะมีประจุไฟฟ้าเป็นกี่เท่าของทรงกลม B

วิธีทำ	จาก	V	$=$	$\frac{KQ}{a}$	
	หรือ	Q	$=$	$\frac{aV}{K}$	
	จะได้	Q_A	$=$	$\frac{5 \times 10^{-2} (V)}{K}$	(1)
	และ	Q_B	$=$	$\frac{10 \times 10^{-2} (V)}{K}$	(2)
	(1) / (2)	$\frac{Q_A}{Q_B}$	$=$	$\frac{5 \times 10^{-2} (V)}{K} \times \frac{K}{10 \times 10^{-2} (V)}$	
		Q_A	$=$	$\frac{1}{2} Q_B$	

ตอบ ทรงกลม A จะมีประจุเป็นครึ่งหนึ่งของทรงกลม B (แสดงว่า ทรงกลมขนาดเล็ก จะสามารถเก็บประจุได้น้อยกว่า ทรงกลมขนาดใหญ่)

เมื่อให้ประจุไฟฟ้าเท่ากันแก่ตัวนำทรงกลมขนาดต่างกัน ตัวนำทรงกลมขนาดเล็กจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า แต่ถ้าให้ตัวนำทรงกลมขนาดต่างกันมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน จำนวนประจุในทรงกลมขนาดใหญ่จะมากกว่าจำนวนประจุในทรงกลมขนาดเล็ก ความสามารถในการเก็บประจุ ก็คือ ความจุของตัวนำนั่นเอง

ความสามารถในการเก็บประจุซึ่งเรียกว่าความจุ ดังกล่าว นอกจากพิจารณาจากรูปทรงของตัวนำแล้วพิจารณาได้จากค่าอัตราส่วนของประจุต่อศักย์ไฟฟ้า จึงมีการกำหนดให้ค่านี้เป็นค่าความจุ เมื่อให้ C เป็นสัญลักษณ์แทนความจุ จะเขียนได้ว่า

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

เมื่อ Q คือประจุซึ่งเก็บไว้ที่ตัวเก็บประจุ และ V คือศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ ในระบบหน่วยเอสไอ ความจุมีหน่วย คูลอมป์/โวลต์ (C/V) หรือ ฟารัด (F) หน่วยนี้ในทางปฏิบัติเป็นหน่วยใหญ่มาก ตัวเก็บประจุจำนวนมากจะมีความจุน้อยกว่านี้มาก จึงใช้หน่วยเป็นไมโครฟารัด (μF) หรือพิโกฟารัด (pF) ค่าความจุของตัวเก็บประจุรูปทรงหนึ่งๆจะมีค่าคงตัวเช่นในกรณีตัวนำทรงกลมที่กล่าวมาแล้ว จะมีค่าความจุเป็น

$$C = \frac{a}{K}$$

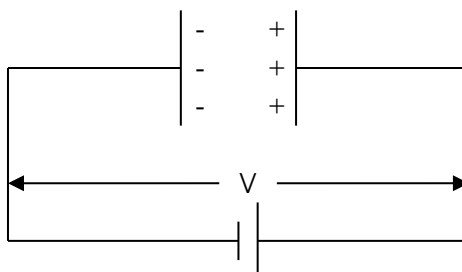
ซึ่งกล่าวได้ว่า ความจุของตัวนำทรงกลมแปรผันตรงกับรัศมีของทรงกลม นั่นคือตัวนำทรงกลมใหญ่จะมีความจุมากกว่าตัวนำทรงกลมเล็ก เมื่อนำสมการนี้มาพิจารณาความจุไฟฟ้าของโลกโดยถือว่าโลกเป็นตัวนำทรงกลมขนาดใหญ่ จะได้ว่า โลกมีความจุมากมหาศาล เมื่อโลกให้รับประจุจากวัตถุอื่น ศักย์ไฟฟ้าของโลกจึงเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนถือได้ว่าโลกยังคงเป็นกลางทางไฟฟ้า นั่นคือมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ การต่อสายดินจึงต่อกับโลกได้

ตัวอย่าง ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้า 500 โวลต์ เมื่อเก็บประจุ 25 ไมโครคูลอมป์ จงหาค่าความจุของตัวนำนี้

วิธีทำ	จาก	C	$=$	$\frac{Q}{V}$	
	จะได้	C	$=$	$\frac{25 \times 10^{-6}}{500}$	$= 5 \times 10^{-8} F$

ตอบ ความจุของตัวนำนี้มีค่าเท่ากับ 5×10^{-8} ฟารัด

นอกจากตัวนำทรงกลมที่พิจารณาข้างต้น ยังมีตัวนำแบบอื่น ๆ อีก ซึ่งในการใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จะพบว่าตัวเก็บประจุส่วนมากประกอบด้วยแผ่นตัวนำขนานวางแยกกันมีฉนวนกั้นกลาง ทำหน้าที่เก็บประจุ โดยตัวเก็บประจุต่ออยู่กับความต่างศักย์ ทำให้แผ่นตัวนำหนึ่งเก็บประจุบวกอีกแผ่นหนึ่งเก็บประจุลบ ดังรูป 2



รูป 2 ตัวเก็บประจุต่ออยู่กับความต่างศักย์

ค่าประจุที่เก็บแต่ละแผ่นยังคงเท่ากัน คำนี้นี้ (ไม่คิดเครื่องหมาย) เป็นค่าประจุในตัวเก็บประจุหาได้จาก

$$Q = CV$$

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุ 40 ไมโครฟารัด ต่อกับความต่างศักย์ 9 โวลต์ จงหาประจุในตัวเก็บประจุนี้

วิธีทำ

จาก	Q	$=$	CV
จะได้	Q	$=$	$40 \times 10^{-6} \times 9$
		$=$	$360 \times 10^{-6} \text{ C}$

ตอบ ประจุในตัวเก็บนี้มีค่าเท่ากับ 360 ไมโครฟารัด

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุหนึ่งมีอักษรเขียนไว้ $0.05 \mu\text{F}$, 400 V จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าใด ถ้าเอาไปใช้งานที่ต้องการเก็บประจุ 15 ไมโครคูลอมบ์ ต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าใด

วิธีทำ

จาก	Q	$=$	CV
จะได้	Q	$=$	$0.05 \times 10^{-6} \times 400 = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$

ดังนั้น ตัวเก็บประจุนี้สามารถเก็บประจุได้มากที่สุด 20 ไมโครคูลอมบ์

จาก	C	$=$	$\frac{Q}{V}$
	V	$=$	$\frac{Q}{C} = \frac{20 \times 10^{-6}}{0.05 \times 10^{-6}}$
	V	$=$	300 V

ตอบ ต้องต่อกับความต่างศักย์ 300 โวลต์

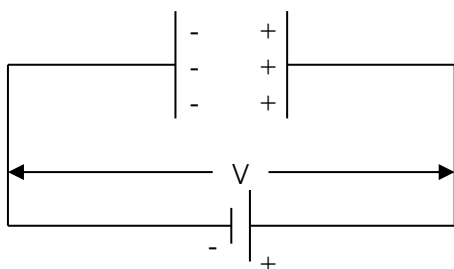
ตัวอย่าง แผ่นโลหะขนานห่างกัน 2 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 50 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 600 นิวตัน / คูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้มีประจุเท่าใด

วิธีทำ	จาก	E	$=$	$\frac{V}{d}$	
		V	$=$	Ed	$= 600 \times 2 \times 10^{-2}$
		V	$=$	12 V	
	จาก	Q	$=$	CV	
	จะได้	Q	$=$	$50 \times 10^{-12} \times 12$	$= 6 \times 10^{-10} \text{ C}$

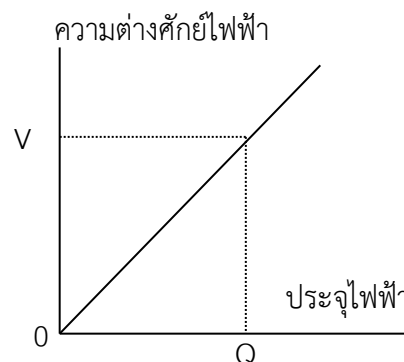
ตอบ ตัวเก็บประจุนี้สามารถเก็บประจุได้ 6×10^{-10} คูลอมบ์

พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

เมื่อต่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้ากับปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุดังรูป 3 ก. พบว่าในตอนแรกตัวเก็บประจุยังไม่มีประจุ เมื่อตัวเก็บประจุมีประจุเพิ่มขึ้นจาก ศูนย์ถึง Q ความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึง V ดังกราฟรูป 3 ข.



รูป 3 ก. แสดงตัวเก็บประจุต่ออยู่กับความต่าง

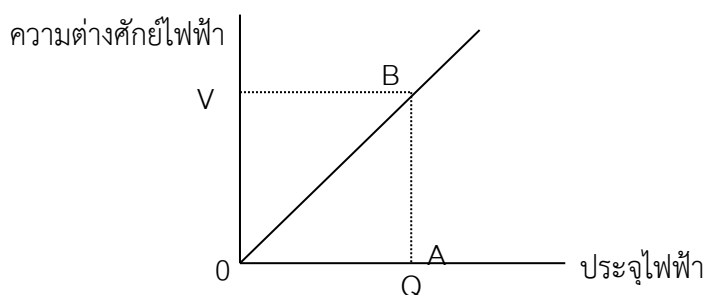


รูป 3 ข. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประจุ Q กับความต่างศักย์ V

จากงานในการเคลื่อนประจุผ่านจุด 2 จุดที่มีความต่างศักย์ V ให้แก่ตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้าคูณประจุ ถ้าให้ W คืองานที่ทำ

ดังนั้น	W	$=$	$\left(\frac{0 + V}{2} \right) Q$
	W	$=$	$\frac{QV}{2} = \frac{1}{2} QV$

แสดงว่างานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ $\frac{1}{2}QV$ ค่านี้จะเท่ากับพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ สามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง V กับ Q ดังนี้



รูป 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประจุ Q กับความต่างศักย์ V

ให้ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ คือ U

จะได้ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ $U =$ พื้นที่ใต้กราฟ OAB

$$U = \frac{1}{2}(OA)(AB)$$

$$U = \frac{1}{2}VQ$$

$\therefore$ งานในการเคลื่อนประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

$$\text{ได้ว่า } U = W$$

$$U = \frac{1}{2}QV$$

$$\text{หรือ } U = \frac{1}{2}CV^2 \quad \text{เมื่อ } Q = CV$$

$$\text{หรือ } U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad \text{เมื่อ } V = \frac{Q}{C}$$

ตัวอย่าง ถ้าใช้ตัวต้านทาน 10 โอห์ม ต่อคร่อมตัวเก็บประจุขนาด 2,000 ไมโครฟารัด เพื่อคายประจุจากค่าประจุเริ่มต้น 2 คูลอมป์ จนไม่มีประจุเหลืออยู่เลย จะเกิดความร้อนบนตัวต้านทานกี่จูล

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก} \quad U &= \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \left(\frac{2^2}{2,000 \times 10^{-6}} \right) \\ U &= 1,000 \text{ จูล} \end{aligned}$$

เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุจะถ่ายเทพลังงานให้กับตัวต้านทาน และจากหลักคงที่ของพลังงาน

$$\therefore \text{ความร้อนบนตัวต้านทาน} = 1,000 \text{ จูล}$$

ตอบ เกิดความร้อนบนตัวต้านทานเท่ากับ 1,000 จูล

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุขนาด 25 ไมโครฟารัด เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

วิธีทำ จาก $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-6} \times 100^2 = 0.125 \text{ J}$

ตอบ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุนี้มีค่าเท่ากับ 0.125 จูล

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 12 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด $6 \times 10^{-4} \text{ C}$ ตัวเก็บประจุนี้จะมีพลังงานสะสมเท่าไร

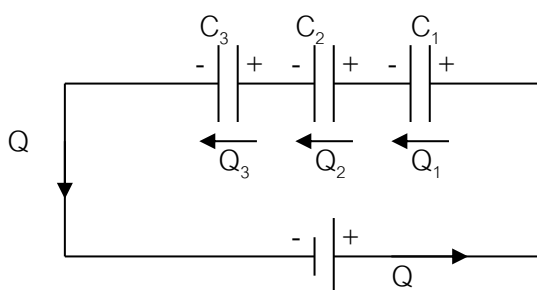
วิธีทำ จาก $U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-4} \times 12 = 3.6 \times 10^{-3} \text{ J}$

ตอบ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุนี้มีค่าเท่ากับ 3.6×10^{-3} จูล

การต่อตัวเก็บประจุ

ในการนำตัวเก็บประจุหลายๆตัว มาต่อกันเพื่อประโยชน์ในการใช้งาน มี 2 วิธีด้วยกันคือ

1. **การต่อแบบอนุกรม** คือการนำแผ่นบวกของตัวเก็บประจุของแผ่นหนึ่งมาต่อกับแผ่นลบของตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่ง เรียงกันเรื่อย ๆ ไป ดังรูป 1.



รูป 1. การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

เมื่อต่อตัวเก็บประจุ (C) เข้ากับความต่างศักย์ (V) จะเกิดการไหลของประจุทันที และผลของการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมจะได้ว่า

- ประจุในตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่ากัน เท่ากับประจุของทั้งวงจร
- ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุทุกตัว

เขียนสมการได้ดังนี้

$$V_{\text{รวม}} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } C &= \frac{Q}{V} \\
 \text{หรือ } V &= \frac{Q}{C} \\
 \text{ดังนั้น } \frac{Q_{\text{รวม}}}{C_{\text{รวม}}} &= \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} \\
 \text{เมื่อ } Q_{\text{รวม}} &= Q_1 = Q_2 = Q_3
 \end{aligned}$$

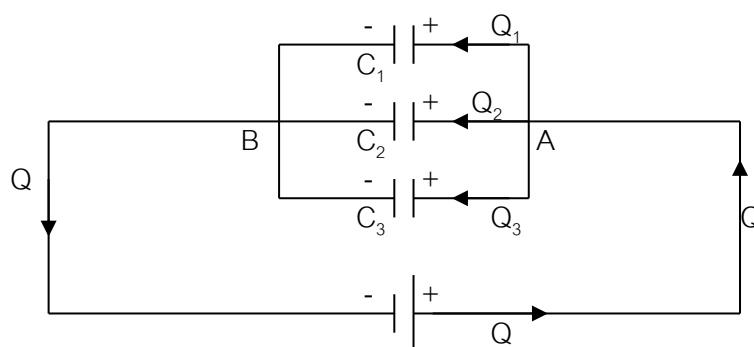
จะได้ว่า

$$\frac{1}{C_{\text{รวม}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

ถ้ามีตัวเก็บประจุ n ตัวมีความจุแต่ละ C เท่ากัน ต่ออนุกรมกัน หา C รวมได้จาก

$$C_{\text{รวม}} = \frac{C}{n}$$

2. การต่อแบบขนาน คือ การนำตัวเก็บประจุมาต่อกันโดยให้ต่อแผ่นบวกรวมกันที่จุดหนึ่ง และให้แผ่นลบรวมกันที่อีกจุดหนึ่ง ดังรูป 2.



รูป 2. การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน

ผลของการต่อแบบขนานจะได้ว่า

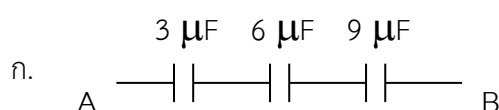
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากันและเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม
 - ประจุไฟฟ้ารวมเท่ากับผลรวมของประจุที่ผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า
- เขียนสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{รวม}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\
 \text{จาก } C &= \frac{Q}{V} \\
 \text{หรือ } Q &= CV \\
 \text{ดังนั้น } C_{\text{รวม}} V_{\text{รวม}} &= C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 \\
 \text{เมื่อ } V_{\text{รวม}} &= V_1 = V_2 = V_3
 \end{aligned}$$

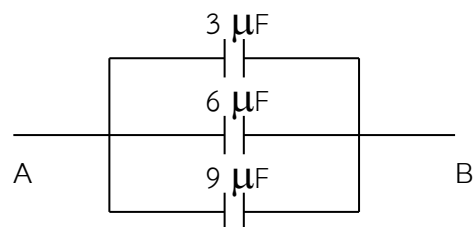
จะได้ว่า

$$C_{\text{รวม}} = C_1 + C_2 + C_3$$

ตัวอย่าง จงหาความจุไฟฟ้ารวมระหว่าง A กับ B จากรูป



ข.



วิธีทำ

ก. ต่อแบบอนุกรม

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } \frac{1}{C_{\text{รวม}}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \\
 \frac{1}{C_{\text{รวม}}} &= \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9} = \frac{6 + 3 + 2}{18} = \frac{11}{18} \\
 C_{\text{รวม}} &= \frac{18}{11} \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

ตอบ ความจุไฟฟ้ารวมระหว่าง A กับ B เมื่อต่อแบบอนุกรมมีค่าเท่ากับ $\frac{18}{11}$ ไมโครฟารัด

ข. ต่อแบบขนาน

$$\begin{aligned} \text{จาก } C_{\text{รวม}} &= C_1 + C_2 + C_3 \\ C_{\text{รวม}} &= 3 + 6 + 9 = 18 \mu\text{F} \end{aligned}$$

ตอบ ความจุไฟฟ้ารวมระหว่าง A กับ B เมื่อต่อแบบขนานมีค่าเท่ากับ 18 ไมโครฟารัด

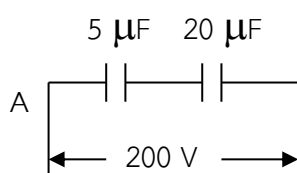
ตัวอย่าง เมื่อนำตัวเก็บประจุขนาด 5 ไมโครฟารัด และ 20 ไมโครฟารัด ไปต่อเข้ากับความต่างศักย์ 200 โวลต์ จะเกิดประจุและความต่างศักย์บนตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่าใด ถ้าตัวเก็บประจุทั้งสองนั้นต่อกันแบบ

ก. อนุกรม

ข. ขนาน

วิธีทำ

ก. แบบอนุกรม



$$\begin{aligned} \text{จาก } \frac{1}{C_{\text{รวม}}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ \frac{1}{C_{\text{รวม}}} &= \frac{1}{5} + \frac{1}{20} = \frac{4+1}{20} = \frac{5}{20} \\ C_{\text{รวม}} &= 4 \mu\text{F} \end{aligned}$$

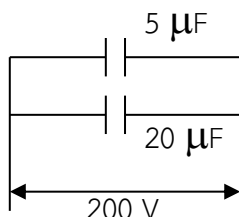
$$\text{หา } Q_{\text{รวม}} ; \text{ จาก } Q_{\text{รวม}} = (CV)_{\text{รวม}} = (4 \times 10^{-6})(200) = 8 \times 10^{-4} \text{ C}$$

∴ ประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับ 8×10^{-4} คูลอมบ์ เพราะแต่แบบอนุกรม
หาศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวเก็บประจุแต่ละตัว

$$\begin{aligned} \text{จาก } C &= \frac{Q}{V} \\ \text{จะได้ } V_1 &= \frac{Q_1}{C_1} = \frac{8 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-6}} = 160 \text{ V} \\ V_2 &= \frac{Q_2}{C_2} = \frac{8 \times 10^{-4}}{20 \times 10^{-6}} = 40 \text{ V} \end{aligned}$$

∴ ศักย์ไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ 5 ไมโครฟารัด และ 20 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 160 โวลต์ และ 40 โวลต์ ตามลำดับ

ข. แบบขนาน



การต่อแบบขนานศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากัน และเท่ากับ ศักย์ไฟฟ้ารวม

$$\text{จะได้ } V_1 = V_2 = V_{\text{รวม}}$$

$$\therefore V_1 = V_2 = 200$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ 5 ไมโครฟารัด และ 20 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 200 โวลต์
หาประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัว

$$\text{จาก } Q = CV$$

$$\text{จะได้ } Q_1 = C_1 V_1 = (5 \times 10^{-6})(200) = 1 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$Q_2 = C_2 V_2 = (20 \times 10^{-6})(200) = 4 \times 10^{-3} \text{ C}$$

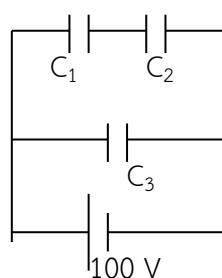
ประจุบนตัวเก็บประจุ 5 ไมโครฟารัด และ 20 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 1×10^{-3} คูลอมบ์และ 4×10^{-3} คูลอมบ์ ตามลำดับ

ตัวอย่าง นำตัวเก็บประจุที่มีความจุ 2 ไมโครฟารัด มาอัดประจุโดยใช้ความต่างศักย์ 12 โวลต์ แล้วถอดออกและนำไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุที่มีความจุ 1 ไมโครฟารัดที่ยังไม่ได้อัดประจุ ความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุทั้งสองจะมีค่ากี่โวลต์

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก } V_{\text{รวม}} &= \frac{Q_{\text{รวม}}}{C_{\text{รวม}}} \\ \text{หา } C_{\text{รวม}} \quad \text{จาก } C_{\text{รวม}} &= C_1 + C_2, \text{เมื่อต่อแบบขนาน} \\ C_{\text{รวม}} &= (2 \times 10^{-6}) + (1 \times 10^{-6}) = 3 \times 10^{-6} \text{ F} \\ Q_1 &= CV = (2 \times 10^{-6})(12) = 24 \times 10^{-6} \text{ C} \\ Q_2 &= 0 \text{ (ศูนย์) }, \text{ ยังไม่ได้อัดประจุ} \\ \therefore Q_{\text{รวม}} &= Q_1 + Q_2 = 24 \times 10^{-6} + 0 = 24 \times 10^{-6} \text{ C} \\ \therefore V_{\text{รวม}} &= \frac{Q_{\text{รวม}}}{C_{\text{รวม}}} = \frac{24 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 8 \text{ V} \end{aligned}$$

ตอบ ความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุทั้งสองจะมีค่าเท่ากับ 8 โวลต์

ตัวอย่าง จากวงจรและข้อมูลที่กำหนดให้ พลังงานสะสมในวงจรมีค่ากี่จูล



เมื่อ	C_1	=	4	ไมโครฟารัด
	C_2	=	12	ไมโครฟารัด
	C_3	=	9	ไมโครฟารัด

วิธีทำ หา C_{12} , จาก $\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{3+1}{12} = \frac{4}{12}$$

$$C_{12} = 3 \quad \mu\text{F}$$

$$C_{\text{รวม}} = C_{12} + C_3 = 3 + 9 = 12 \quad \mu\text{F}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{จาก } U &= \frac{1}{2} CV^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-6} \times 100^2 = 0.06 \quad \text{J} \end{aligned}$$

ตอบ พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุนี้มีค่าเท่ากับ 0.06 J

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ใบกิจกรรมที่ 5.1 ตัวเก็บประจุ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
---	----------------------------------	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

กิจกรรมที่ 5.1 ตัวเก็บประจุ

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี 6 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตรตามลำดับ เก็บประจุเท่ากัน
ทรงกลม A จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นกี่เท่าของทรงกลม B

วิธีทำ	จาก	$V = \frac{KQ}{a}$	
จะได้	$V_A =$	$\frac{KQ}{6 \times 10^{-2}}$	(1)
และ	$V_B =$	$\frac{KQ}{15 \times 10^{-2}}$	(2)
(1) / (2)	$\frac{V_A}{V_B} =$	$\frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$	$= 2.5$
	$V_A =$	$2.5V_B$	

2. ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้า 150 โวลต์ เมื่อเก็บประจุ 6 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าความจุของตัวนำนี้

วิธีทำ	จาก	$C = \frac{Q}{V} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = 4 \times 10^{-8} \text{ F}$
--------	-----	--

3. ตัวเก็บประจุหนึ่งมีอักษรเขียนไว้ $0.25 \mu\text{F}$, 100 V จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าใด ถ้าเอาไปใช้งานที่ต้องการเก็บประจุ 20 ไมโครคูลอมบ์ ต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าใด

วิธีทำ	จาก	$Q = CV = \dots\dots\dots = 25 \times 10^{-6} \text{ C}$
ดังนั้น	ตัวเก็บประจุนี้สามารถเก็บประจุได้มากที่สุด 25 ไมโครคูลอมบ์	
จาก	$V = \frac{Q}{C} = \frac{\dots\dots\dots}{0.25 \times 10^{-6}} = 80 \text{ V}$	

4. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 5 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 80 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 400 นิวตัน / คูโลมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้มีประจุเท่าใด

วิธีทำ จาก $V = Ed = \dots\dots\dots V$

$$V = 20 \text{ V}$$

จาก $Q = CV = \dots\dots\dots = 16 \times 10^{-10} \text{ C}$

5. ตัวเก็บประจุขนาด 5 ไมโครฟารัด เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

วิธีทำ จาก $U = \frac{1}{2}CV^2 = \dots\dots\dots = 0.025 \text{ J}$

6. ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 8 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด $2.5 \times 10^{-4} \text{ C}$ ตัวเก็บประจุนี้จะมี พลังงานสะสมเท่าไร

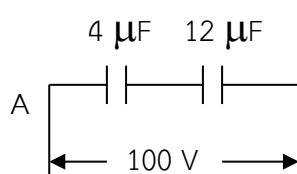
วิธีทำ จาก $U = \frac{1}{2}QV = \dots\dots\dots = 1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$

7. เมื่อนำตัวเก็บประจุขนาด 4 ไมโครฟารัด และ 12 ไมโครฟารัด ไปต่อเข้ากับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จะเกิดประจุและความต่างศักย์บนตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่าใด ถ้าตัวเก็บประจุทั้งสองนั้นต่อกันแบบ

ก. อนุกรม

ข. ขนาน

วิธีทำ ก. แบบอนุกรม



จาก $\frac{1}{C_{\text{รวม}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \dots\dots\dots$

$$C_{\text{รวม}} = \dots\dots\dots \mu\text{F}$$

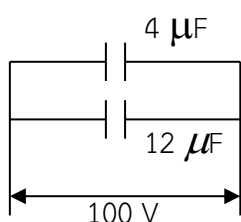
หา $Q_{\text{รวม}}$; จาก $Q_{\text{รวม}} = (CV)_{\text{รวม}} = (\dots\dots\dots)(100) = 3 \times 10^{-4} \text{ C}$

$\therefore$ ประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับ 3×10^{-4} คูโลมบ์ เพราะต่อแบบอนุกรม

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

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } V_1 &= \frac{Q_1}{C_1} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = 75 \text{ V} \\ V_2 &= \frac{Q_2}{C_2} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = 25 \text{ V} \end{aligned}$$

ข. แบบขนาน



การต่อแบบขนานศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากัน และเท่ากับ ศักย์ไฟฟ้ารวม

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } V_1 &= V_2 = V_{\text{รวม}} \\ \therefore V_1 &= V_2 = 100 \end{aligned}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ 4 ไมโครฟารัด และ 12 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 100 โวลต์
หาประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัว

$$\begin{aligned} \text{จาก } Q &= CV \\ \text{จะได้ } Q_1 &= C_1 V_1 = \dots\dots\dots = 4 \times 10^{-4} \text{ C} \\ Q_2 &= C_2 V_2 = \dots\dots\dots = 1.2 \times 10^{-3} \text{ C} \end{aligned}$$

ประจุบนตัวเก็บประจุ 4 ไมโครฟารัด และ 12 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 4×10^{-4} คูลอมป์และ 1.2×10^{-3} คูลอมป์ ตามลำดับ

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง กฎของคูลอมบ์
---	-------------------------------------	---

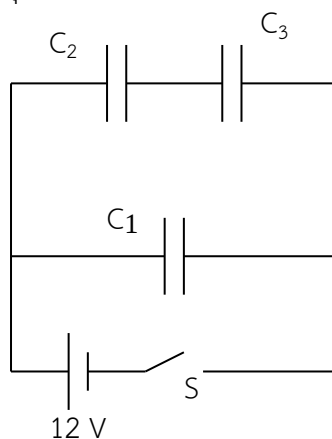
ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

- จงหาประจุบนตัวเก็บขนาด 50 ไมโครฟารัด ที่มีความต่างศักย์ 16 โวลต์ ก่อนนำไปต่อขนานกับ
ตัวเก็บประจุขนาด 30 ไมโครฟารัด ซึ่งแต่เดิมไม่มีประจุอยู่เลย ในหน่วยคูลอมบ์
ก. 3.2×10^{-4} ข. 4.8×10^{-4} ค. 8.0×10^{-4} ง. 12.8×10^{-4}
- จากข้อ 1. เมื่อนำไปต่อขนานกันแล้ว จงหาประจุบนตัวเก็บประจุขนาด 50 ไมโครฟารัด
ในหน่วยคูลอมบ์
ก. 2.0×10^{-4} ข. 3.2×10^{-4} ค. 5.0×10^{-4} ง. 8.0×10^{-4}
- จากข้อ 1. เมื่อนำไปต่อขนานกันแล้ว จงหาพลังงานสะสมบนตัวเก็บประจุขนาด 30 ไมโครฟารัด
ก. $15 \times 10^{-4} \text{ J}$ ข. $30 \times 10^{-4} \text{ J}$ ค. $50 \times 10^{-4} \text{ J}$ ง. $60 \times 10^{-4} \text{ J}$

โจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 4 – ข้อ 6

ตัวเก็บประจุ C_1 , C_2 และ C_3 มีขนาดความจุ 4 , 3 และ 6 ไมโครฟารัด ตามลำดับ ก่อนนำมาต่อกับ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ดังรูป ตัวเก็บประจุทั้งสามยังไม่มีประจุอยู่ภายในสนามเลย เมื่อปิดสวิตช์ S เป็นเวลานานพอที่จะทำให้อยู่ในสภาพสมดุล



4. จงหาประจุบนตัวเก็บประจุ C_2 เป็นกี่ไมโครคูลอมบ์

ก. 24

ข. 36

ค. 108

ง. 120

5. จงหาความต่างศักย์ของตัวเก็บประจุ C_3 เป็นกี่โวลต์

ก. 3

ข. 4

ค. 6

ง. 9

6. จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_3 เป็นกี่ไมโครจูล

ก. 48

ข. 96

ค. 216

ง. 288

7. ตัวเก็บประจุ 3 ตัวมีความจุ $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 3 \mu\text{F}$ และ $C_3 = 5 \mu\text{F}$ นำมาต่อกันแบบอนุกรม แล้วนำไปต่อกับความต่างศักย์ 310 โวลต์ จงหาประจุไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ C_2 ในหน่วยคูลอมบ์

- ก. 1×10^{-4} ข. 2×10^{-4} ค. 3×10^{-4} ง. 5×10^{-4}

8. จงหาประจุบนตัวเก็บประจุที่มีความจุไฟฟ้า $140 \mu\text{F}$ ที่นำมาต่อขนานกันเพื่อเก็บประจุ โดยต่อกับความต่างศักย์ 1,000 โวลต์ ในหน่วยคูลอมบ์

- ก. 7.2 ข. 1.4 ค. 0.72 ง. 0.14

9. จากข้อ 8. ถ้าต้องการเก็บประจุ 7 C จะต้องนำตัวเก็บประจุมาต่อขนานกี่ตัว

- ก. 50 ข. 20 ค. 11 ง. 8

10. จากข้อ 8. ตัวเก็บประจุแต่ละตัวมีพลังงานสะสมกี่จูล

- ก. 70 ข. 20 ค. 7 ง. 2
-

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยแบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
---	---	---

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ค
3	ก
4	ก
5	ข
6	ก
7	ค
8	ง
9	ก
10	ก

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.1 ตัวเก็บประจุ	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุ
---	--------------------------------------	---

ชื่อ..... สกุล..... ชั้น ม. 6/..... เลขที่.....

1. ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมี 6 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตรตามลำดับ เก็บประจุเท่ากัน
ทรงกลม A จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นกี่เท่าของทรงกลม B

วิธีทำ จาก $V = \frac{KQ}{a}$

จะได้ $V_A = \frac{KQ}{6 \times 10^{-2}} \dots\dots\dots (1)$

และ $V_B = \frac{KQ}{15 \times 10^{-2}} \dots\dots\dots (2)$

$(1) / (2)$ $\frac{V_A}{V_B} = \frac{\dots\dots\dots KQ \times 15 \times 10^{-2} \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots KQ \times 6 \times 10^{-2} \dots\dots\dots} = 2.5$

$V_A = 2.5 V_B$

2. ตัวนำทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้า 150 โวลต์ เมื่อเก็บประจุ 6 ไมโครคูลอมบ์ จงหาค่าความจุของตัวนำนี้

วิธีทำ จาก $C = \frac{Q}{V} = \frac{\dots\dots\dots 6 \times 10^{-6} \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots 150 \dots\dots\dots} = 4 \times 10^{-8} \text{ F}$

3. ตัวเก็บประจุหนึ่งมีอักษรเขียนไว้ $0.25 \mu\text{F}$, 100 V จะสามารถเก็บประจุไว้ได้สูงสุดเท่าใด ถ้าเอาไปใช้งานที่ต้องการเก็บประจุ 20 ไมโครคูลอมบ์ ต้องต่อกับความต่างศักย์เท่าใด

วิธีทำ จาก $Q = CV = \dots\dots\dots 0.25 \times 10^{-6} \times 100 \dots\dots\dots = 25 \times 10^{-6} \text{ C}$

ดังนั้น ตัวเก็บประจุนี้สามารถเก็บประจุได้มากที่สุด 25 ไมโครคูลอมบ์

จาก $V = \frac{Q}{C} = \frac{\dots\dots\dots 20 \times 10^{-6} \dots\dots\dots}{0.25 \times 10^{-6}} = 80 \text{ V}$

4. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 5 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุ 80 พิโกฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 400 นิวตัน / คูลอมบ์ อยากทราบว่าตัวเก็บประจุนี้มีประจุเท่าใด

วิธีทำ จาก $V = Ed = \dots 400 \times 5 \times 10^{-2} \dots V$

$$V = 20 \text{ V}$$

จาก $Q = CV = \dots 80 \times 10^{-12} \times 20 \dots = 16 \times 10^{-10}$

5. ตัวเก็บประจุขนาด 5 ไมโครฟารัด เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ

วิธีทำ จาก $U = \frac{1}{2} CV^2 = \dots \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 100^2 \dots = 0.025 \text{ J}$

6. ตัวเก็บประจุหนึ่ง เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 8 โวลต์ จะเกิดประจุบนตัวเก็บประจุขนาด $2.5 \times 10^{-4} \text{ C}$ ตัวเก็บประจุนี้จะมี พลังงานสะสมเท่าไร

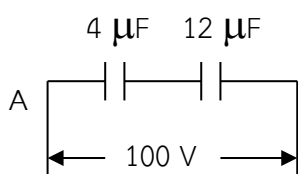
วิธีทำ จาก $U = \frac{1}{2} QV = \dots \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} \times 8 \dots = 1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$

7. เมื่อนำตัวเก็บประจุขนาด 4 ไมโครฟารัด และ 12 ไมโครฟารัด ไปต่อเข้ากับความต่างศักย์ 100 โวลต์ จะเกิดประจุและความต่างศักย์บนตัวเก็บประจุแต่ละตัวเท่าใด ถ้าตัวเก็บประจุทั้งสองนั้น ต่อกันแบบ

ก. อนุกรม

ข. ขนาน

วิธีทำ ก. แบบอนุกรม



จาก $\frac{1}{C_{\text{รวม}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} =$

$$\frac{\dots 4 \dots}{\dots 12 \dots}$$

$$C_{\text{รวม}} = \dots 3 \dots \mu\text{F}$$

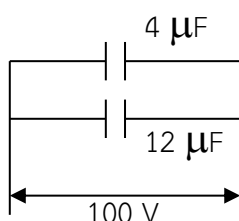
หา $Q_{\text{รวม}}$; จาก $Q_{\text{รวม}} = (CV)_{\text{รวม}} = (\dots 3 \times 10^{-6} \dots)(100) = 3 \times 10^{-4} \text{ C}$

$\therefore$ ประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับ 3×10^{-4} คูลอมบ์ เพราะต่อแบบอนุกรม

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

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } V_1 &= \frac{Q_1}{C_1} = \frac{...3 \times 10^{-4} \dots}{.....4 \times 10^{-6} \dots} = 75 \text{ V} \\ V_2 &= \frac{Q_2}{C_2} = \frac{...3 \times 10^{-4} \dots}{.....12 \times 10^{-6} \dots} = 25 \text{ V} \end{aligned}$$

ข. แบบขนาน



การต่อแบบขนานศักย์ไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะเท่ากัน และเท่ากับ ศักย์ไฟฟ้ารวม

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } V_1 &= V_2 = V_{\text{รวม}} \\ \therefore V_1 &= V_2 = 100 \end{aligned}$$

$\therefore$ ศักย์ไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ 4 ไมโครฟารัด และ 12 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 100 โวลต์

หาประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัว

$$\text{จาก } Q = CV$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } Q_1 &= C_1 V_1 = ...4 \times 10^{-6} \times 100 \dots = 4 \times 10^{-4} \text{ C} \\ Q_2 &= C_2 V_2 = ...12 \times 10^{-6} \times 100 \dots = 1.2 \times 10^{-3} \text{ C} \end{aligned}$$

ประจุบนตัวเก็บประจุ 4 ไมโครฟารัด และ 12 ไมโครฟารัด มีค่าเท่ากับ 4×10^{-4} คูลอมบ์และ 1.2×10^{-3} คูลอมบ์ ตามลำดับ



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

แผนการจัดการเรียนรู้วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนหลังทำการเรียนการสอน

เวลา 2 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. สาระสำคัญ

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิตแล้ว ควรมีการทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนหลังทำการเรียนการสอนเพื่อทราบความก้าวหน้าของผู้เรียน

2. ผลการเรียนรู้

-

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 40 ข้อ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

1. ครูสนทนาทักทายนักเรียนสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูกล่าวชื่นชมนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในกระบวนการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. นักเรียนรับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 ข้อ และทำแบบทดสอบดังกล่าวด้วยความซื่อสัตย์ เพื่อตรวจสอบก้าวหน้าในการเรียนรู้

3. นักเรียนรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 40 ข้อ และทำแบบทดสอบดังกล่าวด้วยความซื่อสัตย์ เพื่อตรวจสอบก้าวหน้าในการเรียนรู้

4. เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จแล้วให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยสลับกระดาษคำตอบกับเพื่อนข้างเคียง ครูเฉลยคำตอบ นักเรียนบันทึกคะแนนที่ได้

3. ขั้นสรุป

1. ครูสอบถามคะแนนที่นักเรียนได้ พร้อมยกย่องชมเชยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปทบทวนความรู้ใหม่ แล้วเขียนสรุปความรู้รวบยอด เรื่อง ไฟฟ้าสถิต มาส่งครูในวันถัดไป (ถ้ามี)

2. ครูชมเชยนักเรียนที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม มีความซื่อสัตย์ ไม่เปิดดูคำตอบก่อน และมีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ร่วมมือร่วมใจช่วยเหลือกันทำกิจกรรมของกลุ่มเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จและทันเวลา

5. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 40 ข้อ

6. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่วัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	- การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ - การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต	- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต	-
ด้านทักษะ	-	-	-
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	-	-	-

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 40 คะแนน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทบทวน 60 นาที โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ และมีคำถามเป็นชุด ๆ คำถามจะเรียงตามขั้นการแก้ปัญหา ได้แก่ ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหา
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจ จากนั้นตอบคำถาม และทำเครื่องหมาย (x) ทับหน้าอักษรหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

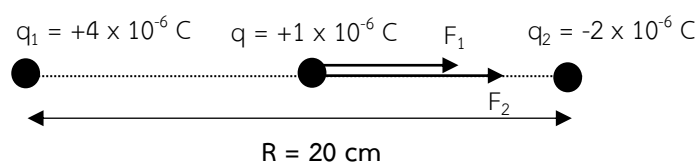
สถานการณ์ที่ 1

เมื่อนำลูกพิท 2 ลูก ที่มีประจุไฟฟ้าเหมือนกันวางใกล้กันในตัวกลางใด ๆ จะเกิดแรงผลักต่อกัน แต่ถ้าประจุทั้งสองต่างกันจะเกิดแรงดึงดูดต่อกัน โดยแรงระหว่างประจุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม ดังนั้น ถ้านำลูกพิทที่มีประจุบวกและประจุลบ วางห่างกัน 20 เซนติเมตร โดยให้ประจุลบอยู่ทางขวาของประจุบวกและนำประจุทดสอบขนาด $+1 \times 10^{-6}$ คูลอมป์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ

1. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. แรงที่กระทำต่อลูกพิทที่มีประจุ
 - ข. แรงที่ลูกพิทที่มีประจุกระทำต่อกัน
 - ค. แรงที่ลูกพิทที่มีประจุกระทำต่อประจุทดสอบ
 - ง. แรงที่ลูกพิทที่มีประจุทั้งสองกระทำต่อประจุทดสอบ
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ชนิดประจุของลูกพิท
 - ข. ขนาดของลูกพิทที่มีประจุ
 - ค. การวางตำแหน่งของลูกพิท
 - ง. การวางตำแหน่งของประจุทดสอบ
3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
 - ก. พิจารณาขนาดของลูกพิททั้งสอง
 - ข. พิจารณาทิศของแรงที่กระทำต่อลูกพิท
 - ค. พิจารณาทิศของแรงที่กระทำต่อกันระหว่างลูกพิทกับลูกพิท
 - ง. พิจารณาทิศของแรงที่กระทำต่อกันระหว่างลูกพิทกับประจุทดสอบ
4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด
 - ก. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกพิท
 - ข. แรงลัพธ์ที่ลูกพิทกระทำต่อลูกพิท
 - ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบ
 - ง. แรงลัพธ์ที่ลูกพิทกระทำต่อประจุทดสอบ

สถานการณ์ที่ 2

เมื่อนำประจุทดสอบขนาด $+1 \times 10^{-6}$ คูโลมบ์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างลูกพิททั้งสองที่มีขนาด $+4 \times 10^{-6}$ คูโลมบ์ และ -2×10^{-6} คูโลมบ์ ที่วางห่างกัน 20 เซนติเมตร จะเกิดแรงกระทำต่อประจุทดสอบดังรูป



5. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุ q_2
- ข. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุทดสอบ
- ค. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_2 กับประจุทดสอบ
- ง. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 และ q_2 กับประจุทดสอบ

6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. ขนาดของประจุทดสอบ
- ข. ตำแหน่งของประจุทดสอบ
- ค. ขนาดของประจุ q_1 และประจุ q_2
- ง. ตำแหน่งของประจุ q_1 และประจุ q_2

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ก. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = |F_1 - F_2|$

ข. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = F_1 + F_2$

ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2}$

ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

ก. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 2.7 \text{ N}$

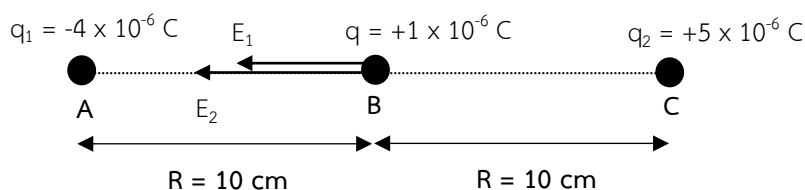
ข. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 5.4 \text{ N}$

ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 7.64 \text{ N}$

ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุทดสอบเท่ากับ $\Sigma F = 10.8 \text{ N}$

สถานการณ์ที่ 3

จุด A , B และ C อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ห่างกันช่วงละ 10 เซนติเมตร วางจุดประจุ -4 ไมโครคูลอมบ์ 5 ไมโครคูลอมบ์ ที่จุด A และ C ตามลำดับ หากนำประจุทดสอบมาวางไว้ ณ จุด B จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด B



9. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. สนามไฟฟ้าที่กระทำต่อจุด A
- ข. สนามไฟฟ้าที่กระทำต่อจุด B
- ค. สนามไฟฟ้าที่กระทำต่อจุด C
- ง. สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างจุด A กับจุด B

10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุ q_2
- ข. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 กับประจุทดสอบ
- ค. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_2 กับประจุทดสอบ
- ง. แรงที่กระทำระหว่างประจุ q_1 และ q_2 กับประจุทดสอบ

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ก. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = |E_1 - E_2|$

ข. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = E_1 + E_2$

ค. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2}$

ง. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2 + 2E_1E_2\cos\theta}$

12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

ก. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 0.9 \text{ N}$

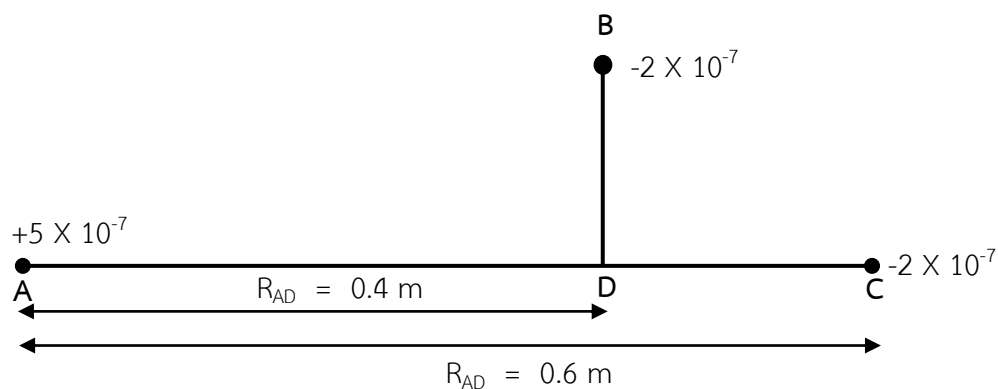
ข. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 3.6 \text{ N}$

ค. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 4.5 \text{ N}$

ง. สนามไฟฟ้าที่จุด B เท่ากับ $\Sigma E = 8.1 \text{ N}$

สถานการณ์ที่ 4

จงหาระยะทาง BD ดังรูป ที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง D เป็นศูนย์
เมื่อกำหนดค่าคงตัว $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$



13. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. ระยะทางที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ข. ชนิดของประจุที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ค. ขนาดของประจุที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ง. ระยะทางระหว่างประจุที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A เป็นศูนย์
- ข. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง B เป็นศูนย์
- ค. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง C เป็นศูนย์
- ง. ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่ง D เป็นศูนย์

15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

ก. $V_A = V_B + V_C$

ข. $V_B = V_A + V_C$

ค. $V_A = V_B + V_C + V_D$

ง. $V_D = V_A + V_B + V_C$

16. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

ก. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.04 เมตร

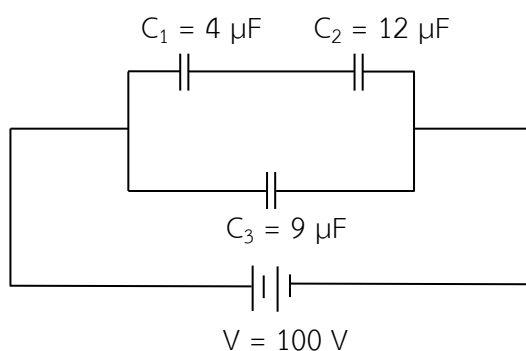
ข. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.08 เมตร

ค. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.4 เมตร

ง. ระยะห่าง BD มีค่าเท่ากับ 0.8 เมตร

สถานการณ์ที่ 5

ตัวเก็บประจุ C_1 , C_2 และ C_3 มีขนาดความจุ 4 ไมโครฟารัด , 12 ไมโครฟารัด และ 9 ไมโครฟารัด ตามลำดับ นำตัวเก็บประจุ C_1 , C_2 มาต่อกันแบบอนุกรม และต่อขนานกับ C_3 โดยนำตัวเก็บประจุ ประจุทั้ง 3 มาต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 100 V พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุมีค่ากี่จูล



17. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. การต่อตัวเก็บประจุ
 - ข. ขนาดของตัวเก็บประจุ
 - ค. พลังงานสะสมในตัวเก็บ
 - ง. ความต่างศักย์ที่ให้กับตัวเก็บประจุ

18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_1
 - ข. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_2
 - ค. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ C_3
 - ง. พลังงานสะสมในตัวเก็บประจรรวม

19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

$$\text{ก. } U = \frac{1}{2} (C_1 + C_2 + C_3) V^2$$

$$\text{ข. } U = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 + C_2 + C_3}{(C_1 + C_2) C_3} \right] + C_3) V^2$$

$$\text{ค. } U = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} \right] + C_3) V^2$$

$$\text{ง. } U = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 C_2}{C_2 + C_1} \right] + C_3) V^2$$

20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลอย่างไรมากที่สุด

$$\text{ก. } U = 0.015 \text{ J}$$

$$\text{ข. } U = 0.086 \text{ J}$$

$$\text{ค. } U = 0.043 \text{ J}$$

$$\text{ง. } U = 0.125 \text{ J}$$

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
 กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์
 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X)

ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				

โปรดดูเฉลยคำตอบในหน้าที่ 284

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	11	ข
2	ง	12	ง
3	ง	13	ก
4	ค	14	ง
5	ง	15	ง
6	ข	16	ง
7	ข	17	ค
8	ข	18	ง
9	ข	19	ง
10	ง	20	ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

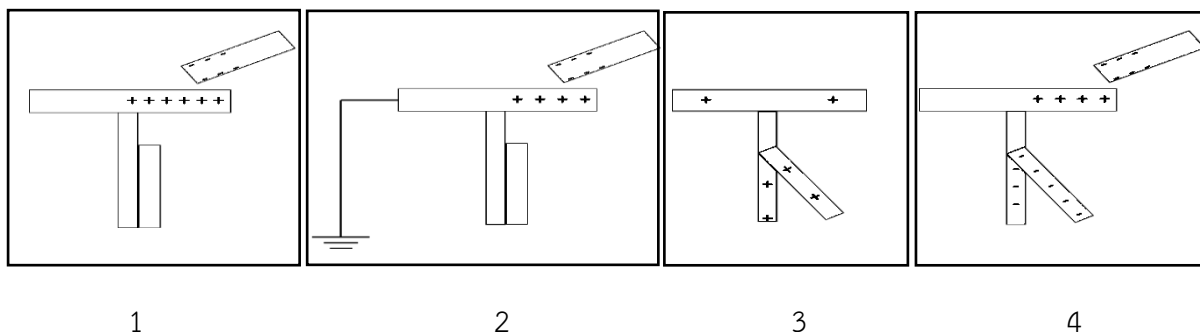
คำชี้แจง ข้อสอบแบบตัวเลือก มีจำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน ให้นักเรียนเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุด
เพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงในกระดาษคำตอบ
กำหนดให้ $g = 10$ เมตรต่อวินาที²

1. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้า
 - ก. ไฟผ่าเกิดจากการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน
 - ข. ไฟแลบเกิดจากการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ
 - ค. แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา
 - ง. ผิดทุกข้อที่กล่าวมา

2. การนำแท่งแก้วมาถูกับผ้าสักหลาดทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นผลมาจากข้อใด
 - ก. การสร้างประจุขึ้นมาใหม่
 - ข. การแตกตัวของนิวตรอน
 - ค. การย้ายประจุ
 - ง. ถูกทุกข้อ

3. ในการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต โดยการนำวัตถุ A B C และ D มาถูกับผ้าขนสัตว์ แล้วนำมาทดสอบแรงระหว่างกัน ปรากฏว่า A ดึงกับ B , B ผลักกับ C, C ดึงกับ D ชนิดของประจุไฟฟ้าของวัตถุ A B C และ D เป็นอย่างไร
 - ก. A เหมือนกับ C, B ต่างกับ D
 - ข. A เหมือนกับ C, B เหมือนกับ D
 - ค. A ต่างกับ C, B เหมือนกับ D
 - ง. A ต่างกับ C, B ต่างกับ D

4. จากรูป ข้อใดเรียงลำดับการต่อสายดินได้ถูกต้อง



ก. 2 4 1 3

ข. 4 2 1 3

ค. 4 1 2 3

ง. 1 4 2 3

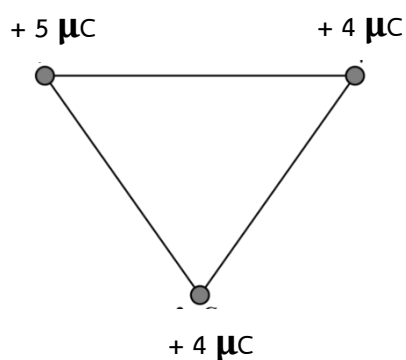
5. จากรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ยาวด้านละ 6 เซนติเมตร จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อ $+5\mu\text{C}$

ก. $10\sqrt{3}$ N

ข. 100 N

ค. $50\sqrt{3}$ N

ง. 50 N



6. จุดประจุ 2 ประจุ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร จุดประจุหนึ่งมีค่า 24 ไมโครคูลอมบ์ หากสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ อยู่ระหว่างประจุทั้งสองและห่างจากจุดประจุ 24 ไมโครคูลอมบ์ เท่ากับ 0.2 เมตร จงหาค่าประจุของอีกประจุหนึ่งมีค่ากี่ไมโครคูลอมบ์

ก. 6

ข. 18

ค. 36

ง. 54

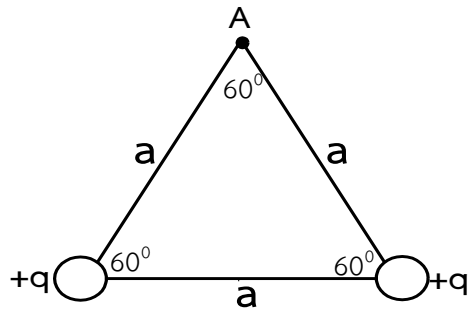
7. สามเหลี่ยมด้านเท่ารูปหนึ่งมีความยาวด้านละ a เซนติเมตร และที่แต่ละมุมของสามเหลี่ยมนี้มี จุดประจุ $+q$ และ $+q$ ไมโครคูลอมบ์วางอยู่ อยากทราบว่าขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุด A มีค่ากี่ นิวตันต่อคูลอมบ์

ก. $\frac{Kq}{a^2}$

ข. $\frac{\sqrt{3}Kq}{a^2}$

ค. $\frac{2Kq}{a^2}$

ง. $\frac{4Kq}{a^2}$



8. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อความที่ไม่ถูกต้อง

ก. ศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำมีค่าเป็นศูนย์

ข. ผลต่างระหว่างศักย์ไฟฟ้าของจุดสองจุดเรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ค. ในสนามไฟฟ้า ประจุบวกจะเคลื่อนที่ตามทิศของสนามไฟฟ้า

ง. ในสนามไฟฟ้า ประจุลบจะเคลื่อนที่ในทิศสวนทางกับสนามไฟฟ้า

9. จากกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ประจุ A มีขนาด $-4 \times 10^{-6} \text{ C}$ และประจุ B มีขนาด $80 \times 10^{-7} \text{ C}$ เมื่อนำมาสัมผัสกัน หลังสัมผัสประจุ A และประจุ B มีค่าเท่าใด ตามลำดับ หากประจุทั้งสองมี รัศมีเท่ากัน

ก. $-4 \mu\text{C}$, $8 \mu\text{C}$

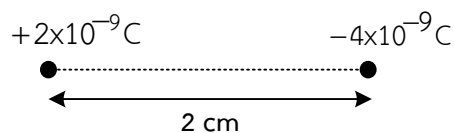
ข. $8 \mu\text{C}$, $-4 \mu\text{C}$

ค. $-2 \mu\text{C}$, $-2 \mu\text{C}$

ง. $2 \mu\text{C}$, $2 \mu\text{C}$

10. จุดประจุหนึ่งมีประจุ 11.2 ไมโครคูลอมบ์ จุดประจุนี้มีจำนวนอิเล็กตรอนอยู่ทั้งหมดกี่อนุภาค
- ก. 7×10^{-13}
- ข. 7×10^{13}
- ค. 7×10^{-19}
- ง. 7×10^{19}
11. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งมีประจุ $4 \mu\text{C}$ มีรัศมีผิวใน 6 เซนติเมตร และรัศมีผิวนอก 9 เซนติเมตร สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีค่าเป็นเท่าใด
- ก. $E_{\text{ใน}} = 1 \times 10^7 \text{ N/C}$, $E_{\text{นอก}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$
- ข. $E_{\text{ใน}} = 0 \text{ N/C}$, $E_{\text{นอก}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$
- ค. $E_{\text{ใน}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$, $E_{\text{นอก}} = 0.44 \times 10^7 \text{ N/C}$
- ง. ถูกทั้ง ก และ ข
12. จากข้อ 11. ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมมีค่าเป็นเท่าใด
- ก. $V_{\text{ใน}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 4 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
- ข. $V_{\text{ใน}} = 0 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
- ค. $V_{\text{ใน}} = 4 \times 10^5 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 4 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
- ง. $V_{\text{ใน}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$, $V_{\text{นอก}} = 6 \times 10^5 \text{ โวลต์}$
13. ตัวนำทรงกลมรัศมี 1 เซนติเมตร มีประจุขนาด 7×10^{-6} คูลอมบ์ ที่ตำแหน่งห่างจากตัวนำทรงกลมเป็นระยะ 6 เซนติเมตร จะมีขนาดของสนามไฟฟ้าเท่าใด
- ก. 1.12×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์
- ข. 1.28×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์
- ค. 1.75×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์
- ง. 1.98×10^7 นิวตันต่อคูลอมบ์

14. จากรูป จงหาสนามไฟฟ้าที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง มีค่ากี่กิโลนิวตันต่อคูลอมบ์



- ก. 180
 ข. 360
 ค. 540
 ง. 720
15. ตัวนำทรงกลม A และ B มีรัศมีเป็น R_A และ R_B ตามลำดับ (กำหนดให้ $R_A = 2R_B$) ถ้าโยงตัวนำทรงกลมเข้าด้วยกันด้วยเส้นลวดตัวนำขนาดเล็ก และยาวมาก เมื่อเทียบกับรัศมีของทรงกลมตัวนำทั้งสองนี้ จงหาอัตราส่วนของศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำ A ต่อศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำ B
- ก. 1 : 2
 ข. 1 : 1
 ค. 2 : 1
 ง. 4 : 1
16. จากโจทย์ข้อที่ 15. จงหาอัตราส่วนของปริมาณประจุไฟฟ้าบนตัวนำ A ต่อปริมาณประจุไฟฟ้าบนตัวนำ B ว่ามีค่าเป็นเท่าไร
- ก. 1 : 2
 ข. 1 : 1
 ค. 2 : 1
 ง. 4 : 1

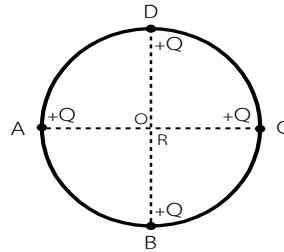
17. ประจุ Q วางที่ตำแหน่ง A, B, C และ D ของวงกลมที่มีรัศมี R ดังรูป ศักย์ไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางวงกลมนี้เป็นตามข้อใด

ก. 0

ข. $\frac{Q}{\epsilon_0 R}$

ค. $\frac{Q}{\pi \epsilon_0 R}$

ง. $\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$



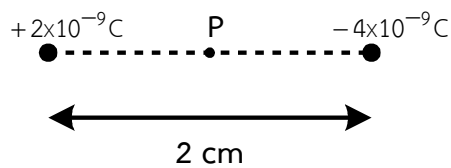
18. จากรูป จงหาศักย์ไฟฟ้าที่จุด P อยู่กึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง

ก. -18 โวลต์

ข. -1800 โวลต์

ค. 54 โวลต์

ง. 18 โวลต์



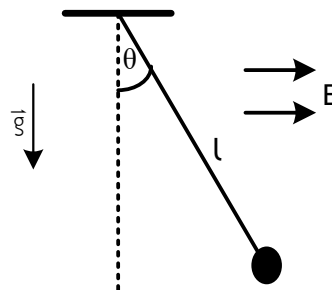
19. ลูกพิธมวล m แขนงด้วยเชือกยาว l มีประจุไฟฟ้า q และอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอในแนวระดับดังรูป ถ้าลูกบอลอยู่ในตำแหน่งสมดุลเส้นเชือกทำมุม θ กับแนวตั้ง จงหาขนาดของสนามไฟฟ้า

ก. $\frac{mg}{q}$

ข. $\frac{mg}{q} \tan \theta$

ค. $\frac{mg}{q} \cot \theta$

ง. $\frac{mg}{q} \sin \theta$



20. จุด A มีศักย์ไฟฟ้า $V_A = -2.0$ โวลต์ และจุด B ศักย์ไฟฟ้า $V_B = +6.0$ โวลต์ ถ้าต้องการเคลื่อนประจุ $+2 \times 10^{-6}$ คูลอมป์ จากจุด A ไปจุด B จะต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนประจุเท่ากับกี่จูล
- ก. -4.0×10^{-6}
 - ข. $+8.0 \times 10^{-6}$
 - ค. $+1.6 \times 10^{-5}$
 - ง. -1.6×10^{-5}
21. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับค่าสนามและศักย์ไฟฟ้าของทรงกลมโลหะที่มีประจุ
- ก. ที่ตำแหน่งภายนอกทรงกลม ขนาดของสนามไฟฟ้าแปรผันตรงกับกำลังสองของระยะห่างจากใจกลางทรงกลม
 - ข. ที่ตำแหน่งภายในทรงกลม ขนาดของสนามไฟฟ้ามีค่าคงที่
 - ค. ที่ตำแหน่งภายนอกทรงกลม ค่าของศักย์ไฟฟ้าแปรผันตรงกับระยะห่างจากใจกลางทรงกลม
 - ง. ที่ตำแหน่งภายในทรงกลม ค่าของศักย์ไฟฟ้ามีค่าคงที่
22. ศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมรัศมี 60 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 3×10^5 โวลต์ประจุไฟฟ้าในข้อใดที่ตัวนำทรงกลมนี้สามารถเก็บได้
- ก. $12 \mu\text{C}$
 - ข. $18 \mu\text{C}$
 - ค. $20 \mu\text{C}$
 - ง. $24 \mu\text{C}$

23. ถ้าถือว่าโลกมีรูปร่างทรงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับ 6,400 กิโลเมตร และพบว่าบริเวณใกล้ผิวโลก มีความเข้มสนามไฟฟ้าขนาดเท่ากับ 100 โวลต์ต่อเมตร จงหาปริมาณประจุไฟฟ้าบนผิวโลก
- ก. $9 \times 10^{-2} \text{ C}$
 - ข. $50 \times 10^3 \text{ C}$
 - ค. $5 \times 10^5 \text{ C}$
 - ง. $9 \times 10^5 \text{ C}$
24. ที่ตำแหน่ง ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้า เป็นระยะ 70 เซนติเมตร มีขนาดของสนามไฟฟ้า 3,500 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศพุ่งออกจากทรงกลม ศักย์ไฟฟ้าที่จุดห่าง ศูนย์กลางของทรงกลมเป็นระยะ 30 เซนติเมตร มีค่ากี่โวลต์
- ก. 4,716 V
 - ข. 5,000 V
 - ค. 5,716 V
 - ง. 6,716 V
25. ในการนำประจุ 4.5×10^{-3} คูลอมบ์ จากระยะอนันต์ มายังจุดจุดหนึ่งในสนามไฟฟ้า โดยทำงาน 90.0×10^{-2} จูล จุดดังกล่าวมีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด
- ก. 100 โวลต์
 - ข. 200 โวลต์
 - ค. 300 โวลต์
 - ง. 400 โวลต์

26. จุดประจุ A ขนาด 15 ไมโครคูลอมบ์ อยู่บนแกน Y ณ ตำแหน่ง $y = -3.0$ เมตร ในขณะที่จุดประจุ B ขนาด -4 ไมโครคูลอมบ์ อยู่บนแกน X ณ ตำแหน่ง $x = 2.0$ เมตร จงหาว่า จะต้องใช้พลังงานเท่าใดในการย้ายประจุ +2 ไมโครคูลอมบ์ จากระยะอนันต์มาไว้ยังจุดกำเนิดพิกัดฉากนี้

ก. -27 mJ

ข. 54 mJ

ค. -63 mJ

ง. 63 mJ

27. ประจุไฟฟ้า $+10^{-4}$ คูลอมบ์ วางที่มุมยอด A ของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีด้าน AB เท่ากับ AC เท่ากับ 50 เซนติเมตร และ BC เท่ากับ 60 เซนติเมตร ถ้าต้องการเคลื่อนประจุไฟฟ้า $+70$ ไมโครคูลอมบ์ จากจุด B ไปยังจุด C จะต้องใช้พลังงานกี่จูล

ก. 1.8×10^5 J

ข. 1.5×10^5 J

ค. 10.5 J

ง. 0 J

28. แผ่นโลหะขนานห่างกัน 10 เซนติเมตร ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุที่มีความจุ 90 พิโคฟารัด ถ้าสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะมีค่า 300 นิวตัน/คูลอมบ์ จะมีประจุไฟฟ้าจำนวนกี่คูลอมบ์

ก. 2.7×10^{-4} คูลอมบ์

ข. 2.7×10^{-9} คูลอมบ์

ค. 2.7×10^{-5} คูลอมบ์

ง. 2.7×10^{-10} คูลอมบ์

29. แผ่นโลหะคู่ขนานวางห่างกัน 2 มิลลิเมตร ต่อกับขั้วบวก - ลบ ของแบตเตอรี่ 9 โวลต์ จงหาสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีค่ากี่โวลต์ต่อเมตร

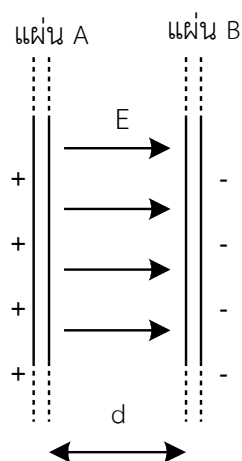
- ก. 4.5
- ข. 45
- ค. 450
- ง. 4500

30. แผ่นตัวนำคู่ขนาน ขนาดเท่ากัน วางห่างกัน 3 มิลลิเมตร ถ้าต่อแผ่นคู่ขนานนี้เข้ากับแบตเตอรี่ 9 โวลต์ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนานจะมีขนาดเท่าใด

- ก. 0.027 V.m
- ข. 27 V.m
- ค. 3 V/m
- ง. 3,000 V/m

31. แผ่นโลหะคู่ขนาน มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E ทิศตั้งรูป ถ้ามีไอออนมวล m ประจุ $+Q$ หลุดจากแผ่น A ด้วยอัตราเร็วต้นน้อยมาก ไอออนจะถึงแผ่น B ที่ระยะห่าง d จากแผ่น A ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

- ก. $\sqrt{\frac{2m}{QE d}}$
- ข. $\sqrt{\frac{m}{2QE d}}$
- ค. $\sqrt{\frac{QE d}{2m}}$
- ง. $\sqrt{\frac{2QE d}{m}}$



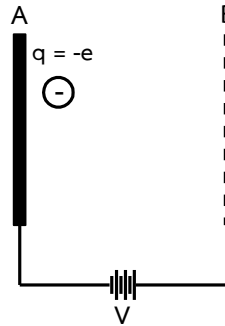
32. อิเล็กตรอนมีมวล m กิโลกรัม มีประจุ $-e$ คูลอมบ์ ถูกปล่อยด้วยความเร็วเริ่มต้นศูนย์ จากบริเวณใกล้แผ่นโลหะ A เมื่อให้ความต่างศักย์ V แก่แผ่นโลหะ A และตะแกรงโลหะ B ดังรูป แรงโน้มถ่วงมีค่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด เมื่อหลุดออกจากตะแกรง B อิเล็กตรอนจะมีอัตราเร็วเท่ากับกี่เมตรต่อวินาที

ก. $v = \sqrt{\frac{mV}{2e}}$

ข. $v = \sqrt{\frac{eV}{2m}}$

ค. $v = \sqrt{\frac{2mV}{e}}$

ง. $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$



33. ตัวเก็บประจุแบบแผ่นคู่ขนานขนาด 2 พิโกฟารัด ต่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้าขนาดหนึ่ง ถ้ามีพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุนี้เท่ากับ 1 จูล จงหาค่าประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุตัวนี้มีค่าเท่าใด

ก. $2 \mu\text{C}$

ข. $4 \mu\text{C}$

ค. $6 \mu\text{C}$

ง. $8 \mu\text{C}$

34. ตัวเก็บประจุขนาด 4 ไมโครฟารัด เมื่อต่อกับความต่างศักย์ 240 โวลต์ จงหาพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุมีค่ากี่จูล

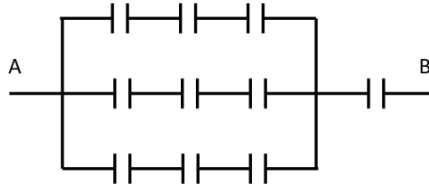
ก. 1152×10^{-12}

ข. 1152×10^{-8}

ค. 1152×10^{-6}

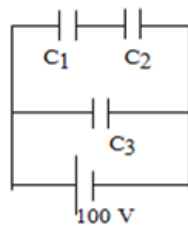
ง. 1152×10^{-4}

35. ตัวเก็บประจุแต่ละตัวมีค่าความจุ $3\ \mu\text{F}$ ความจุรวมระหว่าง A และ B มีค่าเท่าใด



- ก. $1.5\ \mu\text{F}$
 ข. $3.0\ \mu\text{F}$
 ค. $4.5\ \mu\text{F}$
 ง. $6.0\ \mu\text{F}$

36. จากวงจรและข้อมูลที่กำหนดให้ จงหาพลังงานสะสมในวงจรมีค่ากี่ไมโครจูล



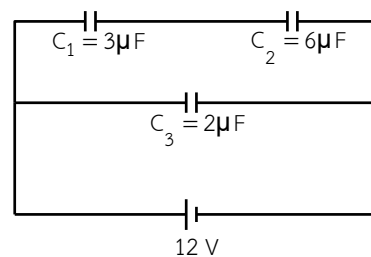
เมื่อ

- $C_1 = 4$ ไมโครฟารัด
 $C_2 = 12$ ไมโครฟารัด
 $C_3 = 9$ ไมโครฟารัด

- ก. 3.0×10^4
 ข. 4.5×10^4
 ค. 6.0×10^4
 ง. 9.0×10^4

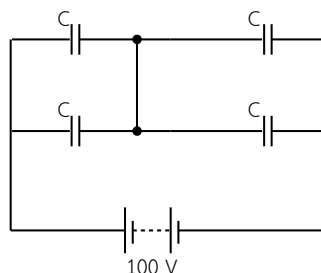
37. วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยตัวเก็บประจุสามตัวต่ออยู่กับความต่างศักย์ 12 โวลต์ ดังรูป จงคำนวณหาขนาดของความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ 3 ไมโครฟารัด และ 6 ไมโครฟารัด ตามลำดับ

- ก. 12 V และ 12 V
 ข. 6 V และ 6 V
 ค. 4 V และ 8 V
 ง. 8 V และ 4 V



38. จากวงจรในรูป ค่าความจุ $C = 5 \times 10^{-6} \text{ F}$ จงหาจำนวนประจุที่ตัวเก็บประจุแต่ละตัวในหน่วย ไมโครคูลอมบ์ (μC)

- ก. 125
- ข. 250
- ค. 500
- ง. 1000



39. ต่อตัวเก็บประจุ 500 ไมโครฟารัด เข้ากับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ แล้วปลดออก จากนั้นจึงนำตัวเก็บประจุนั้นออกไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุ 1,500 ไมโครฟารัด อีกตัวหนึ่ง จงหาความต่างศักย์ระหว่างขั้วของตัวเก็บประจุตัวเดิมจะเป็นกี่โวลต์

- ก. 3
- ข. 9
- ค. 12
- ง. 24

40. ต่อตัวเก็บประจุ 1,000 ไมโครฟารัด เข้ากับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ แล้วปลดออก จากนั้นจึงนำตัวเก็บประจุนั้นออกไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุ 2,000 ไมโครฟารัด อีกตัวหนึ่งความต่างศักย์ระหว่างขั้วของตัวเก็บประจุตัวเดิมจะเป็นเท่าใด

- ก. 4 V
- ข. 6 V
- ค. 8 V
- ง. 12 V

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
 กระดาษคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X)

ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					21				
2					22				
3					23				
4					24				
5					25				
6					26				
7					27				
8					28				
9					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	21	ง
2	ค	22	ค
3	ง	23	ค
4	ข	24	ค
5	ค	25	ข
6	ง	26	ข
7	ข	27	ง
8	ก	28	ข
9	ง	29	ง
10	ข	30	ง
11	ข	31	ง
12	ค	32	ง
13	ค	33	ก
14	ค	34	ง
15	ข	35	ก
16	ค	36	ค
17	ค	37	ง
18	ข	38	ข
19	ข	39	ก
20	ค	40	ก

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกัน กับผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน โดยภาพรวมคือ ผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนมีผลการพัฒนาการเรียนรู้หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นั่นแสดงว่าการพัฒนารูปแบบกระบวนการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 เพื่อ เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น และนักเรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกันกับผู้อื่นแบ่งปันความรู้ให้ผู้อื่นได้เข้าใจและ นำไปปฏิบัติได้อย่างมีคุณภาพต่อไป

ลงชื่อ.....

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

..... / /

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

เลขที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	40	40
1	12	33
2	19	34
3	14	32
4	19	36
5	16	32
6	22	33
7	15	34
8	18	32
9	12	35
10	16	36
11	20	32
12	13	32
13	21	34
14	14	30
15	20	32
16	10	36
17	12	35
18	15	36
19	21	34
20	14	35
21	12	32
22	10	32
23	16	30

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 รหัสวิชา ว32205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

เลขที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	40	40
24	20	32
25	15	36
26	10	32
27	11	35
28	12	32
29	22	36
30	10	32
31	12	35
32	21	32
33	13	36
34	14	34
35	20	35
รวม	541	1,174
$\bar{X}$	15.17	33.54
S.D.	3.93	1.82

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมใจ ธรรมจันทร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

..... / /

บรรณานุกรม

- ทีศนา แหมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, 2556.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้ำของ สกสศ., 2563.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบัน. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2560.
- สำนักราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์, 2560.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์, 2554.