



แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาพลศึกษา ๔

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๙



ม.๖

นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิเคราะห์หลักสูตร
ว30204

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

สาระที่2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสมบัติของสสารองค์ประกอบของสสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารการเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวันผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.3 เข้าใจความหมายของพลังงานการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงานพลังงานในชีวิตประจำวันธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 ว 30204
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/... ภาคเรียนที่ 1
4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 80 ชั่วโมง/ภาค 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก โมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำกับขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ อีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ ไฟฟ้ากระแสสลับ ความร้อน แก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของแข็ง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ความตึงผิว ความหนืดของของเหลว ความดันในของไหล แรงพุง ของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลี โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสืบเสาะหาความรู้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การอภิปรายและลงข้อสรุป โดยกระบวนการทำงานระบบกลุ่มและการระดมสมอง เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิด สามารถนำเสนอองค์ความรู้ที่ค้นพบด้วยรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสม สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของหลักการและเหตุผลที่ถูกต้องตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

เห็นคุณค่าของการนำองค์ความรู้ที่ค้นพบและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

โครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 ว 30204
4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน 2.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้/หน่วยย่อยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1. แม่เหล็กและไฟฟ้า	1. แม่เหล็กและไฟฟ้า	(24)
	1.1 สนามแม่เหล็ก	4
	1.2 แรงแม่เหล็ก	6
	1.3 โมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก	6
	1.4 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ	4
	1.5 ไฟฟ้ากระแสสลับ	4
2. ความร้อนและแก๊ส	2. ความร้อนและแก๊ส	(18)
	2.1 ความร้อน	6
	2.2 แก๊สอุดมคติ	6
	2.3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	2
	2.4 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	4
3. ของแข็งและของไหล	3. ของแข็งและของไหล	(28)
	3.1 ของแข็งและสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง	4
	3.2 ความตึงผิวและความหนืดของของเหลว	6
	3.3 ของไหลสถิต	12
	3.4 พลศาสตร์ของของไหล	6

หมายเหตุ

1. ปฐมนิเทศ และ ทำแบบทดสอบรวมก่อนเรียน	2	ชั่วโมง
2. สอบกลางภาคเรียน	4	ชั่วโมง
3. สอบปลายภาคเรียน	4	ชั่วโมง
4. หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แม่เหล็กและไฟฟ้า	24	ชั่วโมง
5. หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและแก๊ส	24	ชั่วโมง
6. หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	22	ชั่วโมง
รวมเวลาทั้งหมด	80	ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระ ฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	6. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกต และอธิบาย สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวด ตัวนำเส้นตรง และโซเลนอยด์	- เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก - ฟลักซ์แม่เหล็ก คือจำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และ อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วยสมการ $B = \frac{\phi}{A}$ - เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือโซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น
	7. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	- อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น คำนวณได้จากสมการ $F = qvB \sin \theta$ - กรณีที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไป โดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $r = \frac{mv}{qB}$ - ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB \sin \theta$ - เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	8 อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้จากสมการ $M = NIAB\cos\theta$
	9. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	- เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ จะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = - \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t}$ - ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของเลนซ์ - ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบตเตอรี่แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า
	10. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส	- ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนมีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์ - การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ค้ายิงผลหรือคัมมิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{\text{rms}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ $I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
	11. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีขดลวดตัวนำ 3 ชุด แต่ละชุดวางทำมุม 120 องศา ซึ่งกันและกัน ไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุดจะมีเฟสต่างกัน 120 องศา ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพในการผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า - ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการโดยใช้หม้อแปลงซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงจะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิและจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1} = \frac{N_2}{N_1}$

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยังความดันในของไหลแรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีสความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	12. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	- เมื่อสารได้รับหรือคายความร้อน สารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิคำนวณได้จากสมการ $Q=mc\Delta T$ ส่วนปริมาณของความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q=mL$ - วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$ - เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน
	13 อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น - ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV=nRT=Nk_{\text{B}}T$
	14. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของ	จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	โมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้ จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} N\bar{E}_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$
	15. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดด้วยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน	- ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สด้วยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$ - โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมีพลังงานจลน์โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุลเรียกว่าพลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส - พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงานเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$ - ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ
	16. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้ง ทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวและมอดุลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน	- สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำเรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายังออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวร - ในกรณีที่วัสดุมีการเปลี่ยนแปลงความยาว ถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัดการแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวดแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเค้นตามยาว โดยความเค้นตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\sigma = \frac{F}{A}$ ส่วนความเครียดตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		- อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า โมดูลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ $Y = \frac{\sigma}{\epsilon}$ หรือ $Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$ - ถ้าวัสดุมีโมดูลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณาในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
	17. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก	- ภาวะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำต้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว - ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_0 + P_g$ - ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ - เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก
	4. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล	วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหล คำนวณได้จากสมการ $F_B = \rho V g$
	18. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว	ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งงอของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้จากสมการ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		$\gamma = \frac{F}{l}$ • ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด
	19. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	• ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$ • ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมีผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว30204)

ข้อ ที่	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	คะแนน				
		ก่อน กลาง ภาค	กลาง ภาค	หลัง กลาง ภาค	ปลาย ภาค	รวม
1	สังเกตและอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซลินอยด์	4	4	-	1	9
2	อธิบายและคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	6	5	-	2	13
3	อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง	4	5	-	1	10
4	สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำจากการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	4	4	-	1	9
5	อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	2	2	-	3	7
6	อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติ แบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สรวมทั้งและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	-	-	3	3	6
7	อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน	-	-	4	3	7
8	อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่างๆรวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน	-	-	4	4	8
9	อธิบายและคำนวณความดันแก๊ส ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก	-	-	4	4	8
10	ทดลอง อธิบายและคำนวณขนาดแรงพยางค์จากของไหล ความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว	-	-	2	4	6
11	อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	-	-	3	4	7
12	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-	-	-	-	10
รวม		20	20	20	20	100

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

แม่เหล็กและไฟฟ้า

เวลา 24 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- 1) สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซลีนอยด์ได้
- 2) อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้
- 3) อธิบายหลักการทำงานของแกลเวนอมีเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
- 4) สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
- 5) อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอสได้
- 6) อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. สารการเรียนรู้

2.1 สารการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) เส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นสมมติที่ใช้แสดงบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก โดยบริเวณที่มีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมากแสดงว่าเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็กมีความเข้มมาก
- 2) ฟลักซ์แม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่ที่พิจารณา และอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก เขียนแทนได้ด้วยสมการ $B = \frac{\Phi}{A}$
- 3) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำเส้นตรงหรือโซลีนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น
- 4) อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้นคำนวณได้จากสมการ $F = ILB \sin \theta$
- 5) กรณีที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ตั้งฉากเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เปลี่ยนไปโดยรัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $r = \frac{mv}{qB}$
- 6) ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น โดยทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา และคำนวณขนาดของแรงได้จากสมการ $F = ILB \sin \theta$

- 7) เมื่อวางเส้นลวดสองเส้นขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านทั้งสองเส้น จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง
- 8) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีโมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน ซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของแกลวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยโมเมนต์ของแรงคู่ควบคำนวณได้จากสมการ $M = NIAB \sin \theta$
- 9) เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น อธิบายได้โดยใช้กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$
- 10) ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหาได้โดยใช้กฎของเลนซ์
- 11) ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น แบลสส์ต์ แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเกิดอีเอ็มเอฟกลับในมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกีตาร์ไฟฟ้า
- 12) ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือน มีความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรูปของฟังก์ชันแบบไซน์
- 13) การวัดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับใช้ค่ายังผลหรือค่ามีเตอร์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบบรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการ $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ และ $I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- 14) ไฟฟ้ากระแสสลับที่ส่งไปตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องเพิ่มอีเอ็มเอฟจากโรงไฟฟ้าแล้วลดอีเอ็มเอฟให้มีค่าที่ต้องการโดยใช้หม้อแปลง ซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ
- 15) ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงจะทำให้เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยอีเอ็มเอฟในขดลวดทุติยภูมิขึ้นกับอีเอ็มเอฟในขดลวดปฐมภูมิและจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง ตามสมการ $\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1} = \frac{N_2}{N_1}$

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แม่เหล็กประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ บริเวณที่มีอำนาจแม่เหล็ก เรียกว่า สนามแม่เหล็ก แรงของแม่เหล็ก เรียกว่า เส้นแรงแม่เหล็ก บริเวณในสนามแม่เหล็กที่ไม่มีอำนาจแม่เหล็ก เรียกว่า จุดสะเทิน ใต้พื้นโลกมีสนามแม่เหล็กโลกช่วยป้องกันอันตรายจากลมสุริยะ บริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็กมีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมาก เรียกว่า ฟลักซ์แม่เหล็ก อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามหนึ่งตารางหน่วย เรียกว่า ขนาดของสนามแม่เหล็ก

กฎมือขวาใช้หาทิศของสนามแม่เหล็ก เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่เรียกว่า โซเลนอยด์ จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นรอบ ๆ ขดลวด เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกัน จะเกิดแรงดูดและแรงผลัก เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะเกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบ ผลักให้ขดลวดหมุนรอบแกนนำหลักการนี้ไปสร้างมอเตอร์

เมื่อให้ฟลักซ์แม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านตัวนำจะเกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวด เรียกว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าเรียกว่ากระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ แรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (emf)

กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ กล่าวว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดจะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดนั้นเมื่อเทียบกับเวลา

กฎของเลนส์ กล่าวว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในทิศที่จะทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็กใหม่ขึ้นมาต้านการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กเดิมที่ตัดผ่านขดลวดนั้น

ขณะที่มอเตอร์หมุน ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีค่าเปลี่ยนแปลง เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดในทิศตรงข้าม ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ขณะหมุนด้วยอัตราเร่งคงตัวมีค่าน้อยกว่าขณะเริ่มหมุน เรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ

ไดนาโมที่ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ตามบ้านเป็นไดนาโม 3 เฟส โดยให้ขดลวด 3 ชุดทำมุมกัน 120 องศา เพื่อความสะดวกในการใช้งานจึงนำสายหนึ่งของขดลวดแต่ละชุดต่อเข้าด้วยกัน เรียกว่า สายกลาง ข้อดีของการผลิตและการส่งไฟฟ้า 3 เฟส คือ การส่งไฟฟ้าจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ทำให้ไม่ต้องใช้สายขนาดใหญ่มาก

การทำให้แรงเคลื่อนเปลี่ยนแปลงทำได้โดยใช้หลักการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนของจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง โดยขดลวดที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ ส่วนอีกขดลวดหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า เรียกว่า ขดลวดทุติยภูมิ

ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ ได้แก่ ความต่างศักย์จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อัตราเร็วเชิงมุม กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ กำลังไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยของกำลังสองกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ค่ายังผลหรือค่ามีเตอร์ ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสไฟฟ้ามีเฟสเดียวกัน ถ้ามีตัวเก็บประจุในวงจร กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเก็บประจุจะมีเฟสนำความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเก็บประจุ 90 องศา ถ้ามีตัวเหนี่ยวนำในวงจร กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำจะมีเฟสตามความต่างศักย์คร่อมตัวเหนี่ยวนำ 90 องศา

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสังเกต 3) ทักษะการสื่อสาร 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 7) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- ใบงานที่ 1.1 เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.2 เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.3 เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.4 เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

- ใบงานที่ 1.5 เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.6 เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- ใบงานที่ 1.7 เรื่อง หม้อแปลง
- ใบงานที่ 1.8 เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับ

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบงานที่ 1.1- - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผังมโนทัศน์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2) กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบงานที่ 1.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.2 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผังมโนทัศน์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบงานที่ 1.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.3 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	- ตรวจใบงานที่ 1.4 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.4 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
5) แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบงานที่ 1.5 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.5 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	- ตรวจใบงานที่ 1.7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.7 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7) หม้อแปลง	- ตรวจใบงานที่ 1.7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.7 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผังมโนทัศน์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) ไฟฟ้ากระแสสลับ	- ตรวจใบงานที่ 1.7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.7 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
11) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
12) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.3 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า	- ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แม่เหล็กไฟฟ้า
- แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แม่เหล็กไฟฟ้า
- ใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.2.1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ใบงานที่ 1.5.1 เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- ใบงานที่ 1.6.1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- ใบงานที่ 1.7.1 เรื่อง หม้อแปลง
- ใบงานที่ 1.8.1 เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมแรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำ
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมหม้อแปลง
- PowerPoint เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- ห้องเรียน
- อินเทอร์เน็ต
- แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- 17-

6. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า คือข้อใด

1. ไดนาโม
2. มอเตอร์
3. หม้อแปลง
4. แบตเตอรี่
5. หม้อแปลงและมอเตอร์

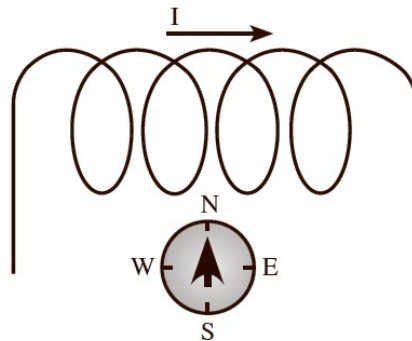
7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลวดตัวนำ

1. ความต้านทานแปรผันตรงกับความยาวของเส้นลวด
2. ความต้านทานแปรผกผันกับความยาวของเส้นลวด
3. ความต้านทานแปรผันตรงกับพื้นที่ภาคตัดขวางของเส้นลวด
4. ความต้านทานแปรผกผันกับความยาว แต่แปรผันตรงกับพื้นที่ภาคตัดขวางของเส้นลวด
5. ความต้านทานแปรผันตรงกับความยาว แต่แปรผกผันกับพื้นที่ภาคตัดขวางของเส้นลวด

8. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอในสนามแม่เหล็กคงตัว ปัจจัยในข้อใดที่ทำให้รัศมีของวงกลมลดลง

1. เพิ่มมวลของอนุภาค
2. เพิ่มอัตราเร็วของอนุภาค
3. ลดประจุไฟฟ้าของอนุภาค
4. เพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก
5. ลดความเข้มของสนามแม่เหล็ก

9. เข็มทิศถูกวางใกล้ลวดโซเลนอยด์ กระแสไฟฟ้าไหลจากซ้ายไปขวา ดังภาพ ขั้วเหนือของเข็มทิศจะชี้ไปทางใด



1. ชี้ไปทางด้านซ้าย
2. ชี้ไปทางด้านขวา
3. ชี้ไปทางด้านล่าง
4. ชี้ไปทางด้านบน
5. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

10. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของวงแหวนผ้าซีกในมอเตอร์ไฟฟ้า

1. ทำให้ขดลวดหมุนในทิศทางเดียว
2. ทำให้ขดลวดหมุนได้สองทิศทาง
3. ทำให้ขดลวดหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา
4. ทำให้ขดลวดหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา
5. ทำให้ขดลวดพลิกกลับไปกลับมา

เฉลย

1. 2 2. 1 3. 5 4. 5 5. 4 6. 1 7. 5 8. 4 9. 1 10. 1

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

แบบประเมินผลงานแผนผังมโนทัศน์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินแผนผังมโนทัศน์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจแต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการ แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทำกิจกรรม				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม				
3	การบันทึก สรุปและนำเสนอผลการทำกิจกรรม				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติกิจกรรม	ทำกิจกรรมตามขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	ทำกิจกรรมตามขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้องได้รับคำแนะนำบ้าง	ต้องให้ความช่วยเหลือบ้างในการทำกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการทำกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์
2. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม	มีความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมโดยไม่ต้องได้รับคำชี้แนะ และทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมแต่ต้องได้รับคำแนะนำบ้าง และทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา	ขาดความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมจึงทำกิจกรรมเสร็จไม่ทันเวลา	ทำกิจกรรมเสร็จไม่ทันเวลา และทำอุปกรณ์เสียหาย
3. การบันทึก สรุป และนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม	บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผลการทำกิจกรรมเป็นขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่การนำเสนอผลการทำกิจกรรมยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
/...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยินตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติตามกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์ได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของสนามแม่เหล็ก และฟลักซ์แม่เหล็กได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้ (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็กได้อย่างถูกต้อง (P)
4. นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (P)
5. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แม่เหล็กประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ บริเวณที่มีอำนาจแม่เหล็ก เรียกว่า สนามแม่เหล็ก แรงของแรงแม่เหล็ก เรียกว่า เส้นแรงแม่เหล็ก บริเวณในสนามแม่เหล็กที่ไม่มีอำนาจแม่เหล็ก เรียกว่า จุดสะเทิน ใต้พื้นโลกมีสนามแม่เหล็กโลกช่วยป้องกันอันตรายจากลมสุริยะ บริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็กมีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมาก เรียกว่า ฟลักซ์แม่เหล็ก อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามหนึ่งตารางหน่วย เรียกว่า ขนาดของสนามแม่เหล็ก

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

คาบที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูเข้าสู่กิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสาธิตการเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตประกอบด้วย กระดาษแข็งสีขาว 1 แผ่น แท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง และผงตะไบเหล็ก
3. ครูเริ่มการสาธิต โดยวางแผ่นกระดาษบนโต๊ะ โรยผงตะไบเหล็กลงบนแผ่นกระดาษที่มีบริเวณกว้างกว่าขนาดของแท่งแม่เหล็กเล็กน้อย (การโรยผงตะไบเหล็กควรโรยบาง ๆ และสม่ำเสมอ) จากนั้นครูถือแท่งแม่เหล็กให้อยู่เหนือผงตะไบเหล็ก แล้วเคลื่อนแท่งแม่เหล็กลงไปแตะผงตะไบเหล็ก โดยพยายามให้ทุกส่วนของแท่งแม่เหล็กแตะผงตะไบเหล็กพร้อม ๆ กัน เมื่อครูยกแท่งแม่เหล็กขึ้นแล้วให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นของผงตะไบเหล็กที่ติดตามส่วนต่าง ๆ ของแท่งแม่เหล็ก

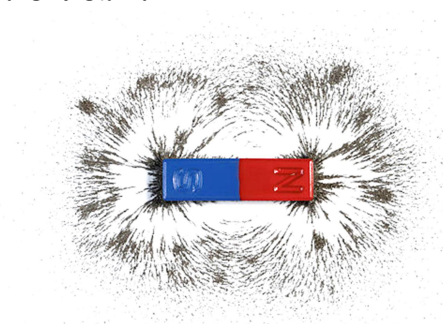
ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับขั้วของแท่งแม่เหล็กตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
2. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า แรงที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กมี 2 ชนิด คือ แรงดูด และแรงผลัก
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องขั้วเหนือ-ใต้ของแท่งแม่เหล็กโดยอาจสาธิตตามสถานการณ์ในหนังสือเรียน จากนั้นให้ความรู้เกี่ยวกับเข็มทิศ สนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กโลก เส้นแรงแม่เหล็ก ฟลักซ์แม่เหล็ก และความหนาแน่นฟลักซ์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตเพื่อหาเส้นแรงแม่เหล็กตามรายละเอียดในหนังสือเรียน ซึ่งถ้าต้องการหาเส้นแรงหลาย ๆ เส้น จะต้องใช้เวลานาน ครูอาจแนะนำให้นักเรียนทดลองนอกเวลาเรียนเส้นแรงแม่เหล็กที่ทดลองได้อาจเป็นดังภาพ



ภาพ แสดงเส้นแรงแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก

2. ครูสาธิตเกี่ยวกับจุดสะเทิน อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง และเข็มทิศ 1 อัน วางแท่งแม่เหล็กในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยให้ขั้วเหมือนกันหันเข้าหากันและอยู่ห่างกันประมาณ 15 เซนติเมตร วางเข็มทิศชิดกับขั้วแม่เหล็กแท่งหนึ่ง แล้วค่อย ๆ เลื่อนเข็มทิศในแนวเส้นตรงไปอีกแท่งหนึ่ง ขณะเลื่อนเข็มทิศครูให้นักเรียนสังเกตแนวการวางตัวของเข็มทิศ ในเส้นทางของการเคลื่อนเข็มทิศนั้น จะมีตำแหน่งหนึ่งที่เข็มทิศหมุนได้โดยรอบ ตำแหน่งนี้เรียกว่า จุดสะเทิน
3. ครูอธิบายเกี่ยวกับฟลักซ์แม่เหล็กว่า เป็นปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กหรือจำนวนของเส้นแรงแม่เหล็กที่พุ่งจากขั้วหนึ่งไปยังขั้วหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเวเบอร์ (Weber) และความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก หรือความเข้มของสนามแม่เหล็ก คือ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยพื้นที่ที่เส้นแรงแม่เหล็กตัดตั้งฉากเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเทสลา (Tesla) สามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการ 1.1 และถ้าสนามแม่เหล็กไม่ตั้งฉากกับพื้นที่ ทำให้ทิศสนามแม่เหล็กกับทิศของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยพื้นที่ทำมุม θ ต่อกัน การหาฟลักซ์แม่เหล็ก หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กและความเข้มสนามแม่เหล็กได้ดังสมการ 1.2
5. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาในตัวอย่างที่ 1.1 จากหนังสือเรียน

คาบที่ 3-4

ขั้นเข้าใจ (Understanding) (ต่อ)

6. ครูอธิบายทบทวนเกี่ยวกับแรงที่กระทำต่ออนุภาคที่ประจุไฟฟ้า q ซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าว่า แรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้ามีขนาดเท่ากับ qE จากนั้นอธิบายถึงอนุภาคที่ประจุไฟฟ้า q ซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กตามละเอียดในหนังสือเรียน ว่าเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะถูกแรงกระทำ โดยทิศของแรงจะตั้งฉากกับทิศของความเร็วและตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก
7. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า อนุภาคในที่มีประจุและเคลื่อนที่ในบริเวณสนามแม่เหล็ก จะสามารถหาขนาดของแรงได้ดังสมการที่ 1.3 ในกรณีที่ความเร็วของอนุภาคที่มีประจุไม่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก แรงที่เกิดขึ้นจะมีขนาดลดลง และถ้าอนุภาคนั้นอยู่นิ่งในบริเวณสนามแม่เหล็กจะไม่มีแรงกระทำ

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการหาทิศของแรง F ที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาขนาดของแรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ q เคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก B โดยมีความเร็ว v ตั้งฉากกับ B ขนาดของแรง F ที่กระทำต่ออนุภาคนั้นจะเป็นไปดังสมการ $F = qvB$ ถ้า B และขนาดของ v คงตัว จะได้ขนาดของแรง F คงตัวด้วย และเนื่องจาก v ตั้งฉากกับ F ดังนั้น อนุภาคนั้นจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปว่า เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กโดยความเร็วของอิเล็กตรอนตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนในทิศตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลาโดยขนาดของความเร็วคงตัว แรงนี้จึงเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในแนววงกลมภายในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก
4. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษากิจกรรม การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียน โดยครูใช้

รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือมาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1-2 ทำหน้าที่ เตรียมวัสดุอุปกรณ์ใช้ในการทำกิจกรรม
- สมาชิกคนที่ 3-4 ทำหน้าที่ อ่านวิธีการทำกิจกรรม และนำมาอธิบายให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง
- สมาชิกคนที่ 5-6 ทำหน้าที่ บันทึกผลการทำกิจกรรม

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินปฏิบัติกิจกรรม)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้และวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วร่วมกันอภิปรายผลร่วมกัน
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง
7. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบร่วมกัน
8. นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการศึกษาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก
9. ครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก พร้อมทั้งสังเกตคำตอบของนักเรียนเพื่อประเมินพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคล พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติม

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสรุป

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก มาช่วยในการอธิบาย
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 1 เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว และศึกษาเนื้อหา เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก โดยสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า	- ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ประเมินตามสภาพจริง
6.2 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) แม่เหล็กและ สนามแม่เหล็ก	- ตรวจสอบใบงานที่ 1.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบ Topic Question	- ใบงานที่ 1.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมิน การปฏิบัติการ	- แบบประเมิน การปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.1 เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก
- 4) PowerPoint เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

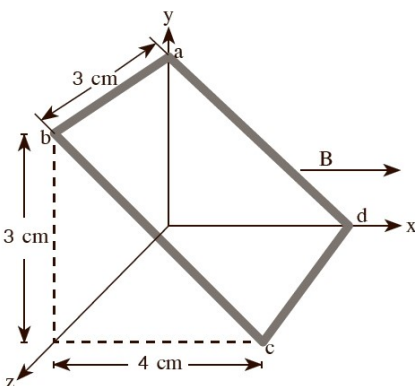
- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 1.1

เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์

- จงหาฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้า abcd ถ้ามีสนามแม่เหล็ก B ขนาดสม่ำเสมอ 4 เทสลา ในทิศที่ขนานแกน x ดังภาพ



- โปรตอนตัวหนึ่งเคลื่อนที่เข้าสู่สนามแม่เหล็กในทิศทำมุม 30 องศา กับทิศทางสนามแม่เหล็กด้วยความเร็ว 10^7 เมตรต่อวินาที เมื่อความเข้มสนามแม่เหล็กมีค่า 3 เทสลา และโปรตอนมีมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม จงคำนวณหารัศมีของเกลียวที่เคลื่อนที่

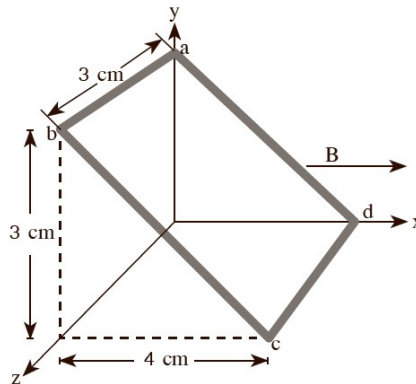
ใบงานที่ 1.1

เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

เฉลย

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์

- จงหาฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้า abcd ถ้ามีสนามแม่เหล็ก B ขนาดสม่ำเสมอ 4 เทสลา ในทิศที่ขนานแกน x ดังภาพ



จากสมการ $\Phi = BA$

$$\Phi = (4)(3 \times 10^{-2})(3 \times 10^{-2})$$

$$\Phi = 3.6 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

ดังนั้น ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้า abcd เท่ากับ 3.6×10^{-3} เวกเบอร์

- โปรตอนตัวหนึ่งเคลื่อนที่เข้าสู่สนามแม่เหล็กในทิศทำมุม 30 องศา กับทิศทางสนามแม่เหล็กด้วยความเร็ว 10^7 เมตรต่อวินาที เมื่อความเข้มสนามแม่เหล็กมีค่า 3 เทสลา และโปรตอนมีมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม จงคำนวณหารัศมีของเกลียวที่เคลื่อนที่

เมื่อโปรตอนเคลื่อนที่เข้าสู่สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยที่ความเร็วทำมุมกับสนามแม่เหล็ก ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่เป็นเส้นทางรูปเกลียว ซึ่งสามารถคำนวณหารัศมีของเกลียวที่เคลื่อนที่ได้

จากสมการ $R = \frac{mv \sin \theta}{qB}$

$$R = \frac{mv \sin 30^\circ}{qB}$$

$$R = \frac{(1.67 \times 10^{-27})(10^7)(\frac{1}{2})}{(1.6 \times 10^{-19})(3)}$$

$$R = 1.7 \times 10^{-2} \text{ m} = 1.7 \text{ cm}$$

ดังนั้น รัศมีของเกลียวที่เคลื่อนที่เท่ากับ 1.7 เซนติเมตร

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนด รวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์ได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กได้ (K)
2. ปฏิบัติกิจกรรมสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้อย่างถูกต้อง (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กฎมือขวาใช้หาทิศของสนามแม่เหล็ก เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่เรียกว่า โซเลนอยด์ จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นรอบ ๆ ขดลวด เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกัน จะเกิดแรงดูดและแรงผลัก เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะเกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบผลักให้ขดลวดหมุนรอบแกนนำหลักการนี้ไปสร้างมอเตอร์

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กว่า แม่เหล็กประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ บริเวณที่มีอำนาจแม่เหล็กเรียกว่า สนามแม่เหล็ก เส้นที่แสดงทิศของสนามแม่เหล็กรอบๆ แท่งแม่เหล็ก เรียกว่า เส้นแรงแม่เหล็ก บริเวณในสนามแม่เหล็กที่ไม่มีอำนาจแม่เหล็ก เรียกว่า จุดสะเทิน ใต้พื้นโลกมีสนามแม่เหล็กโลกช่วยป้องกันอันตรายจากลมสุริยะ บริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็กมีเส้นสนามแม่เหล็กหนาแน่นมาก เรียกว่า ฟลักซ์แม่เหล็ก อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กต่อพื้นที่ตั้งฉากกับสนามหนึ่งตารางหน่วย เรียกว่า ขนาดของสนามแม่เหล็ก
2. ครูเข้าสู่บทเรียนโดยตั้งคำถามว่า ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านจะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบ ๆ ลวดตัวนำนั้น หรือไม่
3. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นกับคำถามที่ครูถาม โดยให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
4. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนเพื่อเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนว่า “เข็มทิศจะมีการวางตัวอย่างไร เมื่อนำไปวางใกล้ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน” จากนั้นครูกล่าวเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลตามหัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้
 - สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำตรง
 - สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดวงกลม
 - สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโซเลนอยด์โดยศึกษาจากหนังสือเรียน หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

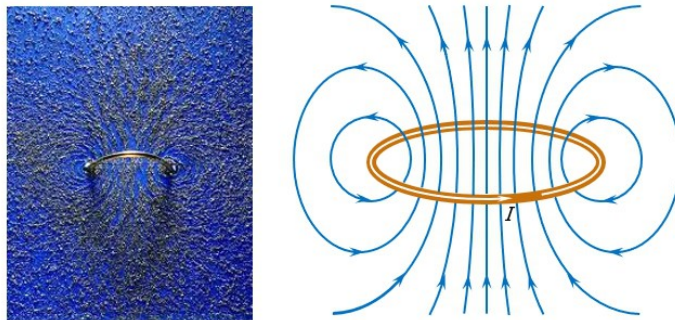
ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำ ดังนี้
 - เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำตรงที่วางตัวในแนวตั้ง สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะวนเป็นวงกลมแนวระดับรอบลวดตัวนำโดยมีลวดตัวนำอยู่ที่จุดศูนย์กลาง (เส้นแรงแม่เหล็กเป็นวงกลม) ซึ่งสังเกตได้จากการวางตัวของผงตะไบเหล็กหรือเข็มทิศ



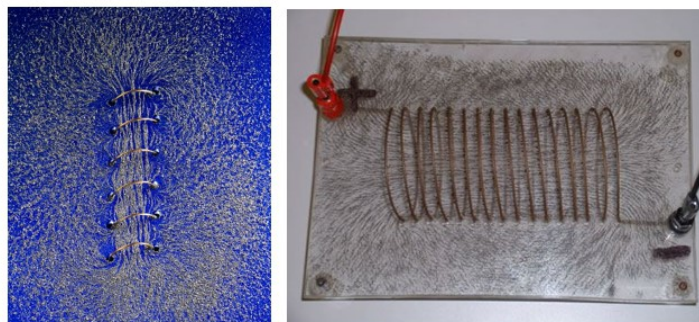
สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำตรงเป็นสนามไม่สม่ำเสมอโดยมีขนาดเป็นสัดส่วนกลับกับระยะห่างจากลวดตัวนำ (ระยะตามแนวรัศมีของวงกลม) ส่วนทิศทางของสนามแม่เหล็กหาได้จากกฎมือขวา

- เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านลวดวงกลม ลักษณะเส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กในระนาบที่ตั้งฉากกับระนาบของลวดวงกลมและผ่านกึ่งกลางของลวดวงกลมพิจารณาได้จากการวางตัวของผงตะไบเหล็ก ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กสั้น ๆ



สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดวงกลมเป็นสนามไม่สม่ำเสมอ ขนาดของสนามแม่เหล็กมีค่าสูงสุดบริเวณระนาบของลวดวงกลมและมีค่าลดลงเมื่ออยู่สูงหรือต่ำกว่าระนาบของลวดวงกลม ส่วนทิศทางของสนามแม่เหล็กหาได้จากกฎมือขวา

- เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านโซเลนอยด์จะเกิดสนามแม่เหล็กทั้งบริเวณภายในและภายนอกโซเลนอยด์ โดยสนามแม่เหล็กภายในโซเลนอยด์บริเวณแกนกลางของโซเลนอยด์ จะเป็นสนามสม่ำเสมอซึ่งสังเกตได้จากการเรียงตัวเป็นเส้นตรงของผงตะไบเหล็ก



จากภาพ จะสังเกตพบว่าบริเวณแกนกลางของโซเลนอยด์จะมีผงตะไบเหล็กเรียงตัวกันหนาแน่นกว่าบริเวณภายนอกโซเลนอยด์ (ด้านข้างและปลายทั้งสองของขดลวด)

สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโซเลนอยด์จึงมีค่าสูงสุดที่บริเวณแกนกลางของโซเลนอยด์ ซึ่งขนาดของสนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโซเลนอยด์มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่ากระแสไฟฟ้าและจำนวนรอบต่อความยาวของขดลวด

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่าน **ทอรรอยด์**ว่า ทอรรอยด์มีลักษณะเหมือนโซเลนอยด์ที่นำมาขดเป็นวงกลม เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านทอรรอยด์ สำหรับทอรรอยด์ที่ขดลวดพันชิดกันหรือแกน เป็นสารแม่เหล็กเพื่อโรจจะเกิดสนามแม่เหล็กเฉพาะบริเวณภายในแกนของทอรรอยด์เท่านั้น โดยสนามแม่เหล็กจะวนเป็นวงกลมไปตามความโค้งของแกน สนามแม่เหล็กภายในทอรรอยด์เป็นสนามไม่สม่ำเสมอ โดยสนามแม่เหล็กบริเวณขอบในของแกนมีค่าสูงกว่าสนามแม่เหล็กบริเวณขอบนอกของแกน ซึ่งขนาดของสนามแม่เหล็กมีค่าลดลงตามระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของทอรรอยด์

ชั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม (กลุ่มละ 6 คน) เพื่อร่วมกันศึกษากิจกรรม สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ จากหนังสือเรียน โดยครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือมาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1-2 ทำหน้าที่ เตรียมวัสดุอุปกรณ์
 - สมาชิกคนที่ 3-4 ทำหน้าที่ อ่านวิธีการทำกิจกรรม และนำมาอธิบายให้สมาชิกภายในกลุ่ม
 - สมาชิกคนที่ 5-6 ทำหน้าที่ บันทึกผลการทดลอง
2. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรม สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามขั้นตอน จากหนังสือเรียน
3. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำต้องเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังนั้น จึงต้องใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า และตำแหน่งต่าง ๆ ของเข็มทิศที่วางบนกระดาษแข็งควรห่างจากเส้นลวดตัวนำไม่เกิน 2 เซนติเมตร ควรจะขยับเข็มทิศไปที่ละน้อยในรอบเส้นลวดตัวนำพร้อมทั้งสังเกตแนวการวางตัวของเข็มทิศ ซึ่งควรเวลาไม่เกิน 1 นาที และในขณะที่ทำการทดลองไม่ควรมีสารแม่เหล็กและแท่งแม่เหล็กอยู่ในบริเวณนั้น
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้และวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน จากนั้นส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง และร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ
5. ครูสุ่มเลือกนักเรียน 2-3 กลุ่ม ให้ออกมานำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเอง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเองเรียบร้อยแล้ว จากนั้นครูเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม
6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลท้ายกิจกรรมสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำว่า ขณะมีกระแสไฟฟ้าเข้าไปในลวดตัวนำตรงจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวนำนั้น ทิศของสนามแม่เหล็กนี้จะขึ้นกับทิศของกระแสไฟฟ้า เมื่อทิศของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยน ทิศของสนามแม่เหล็กก็จะเปลี่ยนด้วย สำหรับลวดตัวนำวงกลม พบว่ามีลักษณะคล้ายกัน แสดงว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำที่ขดเป็นวงกลมจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในลักษณะเดียวกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งแม่เหล็ก และเมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านโซเลนอยด์จะมีเส้นสนามแม่เหล็ก

เกิดขึ้น สนามแม่เหล็กในบริเวณแกนกลางโซเลนอยด์จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนรอบของขดลวดเพิ่มขึ้น

7. ครูให้นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัด เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก จากแบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 เป็นการบ้านส่งในชั่วโมงถัดไป

ขั้นสรุป

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก มาช่วยในการอธิบาย
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้าและการนำแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น สวิตช์อัตโนมัติชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า สวิตช์รีเลย์
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว และศึกษาเนื้อหา เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำตรงที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมการอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก	- ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) PowerPoint เรื่อง กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก
- 4) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
และอยู่ในสนามแม่เหล็ก

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิเชติมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบาย สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับแรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็กได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทิศของกระแสไฟฟ้า ทิศของสนามแม่เหล็ก และทิศการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำได้ (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรมแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็กได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า นั้น และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำใด แสดงว่ามีประจุไฟฟ้าเคลื่อนผ่านลวดตัวนำนั้น หากลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจะส่งผลให้เกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำนั้นด้วย

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

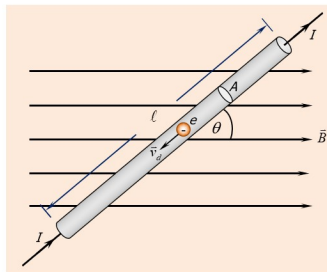
ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ จากนั้นตั้งคำถามว่า ถ้าวางลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไว้ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้นหรือไม่ อย่างไร ขนาดของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำตรงขึ้นอยู่กับการปริมาณใดบ้าง และจะหาทิศของแรงแม่เหล็กได้อย่างไร
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องจากการเรียนต่อไป

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน ตามความสนใจของนักเรียน โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูล เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียน หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต แล้วร่วมกันสรุปความรู้ที่ศึกษาลงในสมุดประจำตัว (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้อ่านศึกษาค้นคว้า จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง
3. ครูแสดงภาพหรือนำภาพในหนังสือเรียนเกี่ยวกับแรงแม่เหล็กบนลวดตัวนำตรงที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ



4. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ลวดตัวนำตรงยาว l พื้นที่หน้าตัด A ที่มีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ $\vec{B}$ ดังภาพ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระภายในตัวนำ ส่งผลให้เกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ โดยแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำมีค่าเท่ากับแรงแม่เหล็กลัพธ์ที่กระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ
5. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วลอยเลื่อน $\vec{v}_d$ ในทิศตรงข้ามกับทิศของกระแสไฟฟ้า แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระแต่ละอนุภาคจึงมีค่าเป็น $-e(\vec{v}_d \times \vec{B})$ คือ มีขนาดเป็น $ev_d B \sin(180^\circ - \theta) = ev_d B \sin \theta$ ทิศพุ่งเข้าและตั้งฉากกับระนาบ

หน้ากระดาษ เมื่อ e คือ ปริมาณประจุของอิเล็กตรอนแต่ละอนุภาค ถ้าจำนวนอิเล็กตรอนอิสระต่อหน่วยปริมาตรในลวดตัวนำมีค่าเป็น n จำนวนอนุภาคไฟฟ้าทั้งหมดในลวดตัวนำ จะมีค่าเป็น nAl แรงแม่เหล็กบนลวดตัวนำตรงจึงมีขนาดเป็นค่าเป็น $F_B = nAl (ev_d B \sin \theta) = nev_d A (l B \sin \theta)$ แต่ $nev_d A = I$ คือ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำ จึงสมการ $F_B = Il B \sin \theta$

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาสมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับขนาดของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำตามรายละเอียดในหนังสือเรียน และศึกษาตัวอย่างที่ 1.5 เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
2. ครูอาจสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ตัวอย่าง โดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน
3. นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียน ตามความสมัครใจของนักเรียน จากนั้นร่วมกันทำใบงานที่ 1.2 เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
4. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 คู่ ออกมาเฉลยใบงาน โดยนักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าคำตอบใดถูกต้อง จากนั้นครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียน

ขั้นสอน

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มว่าใครมีบทบาทหน้าที่อย่างไร
2. นักเรียนทำกิจกรรมโดยครูกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยตรวจพฤติกรรมของนักเรียนและจดบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
3. ครูอาจให้คำแนะนำก่อนทำกิจกรรม ดังนี้
 - ในการทดลองนี้ ต้องให้กระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำในทิศที่แน่นอน อาจใช้ถ่านไฟฉายเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าหรือใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าก็ได้
 - ก่อนทำการทดลองควรนำเข็มทิศมาตรวจสอบขั้วแม่เหล็กขั้วคู่ เพื่อได้ทราบว่า ด้านล่างของแม่เหล็กแท่งบนเป็นขั้วเหนือ และด้านบนของแม่เหล็กแท่งล่างเป็นขั้วใต้ กรณีถ้าต้องการให้ทิศของสนามแม่เหล็กขึ้นตามแนวดิ่ง ให้พลิกแผ่นเหล็กขั้วคู่ขั้วกลับข้างบนลงล่าง และเมื่อทำการทดลองแต่ละครั้ง ควรปิดสวิชทันที

ขั้นสรุป

1. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน แล้วครูสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นว่าได้ผลของทิศการเคลื่อนที่ของความเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร ถ้าไม่ตรงกันให้ช่วยกันวิเคราะห์และสรุปว่าผลที่ถูกต้องเป็นอย่างไร จากนั้นครูเป็นผู้เฉลยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ถูกต้อง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำกิจกรรมตามคำถาม ดังนี้

- สนามแม่เหล็กมีผลต่อการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านหรือไม่ อย่างไร
 - ทิศของกระแสไฟฟ้ามีผลต่อทิศการเคลื่อนที่ของเส้นลวดตัวนำหรือไม่ อย่างไร
 - เพราะเหตุใดลวดตัวนำจึงเคลื่อนที่ได้
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกิจกรรม แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะมีแรงกระทำทำให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสไฟฟ้าและทิศทางของสนามแม่เหล็ก
 5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก มาช่วยในการอธิบาย
 6. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
 7. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก เป็นการบ้านแล้วนำเสนอครู และศึกษาเนื้อหา เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมการอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบงานที่ 1.2 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 1.2 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.2 เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- 4) PowerPoint เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก

7.2 แหล่งการเรียนรู้

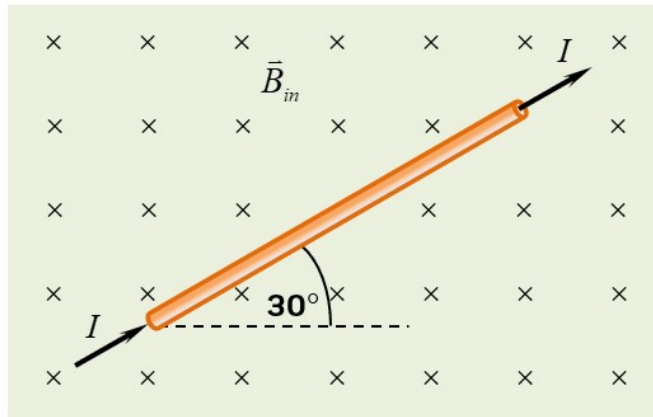
- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 1.2

เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ลวดตัวนำตรงยาว 50 เซนติเมตร มีกระแสไฟฟ้าผ่าน 2 แอมแปร์ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 0.40 เทสลา ดังภาพ จงหาขนาดและทิศทางของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำตรงนี้



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

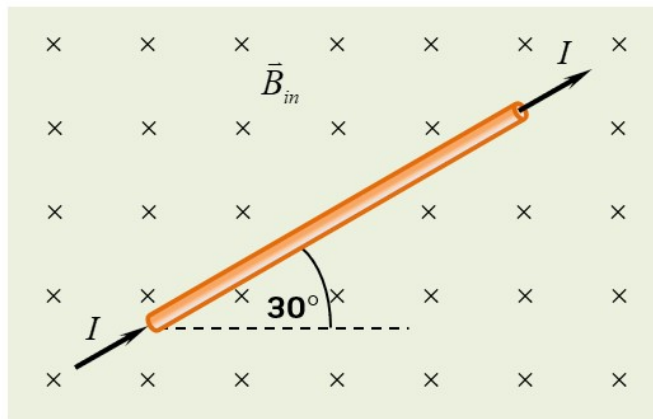
.....

.....

เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

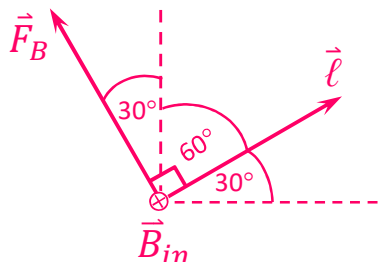
ลวดตัวนำตรงยาว 50 เซนติเมตร มีกระแสไฟฟ้าผ่าน 2 แอมแปร์ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 0.40 เทสลา ดังภาพ จงหาขนาดและทิศทางของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำตรงนี้



วิธีทำ จาก $F_B = IlB \sin \theta$ โดยที่ $\theta = 90^\circ$ เนื่องจากสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากกับลวดตัวนำตรง จึงได้ $F_B = (2.0 \text{ A})(0.50 \text{ m})(0.40 \text{ T}) \sin 90^\circ = 0.40 \text{ N}$

ส่วนทิศทางหาได้จากกฎมือขวาสำหรับการคูณแบบเวกเตอร์ โดยแรงแม่เหล็กบนลวดตัวนำตรงจะมีทิศเดียวกับ $\vec{l} \times \vec{B}$

จากภาพ $\vec{l}$ มีทิศเอียงทำมุม 30° เหนือแนวระดับ ในระนาบหน้ากระดาษ ส่วน $\vec{B}$ มีทิศพุ่งเข้าตั้งฉากกับระนาบหน้ากระดาษ $\vec{l} \times \vec{B}$ มีทิศพุ่งขึ้นตั้งฉากกับลวดตัวนำตรง จึงเอียงทำมุม 30° กับแนวตั้ง วัดทวนเข็มนาฬิกา ดังภาพ



แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำตรงนี้จึงมีขนาด 0.40 นิวตัน ทิศทางทำมุม 30° กับแนวตั้ง วัดทวนเข็มนาฬิกา

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้น

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

ที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

1. ผลการเรียนรู้

อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้น ที่วางขนานกัน และมีกระแสไหลผ่านในทิศเดียวกันได้ (K)
2. อธิบายแรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้น ที่วางขนานกัน และมีกระแสไหลผ่านในทิศตรงกันข้ามได้ (K)
3. สืบค้น และวิเคราะห์ แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้น ที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำสองเส้นที่ขนานกัน จะเกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง โดยทิศทางของแรงจะขึ้นอยู่กับการวางตัวของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดตัวนำทั้งสอง กล่าวได้ว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลในลวดตัวนำมีทิศทางเดียวกันจะเกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : วิธีการสอนแบบบรรยาย (Lecture Method)

ขั้นนำ

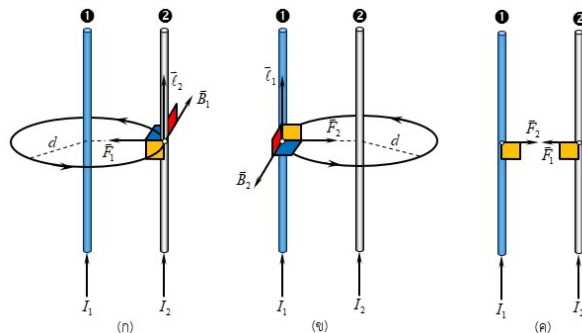
การเตรียมการบรรยาย

1. ครูอาจนำสื่อวีดิทัศน์เพื่อใช้ทบทวนและเป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอน เรื่อง แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก เช่น
- <https://www.youtube.com/watch?v=zpLmWw2wlgI>
2. ครูถามคำถาม Key Question ว่า ลวดตัวนำ 2 เส้น ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและวางขนานกัน จะมีแรงใดกระทำต่อลวดหรือไม่ อย่างไร นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ขั้นสอน

การบรรยาย

1. ครูนำเข้าสู่หัวข้อนี้โดยให้นักเรียนพิจารณาลวดตัวนำตรง 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่าน โดยแยกพิจารณาเป็น 2 กรณี ดังนี้
 - กรณีที่กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำทั้งสองมีทิศเดียวกัน
 - กรณีที่กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำทั้งสองมีทิศตรงกันข้าม
2. ครูอาจตั้งคำถามให้นักเรียนคิดว่า ถ้าลวดตัวนำทั้งสองยาว 1 เท่ากัน อยู่ห่างกันเป็นระยะ d และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดเส้นที่ 1 และลวดเส้นที่ 2 มีค่าเป็น I_1 และ I_2 ตามลำดับ แรงกระทำระหว่างลวดตัวนำตรง 2 เส้น ที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในทิศทางเดียวกันกับทิศตรงกันข้าม เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. ครูใช้ภาพแรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกัน ในหนังสือเรียนเพื่อประกอบการอธิบาย ดังนี้
 - กรณีที่กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำทั้งสองมีทิศเดียวกัน



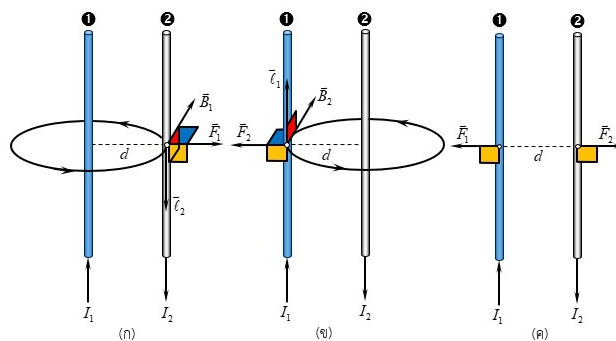
นักเรียนพิจารณาที่ลวดเส้นที่ 2 สนามแม่เหล็กที่ระยะห่าง d จากลวดเส้นที่ 1 มีขนาดเป็น B_1 ทิศตั้งฉากกับลวดเส้นที่ 2 (ทิศพุ่งออกจากกระดานหน้ากระดาษ) เนื่องจากสนามแม่เหล็กที่จุดต่างๆ บนลวดเส้นที่ 2 มีค่าเท่ากัน (เพราะอยู่ห่างจากลวดเส้นที่ 1 เท่ากัน) จึงเกิดแรง

แม่เหล็กที่มีขนาดเป็น $F_1 = I_1 B_1$ กระทำต่อลวดเส้นที่ 2 โดยแรงกระทำนี้มีทิศตั้งฉากกับลวดเส้นที่ 2 พุ่งเข้าหาลวดเส้นที่ 1 ดังภาพ (ก)

นักเรียนพิจารณาที่ลวดเส้นที่ 1 สนามแม่เหล็กที่ระยะห่าง d จากลวดเส้นที่ 2 มีขนาดเป็น B_2 ทิศตั้งฉากกับลวดเส้นที่ 1 (ทิศพุ่งออกจากกระดานหน้ากระดาน) เนื่องจากสนามแม่เหล็กที่จุดต่างๆ บนลวดเส้นที่ 1 มีค่าเท่ากัน (เพราะอยู่ห่างจากลวดเส้นที่ 2 เท่ากัน) จึงเกิดแรงแม่เหล็กที่มีขนาดเป็น $F_2 = I_1 B_2$ กระทำต่อลวดเส้นที่ 1 โดยแรงกระทำนี้มีทิศตั้งฉากกับลวดเส้นที่ 1 พุ่งเข้าหาลวดเส้นที่ 2 ดังภาพ (ข)

ครูอธิบายสรุปว่า แรงกระทำระหว่างลวดตัวนำตรงสองเส้นที่วางตัวขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านในทิศทางเดียวกันจะเป็น**แรงดึงดูด** ดังภาพ (ค)

- กรณีที่กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำทั้งสองมีทิศตรงกันข้าม



ครูอธิบายต่อว่า ถ้ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำทั้งสองมีทิศตรงกันข้าม จากการพิจารณาในการทำงานของเดียวกันจะพบว่า แรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสองจะเป็น**แรงผลัก** ดังภาพ

- นักเรียนและครูอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปว่า แรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง ($F_2 = I_1 B_1$ และ $F_1 = I_2 B_2$) มีขนาดเท่ากัน แรงกระทำระหว่างลวดตัวนำตรงที่วางตัวขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าผ่านจึงเป็นแรงต่างร่วม คือ มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงกันข้าม โดยจะเป็นแรงดึงดูดถ้ากระแสไฟฟ้าไหลในทิศเดียวกัน แต่จะเป็นแรงผลัก ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลในทิศตรงข้าม
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำตรงสองเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน นำไปใช้นิยามหน่วยของกระแสไฟฟ้าในระบบเอสไอ โดยกำหนดว่า กระแสไฟฟ้าคงตัวค่าเดียวกันที่ไหลผ่านลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ 2 เส้นซึ่งยาวมากและวางตัวขนานกันโดยอยู่ห่างกัน 1 เมตร ในสุญญากาศ แล้วทำให้เกิดแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง (คิดต่อหน่วยความยาว) เท่ากับ 2×10^{-7} N/m มีค่าเท่ากับ 1 แอมแปร์

ขั้นสรุป

- นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียน ตามความสมัครใจของนักเรียน จากนั้นร่วมกันทำใบงานที่ 1.4 เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 คู่ ออกมาเฉลยใบงาน โดยครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าคำตอบใดถูกต้อง จากนั้นครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียน

3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน มาช่วยในการอธิบาย
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว และศึกษาเนื้อหา เรื่อง แรงกระทำต่อลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	- ตรวจใบงานที่ 1.4 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 1.4 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

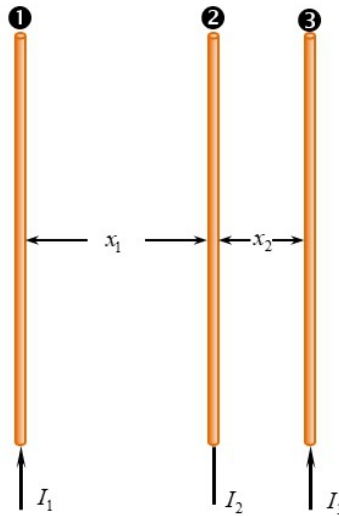
- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.4 เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- 4) PowerPoint เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ลวดตัวนำตรงขนาดเท่ากันสามเส้นวางตัวขนานกันดังภาพ ถ้า $x_1 = 10 \text{ cm}$, $x_2 = 5.0 \text{ cm}$, $I_1 = 0.30 \text{ A}$ และ $I_3 = 0.20 \text{ A}$ จงหาขนาดและทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำเส้นที่ 2 ที่ทำให้แรงแม่เหล็กบนลวดตัวนำเส้นที่ 3 เป็นศูนย์



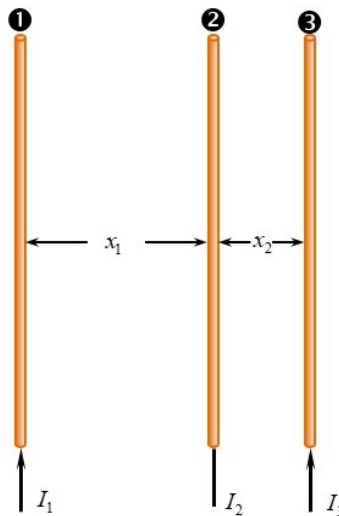
ใบงานที่ 1.4

เรื่อง แรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ลวดตัวนำตรงขนาดเท่ากันสามเส้นวางตัวขนานกันดังภาพ ถ้า $x_1 = 10 \text{ cm}$, $x_2 = 5.0 \text{ cm}$, $I_1 = 0.30 \text{ A}$ และ $I_3 = 0.20 \text{ A}$ จงหาขนาดและทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำเส้นที่ 2 ที่ทำให้แรงแม่เหล็กบนลวดตัวนำเส้นที่ 3 เป็นศูนย์



วิธีทำ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นที่ 1 และเส้นที่ 3 มีทิศเดียวกัน แรงแม่เหล็กจากลวดตัวนำเส้นที่ 1 ที่กระทำต่อลวดเส้นที่ 3 จึงเป็นแรงดึงดูด หรือมีทิศไปทางซ้ายมือ แรงแม่เหล็กบนลวดเส้นที่ 3 จะเป็นศูนย์ เมื่อแรงแม่เหล็กจากลวดเส้นที่ 2 ที่กระทำต่อลวดเส้นที่ 3 เป็นแรงผลักหรือมีทิศไปทางขวามือ โดยแรงทั้งสองต้องมีขนาดเท่ากัน กระแสไฟฟ้าในลวดเส้นที่ 2 จึงมีทิศพุ่งลงตามแนวดิ่ง

เนื่องจากแรงแม่เหล็กบนเส้นที่ 3 จากลวดเส้นที่ 1 และลวดเส้นที่ 2 มีขนาดเป็น $I_3 \ell B_1$ และ

$I_3 \ell B_2$ ตามลำดับ จึงได้ $I_3 \ell B_1 = I_3 \ell B_2$ และ $B_1 = B_2$ หรือ $\frac{B_1}{B_2} = 1$

โดยที่ $B \propto \frac{I}{d}$ จึงได้ $\frac{I_1/d_1}{I_2/d_2} = 1$

และ $I_2 = \left(\frac{d_2}{d_1}\right) I_1 = \left(\frac{x_2}{x_1 + x_2}\right) I_1 = \left(\frac{5}{15}\right) (0.3 \text{ A}) = 0.1 \text{ A}$

แรงแม่เหล็กบนลวดตัวนำเส้นที่ 3 เป็นศูนย์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 0.1 แอมแปร์ ผ่านลวดเส้นที่ 2 ในทิศพุ่งลงตามแนวดิ่ง

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิษิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบาย และคำนวณแรงกระทำต่อลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็กได้ (K)
2. นำสมการ $M = NIAB \sin \theta$ ไปคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อลวดตัวนำตรงที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีแรงกระทำต่อลวดตัวนำนั้น เมื่อเปลี่ยนลวดตัวนำตรงเป็นขดลวด จะไม่เกิดแรงกระทำต่อลวดถ้าทิศทางของกระแสไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็ก แต่จะเกิดแรงกระทำต่อลวดเมื่อทิศทางของกระแสไฟฟ้าตั้งฉากกับทิศทางของสนามแม่เหล็ก

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับแรงระหว่างลวดตัวนำ 2 เส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านว่า ถ้าลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน 2 เส้นวางขนานและใกล้กัน จะมีแรงกระทำระหว่างลวดตัวนำทั้งสอง โดยจะพบว่า ถ้ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำขนานทั้งสองมีทิศเดียวกัน แรงระหว่างลวดเป็นแรงดูด ถ้ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำขนานทั้งสองมีทิศตรงกันข้าม แรงระหว่างลวดเป็นแรงผลัก
2. ครูถามคำถาม Key Question จากหนังสือเรียน เพื่อเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนว่า “แรงที่กระทำต่อขดลวดที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร” จากนั้นครูกล่าวเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
3. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นกับคำถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูล เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนหรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต
2. ครูควรใช้ภาพที่ 1.37 ในหนังสือเรียนประกอบ และแนะนำว่า พิจารณาขดลวดสี่เหลี่ยมเป็นส่วน ๆ เช่น พิจารณาขดลวดด้าน PQ หรือ RS
3. ครูตั้งประเด็นคำถาม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบร่วมกัน ดังนี้
 - เมื่อระนาบของขดลวด PQRS เอียงทำมุมกับสนามแม่เหล็ก ขดลวด PQ และ RS จะตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กหรือไม่ ทิศและขนาดของแรงที่กระทำต่อขดลวดทั้ง 2 เป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ขดลวด PQ และ RS จะยังคงตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ไม่ว่าจะเอียงทำมุมเท่าใดกับสนามแม่เหล็ก และแรงที่กระทำต่อขดลวดแต่ละส่วนมีทิศทางและขนาดเท่าเดิม)
 - เมื่อระนาบของขดลวด PQRS เอียงทำมุมกับสนามแม่เหล็ก ขดลวด PQ และ RS จะเอียงทำมุมกับสนามแม่เหล็กด้วย แล้วจะเกิดแรงกระทำต่อขดลวดทั้ง 2 ส่วนหรือไม่
(แนวตอบ : เกิดแรงกระทำต่อขดลวด PQ และ RS ขนาดของแรงแต่ละแรงเป็นไปตามสมการ $F = ILB$ ดังนั้นแรงทั้งสองจึงมีขนาดเท่ากัน)
 - ขดลวด PQRS จะหมุนหรือไม่ ถ้าหมุน ขดลวด PQRS จะหมุนในทิศทางใด
(แนวตอบ : ขดลวด PQRS จะหมุนวนเข็มนาฬิกา เพราะเกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบจากแรงที่กระทำต่อขดลวด PQ และ RS)
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและตอบคำถามลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและตอบคำถามหน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาค่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบ ตามรายละเอียดในหนังสือ จนได้สมการโมเมนต์ของแรงคู่ควบ $M = NIAB \cos \theta$
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงคู่ควบว่า ค่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบนี้ขึ้นอยู่กับค่าของ $\cos \theta$ และถ้าขดลวดไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากก็สามารถใช้สมการ $M = NIAB \cos \theta$ เพื่อหาค่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาในตัวอย่างที่ 1.6-1.7 จากหนังสือเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหา และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการอย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ดำเนินการ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่าง
2. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้โจทย์ตัวอย่างตามขั้นตอนในแต่ละขั้น โดยที่ครูคอยโดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน
3. ครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก พร้อมทั้งสังเกตคำตอบของนักเรียน เพื่อประเมินพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคล พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสรุป

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายสรุปเรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จนได้ข้อสรุปดังนี้
 - ไม่มีแรงกระทำต่อขดลวดส่วน QR และ PS เพราะขดลวดทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกับเส้นแรงแม่เหล็ก หรือในแนวขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก
 - มีแรงกระทำต่อขดลวดส่วน PQ และ RS คือ แรงคู่ควบ
 - แรงคู่ควบที่กระทำต่อขดลวดส่วน PQ และ RS จะทำให้ขดลวดหมุนทวนเข็มนาฬิกา ในขณะที่จะได้โมเมนต์ของแรงคู่ควบ $M = IAB$ เมื่อ I คือ ค่าของกระแสไฟฟ้า A คือ พื้นที่ของขดลวด B คือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก มาช่วยในการอธิบาย
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 1 เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว เป็นการบ้านแล้วนำเสนอครูในชั่วโมงถัดไป และศึกษาเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ผลของสนามแม่เหล็กต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า
5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า การหมุนของขดลวดนำไปสร้างแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก	- ตรวจใบงานที่ 1.5 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 1.5 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.5 เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- 4) PowerPoint เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

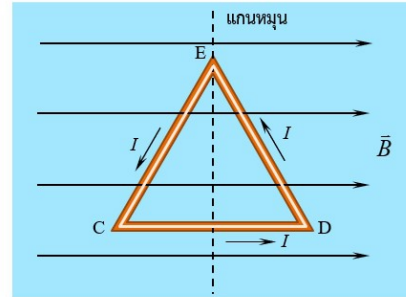
- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 1.5

เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

วงลวดรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้านยาวด้านละ 20 เซนติเมตร วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 1.4 เทสลา โดยระนาบของวงลวดขนานกับสนามแม่เหล็กและมีกระแสไฟฟ้า 5.0 แอมแปร์ วนผ่านวงลวดในทิศทาง ขณะที่วงลวดอยู่ที่ตำแหน่งดังภาพ จงหา



(ก) ขนาดและทิศทางของแรงแม่เหล็กบนแต่ละด้านของวงลวด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ข) แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวงลวด

.....

.....

.....

(ค) ขนาดของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวงลวด

.....

.....

.....

(ง) ผลของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวงลวด

.....

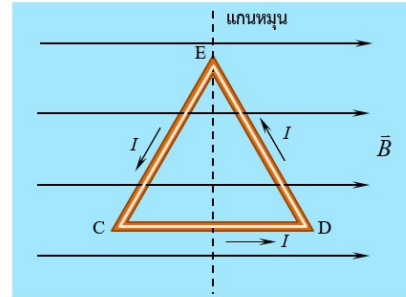
.....

.....

เรื่อง แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ขดลวดรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้านยาวด้านละ 20 เซนติเมตร วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 1.4 เทสลา โดยระนาบของ ขดลวดขนานกับสนามแม่เหล็กและมีกระแสไฟฟ้า 5.0 แอมแปร์ วน ผ่านขดลวดในทิศทาง ขณะที่ขดลวดอยู่ที่ตำแหน่งดังภาพ จงหา



(ก) ขนาดและทิศทางของแรงแม่เหล็กบนแต่ละด้านของขดลวด

จาก $F_B = I\ell B \sin \theta$ เมื่อ ℓ แทนขนาดของ $\vec{\ell}$ ซึ่งมีทิศเดียวกับกระแสไฟฟ้า และ θ เป็นมุมระหว่าง $\vec{\ell}$ กับ $\vec{B}$ เนื่องจากมุมภายในของสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่ละมุมเป็น 60° มุมระหว่าง $\vec{\ell}$ กับ $\vec{B}$ สำหรับด้าน CD, DE, EC จึงเป็น $0^\circ, 120^\circ, 120^\circ$ ตามลำดับ

ถ้าแทนขนาดของแรงแม่เหล็กบนด้าน CD, DE, EC ด้วย F_1, F_2, F_3 ตามลำดับ

$$\text{จะได้ } F_1 = (5.0)(0.20)(1.2) \sin 0^\circ \text{ N} = 0$$

$$\text{และ } F_2 = F_3 = (5.0)(0.20)(1.4) \sin 120^\circ \text{ N} = 1.2 \text{ N}$$

โดยที่ทิศของแรงแม่เหล็กบนแต่ละด้านอยู่ในทิศเดียวกับทิศของ $\vec{\ell} \times \vec{B}$ แรงบนด้าน DE จึงมีทิศพุ่งเข้าสู่ ระนาบขดลวด และแรงบนด้าน EC มีทิศพุ่งออกจากระนาบขดลวด

(ข) แรงลัพธ์ที่กระทำต่อขดลวด

เนื่องจากไม่มีแรงแม่เหล็กกระทำต่อด้าน CD และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อด้าน DE และ EC มีขนาด เท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อขดลวดจึงเป็น 0

(ค) ขนาดของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อขดลวด

เนื่องจากระนาบขดลวดขนานกับสนามแม่เหล็ก ขนาดของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อขดลวดจึงมีค่า เป็น $M = IAB = (5.0) \left[\frac{1}{2} (0.20)(0.20 \sin 60^\circ) \right] (1.4) \text{ N m} = 0.24 \text{ N m}$

(ง) ผลของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อขดลวด

เนื่องจากแรงแม่เหล็กบนด้าน DE และ EC ประกอบกันเป็นแรงคู่ควบแบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมอง จากปลายบนของแกนหมุน จึงเกิดโมเมนต์ของแรงที่กระทำให้ขดลวดหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมองจาก ปลายบนของแกนหมุน

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและ
แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิเชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบาย สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้ (K)
2. อธิบายกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ กฎของเลนซ์ และนำไปใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรมกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อนำขดลวดหมุนตัดกับเส้นสนามแม่เหล็กหรือทำให้เส้นสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดกับขดลวดตัวนำ พบว่าจะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ลวดตัวนำ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic induction) และกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เรียกว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (induced current)

กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ กล่าวว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดจะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดนั้นเมื่อเทียบกับเวลา

กฎของเลนซ์ กล่าวว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในทิศที่จะทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็กใหม่ขึ้นมาต้านการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กเดิมที่ตัดผ่านขดลวดนั้น

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept-Based Instruction)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังนี้
 - แกลแวนอมิเตอร์เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวดที่หมุนได้รอบแกน มีลักษณะเป็นขดลวดสี่เหลี่ยมที่มีแกนหมุน ปลายข้างหนึ่งของแกนหมุนอยู่ติดสปริงกันหอยและเข็มชี้ขดลวดเคลื่อนที่นี้หมุนอยู่ในสนามแม่เหล็ก
 - มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดทองแดงเคลือบน้ำมันยา ที่พันรอบแกนสี่เหลี่ยมซึ่งติดอยู่กับแกนหมุนในสนามแม่เหล็ก ปลายทั้งสองของขดลวดต่อกับขั้วของแบตเตอรี่ เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวด ขดลวดจะเกิดโมเมนต์ของแรงกระทำทำให้ขดลวดหมุนรอบแกนหมุน
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการตั้งคำถามตามหนังสือเรียน จากนั้นครูหรือตัวแทนนักเรียนเป็นผู้สาธิตการใช้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดฟลักซ์แม่เหล็ก โดยอุปกรณ์ที่ใช้สาธิตประกอบด้วยสายไฟ แม่เหล็กรูปตัวยู และแอมมิเตอร์
3. ครูหรือตัวแทนนักเรียนนำสายไฟมาต่อกับแอมมิเตอร์ขนาด 2 มิลลิแอมป์ แล้วนำสายไฟนี้ไปเคลื่อนที่ตัดฟลักซ์แม่เหล็กในทิศตั้งฉาก ขณะสายไฟกำลังเคลื่อนที่ ครูให้นักเรียนสังเกตเข็มของแอมมิเตอร์ จะพบว่า เข็มของแอมมิเตอร์เบนไป แสดงว่า เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในสายไฟ
4. ครูเคลื่อนที่สายไฟสวนทางกับครั้งแรก จากนั้นถามนักเรียนว่า จะเกิดกระแสไฟฟ้าในสายไฟหรือไม่ และทิศทางจะเป็นอย่างไร ซึ่งจะทราบได้จากเข็มของแอมมิเตอร์
5. ครูและนักเรียนสรุปได้ว่า ขณะลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดฟลักซ์แม่เหล็กในทิศตั้งฉาก จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำในสายไฟ จากนั้นครูให้ความรู้เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับฟลักซ์แม่เหล็กว่า บริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็กจะมีฟลักซ์แม่เหล็กอยู่หนาแน่นกว่าบริเวณที่อยู่ห่างออกไป จากนั้นครูตั้งคำถามจากภาพในหนังสือเรียน (ภาพที่ 1.48) เพื่อนำไปสู่กฎของฟาราเดย์ ดังนี้
 - ขณะเคลื่อนขดลวดเข้าหาแม่เหล็ก หรือเคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวด ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : มีการเปลี่ยนแปลง คือ ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระยะระหว่างขดลวดกับแท่งแม่เหล็กลดลง)
 - ขณะเคลื่อนขดลวดห่างจากแม่เหล็ก หรือเคลื่อนแท่งแม่เหล็กห่างออกจากขดลวด ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : มีการเปลี่ยนแปลง คือ ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีค่าลดลง ในขณะที่ระยะระหว่างขดลวดกับแท่งแม่เหล็กเพิ่มขึ้น)

2. ครูสุ่มเลือกนักเรียน 2-3 คน ให้แสดงความคิดเห็นของตนเองโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
3. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ขณะขดลวดหรือแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดมีค่าเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดนั้น จากนั้นครูจึงให้ความรู้เกี่ยวกับกฎของฟาราเดย์
4. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งที่เกิดขึ้นในการทดลอง ดังภาพ เรียกว่า **การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า** (electromagnetic induction) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก กล่าวคือ เมื่อสนามแม่เหล็กบริเวณวงจรไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลง จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น ในวงจรไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขับเคลื่อนกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านวงจรไฟฟ้านั้น เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้านั้น จึงเรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นว่า **แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ** (induced electromotive force) และ**กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ** (induced current) โดยส่วนประกอบสำคัญในวงจรไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า คือ **ขดลวดหรือขดลวด**
5. ครูอธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กบริเวณขดลวดส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด กล่าวคือ จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวด ซึ่งส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าในขดลวดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
6. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ฟาราเดย์ได้ทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด ได้ผลสรุปว่า การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กผ่านวงรอบปิดใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา จะก่อให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นและทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำ จึงได้ตั้งเป็น **กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์** (Faraday's law of Induction) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า กฎของฟาราเดย์ นั่นคือ $\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}$

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาสมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
2. นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียน ตามความสมัครใจของนักเรียน จากนั้นร่วมกันทำใบงานที่ 1.6 เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
3. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 คู่ ออกมาเฉลยใบงาน โดยนักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าคำตอบใดถูกต้อง จากนั้นครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียน
4. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ทิศของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ หาได้โดยใช้**กฎของเลนซ์** (Lenz's law) ซึ่งมีใจความว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมีทิศอยู่ในทิศที่ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดในทิศทางที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งให้ฟลักซ์แม่เหล็กต้านการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กเดิม

5. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า จากกฎของเลนซ์สรุปได้ว่า ถ้าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดหรือขดลวดกำลังเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จะมีทิศที่ก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งให้ฟลักซ์แม่เหล็กผ่านขดลวดหรือขดลวดสวนทางกับฟลักซ์แม่เหล็กเดิม แต่ถ้าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดหรือขดลวดกำลังลดลง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะไหลในทิศที่ก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งให้ฟลักซ์แม่เหล็กตัดผ่านขดลวดทิศทางเดียวกับฟลักซ์แม่เหล็กเดิม

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ปฏิบัติกิจกรรม กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในลวดตัวนำ โดยให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มว่าใครมีบทบาทหน้าที่อย่างไร
2. นักเรียนทำกิจกรรมโดยครูกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยตรวจพฤติกรรมของนักเรียนและจดบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
3. ครูให้นักเรียนสังเกตที่เข็มของแอมมิเตอร์ขณะที่ขดลวดกำลังเคลื่อนที่ จะพบว่า เข็มของแอมมิเตอร์เบนไปจากตำแหน่งเดิม ต่อไปเลื่อนขดลวดออกจากแท่งแม่เหล็ก เข็มของแอมมิเตอร์ก็จะเบนออกจากตำแหน่งเดิมเช่นกัน แต่จะเบนไปคนละทางกับครั้งแรก
4. ครูและนักเรียนสรุปได้ว่า กรณีที่มีการเคลื่อนแท่งแม่เหล็กหรือขดลวด อย่างใดอย่างหนึ่ง จะมีกระแสเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวด และกรณีที่ขดลวดและแท่งแม่เหล็กอยู่กับที่ จะไม่มีกระแสเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวด

ขั้นสรุป

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การเคลื่อนที่ขดลวดหรือการเคลื่อนแท่งแม่เหล็ก เพื่อให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดมีค่าเปลี่ยนแปลง จะทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวด และถ้าขดลวดอยู่กับที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่มีค่าสม่ำเสมอของแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งอยู่กับที่ ก็สามารถทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดนั้นได้
2. ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไปอธิบายสาเหตุที่ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ขณะหมุนด้วยอัตราเร็วคงตัว มีค่าน้อยกว่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ขณะเริ่มหมุน ซึ่งนักเรียนจะเรียนในคาบต่อไป
3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ มาช่วยในการอธิบาย
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
5. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นการบ้านแล้วนำเสนอครู และศึกษาเนื้อหา เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในหลอดตัวนำ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	- ตรวจใบงานที่ 1.6 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 1.6 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.6 เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 4) PowerPoint เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

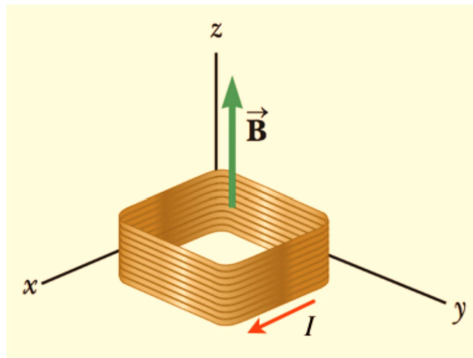
- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด

ใบงานที่ 1.6

เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ขดลวดตัวนำรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 1.50 เซนติเมตร จำนวน 25.0 รอบ ซึ่งแต่ละรอบมีขนาดเท่ากันและมีความต้านทาน 0.350 โอห์ม ถ้าให้สนามแม่เหล็กที่มีขนาดคงตัวในทิศทางตั้งฉากกับขดลวด ดังภาพ จงหา



ก) ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด ขณะที่สนามแม่เหล็กที่พุ่งผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 0.500 เทสลา ภายใน 0.800 วินาที

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข) ขนาดของกระแสเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำ

.....

.....

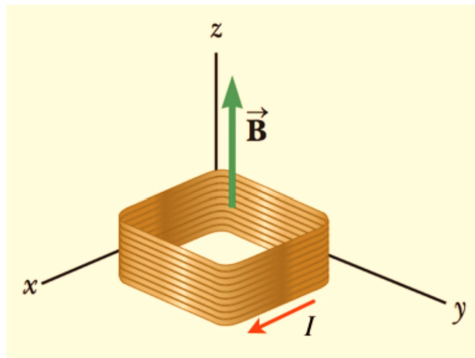
.....

.....

เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ขดลวดตัวนำรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 1.50 เซนติเมตร จำนวน 25.0 รอบ ซึ่งแต่ละรอบมีขนาดเท่ากันและมีความต้านทาน 0.350 โอห์ม ถ้าให้สนามแม่เหล็กที่มีขนาดคงตัวในทิศทางตั้งฉากกับขดลวด ดังภาพ จงหา



ก) ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด ขณะที่สนามแม่เหล็กที่พุ่งผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 0.500 เทสลา ภายใน 0.800 วินาที

พื้นที่หน้าตัดของขดลวดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

$$A = d^2 = (0.015 \text{ m})^2 = 2.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

จากสมการ

$$\Phi = BA \cos \theta$$

$$\Phi = (0.500 \text{ T})(2.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \cos 0^\circ$$

$$\Phi = 1.12 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

และอัตราการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็ก $\Delta\Phi$ เนื่องจากการเปลี่ยนสนามแม่เหล็ก

$$\Delta\Phi = \Phi_f - \Phi_i = 1.12 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

จะได้ ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad \epsilon &= -N \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = (25.0) \frac{(1.12 \times 10^{-4} \text{ Wb})}{0.80 \text{ s}} \\ &= 3.50 \text{ mV} \end{aligned}$$

ดังนั้น ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด คือ 3.50 มิลลิโวลต์

ข) ขนาดของกระแสเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำ

$$\text{จากสมการ} \quad I = \frac{\epsilon}{R}$$

$$I = \frac{3.50 \text{ mV}}{0.350 \Omega}$$

$$I = 10.0 \text{ mA}$$

ดังนั้น ขนาดของกระแสเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำ คือ 10.0 มิลลิแอมแปร์

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง หม้อแปลง

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

- 4) สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
- 5) อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอสได้
- 6) อธิบายหลักการทำงานของประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการส่งกำลังไฟฟ้า หม้อแปลง ตลอดจนการนำความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ได้ (K)
2. ปฏิบัติกิจกรรมหม้อแปลงได้อย่างถูกต้อง (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าไปยังบ้านเรือนจะมีอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างหนึ่งติดตั้งไว้เป็นช่วงๆ อุปกรณ์ไฟฟ้างดกล่าว คือ หม้อแปลงไฟฟ้า หรือเรียกสั้นๆ ว่า หม้อแปลง ซึ่งใช้สำหรับเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงมากพอที่จะส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปตามสายส่งได้ไกลๆ และมีการสูญเสียในสายส่งน้อยที่สุด หรือเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า โดยครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นการคิด ดังนี้
 - หม้อแปลงทำหน้าที่อะไร ทำงานได้อย่างไร และนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง
 - แกนหม้อแปลงทำหน้าที่เหมือนอุปกรณ์ใดในวงจรไฟฟ้า
 - หม้อแปลงใช้ลดหรือเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - การใช้หม้อแปลงที่มีกำลังไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าจะส่งผลต่อหม้อแปลงและเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างไร
 - การสูญเสียหม้อแปลงใช้ลดหรือเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องจากการเรียนต่อไป

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทั้งหมด 4 กลุ่ม ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับสลากเลือกหัวข้อในการสืบค้น จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้
 - ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้อภิปราย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสืบค้นมาจัดให้อยู่ในแบบที่น่าสนใจ
4. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าให้ได้ประเด็น ดังนี้
 - หม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่เพิ่มและลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เหมาะสมตามที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกออกแบบ ซึ่งสามารถนำหม้อแปลงไปใช้งานหลายด้าน ทั้งในระบบการจ่ายไฟฟ้า หรือเป็นอุปกรณ์ประกอบในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้กันตามบ้านเรือน เช่น โทรทัศน์ เครื่องขยายเสียง หรืออะแดปเตอร์แปลงไฟเพื่อใช้ในงานต่าง ๆ
 - การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าอธิบายได้ด้วยกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ กล่าวคือ ขดลวดปฐมภูมิซึ่งต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยฟลักซ์แม่เหล็กจะวนไปตามแกนเหล็กและตัดผ่านขดลวดทุติยภูมิ ฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาจะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในวงจรของขดลวดทุติยภูมิ

- เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดสนามแม่เหล็กที่ไหลตามเข็ม และทวนเข็มนาฬิกา สนามแม่เหล็กจะเคลื่อนที่ไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิที่ต่อกับโหมด โดยแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวด

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิ และความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดกับจำนวนรอบของขดลวด ตามรายละเอียดในหนังสือ จนได้ความสัมพันธ์ตามสมการ $\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{N_2}{N_1}$
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาสมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับหม้อแปลง ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน และศึกษาตัวอย่างที่ 1.9 เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียน ตามความสนใจของนักเรียน จากนั้นร่วมกันทำใบงาน เรื่อง หม้อแปลงไฟฟ้า
4. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 คู่ ออกมาเฉลยใบงาน โดยนักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าคำตอบใดถูกต้อง จากนั้นครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียน
5. ครูให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับหม้อแปลงขึ้น หม้อแปลงลง หม้อแปลงเชิงอุดมคติ การสูญเสียในแกนเหล็กจากการเกิดกระแสวน (eddy current) และการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด ตามรายละเอียดในหนังสือ

ขั้นสอน

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม หม้อแปลง โดยให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มว่าใครมีบทบาทหน้าที่อย่างไร
2. นักเรียนทำกิจกรรมโดยครูกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยตรวจพฤติกรรมของนักเรียนและจดบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
3. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรม หม้อแปลง ให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามขั้นตอน จากหนังสือเรียน
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้และวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน จากนั้นแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง
5. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม หม้อแปลง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ
6. ครูสุ่มเลือกนักเรียน 2-3 กลุ่ม ให้ออกมานำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเอง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเองเรียบร้อยแล้ว จากนั้นครูเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

ขั้นสรุป

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกิจกรรม หม้อแปลง ดังนี้
 - เมื่อกระแสตรงผ่านขดลวดขดแรก จะไม่มีกระแสเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวดขดที่สอง
 - เมื่อกระแสสลับผ่านขดลวดขดแรก จะมีกระแสเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวดขดที่สอง
 - หลอดไฟที่ต่อกับขดลวด 200 รอบ จะสว่างกว่าหลอดไฟที่ต่อกับขดลวด 100 รอบ
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง หม้อแปลงไฟฟ้า มาช่วยในการอธิบาย
- ครูให้นักเรียนทุกคนสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง หม้อแปลง
- ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง หม้อแปลง จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง หม้อแปลง เป็นการบ้านแล้วนำส่งครู และศึกษาเนื้อหา เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

- ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง หม้อแปลง โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
- ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม หม้อแปลง และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) หม้อแปลง	- ตรวจใบงานที่ 1.7 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 1.7 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.7 เรื่อง หม้อแปลง
- 4) PowerPoint เรื่อง หม้อแปลง
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 1.7

เรื่อง หม้อแปลง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1) จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงเครื่องหนึ่งเป็น 200 รอบ และ 1,200 รอบตามลำดับ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดปฐมภูมิ 3.0 แอมแปร์ และหม้อแปลงมีประสิทธิภาพ 90% จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดทุติยภูมิเท่าใด

2) หม้อแปลงลงนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่มีกำลังไฟฟ้า 750 วัตต์ ถ้าหลังจากใช้งานไป 1 นาที พบว่าเกิดความร้อนขึ้นในแกนเหล็ก 5 กิโลจูล โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าได้รับกำลังคงเดิม ขนาดของฟลักซ์ที่นำมาใช้ในวงจรด้านเข้าควรมีค่าต่ำสุดกี่แอมแปร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1) จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงเครื่องหนึ่งเป็น 200 รอบ และ 1,200 รอบตามลำดับ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดปฐมภูมิ 3.0 แอมแปร์ และหม้อแปลงมีประสิทธิภาพ 90% จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดทุติยภูมิเท่าใด

วิธีทำ จาก $eff. = \left(\frac{I_2 V_2}{I_1 V_1} \right) \times 100\%$ และ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$

จะได้ $eff. = \left(\frac{I_2 N_2}{I_1 N_1} \right) \times 100\%$

จึงได้ $90 = \left(\frac{I_2 (1200)}{(3.0)(200)} \right) \times 100$

$$I_2 = \left(\frac{90}{100} \right) \left(\frac{200}{1200} \right) (3.0A) = 0.45A$$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดทุติยภูมิจึงมีค่าเป็น 0.45 แอมแปร์

2) หม้อแปลงลงนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่มีกำลังไฟฟ้า 750 วัตต์ ถ้าหลังจากใช้งานไป 1 นาที พบว่าเกิดความร้อนขึ้นในแกนเหล็ก 5 กิโลจูล โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าได้รับกำลังคงเดิม ขนาดของฟิวส์ที่นำมาใช้ในวงจรด้านเข้าควรมีค่าต่ำสุดกี่แอมแปร์

วิธีทำ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในแกนเหล็กมีค่าเป็น $P_{lost} = \frac{Q}{t} = \frac{5 \times 10^3 J}{60 s} = \frac{10^3}{12} W$

โดยที่กำลังด้านเข้ามีค่าเท่ากับผลบวกของกำลังด้านออกกับกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในแกน

หรือ $P_{in} = P_{out} + P_{lost}$ จึงได้ $I_1 (220V) = 750 W + \frac{10^3}{12} W = \frac{10,000}{12} W$

และ $I_1 = \frac{10,000}{12(220V)} = 3.8 A$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าด้านเข้ามีค่าเท่ากับ 3.8 แอมแปร์ ดังนั้นขนาดของฟิวส์ที่นำมาใช้ในวงจรด้านเข้าควรมีค่าต่ำสุด 4.0 แอมแปร์

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับ

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

- 5) อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอสได้
- 6) อธิบายหลักการทำงานของประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะของไฟฟ้ากระแสสลับและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับเวลา และความต่างศักย์กับเวลา ที่มีค่าการเปลี่ยนค่าในรูปของฟังก์ชันไซน์ได้ (K)
2. อธิบายความหมายของกำลังเฉลี่ยและตัวประกอบกำลังในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ (K)
3. เขียนแผนภาพเฟสเซอร์และใช้แผนภาพเฟสเซอร์ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับได้ (P)
4. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการเสาะแสวงหาความรู้ (A)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ ได้แก่ ความต่างศักย์จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อัตราเร็วเชิงมุม กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ กำลังไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยของกำลังสองกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ค่ายังผลหรือค่ามีเตอร์ ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับกับกระแสไฟฟ้ามีเฟสเดียวกัน ถ้ามีตัวเก็บประจุในวงจร กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเก็บประจุจะมีเฟสนำความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเก็บประจุ 90 องศา ถ้ามีตัวเหนี่ยวนำในวงจร กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำจะมีเฟสตามความต่างศักย์คร่อมตัวเหนี่ยวนำ 90 องศา

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : วิธีการสอนแบบบรรยาย (Lecture Method)

ขั้นนำ

การเตรียมการบรรยาย

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าว่า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานจากวงจรไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกวงจร โดยจะใช้เชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำ ที่สามารถเปลี่ยนขนาดแรงดันไฟฟ้า หรือขนาดของกระแสไฟฟ้าได้
2. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อนำไปสู่คำถาม ดังนี้
 - ค่ายอดและค่าอาร์เอ็มเอสของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าสลับหมายถึงอะไร
 - ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับเหมือนหรือต่างจากความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างไร
 - กฎของโอห์มใช้กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้หรือไม่
 - กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับเหมือนต่างจากกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างไร
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)

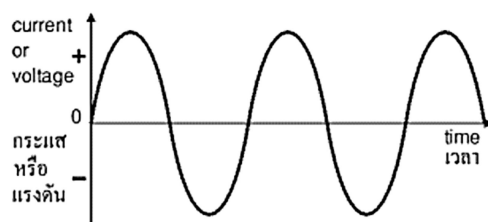
ขั้นสอน

การบรรยาย

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับว่า เกิดจากขบวนการในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยให้ขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็กหรืออาจให้สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอหมุนตัดขดลวดก็ได้ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะขึ้น ๆ ลง ๆ ไม่สม่ำเสมอและมีทิศไหลวนกลับไปกลับมา ตามความถี่และความเร็วเชิงมุมของการหมุนของขดลวดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. ครูสนทนากับนักเรียนว่า จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุม ความถี่ และคาบของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{1}{T} \quad \text{และ} \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

3. ครูอธิบายจากกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกระแสสลับ



จะเห็นว่าเหมือนกับกราฟของการเปลี่ยนแปลงการกระจัดของการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ดังนั้นนักเรียนจึงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและเวลา ได้ดังนี้

$$e = E_m \sin \omega t$$

4. ครูให้ความรู้นักเรียนตามรายละเอียดในหนังสือเรียน และเน้นว่า ω เป็นความถี่เชิงมุม ซึ่งเท่ากับ อัตราเร็วเชิงมุมของการหมุนของขดลวดเป็นค่าคงตัว f ซึ่งเป็นความถี่ของการหมุนของขดลวดก็คือ ความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ และการที่พิจารณา ω เป็นความถี่เชิงมุม เนื่องจากค่าของ แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเป็นคลื่นตามฟังก์ชันคลื่นไซน์
5. ครูอธิบายต่อว่า เมื่อต่อตัวต้านทานเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะมีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานและเกิดความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวต้านทาน (หรือความต่างศักย์ตกคร่อมตัวต้านทาน) โดยความต่างศักย์ (หรือแรงดันไฟฟ้า) และกระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนค่าตามเวลาในรูปฟังก์ชันไซน์เช่นเดียวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า กราฟแสดงการเปลี่ยนค่าตามเวลาของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าจึงเป็นกราฟรูปไซน์ ซึ่งค่าความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้ากระแสสลับมีหลายแบบ ได้แก่ ค่าขณะเวลาหนึ่ง ค่ายอด ค่ายอดถึงยอด และค่าอาร์เอ็มเอส
6. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าอาร์เอ็มเอสว่า ค่าอาร์เอ็มเอสมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า **ค่ายังผล** (effective value) เนื่องจาก V_{rms} และ I_{rms} เปรียบได้กับความต่างศักย์ V และกระแสไฟฟ้า I ของไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งส่งผล (ยังผล) ให้เกิดความร้อนที่ความต้านทานค่าเดียวกันในอัตราเดียวกัน และค่าดังกล่าวนำไปออกแบบมิเตอร์เพื่อวัดความต่างศักย์หรือกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้ากระแสสลับได้ จึงเรียกชื่อค่าอาร์เอ็มเอสอีกชื่อหนึ่งว่า **ค่ามิเตอร์** (meter value)
7. ครูอธิบายถึงการนำความรู้จากการศึกษาผ่านมาจะพบว่า ความรู้และหลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า นำไปใช้ในงานด้านต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งการนำไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ เช่น รีเลย์ สวิตช์อัตโนมัติ กระดิ่งไฟฟ้า กริ่งประตู และถอดไฟฟ้า เครื่องเคาะสัญญาณเวลา ไมโครโฟนแบบเหนี่ยวนำ ลำโพงแบบเหนี่ยวนำ เต้าเหนี่ยวนำไฟฟ้า แผ่นบันทึกข้อมูลแบบแม่เหล็ก
8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ V และกระแสไฟฟ้า I ของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- **ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ**

ถ้าความต่างศักย์ตกคร่อมตัวต้านทานมีค่าเป็น v_R ขณะที่กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานมีค่าเป็น i_R จะได้ $v_R = i_R R$ แต่ $v_R = e = E_m \sin \omega t = V_m \sin \omega t$ เมื่อ V_m แทนความต่างศักย์สูงสุด โดย $V_m = E_m$ จึงได้ $i_R R = V_m \sin \omega t$ และ $i_R = (V_m / R) \sin \omega t$

กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานและความต่างศักย์ตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจึงเปลี่ยนแปลงไปพร้อม ๆ กัน (ถึงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดพร้อมกัน) หรือมีเฟสตรงกัน

- **ตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ**

ถ้าความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำมีค่าเป็น v_L ขณะที่กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเป็น i_L จะได้ $v_L = L \left(\frac{di_L}{dt} \right)$ แต่ $v_L = e = E_m \sin \omega t = V_m \sin \omega t$ เมื่อ V_m แทนความต่างศักย์สูงสุดโดย $V_m = E_m$ จึงได้ $L \left(\frac{di_L}{dt} \right) = V_m \sin \omega t$ และ $di_L = \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt$

กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำและความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจึงเปลี่ยนแปลงไม่พร้อมกันหรือมีเฟสไม่ตรงกัน โดยกระแสไฟฟ้ามีเฟสล่าช้าหลังความต่างศักย์เท่ากับ $\pi/2$ เรเดียนหรือ 90°

- ตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ถ้าขณะที่ตัวเก็บประจุที่มีความจุไฟฟ้า C ฟารัด สะสมประจุไฟฟ้าไว้เป็นปริมาณ q ความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าเป็น V_C จะได้ $V_C = \frac{q}{C}$ แต่ $V_C = e = E_m \sin \omega t = V_m \sin \omega t$ เมื่อ V_m แทนความต่างศักย์สูงสุด โดย $V_m = E_m$ จึงได้ $\frac{q}{C} = V_m \sin \omega t$ และ $q = CV_m \sin \omega t$

กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวเก็บประจุและความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจึงเปลี่ยนแปลงไม่พร้อมกันหรือมีเฟสไม่ตรงกันโดยกระแสไฟฟ้ามีเฟสนำหน้าความต่างศักย์เท่ากับ $\pi/2$ เรเดียน หรือ 90°

9. ครูอธิบายถึงกำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายให้วงจรไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 แบบ คือ กำลังไฟฟ้าขณะเวลาหนึ่ง และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ($P = I_{rms} V_{rms}$) ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
10. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยว่า ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้ากระแสสลับใช้ได้กับการคิดค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปในบ้าน เช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เต้าไฟฟ้า เตาไรต์ไฟฟ้า โทรทัศน์ พัดลม ตู้เย็น ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแหล่งพลังงาน เพราะกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้คิดในกรณีที่เฟสของกระแสไฟฟ้าตรงกับเฟสของความต่างศักย์

ขั้นสรุป

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ มาช่วยในการอธิบาย
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
3. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นการบ้านแล้วนำเสนอครู
4. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียน

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมการอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ	- ตรวจใบงานที่ 1.8 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 1.8 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 1.8 เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ
- 4) PowerPoint เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

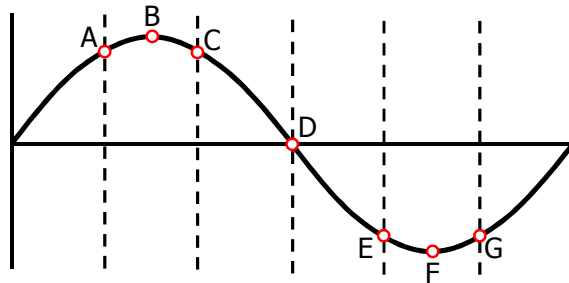
- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 1.8

เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ

คำชี้แจง : ตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากกราฟรูปไซน์ ดังภาพ จุด A, B, C, D, E, F และ G บนกราฟมีเฟสเป็นเท่าใด จุดเหล่านี้คู่ใดบ้างที่มีเฟสตรงกันข้าม



2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ 50 เฮิรตซ์ ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส 12 โวลต์ จงหากระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอสในวงจร เมื่อต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้กับ

- (ก) ตัวต้านทานที่มีความต้านทาน 10 โอห์ม
- (ข) ตัวเก็บประจุที่มีความจุไฟฟ้า 33 ไมโครฟารัด
- (ค) ตัวเหนี่ยวนำที่มีความเหนี่ยวนำ 20 มิลลิเฮนรี

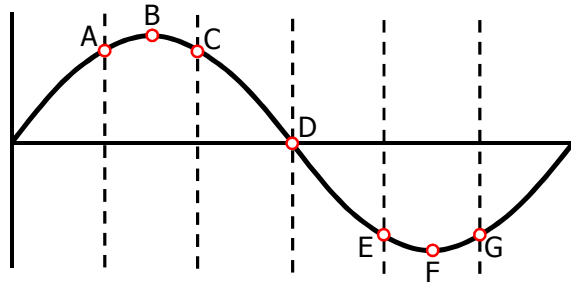
ใบงานที่ 1.8

เรื่อง ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ

เฉลย

คำชี้แจง : ตอบคำถามต่อไปนี้

- จากกราฟรูปไซน์ ดังภาพ จุด A, B, C, D, E, F และ G บนกราฟมีเฟสเป็นเท่าใด จุดเหล่านี้คู่ใดบ้างที่มีเฟสตรงกันข้าม



คลื่นรูปไซน์นี้ ใน 1 ลูกคลื่น แบ่งออกเป็น 6 ส่วน เท่าๆ กัน แต่ละส่วนจึงมีเฟสต่างกัน $= 360^\circ/6 = 60^\circ$
 ขณะที่จุด B อยู่ที่จุดสูงสุดและจุด F อยู่ที่จุดต่ำสุด จุด A, B, C, D, E, F และ G บนคลื่นจึงมีเฟสเป็น $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 180^\circ, 240^\circ, 270^\circ$ และ 300° ตามลำดับ และจุดที่เฟสตรงกันข้าม (เฟสต่างกัน 180°) คือ จุด A กับจุด E, จุด B กับจุด F และจุด C กับจุด G

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ 50 เฮิรตซ์ ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส 12 โวลต์ จงหากระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอสในวงจร เมื่อต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้กับ

- ตัวต้านทานที่มีความต้านทาน 10 โอห์ม
- ตัวเก็บประจุที่มีความจุไฟฟ้า 33 ไมโครฟารัด
- ตัวเหนี่ยวนำที่มีความเหนี่ยวนำ 20 มิลลิเฮนรี

วิธีทำ (ก) จาก $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R}$ จะได้ $I_{rms} = \frac{12 \text{ V}}{10} = 1.2 \text{ A}$

(ข) จาก $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_C}$ และ $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ จะได้ $I_{rms} = (2\pi f C)V_{rms}$
 จึงได้ $I_{rms} = 2\pi(50 \text{ Hz})(33 \times 10^{-6} \text{ F})(12 \text{ V}) = 0.124 \text{ A}$

(ค) จาก $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_L}$ และ $X_L = \omega L = 2\pi f L$ จะได้ $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{2\pi f L}$
 จึงได้ $I_{rms} = \frac{12 \text{ V}}{2\pi(50 \text{ Hz})(20 \times 10^{-3} \text{ H})} = 1.91 \text{ A}$

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ความร้อนและแก๊ส

เวลา 18 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- 1) อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
- 2) อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3) อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 4) อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

2. สารการเรียนรู้

2.1 สารการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ คำนวณได้จากสมการ $Q = mc\Delta T$ ส่วนปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะคำนวณได้จากสมการ $Q = mL$
- 2) วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$
- 3) เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่า วัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน
- 4) แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมากไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่มและมีการชนแบบยืดหยุ่น
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $PV = nRT = Nk_B T$
- 6) จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ย และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สได้
- 7) จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ $PV = \frac{2}{3} N \bar{E}_k$ ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$

- 8) ในภาชนะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้น คำนวณได้จากสมการ $W = P\Delta V$
- 9) โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาชนะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุลเรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส
- 10) พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$
- 11) ความรู้ เรื่อง พลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ระดับความร้อนของวัตถุสามารถบอกได้ด้วยอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิจะแปรผันตามพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส กล่าวได้ว่า วัตถุที่มีความร้อนมากจะมีอุณหภูมิสูง วัตถุที่มีความร้อนน้อยจะมีอุณหภูมิต่ำ และเมื่อเรานำวัตถุที่มีอุณหภูมิต่างกันมาสัมผัสกัน จะเกิดการถ่ายโอนความร้อน จนกระทั่งวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันหรือเรียกว่าเกิดสมดุลความร้อน เมื่อพิจารณาความร้อนที่เกิดจากพลังงานจลน์ของอะตอมหรือโมเลกุลของสาร สามารถกล่าวได้ว่า การถ่ายโอนความร้อนเกิดได้ 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

คุณสมบัติของแก๊สอุดมคติสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปร 3 ตัว คือ ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสามสามารถอธิบายได้ด้วยสมการต่าง ๆ เรียกว่า กฎของแก๊ส ประกอบด้วย กฎของบอยล์ กล่าวไว้ว่า สำหรับแก๊สในภาชนะปิด ถ้ารักษาอุณหภูมิให้คงตัว ปริมาณของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊ส ดังสมการ $V \propto \frac{1}{P}$ กฎของชาร์ล กล่าวไว้ว่า สำหรับแก๊สในภาชนะปิด เมื่อความดันคงตัว ปริมาตรของแก๊สที่มีมวลคงตัวจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ดังสมการ $V \propto T$ และกฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวไว้ว่า เมื่อปริมาตรของแก๊สคงตัว ความดันของแก๊สที่มีมวลคงตัวจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ดังสมการ $P \propto T$ ซึ่งจากกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก สามารถเขียนความสัมพันธ์ของกฎทั้งสามได้เป็น $PV = nRT$ เรียกว่า กฎของแก๊สอุดมคติ

อัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส สามารถระบุได้ด้วยค่ารากที่สองของกำลังสองของอัตราเร็วเฉลี่ย เรียกว่า อัตราเร็วอาร์เอ็มเอส สามารถคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$

พลังงานภายในระบบ หมายถึง ผลรวมของพลังงานจลน์เฉลี่ยทั้งหมดของแก๊สในระบบปิด เนื่องจากแก๊สอุดมคติจะไม่มีแรงอื่นมากระทำต่อโมเลกุลจึงไม่มีพลังงานศักย์ กล่าวได้ว่า พลังงานภายในระบบ คือ ผลรวมของพลังงานจลน์ทั้งหมดของโมเลกุล พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสังเกต 3) ทักษะการสื่อสาร 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 6) ทักษะการทดลอง 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- ใบงานที่ 2.1 เรื่อง ความร้อน
- ใบงานที่ 2.2 เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ
- ใบงานที่ 2.3 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- ใบงานที่ 2.4 เรื่อง พลังงานภายในระบบ
- ผังมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจผังมโนทัศน์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อน เรียนหน่วยการ เรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนและ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	- ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6.3 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม			
1) ความร้อน	- ตรวจใบงานที่ 2.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) กฎของแก๊สอุดมคติ	- ตรวจใบงานที่ 2.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.2 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3) ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 2.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.3 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) พลังงานภายใน	- ตรวจใบงานที่ 2.4	- ใบงานที่ 2.4	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ระบบ	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
5) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) ใบงานที่ 2.1 เรื่อง ความร้อน
- 4) ใบงานที่ 2.2 เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ
- 5) ใบงานที่ 2.3 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 6) ใบงานที่ 2.4 เรื่อง พลังงานภายในระบบ
- 7) PowerPoint เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วัตถุ A และวัตถุ B อยู่ในสภาพสมดุลเชิงความร้อนซึ่งกันและกัน ปริมาณใดของวัตถุทั้งสองมีค่าเท่ากัน
 1. มวล
 2. ความเร็ว
 3. อุณหภูมิ
 4. โมเมนตัม
 5. พลังงานศักย์
2. จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ หากทำการบีบอัดภาชนะที่มีแก๊สบรรจุอยู่ภายใน เพราะเหตุใดแก๊สจึงถูกทำให้มีปริมาตรน้อยลงกว่าเดิมได้มาก
 1. โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก
 2. โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมาก
 3. โมเลกุลของแก๊สมีสภาพยืดหยุ่น
 4. โมเลกุลของแก๊สมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 5. โมเลกุลของแก๊สเมื่อมีการชนแล้วจะสูญเสียพลังงาน
3. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวผิดเกี่ยวกับแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ
 1. โมเลกุลของแก๊สไม่มีปริมาตร
 2. โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมาก
 3. ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
 4. โมเลกุลของแก๊สมีการชนแบบยืดหยุ่น
 5. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่แบบสุ่มด้วยอัตราเร่งคงตัว
4. น้ำบริสุทธิ์อุณหภูมิ 400 เคลวิน จะมีค่าเป็นกี่องศาฟาเรนไฮต์
 1. 182.7 องศาฟาเรนไฮต์
 2. 260.6 องศาฟาเรนไฮต์
 3. 300.6 องศาฟาเรนไฮต์
 4. 327.8 องศาฟาเรนไฮต์
 5. 432.0 องศาฟาเรนไฮต์
5. วัตถุ A และวัตถุ B มีอุณหภูมิต่างกัน 98 องศาฟาเรนไฮต์ วัตถุทั้งสองจะมีอุณหภูมิต่างกันกี่เคลวิน
 1. 32.4 เคลวิน
 2. 37.7 เคลวิน
 3. 48.8 เคลวิน
 4. 54.4 เคลวิน
 5. 60.0 เคลวิน
6. ความร้อนที่ทำให้ทองเหลืองแท่งหนึ่งมวล 100 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 50 องศาเซลเซียส มีค่าเท่าใด กำหนดให้ความร้อนจำเพาะของทองเหลืองเป็น 380 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน
 1. 10.0 เมกะจูล
 2. 12.3 เมกะจูล
 3. 13.4 เมกะจูล
 4. 20.2 เมกะจูล
 5. 27.7 เมกะจูล
7. อัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300 เคลวิน มีค่าเท่าใด
 1. 516.8 เมตรต่อวินาที
 2. 526.2 เมตรต่อวินาที
 3. 580.0 เมตรต่อวินาที
 4. 622.8 เมตรต่อวินาที
 5. 700.6 เมตรต่อวินาที
8. อุณหภูมิของแก๊สภายในกระบอกสูบหนึ่งเพิ่มขึ้นจาก 47 องศาเซลเซียส เป็น 367 องศาเซลเซียส หากความดันของแก๊สในกระบอกสูบนี้คงตัว ปริมาตรของสภาวะที่ 2 มีค่าเป็นกี่เท่าของปริมาตรของสภาวะที่ 1
 1. 1.0 เท่า
 2. 1.5 เท่า
 3. 2.0 เท่า
 4. 2.5 เท่า
 5. 3.0 เท่า
9. แก๊สจำนวน 1 โมล ในกระบอกสูบหนึ่งจะทำงานได้ 42 จูล เมื่อได้รับความร้อน 488 จูล อุณหภูมิของแก๊สจำนวนนี้จะเพิ่มขึ้นเท่าใด
 1. 22.7 เคลวิน
 2. 35.8 เคลวิน
 3. 37.9 เคลวิน
 4. 42.2 เคลวิน
 5. 74.1 เคลวิน
10. จะต้องใช้ความร้อนเท่าใดในการทำให้แก๊สฮีเลียม 1 โมล ที่บรรจุอยู่ในกระบอกสูบตันถูกสูบให้ทำงานได้ 40 จูล และมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 20 เคลวิน
 1. 48.22 จูล
 2. 64.93 จูล
 3. 70.20 จูล
 4. 77.19 จูล
 5. 92.47 จูล

เฉลย

1. 3 2. 1 3. 5 4. 2 5. 4 6. 2 7. 1 8. 3 9. 2 10. 2

แบบประเมินผลงานผังมโนทัศน์

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินผังมโนทัศน์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจแต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทดลอง				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ				
3	การนำเสนอ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

แบบประเมินการปฏิบัติการ

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติการทดลอง	ทำการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	ทำการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้องได้รับคำแนะนำบ้าง	ต้องให้ความช่วยเหลือบ้างในการทำการทดลอง และใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการทำการทดลอง และการใช้อุปกรณ์
2. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ	มีความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลอง โดยไม่ต้องได้รับคำแนะนำ และทำการทดลองเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลองแต่ต้องได้รับคำแนะนำบ้าง และทำการทดลองเสร็จทันเวลา	ขาดความคล่องแคล่วในขณะทำการทดลองจึงทำการทดลองเสร็จไม่ทันเวลา	ทำการทดลองเสร็จไม่ทันเวลา และทำอุปกรณ์เสียหาย
3. การบันทึกสรุปและนำเสนอผลการทดลอง	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผลการทดลองเป็นขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่การนำเสนอผลการทดลองยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกสรุป และนำเสนอผลการทดลอง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมีน้ำใจ			การมีส่วนร่วมใน การปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยินตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

เรื่อง ความร้อน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 6 ชั่วโมง

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของระดับอุณหภูมิหรือสเกลอุณหภูมิได้ (K)
2. อธิบายผลหลักการเปลี่ยนอุณหภูมิและการเปลี่ยนสถานะของสารได้ (K)
3. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและการเปลี่ยนสถานะของสารได้ (P)
4. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ระดับความร้อนของวัตถุสามารถบอกได้ด้วยอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิจะแปรผันตามพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส กล่าวได้ว่า วัตถุที่มีความร้อนมากจะมีอุณหภูมิสูง วัตถุที่มีความร้อนน้อยจะมีอุณหภูมิต่ำ และเมื่อเรานำวัตถุที่มีอุณหภูมิต่างกันมาสัมผัสกัน จะเกิดการถ่ายโอนความร้อน จนกระทั่งวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันหรือเรียกว่า เกิดสมดุลความร้อน

เมื่อพิจารณาความร้อนที่เกิดจากพลังงานจลน์ของอะตอมหรือโมเลกุลของสาร สามารถกล่าวได้ว่าการถ่ายโอนความร้อนเกิดได้ 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : เน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งเป็นปรนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา
2. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาและหาความรู้เพื่อให้ได้คำตอบ โดยใช้คำถาม Big Question จากหนังสือเรียนว่า “บอลลูกสามารถลอยขึ้นไปบนท้องฟ้าได้เกิดจากสิ่งใดและมีหลักการอย่างไร” โดยเมื่อนักเรียนศึกษาเรียนรู้จนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะต้องตอบคำถามและให้เหตุผลของข้อคำถามนี้ได้

(แนวตอบ : บอลลูกสามารถลอยขึ้นได้โดยอาศัยหลักการของแก๊สตามกฎของชาร์ล โดยที่อากาศร้อนเกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สโพรเพนจากบริเวณฐานบอลลูก ส่งผลให้อากาศภายในบอลลูกร้อนขึ้น โมเลกุลของอากาศเกิดการขยายตัว ความหนาแน่นของอากาศภายในน้อยกว่าภายนอก และเนื่องจากภายใต้ความดันบรรยากาศที่เท่ากันจึงเกิดแรงลอยตัว บอลลูกจึงลอยขึ้นด้านบนได้)

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนจาก Understanding Check จากหนังสือเรียนลงในสมุดบันทึกประจำตัว

(แนวตอบ : 1. ผิด 2. ถูก 3. ถูก 4. ถูก 5. ถูก)

4. ครูถามคำถาม Key Question กับนักเรียนว่า “สิ่งใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร” โดยนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาเรียนรู้ต่อไป

(แนวตอบ : ความร้อน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลโดยตรงต่อสถานะของสสาร)

5. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนว่า พลังงานแบ่งได้ 2 ประเภท คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ได้แก่ น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไปหรือพลังงานทดแทน ได้แก่ แก๊สชีวภาพ (ได้จากการหมักมูลสัตว์) แก๊สโซฮอล์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนักเรียนจะสังเกตได้ว่า พลังงานที่เราใช้ประโยชน์มากที่สุดนั้นอยู่ในรูปของความร้อน ซึ่งแหล่งพลังงานความร้อนที่มหาศาลที่สุด คือ ดวงอาทิตย์

6. ครูถามคำถามกระตุ้นความสนใจกับนักเรียนว่า “เราใช้พลังงานในรูปของความร้อนอย่างไรบ้าง” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

(แนวตอบ : ปัจจุบันมีการนำความร้อนไปเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานแสง นำไปใช้ในการตากแห้งอาหาร การอบ เครื่องทำน้ำอุ่น เตารีด)

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูชักชวนนักเรียนสนทนาโดยใช้คำถามว่า นักเรียนคงรู้จักและสัมผัสกับความร้อนมานาน และนักเรียนทราบหรือไม่ว่าความร้อนมีความหมายว่าอย่างไร

(แนวตอบ : ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สะสมอยู่ในรูปพลังงานจลน์ของโมเลกุลของวัตถุ)

2. ครูถามคำถามกระตุ้นกับนักเรียนต่อว่า “เมื่อทราบถึงความหมายของความร้อนแล้ว นักเรียนสามารถระบุระดับความร้อนได้หรือไม่ อย่างไร” ครูทิ้งช่วงเวลาให้นักเรียนคิดโดยที่ครูยังไม่ต้องการคำตอบ เพื่อเป็นการชักนำเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษา
3. ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง ความร้อน ในหัวข้อที่เกี่ยวกับอุณหภูมิจากหนังสือเรียน ในลักษณะของเพื่อนคู่คิด
4. ครูให้สุ่มตัวแทนนักเรียนคนหนึ่งใช้มือข้างหนึ่งแตะที่แก้วน้ำแข็ง แล้วเอามืออีกข้างหนึ่งไปจับที่แขนเพื่อน และนักเรียนอีกคนที่ไม่ได้แตะแก้วน้ำแข็งจับแขนเพื่อนคนเดียวกันที่แตะแก้วน้ำแข็ง จากนั้นครูถามคำถามกับนักเรียนว่า “จากความรู้สึก ณ ตอนนี้ แขนของเพื่อนร้อนหรือเย็น”
(แนวตอบ : นักเรียนคนที่เอามือแตะแก้วน้ำแข็งจะตอบว่า “เย็น” เนื่องจากความรู้สึกของเราไม่สามารถบอกอุณหภูมิที่แม่นยำได้ โดยที่นักเรียนทั้ง 2 คน ซึ่งจับแขนเพื่อนคนเดียวกันแต่ตอบแตกต่างกัน)
5. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนว่า เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับอุณหภูมิหรือสเกลอุณหภูมิจบแล้ว นักเรียนจะต้องสามารถคำนวณหรือแปลงหน่วยของอุณหภูมิได้
6. นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 2.1-2.2 จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้นักเรียนจดบันทึกลงในสมุดบันทึกประจำตัว
7. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออธิบายขั้นตอนและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ เสร็จแล้วครูถามความคิดเห็นนักเรียนในชั้นเรียนว่า “ใครมีขั้นตอนหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และหรือมีคำตอบที่แตกต่างจากเพื่อนหรือไม่” (ถ้ามี ครูอาจให้นักเรียนคนนั้นออกมานำเสนอและอธิบายบนกระดานหน้าชั้นเรียน ซึ่งครูคอยสังเกตการณ์และตรวจสอบหรือให้คำแนะนำว่าถูกหรือผิด)
8. ครูให้นักเรียนศึกษาต่อในหัวข้อที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร จากหนังสือเรียน
9. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม Concept Question จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณความร้อนของสาร นอกจากหน่วยจูลแล้ว ยังมีหน่วยใดอีกบ้างและมีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับหน่วยจูล”
(แนวตอบ : หน่วยแคลอรี โดยที่ 1 แคลอรี มีค่าเท่ากับ 4.2 จูล และหน่วยบีทียู โดยที่ 1 บีทียู มีค่าเท่ากับ 252 แคลอรี หรือ 1,055 จูล)
10. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (คู่ที่เคยร่วมกันศึกษาเนื้อหาก่อนหน้านี้) ร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 2.3-2.4 จากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกลงในสมุดบันทึกประจำตัว
11. ครูให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน ครูแจกกระดาษ A4 ให้นักเรียนคนละ 1 ใบ จากนั้นครูอ่านโจทย์หรือข้อคำถามของตัวอย่างที่ 2.5 จากหนังสือเรียน ให้นักเรียนฟังและจดตามลงในกระดาษ A4 ครูมอบหมายให้แต่ละคนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ เสร็จแล้วตัวแทนเก็บรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้เป็นคะแนนพิเศษ
12. นักเรียนเปิดหนังสือเรียนหน้าตัวอย่างที่ 2.5 จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาขั้นตอนและวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อตรวจสอบว่าสิ่งที่ตนเองทำส่งครูนั้นถูกต้องหรือไม่
13. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า “มีใครแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาหรือได้คำตอบที่แตกต่างจากหนังสือเรียนบ้าง” (ถ้ามี ครูอาจให้นักเรียนคนนั้นออกมานำเสนอและอธิบายบนกระดานหน้าชั้นเรียน ซึ่งครูคอยสังเกตการณ์และตรวจสอบหรือให้คำแนะนำว่าถูกหรือผิด)

ชั่วโมงที่ 3

ชั้นสอน

ชั้นรู้ (Knowing)

14. ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับการสร้างถนนคอนกรีต หรือการสร้างทางรถไฟ ให้นักเรียนศึกษา โดยครูคอยถามคำถามกระตุ้นเพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่จากวิดีโอทัศน์กับความรู้ที่นักเรียนกำลังจะได้ศึกษาเกี่ยวกับการขยายตัวเชิงความร้อนของของแข็ง จากหนังสือเรียน
15. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการขยายตัวเชิงความร้อนของของแข็ง จากหนังสือเรียน
16. ครูสุ่มนักเรียนเพื่อถามคำถามว่า “ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากการสร้างถนนคอนกรีตแล้วยังมีสิ่งใดบ้างที่เมื่อผลิตหรือสร้างขึ้นมักจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติการขยายตัวเชิงความร้อนของวัสดุ นั้น ๆ ด้วย”
17. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาอภิปรายเกี่ยวกับการขยายตัวเชิงความร้อนของของแข็งจากที่ได้ศึกษาแล้ว โดยครูให้นักเรียนทำการจดบันทึกสรุปความรู้ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
18. นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 2.6-2.7 จากหนังสือเรียน
19. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 คน ยืนขึ้นแล้วอธิบายตัวอย่างที่ 2.6 และ 2.7 คนละ 1 ตัวอย่าง
20. ครูให้นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือสแกน QR Code เรื่อง การขยายตัวจากความร้อน จากหนังสือเรียน เพื่อเป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อดิจิทัล ซึ่งอาจเป็นความรู้เพิ่มเติมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน
21. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวเชิงความร้อนของของแข็งอีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันก่อนที่จะทำการศึกษาเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

ชั่วโมงที่ 4-5

ชั้นสอน

ชั้นรู้ (Knowing)

22. ครูนำวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับสถานะของสารมาเปิดให้นักเรียนดู เพื่อเป็นการกระตุ้นความรู้ นำเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษา
23. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า “นักเรียนรู้จักสถานะของสารหรือไม่ และสามารถอธิบายและแยกแยะแต่ละสถานะได้มากน้อยขนาดไหน” ซึ่งเป็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดจากความรู้เดิมของแต่ละคนและครูยังไม่ต้องการคำตอบ
24. ครูนำอุปกรณ์มาเป็นสื่อสำหรับสอนเกี่ยวกับสถานะของสารขึ้นมาแสดงให้นักเรียนดู เช่น ลูกอม ก้อนช็อคโกแลต เทียนไข น้ำเปล่า น้ำอัดลม ขวดเปล่า จากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนและให้อธิบายบอกถึงความแตกต่างของสถานะจากสื่อประกอบการสอนที่ครูเตรียมไว้
25. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความแตกต่างของสถานะจากสื่อประกอบการสอนที่ครูเตรียมไว้
26. ครูขอตัวแทนนักเรียน 12 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 จำนวน 6 คน โดยครูให้นักเรียนยืนชิดกันให้มากที่สุดเป็นกลุ่ม โดยคนที่อยู่รอบนอกอาจจะกอดคอ กอดเอว หรือจับมือประสานกับเพื่อนทั้ง 2 ข้างของตนเอง
 - กลุ่มที่ 2 จำนวน 4 คน โดยครูให้นักเรียนยืนจับมือกันเป็นวงกลมแบบหลวม ๆ ไม่ต้องชิดกัน

- กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 คน โดยครูให้นักเรียนยืนห่างกัน 2 ช่วงแขน แบบไม่ต้องจับมือ
27. ครูออกแรงผลักไปที่นักเรียนคนหนึ่งของแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนที่เหลือในห้องเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นกับแต่ละกลุ่ม โดยครูอาจกระทำซ้ำอีก 1-2 รอบ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพชัดเจนมากขึ้น
 28. ตัวแทนนักเรียนกลับไปนั่งที่ จากนั้นครูอธิบายถึงกิจกรรมสาธิตที่ผ่านมาว่า “นักเรียนแต่ละคนเปรียบเสมือนอนุภาคที่อยู่ในสารแต่ละสถานะ คือ กลุ่มที่ 1 เปรียบได้กับสารในสถานะของแข็ง มีการจัดเรียงตัวของอนุภาคอย่างเป็นระเบียบและรวมตัวอยู่ชิดกันมาก ส่งผลให้ของแข็งมีรูปร่างที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะหรือแรงเพียงน้อยนิดที่มากระทำ กลุ่มที่ 2 เปรียบได้กับสารในสถานะของเหลว มีการจัดเรียงตัวของอนุภาคค่อนข้างหลวม ไม่เป็นระเบียบมากนัก ส่งผลให้ของเหลวมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุหรือแรงที่มากระทำ และกลุ่มที่ 3 เปรียบได้กับสารในสถานะแก๊ส มีการจัดเรียงตัวของอนุภาคที่ค่อนข้างหลวม แต่ละอนุภาคจะอยู่ห่างกัน เคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ ส่งผลให้แก๊สมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ เช่นเดียวกับของเหลว แต่ไม่สามารถจับต้องได้”
 29. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอย่างอิสระ กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะ (ของน้ำ) จากหนังสือเรียน
 30. ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างสรรค์ผลงานเพื่อนำเสนอความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังศึกษาให้ออกมาในรูปแบบที่กลุ่มของตนเองคิดว่าน่าสนใจ (ใบความรู้ แผ่นพับความรู้ แผ่นผังความคิด อินโฟกราฟิก) พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม
 31. ครูเก็บรวบรวมผลงานของนักเรียน จากนั้นสุ่มผลงานของแต่ละกลุ่มแล้วให้ตัวแทนเจ้าของผลงานออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่ม
 32. ครูให้นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือสแกน QR Code เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของน้ำ จากหนังสือเรียน เพื่อเป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อดิจิทัล ซึ่งอาจเป็นความรู้เพิ่มเติมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน
 33. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม Concept Question จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “ความร้อนแฝงในกระบวนการดูดความร้อนของสารและกระบวนการคายความร้อนของสารเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”
(แนวตอบ : ต่างกัน คือ ความร้อนแฝงในกระบวนการดูดความร้อนของสาร เป็นค่าพลังงาน (ความร้อน) ที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลวหรือจากของเหลวเป็นของแข็ง และความร้อนแฝงในกระบวนการคายความร้อนของสารเป็นค่าพลังงาน (ความร้อน) ที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวหรือจากของเหลวเป็นแก๊ส)
 34. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 2.8 จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้จดบันทึกลงในสมุดบันทึกประจำตัว
 35. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตัวอย่างที่ 2.8 เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นรู้ (Knowing)

36. ครูถามคำถามจากประสบการณ์ของนักเรียนว่า “หากนำทัพฟิโลหะใส่ลงไปในห้องน้ำร้อน เมื่อ นักเรียนจับทัพฟิดังกล่าวนักเรียนจะรู้สึกอย่างไร และหากวางทัพฟิด้านนอกหม้อต้มน้ำร้อนครูหนึ่ง แล้วนักเรียนใช้มือข้างเดิมจับทัพฟิ นักเรียนจะรู้สึกแตกต่างจากครั้งแรกที่จับอย่างไร” โดยครูเปิด โอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แต่ครูจะยังไม่ตัดสินความคิดเห็นของนักเรียน
37. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน จากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกความรู้ที่ได้ลงใน สมุดบันทึกประจำตัว
38. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม Concept Question จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “เหตุใดตะหลิวหรือ อุปกรณ์ทำอาหารที่ผลิตมาจากวัสดุประเภทโลหะ จึงต้องมีด้ามจับที่ผลิตมาจากวัสดุประเภทไม้หรือ พลาสติก”

(แนวตอบ : เนื่องจากโลหะเป็นตัวนำความร้อนที่ดีชนิดหนึ่ง ซึ่งเมื่อโลหะสัมผัสกับความร้อนและมือ เราสัมผัสโลหะต่อ ความร้อนจะถ่ายโอนด้วยกระบวนการนำความร้อนมาสู่มือของเราอย่างรวดเร็ว นั่นคือเหตุผลหนึ่งที่ตะหลิวหรืออุปกรณ์ทำอาหารจะต้องมีด้ามจับที่ทำจากไม้หรือพลาสติก ซึ่งเป็น วัสดุประเภทฉนวนความร้อน เพื่อป้องกันการถ่ายโอนความร้อนมาสู่มือของเรา)

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความร้อน โดยครูสุ่มนักเรียน จำนวนหนึ่งออกมาหน้าห้องเพื่ออธิบายผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ
2. เมื่อนักเรียนอธิบายผลการศึกษาตามความเข้าใจของนักเรียนแล้ว ครูอาจยกตัวอย่างหรือปรับเปลี่ยน สถานการณ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา แล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่าง
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนข้าง ๆ แล้วร่วมกันศึกษาแบบฝึกหัด Topic Questions จากหนังสือเรียน โดย ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยที่ ครูกำหนดให้ใช้หลักการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา (Polya's problem solving process) ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the problem) เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจอะไรที่ต้องการค้นหา โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญ ของปัญหา
 - ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising the plan) เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

- ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ อาจตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ (Looking back) เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่
2. ครูแจกใบงานที่ 2.1 เรื่อง ความร้อน ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนกลับไปศึกษาเป็นการบ้าน เสร็จแล้วตัวแทนรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้คะแนนก่อนที่จะเจอกันในชั่วโมงถัดไป

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป โดยให้นักเรียนอธิบายสรุปความรู้เกี่ยวกับความร้อนที่ได้ศึกษามาแล้วทั้งเนื้อหาและตัวอย่างจากหนังสือเรียน และกิจกรรมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน พร้อมทั้งยกอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องเพื่อทดสอบความเข้าใจ
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือสงสัย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง ความร้อน มาเปิดให้นักเรียนดูประกอบเพื่อช่วยในการอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับความร้อน โดยสร้างสรรค์ออกมาในรูปแบบของ แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม เสร็จแล้วนำเสนอครูเพื่อตรวจให้คะแนน

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความร้อน โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการคำนวณเกี่ยวกับความร้อนจากตัวอย่างที่ครูกำหนดให้ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินระหว่าง			

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
การจัดกิจกรรม 1) ความร้อน	- ตรวจใบงานที่ 2.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอ ผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการ ทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 4) ใบงานที่ 2.1 เรื่อง ความร้อน
- 5) PowerPoint เรื่อง ความร้อน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.1

เรื่อง ความร้อน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นายสุวัฒน์มีของเหลวชนิดหนึ่งมวล 3.5 กิโลกรัม โดยเขานำไปให้ความร้อนปริมาณ 600 กิโลจูล จนของเหลวมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น 85 องศาเซลเซียส ความจุความร้อนจำเพาะของของเหลวนี้มีค่าเท่าใด

2. ใช้น้ำจำนวน 50 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส กลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อยากทราบว่า ใช้น้ำนี้จะคายความร้อนออกมาในปริมาณเท่าใด กำหนดให้ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำเท่ากับ 540 แคลอรีต่อกรัม และความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1.0 แคลอรีต่อกรัม องศาเซลเซียส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นายสุวัฒน์มีของเหลวชนิดหนึ่งมวล 3.5 กิโลกรัม โดยเขานำไปให้ความร้อนปริมาณ 600 กิโลจูล จนของเหลวมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น 85 องศาเซลเซียส ความจุความร้อนจำเพาะของของเหลวนี้มีค่าเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

$$Q = mc\Delta T$$

$$600 \times 10^3 \text{ J} = (3.5 \text{ kg})c(85^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$600 \times 10^3 \text{ J} = (3.5 \text{ kg})c(60^\circ\text{C})$$

$$600 \times 10^3 \text{ J} = (240 \text{ kg})c$$

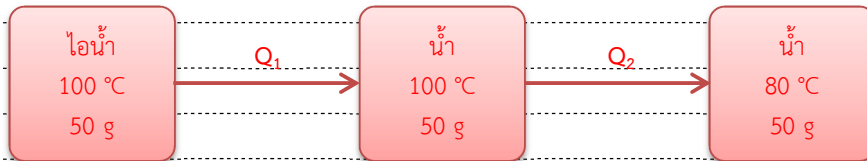
$$c = \frac{600 \times 10^3 \text{ J}}{240 \text{ kg}^\circ\text{C}}$$

$$c = 2,500 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

ดังนั้น ความจุความร้อนจำเพาะของของเหลวนี้มีค่าเท่ากับ 2,500 จูลต่อกิโลกรัม องศาเซลเซียส

2. ใอน้ำจำนวน 50 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส กลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อยากทราบว่า ใอน้ำนี้จะคายความร้อนออกมาในปริมาณเท่าใด กำหนดให้ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำเท่ากับ 540 แคลอรีต่อกรัม และความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1.0 แคลอรีต่อกรัม องศาเซลเซียส

วิธีทำ



จากสมการ

$$Q = mL$$

$$Q_1 = (50 \text{ g})(540 \text{ Cal/g})$$

$$Q_1 = 27,000 \text{ Cal}$$

จากสมการ

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q_2 = (50 \text{ g})(1.0 \text{ Cal/g}^\circ\text{C})(80^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})$$

$$Q_2 = -1,000 \text{ Cal}$$

ความร้อนทั้งหมดของกระบวนการนี้เท่ากับ $Q = Q_1 + Q_2$

$$Q = 27,000 \text{ Cal} + (-1,000 \text{ Cal})$$

$$Q = 26,000 \text{ Cal}$$

ดังนั้น ใอน้ำนี้จะคายความร้อนออกมาในปริมาณ 26,000 แคลอรี

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิษิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

เวลา 6 ชั่วโมง

เรื่อง แก๊สอุดมคติ

ผู้สอน นายปริทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรของแก๊สได้ (K)
2. ใช้กฎต่าง ๆ ของแก๊สคำนวณหาอุณหภูมิ ความดัน ปริมาตร และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊สได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

คุณสมบัติของแก๊สอุดมคติสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปร 3 ตัว คือ ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสามสามารถอธิบายได้ด้วยสมการต่าง ๆ เรียกว่า กฎของแก๊ส ประกอบด้วย กฎของบอยล์ กล่าวว่าไว้ว่า สำหรับแก๊สในภาชนะปิด ถ้ารักษาอุณหภูมิให้คงตัว ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊ส ดังสมการ $V \propto \frac{1}{P}$ กฎของชาร์ล กล่าวว่าไว้ว่า สำหรับแก๊สในภาชนะปิด เมื่อความดันคงตัว ปริมาตรของแก๊สที่มีมวลคงตัวจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ดังสมการ $V \propto T$ และกฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวว่าไว้ว่า เมื่อปริมาตรของแก๊สคงตัว ความดันของแก๊สที่มีมวลคงตัวจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ดังสมการ $P \propto T$ ซึ่งจากกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก สามารถเขียนความสัมพันธ์ของกฎทั้งสามได้เป็น $PV = nRT$ และ $PV = Nk_B T$ เรียกว่า กฎของแก๊สอุดมคติ

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 6) ทักษะการทดลอง 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : เน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของของแข็งและของเหลวเกี่ยวกับรูปร่าง ปริมาตร จุดเดือด และจุดหลอมเหลว
2. ครูถามคำถาม Key Question กับนักเรียนว่า “แก๊สอุดมคติมีคุณสมบัติอย่างไร” โดยนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาเรียนรู้ต่อไป

(แนวตอบ : ในทางทฤษฎีได้กำหนดสมบัติของแก๊สอุดมคติไว้ว่าเป็นแก๊สที่ไม่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลและมีพฤติกรรมเป็นไปตามสมการสถานะของแก๊สอุดมคติ ซึ่งสมการดังกล่าวเกิดจากแนวคิดที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมของแก๊ส 3 หลักการ ได้แก่ กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก)

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง แก๊สอุดมคติ ในหัวข้อที่เกี่ยวกับสมบัติของแก๊สอุดมคติ จากหนังสือเรียน ในลักษณะของเพื่อนคู่คิด
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับสมบัติของแก๊สอุดมคติลงในกระดาษ A4 คู่ละ 1 แผ่น พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม
3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน 2-3 คน จากนั้นตัวแทนนักเรียนเก็บรวบรวมผลงานส่งครูเพื่อตรวจให้คะแนน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของแก๊สอุดมคติ หลังจากที่ได้ร่วมกันศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนแล้ว
5. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “เพราะเหตุใดรูปร่างและปริมาตรของสารที่อยู่ในสถานะแก๊สจึงมีความไม่แน่นอน”

(แนวตอบ : แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค (โมเลกุล หรืออะตอม) น้อยมาก จึงทำให้อนุภาคของแก๊สสามารถเคลื่อนที่หรือแพร่กระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ จึงทำให้แก๊สมีรูปร่างเป็นปริมาตรไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ)

ขั้นรู้ (Knowing)

6. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของแก๊ส การวัดอุณหภูมิ ความดัน ที่สามารถทำการทดลองและวัดได้ไม่ยากนัก ได้แก่ ปริมาตร V ความดัน P และอุณหภูมิ T
7. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพของแก๊สอุดมคติในหัวข้อที่เกี่ยวกับกฎของบอยล์จากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
8. ครูชักชวนนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับกรอบ Physics Focus จากหนังสือเรียน ซึ่งกล่าวเปรียบเทียบถึงการหายใจของมนุษย์กับกฎของบอยล์ ครูนำวิดีโอที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการหายใจของมนุษย์ มาเปิดให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของบอยล์มากยิ่งขึ้น
9. นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 2.9-2.10 จากหนังสือเรียน ซึ่งเป็นการคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ เสร็จแล้วครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาอธิบายผลการศึกษาของตนเองบนกระดานหน้าชั้นเรียน โดยครูคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัย
10. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละประมาณ 6 คน โดยลดความสามารถของนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ (เก่ง ค่อนข้างเก่ง ปานกลาง ค่อนข้างอ่อน อ่อน) ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อร่วมกันศึกษากิจกรรม กฎของบอยล์ จากหนังสือเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง เช่น
 - สมาชิกคนที่ 1 : เตรียมวัสดุอุปกรณ์
 - สมาชิกคนที่ 2 : อ่านและศึกษาวิธีปฏิบัติกิจกรรม แล้วนำมาอธิบายสมาชิกในกลุ่ม
 - สมาชิกคนที่ 3 : บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม
 - สมาชิกคนที่ 4-5 : คำนวณเพิ่มเติม หาแหล่งข้อมูลอ้างอิงเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติกิจกรรม
 - สมาชิกคนที่ 6 : นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม
11. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง
12. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมหรือเทคนิคเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนทุกกลุ่มลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน
13. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน
14. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว เพื่อนำส่งครูเป็นการตรวจสอบความเข้าใจจากการปฏิบัติกิจกรรม
15. ครูนำอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับกฎของบอยล์และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) กับส่วนกลับของปริมาตร ($1/V$) เมื่ออุณหภูมิคงตัว กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ซึ่งสรุปได้ว่า สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่มีอุณหภูมิคงตัว ภายในภาชนะปิด ความดันของแก๊สแปรผกผันกับปริมาตรของแก๊ส เรียกข้อสรุปนี้ว่า กฎของบอยล์

ขั้นรู้ (Knowing)

16. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับกฎของบอยล์ที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษามาแล้วตั้งที่กล่าวว่า แก๊สปริมาณหนึ่งเมื่ออุณหภูมิคงตัว ภายในภาชนะปิด ความดันของแก๊สแปรผกผันกับปริมาตรของแก๊ส เรียกข้อสรุปนี้ว่า กฎของบอยล์ และมีความสัมพันธ์ดังสมการ $P_1V_1 = P_2V_2$ โดยครูสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมว่ามีใครยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเกี่ยวกับกฎของบอยล์อีกหรือไม่
17. ครูให้นักเรียนศึกษากฎของแก๊สอุดมคติในหัวข้อที่เกี่ยวกับกฎของชาร์ลจากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
18. ครูให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน จากนั้นครูอ่านข้อคำถามตัวอย่างที่ 2.11 จากหนังสือเรียน ให้นักเรียนจดลงในสมุดบันทึกประจำตัว แล้วแสดงวิธีทำเพื่อคำนวณหาคำตอบ
19. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอวิธีทำของตนเองหน้าชั้นเรียน เสร็จแล้วครูสอบถามนักเรียนในชั้นเรียนว่ามีใครที่มีวิธีทำหรือคำตอบที่แตกต่างจากที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่ หากมีใครแตกต่างครูอาจให้ออกมานำเสนอวิธีทำของตนเองหน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนและครูร่วมกันศึกษา พิจารณา และตรวจคำตอบร่วมกัน
20. ครูให้นักเรียนแยกเข้ากลุ่มของตนเองตามที่เคยได้แบ่งไว้แล้วจากการทำกิจกรรมกฎของบอยล์ เพื่อร่วมกันศึกษากิจกรรม กฎของชาร์ล จากหนังสือเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ซึ่งอาจเป็นหน้าที่เดิมหรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม หรือตามความสามารถของแต่ละคน
21. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง
22. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมหรือเทคนิคเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนทุกกลุ่มลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน
23. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน
24. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว เพื่อนำส่งครูเป็นการตรวจสอบความเข้าใจจากการปฏิบัติกิจกรรม
25. ครูนำอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับกฎของชาร์ลและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร (V) กับอุณหภูมิ (T) ในหน่วยเคลวิน เมื่อความดันคงตัว กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ซึ่งสรุปได้ว่า สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่ความดันคงตัว ภายในภาชนะปิด ปริมาตรของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส เรียกข้อสรุปนี้ว่า กฎของชาร์ล

ขั้นรู้ (Knowing)

26. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษามาแล้ว โดยครูใช้คำถามถามนักเรียนในประเด็น ดังนี้
 - กฎของบอยล์ มีใจความว่าอย่างไร
(แนวตอบ : สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่อุณหภูมิคงตัว ภายในภาชนะปิด ความดันของแก๊สแปรผกผันกับปริมาตรของแก๊ส)
 - สมการกฎของบอยล์ที่ใช้ในการคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างไร
(แนวตอบ : $P_1V_1 = P_2V_2$)
 - กฎของชาร์ล มีใจความว่าอย่างไร
(แนวตอบ : สำหรับแก๊สปริมาณหนึ่งที่ความดันคงตัว ภายในภาชนะปิด ปริมาตรของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส)
 - สมการกฎของชาร์ลที่ใช้ในการคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างไร
(แนวตอบ : $V_1/T_1 = V_2/T_2$)
27. ครูให้นักเรียนศึกษากฎของแก๊สอุดมคติในหัวข้อที่เกี่ยวกับกฎของเกย์-ลุสแซกจากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
28. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “เพราะเหตุใดการอุ่นอาหารด้วยเตาอบไมโครเวฟ จึงต้องทำการเปิดฝากล่องหรือกระป๋องที่เป็นบรรจุภัณฑ์”
(แนวตอบ : เนื่องจากความร้อนที่เกิดจากคลื่นไมโครเวฟทำให้อุณหภูมิของอาหารและภายในบรรจุภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากกฎของเกย์-ลุสแซกที่มีใจความสำคัญว่า สำหรับแก๊สภายในภาชนะปิด ถ้าปริมาตรของแก๊สคงตัว ความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิของแก๊ส นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความดันภายในก็สูงขึ้นตาม ถ้าไม่เปิดหรือแง้มฝาบรรจุภัณฑ์ เมื่อความดันเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดหนึ่งอาจทำให้เกิดการระเบิดได้)
29. นักเรียนและครูร่วมกันศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับกฎของแก๊ส ซึ่งเมื่อนำกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลุสแซก มารวมกัน สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังสมการ $PV = nRT$ และ $PV = Nk_B T$ เรียกความสัมพันธ์ดังกล่าวว่า กฎของแก๊สอุดมคติ
30. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 2.12-2.13 ด้วยตนเอง พร้อมทั้งจดบันทึกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีคิดของตนเองลงในสมุดบันทึกประจำตัว
31. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม Concept Question จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “กฎของแก๊สอุดมคติเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างกฎของแก๊สใดบ้าง อย่างไร”
(แนวตอบ : เกิดจากการรวมกันของกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลุสแซก สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังสมการ $PV = nRT$ และ $PV = Nk_B T$)
32. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า หากนำแก๊สที่ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีต่อกันมากกว่า 2 ชนิด มาผสมรวมกัน จะสามารถใช้กฎของแก๊สอุดมคติที่ได้ศึกษามาแล้วในการพิจารณาได้อย่างไร โดยครูทั้งช่วงเวลาให้นักเรียนได้เกิดความรู้สึกสงสัยสักครู่หนึ่ง จากนั้นให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้กฎของแก๊สอุดมคติในการพิจารณาการนำแก๊ส 3 ชนิดที่มีจำนวนโมลต่างกันมาผสมกันจากหนังสือเรียน

33. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนข้าง ๆ แล้วร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 2.14-2.15 จากหนังสือเรียน

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ โดยครูสุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งออกมาหน้าห้องเพื่ออธิบายผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ
2. เมื่อนักเรียนอธิบายผลการศึกษิตตามความเข้าใจของนักเรียนแล้ว ครูอาจยกตัวอย่างหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา แล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่าง
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของแก๊สอุดมคติเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนข้าง ๆ แล้วร่วมกันศึกษาแบบฝึกหัด Topic Questions จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยที่ครูกำหนดให้ใช้หลักการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา (Polya's problem solving process) ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the problem) เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจอะไรที่ต้องการค้นหา โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา
 - ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising the plan) เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ อาจตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ (Looking back) เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่
2. ครูแจกใบงานที่ 2.2 เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนกลับไปศึกษาเป็นการบ้าน เสร็จแล้วตัวแทนรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้คะแนนก่อนที่จะเจอกันในชั่วโมงถัดไป

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป โดยให้นักเรียนอธิบายสรุปความรู้เกี่ยวกับความร้อนที่ได้ศึกษา มาแล้วทั้งเนื้อหาและตัวอย่างจากหนังสือเรียน และกิจกรรมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน พร้อมทั้งยกอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องเพื่อทดสอบความเข้าใจ
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือสงสัย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ มาเปิดให้นักเรียนดูประกอบเพื่อช่วยในการอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานการสรุปความรู้ เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ ออกมาในรูปแบบของผังมโนทัศน์ ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎของแก๊สอุดมคติที่ครูกำหนดให้ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้ อยากเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) กฎของแก๊สอุดมคติ	- ตรวจใบงานที่ 2.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.2 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) ใบงานที่ 2.2 เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ
- 4) PowerPoint เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.2

เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ขวด 2 ใบ ใบแรกมีขนาดความจุ 2,000 ลูกบาศก์เมตร และใบที่สองมีขนาดความจุ 6,000 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยขวดใบที่หนึ่งบรรจุแก๊สความดัน 2 นิวตันต่อตารางเมตร และขวดใบที่สองบรรจุแก๊สความดัน 5 นิวตันต่อตารางเมตร จากนั้นทำการต่อท่อที่มีวาล์วเชื่อมต่อเข้าหากัน อยากรทราบว่า เมื่อเปิดวาล์วให้แก๊สผสมกัน ภายในขวดใบที่หนึ่งจะมีความดันเท่าใด

2. ถังเหล็กใบหนึ่งมีความจุ 2 ลิตร ทำการอัดแก๊สไนโตรเจน 5 ลิตร ที่ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท เข้าไปในถังจนหมด สมมติให้อนุหุมิของแก๊สไนโตรเจนคงตัว จงหาว่าก่อนอัดแก๊สความดันของแก๊สไนโตรเจนในถังเหล็กแต่เดิมจะมีค่าเป็นกี่นิวตันต่อตารางเมตร

ใบงานที่ 2.2
เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ขวด 2 ใบ ใบแรกมีขนาดความจุ 2,000 ลูกบาศก์เมตร และใบที่สองมีขนาดความจุ 6,000 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยขวดใบที่หนึ่งบรรจุแก๊สความดัน 2 นิวตันต่อตารางเมตร และขวดใบที่สองบรรจุแก๊สความดัน 5 นิวตันต่อตารางเมตร จากนั้นทำการต่อท่อที่มีวาล์วเชื่อมต่อเข้าหากัน อยากทราบว่า เมื่อเปิดวาล์วให้แก๊สผสมกัน ภายในขวดใบที่หนึ่งจะมีความดันเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ $P_{รวม} V_{รวม} = P_1 V_1 + P_2 V_2$

$$P_{รวม} (2,000 \text{ m}^3 + 6,000 \text{ m}^3) = (2 \text{ N/m}^2)(2,000 \text{ m}^3) + (5 \text{ N/m}^2)(6,000 \text{ m}^3)$$
$$P_{รวม} (8,000 \text{ m}^3) = 4,000 \text{ N m} + 30,000 \text{ N m}$$
$$P_{รวม} (8,000 \text{ m}^3) = 34,000 \text{ N m}$$
$$P_{รวม} = \frac{34,000 \text{ N m}}{8,000 \text{ m}^3}$$
$$P_{รวม} = 4.25 \text{ N/m}^2$$

ดังนั้น ภายในขวดใบที่หนึ่งจะมีความดันเท่ากับ 4.25 นิวตันต่อตารางเมตร

2. ถังเหล็กใบหนึ่งมีความจุ 2 ลิตร ทำการอัดแก๊สไนโตรเจน 5 ลิตร ที่ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท เข้าไปในถังจนหมด สมมติให้อุณหภูมิของแก๊สไนโตรเจนคงตัว จงหาว่าก่อนอัดแก๊สความดันของแก๊สไนโตรเจนในถังเหล็กแต่เดิมจะมีค่าเป็นกี่นิวตันต่อตารางเมตร

วิธีทำ จากสมการ $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$(760 \text{ mmHg})(5 \text{ L}) = P_2 (2 \text{ L})$$
$$P_2 = \frac{(760 \text{ mmHg})(5 \text{ L})}{2 \text{ L}}$$
$$P_2 = 1,900 \text{ mmHg}$$

เนื่องจาก 760 มิลลิเมตรปรอท มีค่าเท่ากับ 101,325 นิวตันต่อตารางเมตร

จะได้ว่า $P_2 = \left(\frac{1,900 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \right) (101,325 \text{ N/m}^2)$

$$P_2 = 253,312.5 \text{ N/m}^2$$
$$P_2 = 2.53 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

ดังนั้น ความดันของแก๊สไนโตรเจนในถังเหล็กจะมีค่าเป็น 2.53×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

โรงเรียนสตรีศึกษา

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สได้ (K)
2. คำนวณหาความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สจากปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เป็นทฤษฎีที่พยายามอธิบายสมบัติต่าง ๆ ของแก๊ส โดยศึกษาจากทิศทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของแก๊สและลักษณะของโมเลกุลของแก๊สโดยใช้แบบจำลองหรือทฤษฎีในระดับจุลภาค คือ พิจารณาคูสมบัติของโมเลกุลของแก๊สเพียง 1 หรือ 2 โมเลกุล เพื่อเป็นตัวแทนของโมเลกุลล้าน ๆ โมเลกุลในระดับมหภาค ดังนั้น การพิจารณาพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของแก๊ส (พลังงานจลน์) และอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ จึงจำเป็นต้องให้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการหาค่าเฉลี่ยและความน่าจะเป็น

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : เน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของแก๊สอุดมคติ โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามว่า “แบบจำลองของแก๊สอุดมคติประกอบด้วยอะไรบ้าง”

(แนวตอบ : 1. แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมาก โมเลกุลเหล่านั้นอยู่ห่างกันมากและไม่มีแรงกระทำต่อกัน 2. โมเลกุลของแก๊สมีมวลแต่มีขนาดเล็กมากจนถือว่าเป็นปริมาตรเป็นศูนย์ 3. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงตัวตลอดเวลาในแนวเส้นตรง 4. เมื่อโมเลกุลของแก๊สชนกันหรือชนกับผนังภาชนะจะมีการถ่ายโอนพลังงานจลน์ระหว่างกันได้แต่ไม่มีการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่น)

2. ครูถามคำถาม Key Question กับนักเรียนว่า “ทฤษฎีจลน์ของแก๊สศึกษาเกี่ยวกับสิ่งใด” โดยนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาเรียนรู้ต่อไป

(แนวตอบ : ศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของแก๊สโดยศึกษาจากทิศทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลแก๊สและลักษณะของโมเลกุลแก๊ส)

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ในหัวข้อที่เกี่ยวกับความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส จากหนังสือเรียน
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนจดบันทึกและเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สลงในกระดาษ A4 คนละ 1 แผ่น พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม
3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน 2-3 คน จากนั้นตัวแทนนักเรียนเก็บรวบรวมผลงานส่งครูเพื่อตรวจให้คะแนน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส หลังจากที่ได้ร่วมกันศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนแล้ว
5. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม Concept Question จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “การหาสมการพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส สามารถพิจารณาได้จากสิ่งใด”

(แนวตอบ : พิจารณาได้จากอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของแก๊สและกฎของแก๊สอุดมคติ)

6. ครูให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสมการความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สว่า ณ อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลจะมีการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่ไม่เท่ากัน แต่จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน โดยที่พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์หรืออุณหภูมิของแก๊สในหน่วยเคลวิน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

7. ครูให้นักเรียนคู่เดิมที่เคยร่วมกันศึกษาเนื้อหามาแล้วก่อนหน้านี้ ร่วมกันศึกษา เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ในหัวข้อที่เกี่ยวกับอัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส จากหนังสือเรียน
8. ครูใช้คำถามเพื่อทดสอบความสนใจของนักเรียนว่า “การบอกค่าอัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส สามารถบอกได้ด้วยสิ่งใด” โดยครูอาจสุ่มนักเรียนจากการสังเกตการณ์เป็นรายบุคคลเพื่อตอบคำถาม
(แนวตอบ : ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของอัตราเร็ว หรือเรียกว่า อัตราเร็วอาร์เอ็มเอส)
9. นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 2.15 จากหนังสือเรียน ซึ่งเป็นการใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สในการคำนวณ เพื่อหาคำตอบ เสร็จแล้วครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาอธิบายผลการศึกษาของตนเองบนกระดาน หน้าชั้นเรียน โดยครูคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจหรือเกิดความสงสัย

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยครูสุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งออกมาหน้าห้องเพื่ออธิบายผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ
2. เมื่อนักเรียนอธิบายผลการศึกษาตามความเข้าใจของนักเรียนแล้ว ครูอาจยกตัวอย่างหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา แล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่าง
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ของแก๊สเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาแบบฝึกหัด Topic Questions จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลงในสมุดบันทึกประจำวัน
2. ครูแจกใบงานที่ 2.3 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนกลับไปศึกษาเป็นการบ้าน เสร็จแล้วตัวแทนรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้คะแนนก่อนที่จะเจอกันในชั่วโมงถัดไป

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป โดยให้นักเรียนอธิบายสรุปความรู้เกี่ยวกับความร้อนที่ได้ศึกษา มาแล้วทั้งเนื้อหาและตัวอย่างจากหนังสือเรียน และกิจกรรมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน พร้อมทั้งยกอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องเพื่อทดสอบความเข้าใจ
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือสงสัย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจใช้ PowerPoint เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มาเปิดให้นักเรียนดูประกอบเพื่อช่วยในการอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานการสรุปความรู้ เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ออกมาในรูปแบบแผ่นพับความรู้ ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีจลน์ของแก๊สที่ครูกำหนดให้ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 2.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.3 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) ใบงานที่ 2.3 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 4) PowerPoint เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.3

เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. แก๊สอะตอมเดี่ยวชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิ 227 องศาเซลเซียส อยากทราบว่า พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สจะมีค่าเท่ากับเท่าใด

2. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สอะตอมเดี่ยวชนิดหนึ่งจะลดลงร้อยละเท่าใดจากเดิม หากเดิมแก๊สชนิดนี้มีอุณหภูมิ 127 องศาเซลเซียส แล้วลดลงเหลือเพียง 27 องศาเซลเซียส

ใบงานที่ 2.3
เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. แก๊สอะตอมเดี่ยวชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิ 227 องศาเซลเซียส อยากทราบว่า พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สจะมีค่าเท่ากับเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ $\bar{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(227 + 273 \text{ K})$$

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(500 \text{ K})$$

$$\bar{E}_k = 3(1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(250 \text{ K})$$

$$\bar{E}_k = (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(750 \text{ K})$$

$$\bar{E}_k = 1.035 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$\bar{E}_k = 1.035 \times 10^{-20} \text{ J}$$

ดังนั้น พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สจะมีค่าเท่ากับ 1.035×10^{-20} จูล

2. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สอะตอมเดี่ยวชนิดหนึ่งจะลดลงร้อยละเท่าใดจากเดิม หากเดิมแก๊สชนิดนี้มีอุณหภูมิ 127 องศาเซลเซียส แล้วลดลงเหลือเพียง 27 องศาเซลเซียส

วิธีทำ จากโจทย์ หากพูดถึงร้อยละ จะกำหนดให้ $\bar{E}_{k_1} = 100\%$

จะได้ว่า $\Delta \bar{E}_k = \bar{E}_{k_2} - \bar{E}_{k_1}$

$$\Delta \bar{E}_k = \bar{E}_{k_2} - 100\% \quad (1)$$

หา $\bar{E}_{k_2}$ จากสมการ $\frac{\bar{E}_{k_2}}{\bar{E}_{k_1}} = \frac{\frac{3}{2} k_B T_2}{\frac{3}{2} k_B T_1}$

$$\frac{\bar{E}_{k_2}}{100\%} = \frac{27+27 \text{ K}}{127+273 \text{ K}}$$

$$\frac{\bar{E}_{k_2}}{100\%} = \frac{300 \text{ K}}{400 \text{ K}}$$

$$\bar{E}_{k_2} = \left(\frac{300 \text{ K}}{400 \text{ K}} \right) (100\%)$$

$$\bar{E}_{k_2} = 75\%$$

นำค่า $\bar{E}_{k_2}$ ไปแทนลงในสมการที่ (1)

จะได้ว่า $\Delta \bar{E}_k = 75\% - 100\%$

$$\Delta \bar{E}_k = -25\%$$

ดังนั้น พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สอะตอมเดี่ยวชนิดนี้จะลดลงร้อยละ 25 จากเดิม

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำความรู้เรื่องพลังงาน ภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนได้ (K)
2. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานภายในระบบจากกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พลังงานภายในระบบ หมายถึง ผลรวมของพลังงานจลน์เฉลี่ยทั้งหมดของแก๊สในระบบปิด เนื่องจาก แก๊สอุดมคติจะไม่มีแรงอื่นมากระทำต่อโมเลกุลจึงไม่มีพลังงานศักย์ กล่าวได้ว่า พลังงานภายในระบบ คือ ผลรวมของพลังงานจลน์ทั้งหมดของโมเลกุล พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงาน ภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ $Q = \Delta U + W$

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : เน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับความร้อน แก๊สอุดมคติ และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องนั้น ๆ
2. ครูถามคำถาม Key Question กับนักเรียนว่า “พลังงานภายในระบบเกี่ยวข้องกับแก๊สอย่างไร” โดยนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาเรียนรู้ต่อไป

(แนวตอบ : พลังงานภายในระบบเป็นการศึกษาพลังงานทั้งหมดของโมเลกุลของแก๊สในระบบนั้น)

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง พลังงานภายในระบบ จากหนังสือเรียน
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนจดบันทึกและเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับพลังงานภายในระบบลงในกระดาษ A4 คนละ 1 แผ่น พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม
3. ครูสุ่มนักเรียนเพื่อให้นักเรียนอธิบายภาพการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สในกระบอกสูบเนื่องจากแรง F จากหนังสือเรียน
4. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน 2-3 คน จากนั้นตัวแทนนักเรียนเก็บรวบรวมผลงานส่งครูเพื่อตรวจให้คะแนน
5. ครูให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของเครื่องหมายของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานภายในระบบ จากตารางความหมายของเครื่องหมายของปริมาณ Q ΔU และ W จากหนังสือเรียน
6. ครูให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน จากนั้นครูสุ่มถามเครื่องหมายของปริมาณ Q ΔU และ W โดยให้นักเรียนอธิบายหรือบอกความหมายของปริมาณนั้น ๆ
7. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบ หลังจากที่ได้ร่วมกันศึกษาเนื้อหาจากหนังสือเรียนแล้ว
8. นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 2.16 จากหนังสือเรียน โดยจดลงสมุดบันทึกประจำตัว
9. ครูให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน จากนั้นครูอ่านโจทย์ตัวอย่างที่ 2.17 ให้นักเรียนจดลงในกระดาษ A4 แล้วครูให้เวลานักเรียนแสดงวิธีคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหา เสร็จแล้วครูเก็บรวบรวมงานกลับไปตรวจเพื่อให้เป็นคะแนนพิเศษ
10. ครูนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบว่า พลังงานภายในระบบจะมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในภาชนะปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงไปกับงานที่ระบบกระทำหรือถูกกระทำโดยสิ่งแวดล้อม เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน เรียกว่า กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

11. ครูสอบถามความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง พลังงานภายในระบบ และกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งหนึ่งก่อนศึกษาเนื้อหาเรื่องถัดไป

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

12. ครูให้นักเรียนนับเลข 1-8 วนไปจนครบทุกคน จากนั้นให้นักเรียนที่นับเลขเดียวกันแยกเข้ากลุ่มของตนเอง
13. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานภายในระบบ จากหนังสือเรียน
14. ครูให้นักเรียนนำโทรศัพท์มือถือขึ้นมาแล้วสแกน QR Code เรื่อง พลังงานภายในระบบ จากหนังสือเรียน เพื่อศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อดิจิทัล
15. ครูจัดเตรียมสลากชื่อเรื่องที่จะให้แต่ละกลุ่มศึกษาเพิ่มเติม ในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - เครื่องยนต์เบนซิน จำนวน 2 แผ่น
 - เครื่องยนต์ดีเซล จำนวน 2 แผ่น
 - ตู้เย็น จำนวน 2 แผ่น
 - เครื่องปรับอากาศ จำนวน 2 แผ่น
16. นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อจับสลากชื่อเรื่องที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม จากนั้นครูมอบหมายให้สมาชิกแต่ละกลุ่มจัดทำโปสเตอร์ความรู้ ซึ่งเป็นการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่แต่ละกลุ่มจับสลากได้ โดยครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ตให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น แล้วให้เวลานักเรียนได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมพร้อมทั้งตกแต่งผลงานของกลุ่มตนเองให้สวยงาม
17. ครูให้นักเรียนนำผลงานของตนเองไปติดไว้กับผนังโดยรอบห้องเรียน จากนั้นครูสุ่มเรียกเลขที่ของนักเรียน โดยกลุ่มใดที่มีคนที่มามีเลขที่ตามที่ครูขานเรียกจะเป็นกลุ่มที่จะต้องนำเสนอผลงานก่อนเสร็จแล้วครูสุ่มเลขที่เพิ่มเติมเพื่อให้ทุกกลุ่มได้นำเสนอผลงานของตนเอง เสร็จแล้วครูเดินตรวจผลงานของนักเรียนในภาพรวมอีกครั้งเพื่อให้คะแนน
18. นักเรียนและครูร่วมกันพูดคุยและอธิบายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานภายในระบบ ในการอธิบายการทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง พลังงานภายในระบบ โดยครูสุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งออกมาหน้าห้องเพื่ออธิบายผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ
2. เมื่อนักเรียนอธิบายผลการศึกษามาตามความเข้าใจของนักเรียนแล้ว ครูอาจยกตัวอย่างหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา แล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่าง
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานภายในระบบเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ชั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน แล้วร่วมกันศึกษาแบบฝึกหัด Topic Questions จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยที่ครูกำหนดให้ใช้หลักการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา (Polya's problem solving process) ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the problem) เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องการค้นหา โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา
 - ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising the plan) เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ อาจตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ (Looking back) เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่
2. ครูแจกใบงานที่ 2.4 เรื่อง พลังงานภายในระบบ ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนกลับไปศึกษาเป็นการบ้าน เสร็จแล้วตัวแทนรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้คะแนนก่อนที่จะเจอกันในชั่วโมงถัดไป
3. ครูให้นักเรียนศึกษากรอบ Physics in real life เรื่อง บอลลูกอากาศร้อน จากหนังสือเรียน
4. ครูให้นักเรียนศึกษากิจกรรม Apply Your Knowledge จากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกและตอบคำถามลงในสมุดบันทึกประจำตัว
5. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ด้วยกรอบ Self Check เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
6. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก Unit Questions หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จากหนังสือเรียน โดยทำลงในสมุดบันทึกประจำตัวเป็นการบ้าน แล้วรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจสอบและให้คะแนน
7. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก Test for U หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จากหนังสือเรียน โดยทำลงในสมุดบันทึกประจำตัวเป็นการบ้าน แล้วรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจสอบและให้คะแนน
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังจากที่ได้ศึกษาแล้ว

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป โดยให้นักเรียนอธิบายสรุปความรู้เกี่ยวกับความร้อนที่ได้ศึกษามาแล้วทั้งเนื้อหาและตัวอย่างจากหนังสือเรียน และกิจกรรมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน พร้อมทั้งยกอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องเพื่อทดสอบความเข้าใจ

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือสงสัย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง พลังงานภายในระบบ มาเปิดให้นักเรียนดูประกอบเพื่อช่วยในการอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง พลังงานภายในระบบ โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานภายในระบบที่ครูกำหนดให้ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้ อยากเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ ของแก๊ส	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) พลังงานภายในระบบ	- ตรวจใบงานที่ 2.4 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.4 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) ใบงานที่ 2.4 เรื่อง พลังงานภายในระบบ
- 4) PowerPoint เรื่อง พลังงานภายในระบบ
- 5) กระดาษฟลิปชาร์ต

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.4

เรื่อง พลังงานภายในระบบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ภายในกระบอกสูบหนึ่งมีของไหลที่มีความดัน 500×10^3 นิวตันต่อตารางเมตร เกิดการขยายตัวขณะที่ความดันคงตัว โดยจากเดิมมีปริมาตร 0.4 ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวจนมีปริมาตร 1.8 ลูกบาศก์เมตร งานที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของของไหลในกระบอกสูบนี้นี้ค่าเท่าใด

2. ขดลวดความร้อนเส้นหนึ่งขนาด 100 วัตต์ ให้ความร้อนกับแก๊สอะตอมเดี่ยวจำนวน 1 โมล ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะปิด สมมติว่าระบบไม่มีการสูญเสียความร้อน จะต้องใช้เวลาเท่าใดจึงจะทำให้อุณหภูมิของแก๊สอะตอมเดี่ยวนี้อุณหภูมิเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 127 องศาเซลเซียส

เรื่อง พลังงานภายในระบบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ภายในกระบอกสูบหนึ่งมีของไหลที่มีความดัน 500×10^3 นิวตันต่อตารางเมตร เกิดการขยายตัวขณะที่ความดันคงตัว โดยจากเดิมมีปริมาตร 0.4 ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวจนมีปริมาตร 1.8 ลูกบาศก์เมตร งานที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของของไหลในกระบอกสูบนี้มีค่าเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

$$W = P\Delta V$$

$$W = P(V_2 - V_1)$$

$$W = (500 \times 10^3 \text{ N/m}^2)(1.8 \text{ m}^3 - 0.4 \text{ m}^3)$$

$$W = (500 \times 10^3 \text{ N/m}^2)(1.4 \text{ m}^3)$$

$$W = 700 \times 10^3 \text{ N/m}$$

$$W = 700 \text{ kJ}$$

ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของของไหลในกระบอกสูบนี้มีค่าเท่ากับ 700 กิโลจูล

2. ขดลวดความร้อนเส้นหนึ่งขนาด 100 วัตต์ ให้ความร้อนกับแก๊สอะตอมเดี่ยวจำนวน 1 โมล ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะปิด สมมติว่าระบบไม่มีการสูญเสียความร้อน จะต้องใช้เวลาเท่าใดจึงจะทำให้อุณหภูมิของแก๊สอะตอมเดี่ยวนั้นเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 127 องศาเซลเซียส

วิธีทำ จากสมการ

$$Q = \Delta U + W$$

จะได้ว่า

$$Q = \frac{3}{2}nR\Delta T + P\Delta V$$

เนื่องจากระบบมีปริมาตรคงตัว จะได้ว่า

$$Q = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$Q = \frac{3}{2}(1 \text{ mol})(8.31 \text{ J/mol K})\Delta T$$

$$Q = \frac{3}{2}(8.31 \text{ J/K})[(127 + 273 \text{ K}) - (27 + 273 \text{ K})]$$

$$Q = \frac{3}{2}(8.31 \text{ J/K})(100 \text{ K}) = 1,246.5 \text{ J}$$

จากสมการ

$$P = \frac{W}{t}$$

$$t = \frac{W}{P}$$

$$t = \frac{Q}{P}$$

$$t = \frac{1,246.5 \text{ J}}{100 \text{ W}} = 12.465 \text{ s}$$

ดังนั้น จะต้องใช้เวลาประมาณ 12 วินาที จึงจะทำให้อุณหภูมิของแก๊สอะตอมเดี่ยวนั้นเปลี่ยนจาก 27 องศาเซลเซียส ไปเป็น 127 องศาเซลเซียส

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

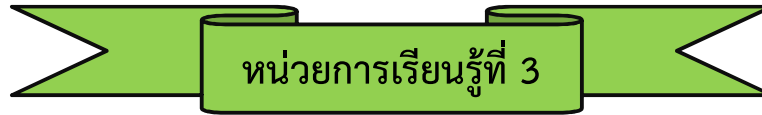
- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิษิตมาร)

ตำแหน่ง ครู



ของแข็งและของไหล

เวลา 28 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- 1) อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาวความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง และนำความรู้ เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- 2) อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิกได้
- 3) ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพุงจากของไหลได้
- 4) ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลวได้
- 5) อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

2. สารการเรียนรู้

2.1 สารการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิม เมื่อหยุดออกแรงกระทำ เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายังออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวรในกรณีที่วัสดุมีการเปลี่ยนแปลงความยาว ถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัดการแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวดแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเค้นตามยาว โดยความเค้นตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\sigma = \frac{F}{A}$ ส่วนความเครียดตามยาวคำนวณได้จากสมการ $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
- 2) อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า มอดูลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ $Y = \frac{\sigma}{\epsilon}$ หรือ $Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$
- 3) ถ้าวัสดุมีมอดูลัสของยังสูง แสดงว่า วัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณาในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- 4) ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำต้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว

- 5) ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ $P_g = \rho gh$ ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ $P = P_0 + P_g$
- 6) ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์
- 7) เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก
- 8) วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนจะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้จากสมการ $F_B = \rho V g$
- 9) ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้จากสมการ $\gamma = \frac{F}{l}$
- 10) ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด
- 11) ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง $Av = \text{ค่าคงตัว}$
- 12) ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ จะมีผลรวมของความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัวตามสมการแบร์นูลลี $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$

2.2 การเรียนรู้ท้องถิ่น

(พิจารณาตามหลักสูตรสถานศึกษา)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สภาพยืดหยุ่นเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของวัสดุ โดยเมื่อออกแรงกระทำต่อวัสดุแล้วทำให้วัสดุมีรูปร่างหรือมีความยาวที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่เมื่อหยุดออกแรงกระทำต่อวัสดุ วัสดุจะสามารถกลับคืนสู่รูปร่างเดิมได้ หากออกแรงต่อไปวัสดุจะขาดหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปอย่างถาวร

อัตราส่วนระหว่างแรงภายนอกที่กระทำต่อวัสดุกับพื้นที่ หน้าตัดของวัสดุ คือ ความเค้น โดยทั่วไปสามารถแบ่งความเค้นตามลักษณะของแรงที่มากระทำได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความเค้นตามยาว และความเค้นเฉือน

ความเครียด เป็นปริมาณที่แปรผันตรงกับรูปร่างหรือขนาดของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยทั่วไปสามารถแบ่งความเครียดตามลักษณะของแรงที่มากระทำได้เป็น 2 ลักษณะ เช่นเดียวกับความเค้น คือ ความเครียดตามยาว และความเครียดเฉือน

อัตราส่วนระหว่างความเค้นกับความเครียดจะมีค่าคงตัว เรียกว่า โมดูลัสของยัง ถ้าวัสดุใดมีโมดูลัสของยังสูง แสดงว่าวัสดุนั้นทนต่อแรงภายนอกที่มากระทำได้ดี อาจกล่าวได้ว่า วัสดุนั้นจะเปลี่ยนความยาวได้น้อยหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ยากขณะที่มีความเค้นมาก

จากความรู้เกี่ยวกับสมบัติของความยืดหยุ่นของวัสดุซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้และมีประโยชน์ในงานด้านวิศวกรรมมากมาย โดยนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกวัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

ความหนาแน่นเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร ซึ่งหาได้จากปริมาณมวลสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร การบอกความหนาแน่นของสารใด ๆ อาจบอกเป็นความหนาแน่นสัมพัทธ์ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารนั้นกับความหนาแน่นของสารอ้างอิง ถ้าบอกความหนาแน่นของสารเทียบกับความหนาแน่นของน้ำ เรียกว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ หรือความถ่วงจำเพาะ

ความดันของของเหลวเท่ากับผลรวมของความดันบรรยากาศกับปริมาณความดันเกจ ซึ่งเป็นความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลวเพียงอย่างเดียว ผลรวมของความดันบรรยากาศกับความดันเกจ เรียกว่า ความดันสมบูรณ์ ความดันของเหลวเดียวกันที่ระดับเดียวกันมีค่าเท่ากันเสมอ โดยรูปร่างภาชนะบรรจุไม่มีผลใด ๆ เครื่องมือวัดความดัน ได้แก่ แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องวัดบูร์ดอน

กฎพาสคัล กล่าวว่า เมื่อความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปยังทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น สามารถอธิบายการทำงานของเครื่องกลผ่อนแรงที่รู้จักกัน คือ เครื่องอัดไฮดรอลิก

แรงพยุงหรือแรงลอยตัว คือ แรงลัพธ์ของแรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลว มีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม หลุยส์แปสคัล กล่าวว่า วัตถุที่จมในของเหลวหมดทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงพยุงกระทำ และแรงพยุงจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกรัดขึ้นแทนที่

ความตึงผิว คือ ความพยายามในการยึดติดกันของโมเลกุลที่ผิวของของเหลว ซึ่งเป็นสมบัติหนึ่งของของเหลวที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว โดยแรงนั้น เรียกว่า แรงตึงผิว ซึ่งเป็นแรงที่พยายามยึดผิวหน้าของของเหลวไม่ให้แยกออกจากกัน

แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหล เรียกว่า แรงหนืด สมบัติของการที่ของเหลวมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า ความหนืด แรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุ และแรงนี้มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรงหนืดแปรผันตรงกับความเร็วจนถึงจุดหนึ่ง

ของไหลอุดมคติมีการไหลอย่างสม่ำเสมอ มีการไหลโดยไม่หมุน มีการไหลโดยไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืด และไม่สามารถอัดได้ ทางเดินของการไหลของของไหล เรียกว่า เส้นกระแส ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดกับอัตราเร็วของการไหลอุดมคติ ไม่ว่าจะอยู่ตำแหน่งใดของหลอดการไหล จะมีค่าคงตัวเสมอ ผลคูณนี้เรียกว่า อัตราการไหล

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสังเกต 3) ทักษะการสื่อสาร 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 7) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- ใบงานที่ 4.1 เรื่อง ความคันและความเครียด
- ใบงานที่ 4.2 เรื่อง มอดูลัสของยัง
- ใบงานที่ 4.3 เรื่อง ความหนาแน่น
- ใบงานที่ 4.4 เรื่อง ความดันในของของเหลว
- ใบงานที่ 4.5 เรื่อง กฎของพาสคัล
- ใบงานที่ 4.6 เรื่อง แรงพยางค์และหลักอาร์คิมิดีส
- ใบงานที่ 4.7 เรื่อง ความตึงผิว
- ใบงานที่ 4.8 เรื่อง ความหนืด
- ใบงานที่ 4.9 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล
- ผังมโนทัศน์ เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของของเหลว
- ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงพยางค์และหลักอาร์คิมิดีส
- ผังมโนทัศน์ เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ของแข็งและของไหล	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ความคันและความเครียด	- ตรวจใบงานที่ 3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) มอดูลัสของยัง	- ตรวจใบงานที่ 3.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.2 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3) ความหนาแน่น	- ตรวจใบงานที่ 3.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.3 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) ความดันในของของเหลว	- ตรวจใบงานที่ 3.4 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.4 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผังมโนทัศน์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) กฎพาสคัล	- ตรวจใบงานที่ 3.5 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.5 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6) แรงพยางค์และหลัก	- ตรวจใบงานที่ 3.6	- ใบงานที่ 3.6	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ของอาร์คิมิดีส	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด - แบบประเมินผังมโนทัศน์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) ความตึงผิว	- ตรวจใบงานที่ 3.7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.7 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
8) ความหนืด	- ตรวจใบงานที่ 3.8 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.8 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
9) พลศาสตร์ของของไหล	- ตรวจใบงานที่ 3.9 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.9 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผังมโนทัศน์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
11) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
12) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
13) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.3 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ของแข็งและของไหล	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 3) ใบงานที่ 3.1 เรื่อง ความเค้นและความเครียด
- 4) ใบงานที่ 3.2 เรื่อง โมดูลัสของยัง
- 5) ใบงานที่ 3.3 เรื่อง ความหนาแน่น
- 6) ใบงานที่ 3.4 เรื่อง ความดันในของของเหลว

- 7) ใบงานที่ 3.5 เรื่อง กฎพาสคัล
- 8) ใบงานที่ 3.6 เรื่อง แรงพยุ่งและหลักของอาร์คิมิดีส
- 9) ใบงานที่ 3.7 เรื่อง ความตึงผิว
- 10) ใบงานที่ 3.8 เรื่อง ความหนืด
- 11) ใบงานที่ 3.9 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล
- 12) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมความดันในของเหลว
- 13) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมแรงพยุ่ง
- 14) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมความตึงผิวของของเหลว

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) อินเทอร์เน็ต
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชุดที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สมบัติของของแข็งที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำแบ่งออกเป็นกี่ประเภท
 1. 2 ประเภท
 2. 3 ประเภท
 3. 4 ประเภท
 4. 5 ประเภท
 5. 5 ประเภท
2. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นหน่วยของความเค้น
 1. วัตต์
 2. นิวตัน
 3. แคลอรีต่อกรัม
 4. อิเล็กตรอนโวลต์
 5. นิวตันต่อตารางเมตร
3. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นหน่วยของความเครียด
 1. วัตต์
 2. นิวตัน
 3. แคลอรีต่อกรัม
 4. นิวตันต่อตารางเมตร
 5. ไม่มีหน่วย
4. สมบัติของวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เมื่อมีแรงกระทำและสามารถคืนตัวกลับสู่รูปร่างเดิมคือข้อใด
 1. สภาพสมดุล
 2. สภาพยืดหยุ่น
 3. สภาพแตกหัก
 4. สภาพพลาสติก
 5. สภาพย่อยสลาย
5. สมบัติของวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำแล้ววัสดุเปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยผิววัสดุไม่มีการฉีกขาดหรือแตกหัก
 1. สภาพสมดุล
 2. สภาพยืดหยุ่น
 3. สภาพแตกหัก
 4. สภาพพลาสติก
 5. สภาพย่อยสลาย
6. อัตราส่วนระหว่างแรงตึงกับพื้นที่หน้าตัดของวัสดุที่ถูกแรงกระทำ หมายถึงปริมาณใด
 1. ความเค้นเฉือน
 2. ความเค้นตามยาว
 3. ความเค้นเชิงปริมาตร
 4. ความเครียดตามยาว
 5. ความเครียดเชิงปริมาตร
7. ปริมาณในข้อใดเปรียบได้กับอัตราส่วนระหว่างแรงเค้นกับพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ
 1. ความเค้น
 2. ความเครียด
 3. ความยืดหยุ่น
 4. โมดูลัสของยัง
 5. ความเป็นพลาสติก
8. ปริมาณในข้อใดเปรียบได้กับอัตราส่วนระหว่างขนาดของความยาวที่เปลี่ยนไปกับความยาวเดิมของวัสดุ
 1. ความเค้น
 2. ความเครียด
 3. ความยืดหยุ่น
 4. โมดูลัสของยัง
 5. ความเป็นพลาสติก
9. ค่าโมดูลัสของยัง เป็นปริมาณที่ใช้บ่งบอกสมบัติใดของวัสดุ
 1. ความหนืดของของไหล
 2. ความตึงผิวของของเหลว
 3. ความเร็วในการเคลื่อนที่
 4. ความเค้นที่ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น
 5. ความยืดหยุ่นของวัสดุที่มีลักษณะเป็นเชิงเส้น
10. ลวดเส้นหนึ่งสร้างจากโลหะที่มีคุณสมบัติความยืดหยุ่นยาว 2.0 เมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เซนติเมตร มีค่าโมดูลัสของยัง 1.1×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร อยากทราบว่าลวดนี้จะยืดออกเท่าใดถ้าใช้ในการยกวัตถุหนัก 400 นิวตัน
 1. 2.0 มิลลิเมตร
 2. 2.3 มิลลิเมตร
 3. 2.5 มิลลิเมตร
 4. 3.1 มิลลิเมตร
 5. 3.7 มิลลิเมตร

เฉลย	1. 1	2. 5	3. 5	4. 2	5. 4	6. 2	7. 1	8. 2	9. 5	10. 2
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชุดที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับข้อใด
 1. มวลของของเหลว
 2. ความลึกของของเหลว
 3. ความหนาแน่นและความลึกของของเหลว
 4. รูปร่างของภาชนะที่บรรจุของเหลว
 5. ปริมาตรของภาชนะที่บรรจุของเหลว
2. เครื่องมือใดใช้สำหรับวัดความดันในของเหลวคือข้อใด
 1. แมนอมิเตอร์
 2. อัลติมิเตอร์
 3. ไมโครมิเตอร์
 4. มิลลิมิเตอร์
 5. เทอร์มอมิเตอร์
3. ความหนาแน่นกับแรงพยุงสัมพันธ์กันอย่างไร
 1. ความหนาแน่นของของไหลลดลง แรงพยุงจะลดลง
 2. ความหนาแน่นของของไหลลดลง แรงพยุงจะเพิ่มขึ้น
 3. ความหนาแน่นของของไหลเพิ่มขึ้น แรงพยุงจะเพิ่มขึ้น
 4. ความหนาแน่นของของไหลเพิ่มขึ้น แรงพยุงจะลดลง
 5. ความหนาแน่นของของไหลเพิ่มขึ้น แรงพยุงจะยังคงเท่าเดิม
4. ความดัน 1 ทอร์ คือความดันเท่ากับข้อใด
 1. ลำปรอทสูง 1 มิลลิเมตร
 2. ลำปรอทสูง 1 เซนติเมตร
 3. ลำปรอทสูง 76 มิลลิเมตร
 4. ลำปรอทสูง 76 เซนติเมตร
 5. ลำปรอทสูง 760 มิลลิเมตร
5. วัตถุไม่สามารถเกิดแรงพยุงได้ในกรณีใด
 1. วัตถุจมหรือลอยในของเหลว
 2. น้ำหนักของวัตถุมีค่าเท่ากับแรงพยุงในทิศขึ้น
 3. ความหนาแน่นของวัตถุเท่ากับความหนาแน่นของของเหลว
 4. ความหนาแน่นของวัตถุน้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว
 5. ความหนาแน่นของวัตถุมากกว่าความหนาแน่นของของเหลว
6. อะไรคือสาเหตุที่ทำให้วัตถุลอยได้ในของเหลวใด ๆ
 1. แรงพยุงมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ
 2. แรงพยุงมีค่ามากกว่าน้ำหนักของวัตถุ
 3. แรงพยุงมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ
 4. มวลของของเหลวที่แทนที่น้อยกว่ามวลของวัตถุ
 5. ข้อ 1. และ 2. ถูก
7. ข้อใดคือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค
 1. แรงเชื่อมแน่น
 2. แรงยึดติด
 3. แรงดึงดูด
 4. แรงทางไฟฟ้า
 5. ข้อ 1. และ 2. ถูก
8. เมื่อจุ่มหลอดรูเล็กลงไปในน้ำปรากฏว่าระดับน้ำในหลอดรูเล็กสูงกว่าภายนอก ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง
 1. ภายในหลอดรูเล็กมีแรงเชื่อมแน่นมากกว่าแรงยึดติด
 2. ความดันภายในหลอดมีค่าน้อยกว่าความดันอากาศ
 3. แรงยึดติดภายในหลอดรูเล็กมีค่ามากจึงทำให้ความดันภายในมาก
 4. แรงดันภายในหลอดรูเล็กมีค่ามากจึงทำให้ความดันภายในมาก
 5. ความสูงของระดับน้ำในหลอดรูเล็กไม่ขึ้นอยู่กับปริมาตรของหลอด
9. หลักของอาร์คิมิดีส กล่าวไว้ว่าอย่างไร
 1. น้ำหนักของวัตถุมีค่าเท่ากับแรงพยุง
 2. แรงพยุงมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของวัตถุ
 3. แรงพยุงมีค่าเท่ากับแรงโน้มถ่วงของโลก
 4. น้ำหนักของวัตถุที่แทนที่ของเหลวมีค่าเท่ากับแรงพยุง
 5. น้ำหนักของวัตถุที่แทนที่ของเหลวมีค่ามากกว่าแรงพยุง
10. ขนาดของแรงหนีตของของเหลวชนิดหนึ่งที่กระทำต่อวัตถุอันหนึ่งที่เคลื่อนที่ในของเหลวนั้นจะขึ้นอยู่กับข้อใด
 1. ปริมาตรส่วนที่จม
 2. ความดันอากาศ
 3. ความหนาแน่นของวัตถุ
 4. ความดันของเหลว
 5. ความหนืดของของเหลว

เฉลย

1. 3	2. 1	3. 1	4. 1	5. 5	6. 2	7. 5	8. 3	9. 4	10. 5
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

แบบประเมินผลงานแผนผังมโนทัศน์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินแผนผังมโนทัศน์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจแต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบ และมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทำกิจกรรม				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม				
3	การบันทึก สรุปและนำเสนอผลการทำกิจกรรม				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติกิจกรรม	ทำกิจกรรมตามขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	ทำกิจกรรมตามขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้องได้รับคำแนะนำบ้าง	ต้องให้ความช่วยเหลือบ้างในการทำกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการทำกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์
2. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม	มีความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมโดยไม่ต้องได้รับคำชี้แนะ และทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมแต่ต้องได้รับคำแนะนำบ้าง และทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา	ขาดความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมจึงทำกิจกรรมเสร็จไม่ทันเวลา	ทำกิจกรรมเสร็จไม่ทันเวลา และทำอุปกรณ์เสียหาย
3. การบันทึก สรุป และนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม	บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผลการทำกิจกรรมเป็นขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่การนำเสนอผลการทำกิจกรรมยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกสรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
/...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

- ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน
- ให้ 3 คะแนน
- ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่
- ให้ 2 คะแนน
- ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน
- ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง ความเค้นและความเครียด

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาวความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งได้ (K)
2. อธิบายความหมายของความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวได้ (K)
3. มีทักษะในการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาว (P)
4. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สภาพยืดหยุ่นเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของวัสดุ โดยเมื่อออกแรงกระทำต่อวัสดุแล้วทำให้วัสดุมีรูปร่างหรือมีความยาวที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่เมื่อหยุดออกแรงกระทำต่อวัสดุ วัสดุจะสามารถกลับคืนสู่รูปร่างเดิมได้ หากออกแรงต่อไปวัสดุจะขาดหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปอย่างถาวร โดยที่อัตราส่วนระหว่างแรงภายนอกที่กระทำต่อวัสดุกับพื้นที่ หน้าตัดของวัสดุ คือ ความเค้น โดยทั่วไปสามารถแบ่งความเค้นตามลักษณะของแรงที่มากระทำได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความเค้นตามยาว และความเค้นเฉือน และความเครียด เป็นปริมาณที่แปรผันตรงกับรูปร่างหรือขนาดของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยทั่วไปสามารถแบ่งความเครียดตามลักษณะของแรงที่มากระทำได้เป็น 2 ลักษณะ เช่นเดียวกับความเค้น คือ ความเครียดตามยาว และความเครียดเฉือน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : เน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีสถานะเป็นของแข็งที่มีลักษณะแตกต่างกันที่นักเรียนรู้จักหรือสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันมาคนละ 3 ชนิด
2. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า “จากวัตถุที่นักเรียนยกตัวอย่างมานั้น ถ้าออกแรงดึงหรือแรงอัดกระทำต่อวัตถุนั้น ๆ ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุจะเป็นอย่างไร” โดยครูสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น
3. ครูนำฟองน้ำ ดินน้ำมัน แท่งไม้ และลวดเหล็กขึ้นมาเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการสาธิต จากนั้นครูออกแรงโดยใช้มือกดอัดลงบนอุปกรณ์สาธิตเหล่านั้น โดยให้นักเรียนสังเกตว่าขณะที่ครูออกแรงกระทำ อุปกรณ์เหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร และหลังหยุดออกแรงกระทำอุปกรณ์เหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
4. ครูให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสาธิต
5. นักเรียนทั้งหมดร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้จากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพยืดหยุ่น
6. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สภาพยืดหยุ่น ซึ่งเป็นปรนัยจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา
7. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาและหาความรู้เพื่อให้ได้คำตอบ โดยใช้คำถาม Big Question จากหนังสือเรียนว่า “วัสดุจะมีลักษณะอย่างไรเมื่อถูกแรงกระทำจนเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น” โดยเมื่อนักเรียนศึกษาเรียนรู้จนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะต้องตอบคำถามและให้เหตุผลของข้อคำถามนี้ได้

(แนวตอบ : ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น เป็นตำแหน่งสุดท้ายของวัสดุที่จะกลับสู่สภาพเดิมได้ หากวัสดุถูกแรงกระทำจนเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่นวัสดุนั้น ๆ จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปอย่างถาวร)

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนจาก Understanding Check จากหนังสือเรียนลงในสมุดบันทึกประจำตัว

(แนวตอบ : 1. ผิด 2. ถูก 3. ถูก 4. ถูก 5. ถูก)

9. ครูถามคำถาม Key Question กับนักเรียนว่า “ความเค้นและความเครียดสัมพันธ์กันอย่างไร” โดยนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาเรียนรู้ต่อไป

(แนวตอบ : ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุนั้นเป็นการแสดงสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดอย่างชัดเจนว่ามีพฤติกรรมเป็นอย่างไร วัสดุต่างชนิดกันเมื่อนำค่าความเค้นและความเครียดมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ลักษณะของกราฟที่ได้ก็จะแตกต่างกันไป หากวัสดุนั้นยังอยู่ในช่วงของสภาพยืดหยุ่นความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดก็จะเป็นไปตามกฎของฮุก (Hooke's Law) นั่นคือ ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด)

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง ความเค้นและความเครียด จากหนังสือเรียน ในลักษณะของเพื่อนคู่คิด
2. ครูสุ่มนักเรียนเพื่อให้ยกตัวอย่างพร้อมทั้งอธิบายการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือลักษณะทางกายภาพของวัตถุนั้น ๆ เมื่อถูกแรงกระทำ
3. ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับสภาพยืดหยุ่นให้นักเรียนศึกษา โดยครูช่วยเชื่อมโยงความรู้ใหม่จากวิดีโอเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้มาแล้วจากหนังสือเรียนด้วยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบจากความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน
4. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ เรื่อง ความเค้น จากหนังสือเรียนลงในสมุดบันทึกประจำตัว
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเค้น เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันรวมทั้งมีความเข้าใจสมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่างกับพื้นที่หน้าตัดของวัตถุที่ถูกแรงกระทำ เพื่อที่จะสามารถนำไปคำนวณหาความเค้นที่เกิดขึ้นได้
6. ครูถามคำถามกระตุ้นกับนักเรียนว่า “นักเรียนรู้จักความเครียดหรือไม่และความเครียดมีความหมายว่าอย่างไร” โดยครูสุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งเพื่อแสดงความคิดเห็น ซึ่งครูจะยังไม่ตัดสินความคิดเห็นหรือคำตอบของนักเรียนว่าถูกหรือผิด จากนั้นครูอธิบายความหมายของความเครียดเพื่อเป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษา

(แนวตอบ : ความเครียด ในทางชีววิทยา หมายถึง การที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถตอบสนองอย่างพอเหมาะต่อความต้องการทางกายหรือจิต และความเครียด ในทางฟิสิกส์ หมายถึง การวัดการเปลี่ยนรูปของวัตถุที่เกิดจากแรงภายนอกมากระทำ โดยแสดงการกระจัดสัมพัทธ์ระหว่างอนุภาคในวัตถุ)

7. ครูนำหนังยางสำหรับผูกมัดถุงแกงขึ้นมาแล้วใช้มือดึงหนังยางออกในทิศตรงข้าม แล้วถามคำถามกับนักเรียนว่า “การที่ครูออกแรงดึงหนังยางในลักษณะนี้มีความเครียดเกิดขึ้นหรือไม่” โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม จากนั้นครูแสดงการบีบอัดยางลบให้นักเรียนดู แล้วถามคำถามเดิมกับนักเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นนำเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษา
8. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ เรื่อง ความเครียด จากหนังสือเรียนลงในสมุดบันทึกประจำตัว
9. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเครียด เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันรวมทั้งมีความเข้าใจสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับความยาวเดิมของวัตถุ เพื่อที่จะสามารถนำไปคำนวณหาความเครียดที่เกิดขึ้นได้
10. นักเรียนและครูร่วมกันศึกษาและอธิบายตัวอย่างที่ 3.1 จากหนังสือเรียน โดยครูนำอ่านโจทย์และอธิบายขั้นตอนการแก้ไขโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบบนกระดาน
11. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 3.2-3.5 จากหนังสือเรียน โดยครูทิ้งช่วงเวลาให้นักเรียนได้ทำการจดบันทึกลงในสมุดบันทึกประจำตัว

ชั่วโมงที่ 2

ชั้นสอน

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในชั่วโมงที่ผ่านมา โดยครูสุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งออกมาหน้าห้องเพื่ออธิบายผลการศึกษาดังอย่าง 3.2-3.5 จากหนังสือเรียน
2. เมื่อนักเรียนอธิบายผลการศึกษาดังตามความเข้าใจของนักเรียนแล้ว ครูอาจยกตัวอย่างหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา แล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่าง จากนั้นแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวบนกระดานหน้าชั้นเรียน
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความเค้นและความเครียดเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สภาพยืดหยุ่น

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจอย่างอิสระออกเป็น 6 กลุ่มเท่า ๆ กัน
2. ครูนำก้อนดินน้ำมัน ก้อนดินเหนียว และก้อนแป้งโรตี ที่มีขนาดต่างกัน อย่างละ 2 ก้อน ขึ้นมาเพื่อใช้เป็นวัสดุประกอบการศึกษา โดยครูสุ่มแจกนักเรียนกลุ่มละ 1 ก้อน
3. ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษามาแล้วเกี่ยวกับความเค้นและความเครียด โดยครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบใบงานเพื่อคำนวณหาความเค้นและความเครียดจากวัสดุที่ครูกำหนดให้ ซึ่งในใบงานนั้น ๆ จะต้องมีการถ่ายภาพขณะทำกิจกรรม เพื่อเป็นหลักฐานประกอบการคำนวณหาผลลัพธ์
4. ครูสุ่มนักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ได้ทราบถึงผลการคำนวณที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่แต่ละกลุ่มได้และขนาดของแรงที่ใช้ในการดึงหรือกดอัดให้วัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างจนเกิดความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาว
5. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน แล้วร่วมกันศึกษาแบบฝึกหัด Topic Questions จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยที่ครูกำหนดให้ใช้หลักการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the problem) เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าจะอะไรที่ต้องการค้นหา โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา
 - ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ อาจตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ (Looking back) เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่

- ครูแจกใบงานที่ 3.1 เรื่อง ความเค้นและความเครียด ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนกลับไปศึกษาเป็นการบ้าน เสร็จแล้วตัวแทนรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้คะแนนก่อนที่จะเจอกันในชั่วโมงถัดไป

ขั้นสรุป

- ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป โดยให้นักเรียนอธิบายสรุปความรู้เกี่ยวกับความเค้นและความเครียดที่ได้ศึกษามาแล้วทั้งเนื้อหาและตัวอย่างจากหนังสือเรียน และกิจกรรมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน พร้อมทั้งยกอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องเพื่อทดสอบความเข้าใจ
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือสงสัย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง ความเค้นและความเครียด มาเปิดให้นักเรียนดูประกอบเพื่อช่วยในการอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
- ครูให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับความเค้นและความเครียด โดยสร้างสรรค์ออกมาในรูปแบบของผังมโนทัศน์ (concept Mapping) ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม เสร็จแล้วนำส่งครูเพื่อตรวจให้คะแนน

ขั้นประเมิน

- ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความเค้นและความเครียด โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
- ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม การคำนวณหาความเค้นและความเครียดจากตัวอย่างที่ครูกำหนดให้ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
- ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สภาพยืดหยุ่น	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ความเค้นและความเครียด	- ตรวจใบงานที่ 3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 3) แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 4) ใบงานที่ 4.1 เรื่อง ความดันและความเครียด
- 5) PowerPoint เรื่อง ความดันและความเครียด

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 3.1

เรื่อง ความเค้นและความเครียด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลวดโลหะเส้นหนึ่งยาว 120 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 มิลลิเมตร ออกแรงดึง 380 นิวตัน ทำให้ลวดโลหะมีความยาวเป็น 120.10 เมตร จงหาความเค้นดึงและความเครียดดึงที่เกิดขึ้นในลวดโลหะเส้นนี้

2. ลวดเหล็กสำหรับดึงลิฟต์ตัวหนึ่งมีขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น 2×10^8 นิวตันต่อตารางเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร ถ้าลิฟต์ตัวนี้มีความสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปด้วยความเร่งสูงสุด 6 เมตรต่อวินาที² มวลรวมของทั้งลิฟต์และสัมภาระภายในลิฟต์ที่เป็นไปได้มากที่สุดมีค่าเท่าใด

ใบงานที่ 3.1

เรื่อง ความเค้นและความเครียด

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลวดโลหะเส้นหนึ่งยาว 120 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 มิลลิเมตร ออกแรงดึง 380 นิวตัน ทำให้ลวดโลหะมีความยาวเป็น 120.10 เมตร จงหาความเค้นดึงและความเครียดดึงที่เกิดขึ้นในลวดโลหะเส้นนี้

วิธีทำ หาความเค้นดึงจากสมการ

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi r^2}$$

$$\sigma = \frac{F}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$\sigma = \frac{380 \text{ N}}{\pi \left(\frac{2.2 \times 10^{-3} \text{ m}}{2}\right)^2}$$

$$\sigma = \frac{380 \text{ N}}{\pi (1.21 \times 10^{-6} \text{ m}^2)}$$

$$\sigma \approx 100 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \approx 100 \text{ MPa}$$

หาความเครียดดึงจากสมการ

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$\varepsilon = \frac{120.10 \text{ m} - 120 \text{ m}}{120 \text{ m}}$$

$$\varepsilon = \frac{0.10 \text{ m}}{120 \text{ m}} \approx 8.33 \times 10^{-4}$$

ดังนั้น ความเค้นดึงและความเครียดดึงมีค่าประมาณ 100 เมกะพาสคัล และ 8.33×10^{-4} ตามลำดับ

2. ลวดเหล็กสำหรับดึงลิฟต์ตัวหนึ่งมีขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น 2×10^8 นิวตันต่อตารางเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร ถ้าลิฟต์ตัวนี้มีความสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปด้วยความเร่งสูงสุด 6 เมตรต่อวินาที² มวลรวมของทั้งลิฟต์และสัมภาระภายในลิฟต์ที่เป็นไปได้มากที่สุดมีค่าเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$2 \times 10^8 \text{ N/m}^2 = \frac{F}{1 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$F = (2 \times 10^8 \text{ N/m}^2)(10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$F = 2 \times 10^4 \text{ N}$$

จากสมการ

$$\Sigma F = ma$$

$$T - mg = ma$$

$$(2 \times 10^4 \text{ N}) - m(9.8 \text{ m/s}^2) = m(6 \text{ m/s}^2)$$

$$2 \times 10^4 \text{ N} = m(6 \text{ m/s}^2) + m(9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$2 \times 10^4 \text{ N} = m(15.8 \text{ m/s}^2)$$

$$m = \frac{2 \times 10^4 \text{ N}}{15.8 \text{ m/s}^2}$$

$$m \approx 1.266 \times 10^3 \text{ kg}$$

ดังนั้น มวลรวมของทั้งลิฟต์และสัมภาระภายในลิฟต์ที่เป็นไปได้มากที่สุดมีค่าประมาณ 1.266 กิโลกรัม

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิษิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง มอดูลัสของยัง

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาวความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของมอดูลัสของยังได้ (K)
2. มีทักษะในการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับมอดูลัสของยัง (P)
3. ปฏิบัติกิจกรรมความเค้นและความเครียดได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน (P)
4. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อัตราส่วนระหว่างความเค้นกับความเครียดจะมีค่าคงตัว เรียกว่า มอดูลัสของยัง ถ้าวัสดุใดมีค่ามอดูลัสของยังสูง แสดงว่าวัสดุนั้นทนต่อแรงภายนอกที่มากกระทำได้ดี อาจกล่าวได้ว่า วัสดุนั้นจะเปลี่ยนความยาวได้น้อยหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ยากขณะที่มีความเค้นมาก จากความรู้เกี่ยวกับสมบัติของความยืดหยุ่นของวัสดุซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้และมีประโยชน์ในงานด้านวิศวกรรมมากมาย โดยนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกวัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 6) ทักษะการทดลอง 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : เน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ คนที่มีความอดทนสูง โดยที่เมื่อมีสิ่งที่มากระทบต่อตัวเขา มาก ๆ การแสดงออกของเขจะเป็นอย่างไร เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “วัตถุแต่ละชนิดทนต่อการเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร”
2. นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า “วัตถุแต่ละชนิดทนต่อการเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร” โดยครูทิ้งช่วงเวลาให้นักเรียนคิด
3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วนักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกความเห็นของกลุ่มจากคำถามที่ครูถามในสมุดบันทึกประจำตัว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด
4. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่มหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำถามที่ถามว่า “วัตถุแต่ละชนิดทนต่อการเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร”
5. ครูถามคำถาม Key Question กับนักเรียนว่า “มอดุลัสของยังมีผลต่อวัสดุอย่างไร” โดยนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาเรียนรู้ต่อไป

(แนวตอบ : ค่ามอดุลัสของยังเป็นปริมาณที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของของแข็งอันเนื่องมาจากความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาว นอกจากนี้ ค่ามอดุลัสของยังยังสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของวัสดุ ดังนั้น วัสดุใดที่มีค่ามอดุลัสของยังสูง วัสดุนั้นจะสามารถทนต่อแรงภายนอกได้มากหรือทำให้เปลี่ยนรูปร่างได้ยาก)

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูชักชวนนักเรียนสนทนาทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความเค้นตามยาวและความเครียดตามยาวที่ได้ร่วมกันศึกษามาแล้ว
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง มอดุลัสของยัง จากหนังสือเรียนในลักษณะของเพื่อนคู่คิด
3. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ เรื่อง มอดุลัสของยัง จากหนังสือเรียนลงในสมุดบันทึกประจำตัว
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับมอดุลัสของยัง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันว่า อัตราส่วนระหว่างความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาวของวัสดุหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงตัว เรียกอัตราส่วนนี้ว่า ค่ามอดุลัสของยัง

5. ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 3.6-3.7 จากหนังสือเรียน โดยครูสุ่มนักเรียนตามดุลยพินิจจากการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคลให้ออกมาอธิบายและแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาบนกระดานดำหน้าชั้นเรียน
6. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละประมาณ 6 คน โดยความสามารถของนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ (เก่ง ค่อนข้างเก่ง ปานกลาง ค่อนข้างอ่อน อ่อน) ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อร่วมกันศึกษากิจกรรม ความเค้นดึงและความเครียดดึง จากหนังสือเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง เช่น
 - สมาชิกคนที่ 1 : เตรียมวัสดุอุปกรณ์
 - สมาชิกคนที่ 2 : อ่านและศึกษาวิธีปฏิบัติกิจกรรม แล้วนำมาอธิบายสมาชิกในกลุ่ม
 - สมาชิกคนที่ 3 : บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม
 - สมาชิกคนที่ 4-5 : ค้นคว้าเพิ่มเติม หาแหล่งข้อมูลอ้างอิงเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติกิจกรรม
 - สมาชิกคนที่ 6 : นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม
7. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง
8. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมหรือเทคนิคเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนทุกกลุ่มลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน
9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลร่วมกัน
10. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว เพื่อนำส่งครูเป็นการตรวจสอบความเข้าใจจากการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม
2. ครูสุ่มนักเรียนเพื่อถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังปฏิบัติกิจกรรม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลท้ายกิจกรรมและสรุปความรู้ร่วมกัน
4. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในช่วงที่ผ่านมา โดยครูสุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งออกมาหน้าห้องเพื่ออธิบายผลการศึกษาดูอย่าง 3.6-3.7 จากหนังสือเรียน
5. เมื่อนักเรียนอธิบายผลการศึกษาดูอย่างตามความเข้าใจของนักเรียนแล้ว ครูอาจยกตัวอย่างหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา แล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เหมือนและสิ่งที่แตกต่าง จากนั้นแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวบนกระดานหน้าชั้นเรียน
6. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับมอดูลของยังเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สภาพยืดหยุ่น

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม Concept Question จากหนังสือเรียนที่ถามว่า “มอดูลของยังสัมพันธ์กับปริมาณใด”
(แนวตอบ : มอดูลของยังมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความเค้นตามยาวกับความเครียดตามยาว)
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน แล้วร่วมกันศึกษาแบบฝึกหัด Topic Questions จากหนังสือเรียน โดยครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยที่ครูกำหนดให้ใช้หลักการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the problem) เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าจะไรที่ต้องการค้นหา โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา
 - ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ อาจตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ (Looking back) เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่
3. ครูแจกใบงานที่ 3.2 เรื่อง มอดูลัสของยัง ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด จากนั้นมอบหมายให้นักกลับไปศึกษาเป็นการบ้าน เสร็จแล้วตัวแทนรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจและให้คะแนนก่อนที่จะเจอกันในชั่วโมงถัดไป
 4. ครูให้นักเรียนศึกษากิจกรรม Apply Your Knowledge จากหนังสือเรียน โดยจดบันทึกและตอบคำถามลงในสมุดบันทึกประจำตัว
 5. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ด้วยกรอบ Self Check เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
 6. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก Unit Questions หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ฟิสิกส์อะตอม จากหนังสือเรียน โดยทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว แล้วรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจสอบและให้คะแนน
 7. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก Test for U หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ฟิสิกส์อะตอม จากหนังสือเรียน โดยทำลงในสมุดบันทึกประจำตัวเป็นการบ้าน แล้วรวบรวมส่งครูเพื่อตรวจสอบและให้คะแนน
 8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังจากที่ได้ศึกษาแล้ว

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป โดยให้นักเรียนอธิบายสรุปความรู้เกี่ยวกับมอดูลัสของยังที่ได้ศึกษา มาแล้วทั้งเนื้อหาและตัวอย่างจากหนังสือเรียน และกิจกรรมที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน พร้อมทั้งยกอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องเพื่อทดสอบความเข้าใจ
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือสงสัย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง มอดูลัสของยัง มาเปิดให้นักเรียนดูประกอบเพื่อช่วยในการอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับมอดูลัสของยัง โดยสร้างสรรค์ออกมาในรูปแบบของผังโนทัศน์ (Concept Mapping) ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม เสร็จแล้วนำเสนอครูเพื่อตรวจให้คะแนน

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง มอดูลส์ของยัง โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติ กิจกรรม ความคืบหน้าและความเครียด และ การนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยสังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สภาพยืดหยุ่น	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) มอดูลส์ของยัง	- ตรวจใบงานที่ 3.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.2 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของแข็งและของไหล
- 3) ใบงานที่ 3.2 เรื่อง มอดูลส์ของยัง

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด

ใบงานที่ 3.2

เรื่อง มอดูลัสของยัง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลวดเหล็กกล้ายาว 4 เมตร พื้นที่หน้าตัด 1.5 ตารางเซนติเมตร ผูกวัตถุหนัก 7,000 นิวตัน แขนงห้อยในแนวตั้ง ลวดยืดออก 1.75×10^{-2} เมตร ค่ามอดุลัสของยังของลวดเหล็กเส้นนี้มีค่าเท่าใด

[illegible]

2. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีความยาว 4 เมตร มีพื้นที่ภาคตัดขวางขนาด 1×10^{-8} ตารางเมตร และมีค่ามอดูลัสของยังเป็น 1.1×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร อยากทราบว่า จะต้องออกแรงดึงเท่าใดจึงจะทำให้ลวดทองแดงเส้นนี้ยืดออกจากความยาวเดิมอีก 1 มิลลิเมตร

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ใบงานที่ 3.2

เรื่อง มอดูลัสของยัง

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลวดเหล็กกล้ายาว 4 เมตร พื้นที่หน้าตัด 1.5 ตารางเซนติเมตร ผูกวัตถุหนัก 7,000 นิวตัน แขนงห้อยในแนวตั้ง ลวดยืดออก 1.75×10^{-2} เมตร คำนวณมอดูลัสของยังของลวดเหล็กเส้นนี้มีค่าเท่าใด

วิธีทำ หาความเค้นจากสมการ

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$$

$$\sigma = \frac{7,000 \text{ N}}{1.5 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 4,666.67 \text{ N/m}^2$$

หาความเครียดจากสมการ

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$\varepsilon = \frac{1.75 \times 10^{-2} \text{ m}}{4 \text{ m}}$$

$$\varepsilon = 4.375 \times 10^{-3}$$

หามอดูลัสของยังจากสมการ

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$Y = \frac{4,666.67 \text{ N/m}^2}{4.375 \times 10^{-3}}$$

$$Y \approx 1.07 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 1.07 \text{ MPa}$$

ดังนั้น คำนวณมอดูลัสของยังของลวดเหล็กเส้นนี้มีค่าประมาณ 1.07 เมกะพาสคัล

2. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีความยาว 4 เมตร มีพื้นที่ภาคตัดขวางขนาด 1×10^{-8} ตารางเมตร และมีค่านมอดูลัสของยังเป็น 1.1×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร อยากทราบว่า จะต้องออกแรงดึงเท่าใดจึงจะทำให้ลวดทองแดงเส้นนี้ยืดออกจากความยาวเดิมอีก 1 มิลลิเมตร

วิธีทำ หาความเค้นจากสมการ

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}$$

$$1.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 = \frac{F(4 \text{ m})}{(1 \times 10^{-8} \text{ m}^2)(1 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$1.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 = F \left[\frac{4 \text{ m}}{(1 \times 10^{-8} \text{ m}^2)(1 \times 10^{-3} \text{ m})} \right]$$

$$1.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 = F \left(\frac{4 \text{ m}}{1 \times 10^{-11} \text{ m}^3} \right)$$

$$F = \frac{(1.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2)(1 \times 10^{-11} \text{ m}^3)}{4 \text{ m}}$$

$$F = 0.275 \text{ N}$$

ดังนั้น จะต้องออกแรงดึงขนาด 0.275 นิวตัน

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง ความหนาแน่น

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

9. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการ ทำงานของแมนอมิเตอร์บาร์อมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิกได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย และคำนวณความหนาแน่น และความหนาแน่นสัมพัทธ์ได้ (K)
2. สืบค้น ทดลอง และวิเคราะห์ ความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์ได้อย่างถูกต้อง (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ถ้านำสารต่าง ๆ (อาจอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ) มาด้วยปริมาตรเท่า ๆ กัน มาเทียบมวลหรือน้ำหนักกัน จะพบว่ามวลและน้ำหนักมีค่าต่าง ๆ กัน แต่ถ้าเป็นสารอย่างเดียวกัน และสถานะเดียวกัน แล้วมวลหรือน้ำหนักจะมีค่าเท่ากัน นักวิทยาศาสตร์จึงใช้ค่านี้แสดงสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัวของสารได้ และกำหนดนิยามของความหนาแน่นของสารขึ้นว่า ความหนาแน่นของสารใด ๆ คือ มวล (Mass: m) ของสารนั้นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (Volume: V) ดังนั้น หน่วยของความหนาแน่นจึงมีหน่วยเป็นหน่วยของมวลต่อปริมาตร คือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3) ในระบบเอสไอ หรือเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3) เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\rho = \frac{m}{V}$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของสาร (g/cm^3) m = มวลสาร (g) และ V = ปริมาตร (m^3)

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวิเคราะห์ 3) ทักษะการทำงานร่วมกัน 4) การลงความเห็นจากข้อมูล 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบอุปนัย (Inductive Method)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นเตรียมการ (Preparation)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสถานะของสสาร โดยถามคำถามนักเรียนว่า
 - สสารแบ่งออกกี่สถานะ และมีลักษณะอย่างไรบ้าง(แนวตอบ สสารแบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ที่อุณหภูมิหนึ่งของแก๊สมีรูปร่างและปริมาตรคงตัว ถ้าถูกแรงไม่มากอัด ส่วนของเหลวจะมีปริมาตรคงตัวและมีรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุและปริมาตรลดลงเมื่อถูกแรงอัด ส่วนแก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงตัว ปริมาตรขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุและ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะมีมากกว่าของเหลว แม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย)
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ของเหลวและแก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอน และสามารถไหลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง จึงอาจเรียกทั้งสองสถานะนี้ว่า ของไหล
3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ความหนาแน่นและความดัน ซึ่งเป็นปรนัยจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที จากนั้นทบทวนเกี่ยวกับสถานะของสสาร โดยให้นักเรียนอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างของแข็ง ของเหลวและแก๊ส
4. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า จะนำความรู้เรื่องสถานะของสสารมาใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง ความหนาแน่นและความดัน

ขั้นสอน

ขั้นเสนอตัวอย่าง (Presentation)

ครูเสนอตัวอย่างเรื่อง ความหนาแน่น โดยครูแสดงภาพหรือสาธิตการทดลองให้นักเรียนเห็นว่า “ถ้า นำโฟมและแท่งเหล็กไปใส่ในภาชนะที่บรรจุน้ำ นักเรียนจะสังเกตเห็นอะไร

(แนวตอบ โฟมจะลอยน้ำส่วนเหล็กจะจม)

ขั้นเปรียบเทียบ (Comparison)

1. นักเรียนจะเห็นได้ว่า โฟมจะลอยน้ำ ส่วนเหล็กจะจม น้ำ จากนั้นครูถามนักเรียนด้วยคำถามว่า สาเหตุที่โฟมลอยน้ำและเหล็กจม น้ำ เพราะเหตุใด
- (แนวตอบ เนื่องจากโฟมมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และแท่งเหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ)
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนฟังว่า ความหนาแน่นของสาร คือ อัตราส่วนเปรียบเทียบเนื้อของสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร ตัวอย่างเช่น ท่อนซุงที่มีน้ำหนักถึง 100 กิโลกรัม ยังสามารถลอยน้ำได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเข็มเย็บผ้า ซึ่งมีน้ำหนักเพียง 2-3 กรัม กลับจม น้ำ ทั้งนี้เป็นเพราะที่ปริมาตรเท่ากัน ท่อนซุงมีมวลน้อยกว่าน้ำ จึงลอยน้ำ
 3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเหตุผลของท่อนซุงลอยกับเข็มเย็บผ้าจมว่า ท่อนซุงสามารถลอยน้ำได้ แต่เข็มเย็บผ้ากลับจม น้ำ เนื่องจากเข็มมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ และน้ำมีความหนาแน่นมากกว่าท่อนซุง

และสามารถสรุปความหมายของความหนาแน่นได้ว่า เป็นมวลของสารนั้นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า $\rho = \frac{m}{V}$

4. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ให้แต่ละคนศึกษาเรื่อง ความหนาแน่น โดยศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียน ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1 หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ตามความเหมาะสม
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม ความหนาแน่นของของเหลว เพื่อศึกษาความหนาแน่นของของเหลว และผลที่เกิดจากความแตกต่างเนื่องจากความหนาแน่นของของเหลว ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
7. ครูอาจให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้คิดค้นต่อไป โดยการตั้งคำถามว่า “ถ้าเปลี่ยนจากเกลือเป็นตัวทำละลายตัวอื่น เช่น น้ำตาลทราย หรือผงชูรส นักเรียนคิดว่าไขไก่จะสามารถลอย น้ำได้หรือไม่ เพราะอะไร”

(แนวตอบ พิจารณาตามคำตอบของนักเรียน โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)

ขั้นกฎเกณฑ์ (Generalization)

นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลองและผลลัพธ์ที่ได้ และช่วยกันพิจารณาวิเคราะห์ผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลองที่ได้ ซึ่งนักเรียนจะสรุปได้ว่า “เมื่อนำไขไก่ใส่ลงในน้ำประปาธรรมดา น้ำหนักของไขไก่จะดิ่งไขไก่ให้จมลงสู่ก้นบีกเกอร์ เนื่องจากความหนาแน่นของไขไก่อมากกว่าความหนาแน่นของน้ำ น้ำจึงไม่สามารถพยุงไขไก่ให้ลอยขึ้นได้ แต่เมื่อใส่เกลือลงในน้ำประปาจำนวน 5 ช้อน ไขไก่จะลอยสูงขึ้นจากก้นบีกเกอร์ ประมาณ 8 เซนติเมตร จากระดับน้ำสูง 10 เซนติเมตร เนื่องจากน้ำเกลือมีความเข้มข้นมากกว่า หรืออีกนัยหนึ่งคือ มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำประปาธรรมดา ไขไก่อมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเกลือจึงสามารถลอยขึ้นได้”

ขั้นนำไปใช้ (Application)

1. นำผลการทดลองและความรู้จากการทดลองนี้ มาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การหัดว่ายน้ำในทะเล น้ำจะสามารถพยุงตัวได้ดีกว่าว่ายน้ำในแม่น้ำ เนื่องจากน้ำทะเลมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำในแม่น้ำ
2. นำความรู้เรื่องความหนาแน่นไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างเรือที่ทำจากเหล็ก
3. นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มา พร้อมทั้งสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นเพิ่มเติม แล้วนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้มาจัดทำป้ายนิเทศให้เพื่อน ๆ ในห้องเรียน หรือโรงเรียนทราบ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
4. ครูอาจตั้งคำถามเกี่ยวกับโจทย์การคำนวณ เรื่อง ความหนาแน่น บนหน้ากระดาน พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึกทำ ถ้ากลุ่มไหนทำเสร็จก่อนให้ออกมานำเสนอ โดยให้กลุ่มที่เหลือร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตรวจสอบว่าถูกต้องพร้อมทั้งบันทึกลงในสมุดทุกคน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกหัด Topic Question ท้ายหัวข้อ เรื่อง ความหนาแน่น
6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง ความหนาแน่น ในแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
7. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความหนาแน่น เป็นการบ้านแล้วนำส่งครู

ขั้นสรุป

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความหนาแน่น โดยครูช่วยแนะนำ และให้นักเรียนบันทึกลงในสมุด

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความหนาแน่น โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย การทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ของไหล	- ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ประเมินตามสภาพจริง
6.2 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) ความหนาแน่น	- ตรวจใบงานที่ 3.3 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.3 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมิน การปฏิบัติการ	- แบบประเมิน การปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 3.3 เรื่อง ความหนาแน่น
- 4) PowerPoint เรื่อง ความหนาแน่น

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 3.3

เรื่อง ความหนาแน่น

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์

1. น้ำมีความหนาแน่น 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

.....

2. เหล็กมวล 0.156 กิโลกรัม มีปริมาตร 2×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นของเหล็กมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

3. ตะกั่วก้อนหนึ่งมีปริมาตร 0.524 ลูกบาศก์เมตร ถ้าตะกั่วมีความหนาแน่น 11.3×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตะกั่วก้อนนี้มีมวลเท่าใด

.....

.....

.....

4. วัตถุรูปลูกบาศก์มีความยาวแต่ละด้านเท่ากับ 2 เมตร มีมวล 400 กิโลกรัม ความหนาแน่นของวัตถุก้อนนี้มีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

5. เหล็กมีความหนาแน่น 7.8×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีความหนาแน่นสัมพัทธ์เท่าใด
($\rho_w = 1.0 \times 10^3 \text{ g/m}^3$)

.....

.....

.....

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์

1. น้ำมีความหนาแน่น 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หมายความว่าอย่างไร

น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร มีมวล 1.000 กิโลกรัม

2. เหล็กมวล 0.156 กิโลกรัม มีปริมาตร 2×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นของเหล็กมีค่าเท่าไร

จากสมการ $\rho = \frac{m}{V}$

$$= \frac{0.156 \text{ kg}}{2 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$= 0.078 \times 10^{-5} = 7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

ดังนั้น ความหนาแน่นของเหล็กมีค่าเท่ากับ 7.8×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3. ตะกั่วก้อนหนึ่งมีปริมาตร 0.524 ลูกบาศก์เมตร ถ้าตะกั่วมีความหนาแน่น 11.3×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตะกั่วก้อนนี้มีมวลเท่าใด

จากสมการ $\rho = \frac{m}{V}; m = \rho \times V$

$$= 11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 0.524 \text{ m}^3$$

$$= 5.921 \times 10^3 = 5.921 \text{ kg}$$

ดังนั้น ตะกั่วก้อนนี้มีมวลเท่ากับ 5.921 กิโลกรัม

4. วัตถุรูปลูกบาศก์มีความยาวแต่ละด้านเท่ากับ 2 เมตร มีมวล 400 กิโลกรัม ความหนาแน่นของวัตถุก้อนนี้มีค่าเท่าไร

จากสมการ $\rho = \frac{m}{V}$

$$= \frac{400 \text{ kg}}{2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 50 \text{ kg/m}^3$$

ดังนั้น วัตถุก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่ากับ 50 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5. เหล็กมีความหนาแน่น 7.8×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด

($\rho_w = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

จากสมการ $S_{\text{จำ}} = \frac{\rho_{\text{สาร}}}{\rho_{\text{น้ำ}}}$

$$= \frac{7.8 \times 10^3}{1.0 \times 10^3}$$

$$= 7.8$$

ดังนั้น ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 7.8

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 6 ชั่วโมง

เรื่อง ความดันในของเหลว

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

9. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการ
ทำงานของแมนอมิเตอร์บาร์อมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิกได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย และคำนวณความดันในของเหลวได้ (K)
2. สืบค้น ทดลอง และวิเคราะห์ ความดันในของเหลวได้อย่างถูกต้อง (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความดันในของเหลวเท่ากับผลรวมของความดันบรรยากาศกับปริมาณความดันเกจ ซึ่งเป็นความดันที่เกิดจากน้ำหนักของเหลวเพียงอย่างเดียว ผลรวมของความดันบรรยากาศกับความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ ความดันของเหลวเดียวกันที่ระดับเดียวกันมีค่าเท่ากันเสมอโดยรูปร่างภาชนะบรรจุไม่มีผลใด ๆ เครื่องมือวัดความดัน ได้แก่ แมนอมิเตอร์ บาร์อมิเตอร์ และเครื่องวัดบูร์ดอน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวิเคราะห์ 3) ทักษะการทำงานร่วมกัน 4) การลงความเห็นจากข้อมูล 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับความหนาแน่นของสารว่า เป็นสมบัติของสารอย่างหนึ่งโดยชี้ให้เห็นว่า ความหนาแน่นของสารที่เป็นของแข็งและของเหลว นั้น มีค่าคงตัวที่อุณหภูมิหนึ่ง เนื่องจากทั้งของแข็งและของเหลวมีปริมาตรคงตัว สำหรับแก๊สนั้น ปริมาตรเปลี่ยนแปลงตามภาวะที่บรรจุ จากนั้นครูแนะนำว่า ความหนาแน่นของสารที่นักเรียนพอรู้จักนั้นมีค่าเท่าใดบ้าง ซึ่งแสดงไว้ในตารางในหนังสือเรียน
2. ครูถามคำถาม Key Question ว่า ความดันของของเหลวจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ความดันในของเหลว
(แนวตอบ : ความดันของเหลวจะขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่น เช่น เมื่อผู้ที่ว่ายน้ำดำน้ำลงไปก้นสระน้ำ ความดันก็คือน้ำหนักของน้ำที่อยู่เหนือผู้ดำน้ำทั้งหมด ยิ่งดำลึกเท่าไร ความดันยิ่งมากเท่านั้น และหากเปลี่ยนจากน้ำกลายเป็นของเหลวที่มีความหนาแน่นมากกว่า เช่น น้ำทะเล ความดันก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น)
3. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องจากการเรียนต่อไป

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความดันในของเหลว โดยที่ครูคอยอธิบายและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้กับนักเรียน ดังนี้
 - ถ้าครูนำขวดพลาสติกมาเจาะรูหลาย ๆ รู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ กัน โดยเรียงจากบนลงล่างในแนวเดียวกัน แล้วใส่น้ำจนเต็ม นักเรียนคิดว่า น้ำจะพุ่งออกจากขวดพลาสติก ณ ตำแหน่งใดได้ไกลที่สุด
 - เพราะเหตุใด น้ำจึงพุ่งออกจากรูที่เจาะไว้
 - นักเรียนเคยดำน้ำหรือไม่ แล้วคิดว่าขณะที่เรากำลังดำน้ำในบริเวณลึก ๆ จะมีความรู้สึกอย่างไร
 - ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความดัน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การทำกิจกรรม เรื่อง ความดันในของเหลว

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูสาธิตโดยใช้ขวดพลาสติกมาเจาะรูมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 1 มิลลิเมตร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของขวด แล้วจึงใส่น้ำจนเต็ม แล้วให้นักเรียนสังเกตการพุ่งของลำน้ำจากรูที่เจาะรูตำแหน่งต่าง ๆ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการสาธิต จนได้ข้อสรุปดังนี้
 - มีแรงกระทำต่อน้ำในขวดพลาสติก เมื่อภาชนะมีรูเปิด แรงนี้จึงดันน้ำ ให้พุ่งออกจากรู

- แรงกระทำต่อน้ำจะมีทิศตั้งฉากกับผนังภาชนะเสมอ ไม่ว่าผนังภาชนะจะอยู่ในแนวใด
 - ในของเหลวใด ๆ ขนาดของแรงในของเหลวที่กระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผนังภาชนะนี้ คือ ความดันในของเหลว
3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลว (P) แรง (F) ที่ของเหลวกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ A ดังสมการ $P = \frac{F}{A}$ และเน้นว่า ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ ตัวอย่างเช่น คนดำน้ำลงไปลึก ๆ แล้วเจ็บแก้วหูเพิ่มขึ้น เมื่ออยู่ลึกจากผิวน้ำ มากขึ้น การที่เจ็บแก้วหูมาก เนื่องจากมีความดันที่มากขึ้น

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม ความดันในของเหลว โดยให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มว่าใครมีบทบาทหน้าที่อย่างไร
2. นักเรียนทำกิจกรรมโดยครูกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยตรวจพฤติกรรมของนักเรียนและจดบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
3. ครูอาจให้นักเรียนสู่วัดความดันของน้ำ เพื่อให้การทำกิจกรรมสะดวกและรวดเร็ว ส่วนความดันของน้ำเกลือและกลีเซอรอล ครูเตรียมน้ำเกลือและกลีเซอรอลใส่กระบอกตวงไว้อย่างละ 2-3 กระบอก แล้วให้นักเรียนผลัดกันออกมาวัดความดัน และสเกลของแมนอมิเตอร์ เป็นสเกลมิลลิเมตร แต่อ่านเป็นนิวตันต่อตารางเมตร ซึ่งเทียบมาจากความต่างกันของระดับน้ำในแมนอมิเตอร์

ขั้นสรุป

1. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน แล้วครูสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นว่าได้ผลของความดันว่ามีความเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร ถ้าไม่ตรงกันให้ช่วยกันวิเคราะห์และสรุปว่าผลที่ถูกต้องเป็นอย่างไร จากนั้นครูเป็นผู้เฉลยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ถูกต้อง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำกิจกรรมตามแนวคำถาม ดังนี้
 - กราฟที่ได้ ความดันและความลึกมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร
 - กราฟที่ได้ ความดันและความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร
 - ถ้านักเรียนจะคำนวณหาความดันในของเหลว นักเรียนจำเป็นต้องทราบสิ่งใดบ้าง
3. ครูกล่าวชมเชยนักเรียนที่ร่วมกันกันทำกิจกรรมการทดลองและให้ข้อมูลเพิ่มเติมในสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจ
4. ครูนำอภิปรายเรื่อง ความดันในของเหลวเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า $P = \rho gh$ จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันสรุปจนได้ว่า ความดันของของเหลวเกิดจากน้ำหนักของของเหลว โดยสำหรับของเหลวที่อยู่นิ่งนั้น เมื่ออุณหภูมิคงตัว ความดันของของเหลวจะแปรผันตรงกับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว ตามสมการข้างต้น

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูตั้งคำถามนักเรียนว่า ถ้าของเหลวชนิดเดียวกัน แต่ปริมาตรไม่เท่ากันหรือใส่ภาชนะรูปร่างต่างกัน ความดันในของเหลวที่ระดับความลึกเท่ากันจะแตกต่างกันหรือไม่
2. ครูให้นักเรียนใช้แมนอมิเตอร์วัดความดันของน้ำที่บรรจุในภาชนะรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยวัดความดันที่ระดับความลึกเดียวกันตามเนื้อหาในบทเรียน

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูอธิบายผลการทดลองและตอบคำถามของนักเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ความดันของของเหลวชนิดหนึ่งไม่ขึ้นกับปริมาตรหรือรูปร่างของภาชนะที่ใช้บรรจุ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับประเภทของความดันตามเนื้อหาในหนังสือเรียน
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความดันเกจ ความดันบรรยากาศ และความดันสัมบูรณ์ โดยครูเน้นว่า ความดันที่วัดได้จากเครื่องมือโดยตรง คือ ความดันเกจ
3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสมบัติที่สำคัญของแรงดันและความดันในของเหลว ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างที่ 4.5-4.8

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาในตัวอย่างที่ 4.5-4.8 จากหนังสือเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหา และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ต้องทำอย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ดำเนินการ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่าง
2. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้โจทย์ตัวอย่างตามขั้นตอนในแต่ละขั้น โดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง ความดันในของเหลว มาช่วยในการอธิบาย
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 4 เรื่อง ความดันในของเหลว จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว และศึกษาเนื้อหา เรื่อง แรงที่น้ำกระทำต่อเขื่อนหรือประตูกั้นน้ำ ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูนำเข้าสู่หัวข้อนี้โดยทบทวนเกี่ยวกับความดันในของเหลวว่า ขอบเหลวจะมีแรงดันกระทำกับด้านข้างของภาชนะเสมอ โดยขนาดของแรงดันขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว
2. ครูตั้งถามให้นักเรียนคิดว่า ในกรณีของเขื่อนกั้นน้ำ เมื่อระดับน้ำเหนือเขื่อนสูงกว่าระดับน้ำใต้เขื่อนมากนั้น จะมีแรงดันของน้ำกระทำต่อเขื่อนหรือไม่ แรงดันนี้มีทิศทางใด และขนาดของแรงดันขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
3. ครูสนทนาเกี่ยวกับแรงดันของน้ำต่อประตุน้ำหรือเขื่อนกั้นน้ำว่า ในประเทศไทยมีเขื่อนกั้นน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เขื่อนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก เขื่อนแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งการสร้างเขื่อนจำเป็นต้องคำนวณปริมาณที่จะกักเก็บไว้เหนือเขื่อนและปริมาณน้ำใต้เขื่อนว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างไร ถ้าปริมาณน้ำแตกต่างกันมากจนเกินไป ก็จะต้องระบายน้ำออก เพราะอาจจะเกิดความเสียหายกับเขื่อนได้ การคำนวณแรงกระทำของน้ำต่อเขื่อนสามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับแรงกระทำของน้ำต่อผนังภาชนะ โดยเขื่อนมีความกว้าง L และมีความสูงของระดับน้ำ H จากพื้นเขื่อน ซึ่งรายละเอียดตามหนังสือเรียน

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

ครูยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องแรงดันและความดันไปใช้ในการสร้างเขื่อนและการป้องกันการพังของเขื่อนกั้นน้ำตามรายละเอียดในหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างที่ 4.9-4.10 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนี้ได้มากขึ้น

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาในตัวอย่าง พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนบอกปริมาณที่รู้จากโจทย์และปริมาณที่ต้องการหา
 - ขั้นที่ 2 เลือกสูตรที่สัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้จากโจทย์และสิ่งที่ต้องการหา
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูการแทนค่าในสูตรและแสดงวิธีการหาคำตอบให้ละเอียด
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่ โดยระบุหน่วยให้ชัดเจน
2. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตัวอย่างตามขั้นตอนในแต่ละขั้น โดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 4 เรื่อง แรงที่น้ำกระทำต่อเขื่อนหรือประตูกั้นน้ำ จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือบางชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน อธิบายได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับความดัน เช่น เครื่องวัดความดันโลหิต ซึ่งทำด้วยแมนอมิเตอร์ที่มีปรอทบรรจุอยู่ ปลายข้างหนึ่งที่ทออย่างสวมต่อกับถุงอากาศและมีลูกยางสำหรับอัดอากาศเข้าถุงอากาศ

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความดันในของเหลว โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม ความดันในของเหลว และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ความดันในของเหลว	- ตรวจใบงานที่ 3.4 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.4 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 3.4 เรื่อง ความดันในของเหลว
- 4) PowerPoint เรื่อง ความดันในของเหลว
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด

ใบงานที่ 3.4

เรื่อง ความดันในของเหลว

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. ถังน้ำที่มีฝาปิด สูง 5 เมตร บรรจุน้ำเต็ม ถ้าฝาถังถูกเจาะรูขนาด 50 ตารางเซนติเมตร ที่ก้นถังจะมีความดันและแรงดันเท่าไร เมื่อพื้นที่ก้นถังเท่ากับ 1.5 ตารางเมตร และความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. เครื่องมือวัดความดันน้ำแสดงค่าความดันน้ำในท่อประปา ซึ่งอยู่ที่ชั้นล่างของตึกเท่ากับ 2.5×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ถ้าถือว่าน้ำประปาในท่อนั้นอยู่นิ่ง อยากทราบว่าน้ำประปาจะสามารถขึ้นไปได้สูงสุดกี่เมตร

เรื่อง ความดันในของเหลว

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. ถังน้ำที่มีฝาปิด สูง 5 เมตร บรรจุน้ำเต็ม ถ้าฝาถูกเจาะรูขนาด 50 ตารางเซนติเมตร ที่ก้นถังจะมีความดันและแรงดันเท่าไร เมื่อพื้นที่ก้นถังเท่ากับ 1.5 ตารางเมตร และความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากสมการ $P = P_0 + \rho gh$

$$= (1.01 \times 10^5) + (10^3)(10)(5)$$

$$P = 1.51 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

จากสมการ $P = \frac{F}{A}$

$$F = PA$$

$$F = (1.51 \times 10^5)(1.5)$$

$$F = 2.27 \times 10^5 \text{ N}$$

ดังนั้น ความดันที่ก้นถังเท่ากับ 1.51×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร และแรงดันที่ก้นถังเท่ากับ 2.27×10^5 นิวตัน

2. เครื่องมือวัดความดันน้ำแสดงค่าความดันน้ำในท่อประปา ซึ่งอยู่ที่ชั้นล่างของตึกเท่ากับ 2.5×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร ถ้าถือว่าน้ำประปาในท่อนั้นอยู่นิ่ง อยากทราบว่าน้ำประปาจะสามารถขึ้นไปได้สูงสุดกี่เมตร

จากสมการ $P = \rho gh$

$$2.5 \times 10^5 = (10^3)(10)h$$

$$h = \frac{2.5 \times 10^5}{10^4}$$

$$F = 25 \text{ m}$$

ดังนั้น น้ำประปาจะสามารถขึ้นไปได้สูงสุด 25 เมตร

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง กฎของพาสคัล

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการ
ทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับกฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิกได้ (K)
2. นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของพาสคัลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กฎของพาสคัล กล่าวว่า เมื่อความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่
เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปยังทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น นำหลักการนี้ไปสร้างเครื่องอัดไฮดรอลิก ดังสมการ
 $\frac{W}{F} = \frac{A}{a}$ ซึ่งปริมาณนี้ เรียกว่า การได้เปรียบเชิงกล เครื่องมือที่อาศัยหลักการของเครื่องอัดไฮดรอลิก เช่น
แม่แรงยกรถยนต์ แก้อี้อ้ำมัน และระบบห้ามล้อรถยนต์

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับความดันในของเหลวว่า ความดันในของเหลวจะขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่น จากนั้นครูตั้งคำถามว่า เมื่อของเหลวที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิด จะมีแรงภายนอกกระทำต่อของเหลว แรงนี้จะส่งผ่านของเหลวได้ หรือไม่
2. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องจากการเรียนต่อไป

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูอาจนำสื่อวีดิทัศน์เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอน เรื่อง กฎของพาสคัล เช่น <https://www.youtube.com/watch?v=CmwL0UO7wKE>
2. ครูทำการสาธิตโดยใช้การทดลองอย่างง่ายเกี่ยวกับกฎของพาสคัล โดยใช้เข็มฉีดยากับสายยางขนาดเล็ก แล้วให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถดำเนินการสอนตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการสาธิต จนได้ข้อสรุป ดังนี้
 - เมื่อออกแรงกดลูกสูบข้างหนึ่งลงลูกสูบอีกข้างหนึ่งจะเกิดการเคลื่อนที่ขึ้น แสดงว่า เราสามารถส่งผ่านแรงดันไปยังของเหลวได้
 - แรงกระทำเนื่องจากน้ำหนักที่กดลูกสูบ A และ a ไม่เท่ากัน
 - เมื่อลูกสูบอยู่ในสมดุล ของเหลวในกระบอกสูบจะหยุดนิ่ง ดังนั้น ความดันในของเหลวที่กระทำต่อลูกสูบทั้งสองมีค่าเท่ากัน และความดันในของเหลวที่เพิ่มขึ้นจากความดันจะมีค่าเท่ากับความดันที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุที่กดของเหลว
 - ความดันที่เพิ่มให้กับของเหลวจะถ่ายทอดไปยังทุก ๆ จุด ในของเหลวนั้น ซึ่งข้อสรุปนี้เรียกว่า กฎของพาสคัล (Pascal's law)
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎของพาสคัลว่า ความดันที่เพิ่มให้กับของเหลวในลูกสูบหรือกระบอกสูบนั้น มีค่าไม่เท่ากับความดันในของเหลวที่เพิ่มขึ้นจริง ๆ เนื่องจากจะมีแรงเสียดทานระหว่างลูกสูบหรือกระบอกสูบทั้งสอง ซึ่งในเครื่องอัดไฮดรอลิกที่ใช้กันทั่วไปนั้น ความดันที่เพิ่มให้กับของเหลวมีค่าสูงกว่าความเสียดทานในลูกสูบหรือกระบอกสูบหลายเท่า จึงสามารถใช้กฎของพาสคัลในการคำนวณได้
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎของพาสคัลกับเครื่องอัดไฮดรอลิกว่า การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีของเครื่องอัดไฮดรอลิกมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบใหญ่กับพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบเล็ก หรือสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\text{การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎี} = \frac{W}{F} = \frac{A}{a}$$

5. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าจะให้เครื่องอัดไฮดรอลิกผ่อนแรงมากขึ้น อาจทำได้โดยอาศัยความรู้เรื่อง โมเมนต์ของแรงมาช่วยปรับปรุงเครื่องอัดไฮดรอลิก

ชั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาในตัวอย่างที่ 4.14-4.17 จากหนังสือเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหา และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ต้องทำอะไร
 - ขั้นที่ 3 ดำเนินการ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่าง
2. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ตัวอย่างตามขั้นตอนในแต่ละขั้น โดยที่ครูคอย โดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน
3. ครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง กฎของพาสคัล พร้อมทั้งสังเกตคำตอบของนักเรียน เพื่อ ประเมินพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคล พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสรุป

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง กฎของพาสคัล มาช่วยในการอธิบาย
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือที่อาศัยหลักการของเครื่องอัดไฮดรอลิก เช่น แม่แรงยกรถยนต์ แก้อีท่าฟัน และระบบห้ามล้อรถยนต์
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง กฎของพาสคัล จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 4 เรื่อง กฎของพาสคัล จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว และศึกษาเนื้อหา เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง กฎของพาสคัล โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติ กิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) กฎของพาสคัล	- ตรวจใบงานที่ 3.5 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.5 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 3.5 เรื่อง กฎของพาสคัล
- 4) PowerPoint เรื่อง กฎของพาสคัล
- 5) สมุดประจำตัว

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 3.5

เรื่อง กฎของพาสคัล

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์

1. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่งลูกสูบใหญ่ มีรัศมี 1.0 เมตร และลูกสูบเล็กมีรัศมี 0.1 เมตร ถ้าออกแรงกดลูกสูบเล็ก 200 นิวตัน จะสามารถยกวัตถุขนาดเท่าใดได้

2. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และลูกสูบเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ถ้าต้องการให้ลูกสูบใหญ่ยกน้ำหนักได้ 1,000 นิวตัน ต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน

เรื่อง กฎของพาสคัล

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์

1. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบใหญ่ มีรัศมี 1.0 เมตร และลูกสูบเล็กมีรัศมี 0.1 เมตร ถ้าออกแรงกด ลูกสูบเล็ก 200 นิวตัน จะสามารถยกวัตถุขนาดเท่าใดได้

จากกฎพาสคัล

$$\begin{aligned}\frac{W}{A} &= \frac{F}{a} \\ \frac{W}{\pi(1)^2} &= \frac{200}{\pi(0.1)^2} \\ W &= \frac{200}{0.01} \\ F &= 20,000 \text{ N}\end{aligned}$$

ดังนั้น ถ้าออกแรงกดที่ลูกสูบ 200 นิวตัน สามารถยกวัตถุขนาด 20,000 นิวตัน ได้

2. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และลูกสูบเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ถ้าต้องการให้ลูกสูบใหญ่ยกน้ำหนักได้ 1,000 นิวตัน ต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน

จากกฎพาสคัล

$$\begin{aligned}P_A &= P_B \\ \frac{W}{A} &= \frac{F}{a} \\ \frac{1,000}{\frac{\pi}{4}(0.2)^2} &= \frac{F}{\frac{\pi}{4}(0.02)^2} \\ F &= \frac{0.0004}{0.04} \times 1,000 \\ F &= 10 \text{ N}\end{aligned}$$

ดังนั้น ต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็ก 10 นิวตัน

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 4 ชั่วโมง

เรื่อง แรงพุงและหลักอาร์คิมิดีส

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพุงจากของไหลได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับแรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีสได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ของพื้นที่ ความหนาแน่น กับแรงพุงได้ (K)
3. สืบค้น ทดลอง และวิเคราะห์ แรงพุงได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แรงพุงหรือแรงลอยตัว คือ แรงลัพธ์ของแรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลว มีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

หลักอาร์คิมิดีส กล่าวว่า วัตถุที่จมในของเหลวหมดทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงพุงกระทำ และแรงพุงจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

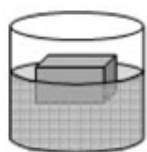
ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับกฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิกว่า กฎของพาสคัล กล่าวว่า เมื่อเพิ่มความดันในของเหลวที่อยู่หนึ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มจะถูกถ่ายทอดไปยังทุก ๆ ตำแหน่งในของเหลว รวมทั้งผนังของภาชนะด้วย นำหลักการนี้ไปสร้างเครื่องอัดไฮดรอลิก ดังสมการ $\frac{W}{F} = \frac{A}{a}$ ซึ่งปริมาณนี้เรียกว่าการได้เปรียบเชิงกล
2. ครูสาธิตหรือแสดงภาพการจมการลอยของวัตถุต่างๆ เช่น โฟม แท่งไม้ หรือการจมการลอยของวัตถุชนิดเดียวกันในของเหลวชนิดต่าง ๆ หรือการจมการลอยของวัตถุชนิดต่าง ๆ ในของเหลวชนิดเดียวกัน หรือการลอยของวัตถุในอากาศ เช่น การลอยของบอลลูน ลูกโป่ง โคมลอย ให้นักเรียนสังเกตการจมการลอยของวัตถุ
3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดว่า เพราะเหตุใด วัตถุจึงสามารถลอยน้ำได้ และการจมการลอยของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับสิ่งใด
4. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจมการลอยของวัตถุ ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องจากการเรียนต่อไป

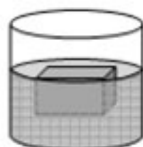
ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

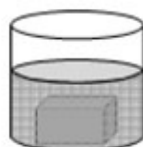
1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูล เรื่อง แรงพยุงหรือแรงลอยตัว จากหนังสือเรียน หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต แล้วร่วมกันสรุปความรู้ที่ศึกษาลงในสมุดประจำตัว
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงแรงพยุง
3. ครูอธิบายว่า การที่วัตถุลอยน้ำได้นั้น เนื่องจากมีแรงที่ของเหลวพยุงวัตถุไว้ เมื่อวัตถุนั้นอยู่ในของเหลว แรงนี้เรียกว่า แรงพยุงหรือแรงลอยตัว
4. ครูแสดงภาพเกี่ยวกับการจมการลอยของวัตถุในของเหลวนั้น ให้นักเรียนสังเกตการจมการลอยของวัตถุในของเหลว A B C และ D



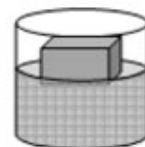
ของเหลว A



ของเหลว B



ของเหลว C



ของเหลว D

จากภาพครูตั้งคำถาม ดังนี้

- ของเหลวชนิดใดมีความหนาแน่นมากที่สุด และน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

(แนวตอบ ของเหลว D มีความหนาแน่นมากที่สุด เพราะวัตถุสามารถลอยอยู่บนของเหลว D ทั้งก้อน แสดงว่าของเหลว D มีความหนาแน่นมากกว่าความหนาแน่นของวัตถุ และของเหลว C มีความหนาแน่นน้อยที่สุด เพราะวัตถุจมอยู่ในของเหลว C แสดงว่า ของเหลว C มีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของวัตถุ)

- เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของวัตถุกับความหนาแน่นของของเหลวชนิดต่าง ๆ ของเหลวชนิดใดมีความหนาแน่นน้อยกว่าวัตถุ เพราะเหตุใด

(แนวตอบ ของเหลว A และ C เพราะวัตถุสามารถลอยอยู่บนของเหลวทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ แสดงว่า ความหนาแน่นของวัตถุต้องน้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว A และ C)

- เรียงลำดับความหนาแน่นของของเหลวจากน้อยไปมากเป็นอย่างไร

(แนวตอบ $\rho_C < \rho_B < \rho_A < \rho_D$)

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถาม
6. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการจมการลอยของวัตถุในของเหลวว่า แรงพยุงหรือแรงลอยตัวของเหลวกระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลว ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า
 - วัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าความหนาแน่นของเหลว วัตถุจะจมในของเหลวนั้น
 - วัตถุที่มีความหนาแน่นเท่ากับความหนาแน่นของเหลว วัตถุจะลอยในของเหลวปริ่มเสมอกับผิวของเหลวนั้น
 - วัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของเหลว วัตถุจะลอยในของเหลวโดยมีบางส่วนจมอยู่ในของเหลวและมีบางส่วนลอยอยู่เหนือของเหลวนั้น

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงพยุงหรือแรงลอยตัวว่า แรงลัพธ์ที่เกิดจากผลรวมของแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลวนั้น ซึ่งจะมีขนาดของแรงลัพธ์เท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม ถ้าพบว่าวัตถุนั้นอยู่นิ่งในน้ำ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน จะได้ว่า

$$\text{แรงพยุง} = \text{น้ำหนักของวัตถุที่ซั้งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ซั้งในของเหลว}$$

2. ครูอธิบายต่อว่า เมื่อเราซั้งน้ำหนักของวัตถุในของเหลวจะน้อยกว่าเมื่อซั้งในอากาศ ดังภาพในหนังสือเรียน เนื่องจากของแข็งเมื่ออยู่ในของเหลวจะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม ซึ่งก็คือ แรงพยุง โดยอาร์คิมิดีส (Archimedes) นักปราชญ์ชาวกรีกได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เกิดขึ้นในของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงไว้ว่า

$$\text{ขนาดของแรงพยุง} = \text{ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่}$$

3. ครูให้นักเรียนศึกษาสมการที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของแรงพยุง ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน และศึกษาตัวอย่างการหาค่าของแรงพยุง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
4. ครูอาจสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาคำโจทย์ตัวอย่าง โดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม แรงพุง โดยให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มว่าใครมีบทบาทหน้าที่อย่างไร
2. นักเรียนทำกิจกรรมโดยครูกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยตรวจพฤติกรรมของนักเรียนและจดบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
3. ครูอาจให้คำแนะนำก่อนทำกิจกรรม ดังนี้
 - การชั่งน้ำหนักวัตถุในน้ำ อาจทำได้โดยห้อยวัตถุที่ผูกติดเครื่องชั่งสปริงลงในปิกลอร์ที่ใส่ยาที่พอเหมาะ หรือถือเครื่องชั่งสปริงที่มีวัตถุผูกติดอยู่ ให้วัตถุอยู่ในปิกลอร์เปล่าโดยไม่สัมผัสกับปิกลอร์ แล้วค่อย ๆ ใส่น้ำลงในปิกลอร์
 - การวัดปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ โดยการใช้ถ้วยยูเรกา คือ ใส่น้ำเข้าให้เต็ม เอามืออุดทางออกของน้ำไว้ก่อน วางบนพื้นระดับ ปล่อยให้น้ำไหลไปจนระดับน้ำพอดีกับปากทางออกของน้ำ รองภาชนะรับน้ำไว้บริเวณปลายทางออกน้ำของกระบอก แล้วค่อย ๆ ใส่วัตถุลงไปช้า ๆ เมื่อใส่วัตถุเสร็จ รอน้ำหยุดไหลจากปลายทางออก วัดปริมาตรน้ำที่ไหลออกมา จากนั้นถึงนำผลไปทำการคำนวณ

ขั้นสรุป

1. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน แล้วครูสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นว่าได้ผลของความดันว่ามีความเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร ถ้าไม่ตรงกันให้ช่วยกันวิเคราะห์และสรุปว่าผลที่ถูกต้องเป็นอย่างไร จากนั้นครูเป็นผู้เฉลยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ถูกต้อง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำกิจกรรมตามแนวคำถาม ดังนี้
 - ค่าน้ำหนักของวัตถุที่อ่านได้เมื่อชั่งวัตถุในอากาศ กับค่าน้ำหนักของวัตถุที่อ่านได้เมื่อชั่งวัตถุในน้ำแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
 - แรงพุงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุนี้เมื่อจมอยู่ในของเหลวมีค่าประมาณเท่าใด
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกิจกรรม แรงพุง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า น้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งในน้ำจะน้อยกว่าน้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งในอากาศ เพราะมีแรงเนื่องจากน้ำมากระทำต่อแท่งเหล็ก ซึ่งเรียกว่า แรงพุง โดยขนาดของแรงพุงจะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่หรือเท่ากับขนาดของน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับแท่งเหล็กส่วนที่จม
4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับแรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีสที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น บอลลูน โคมลอย เรือดำน้ำ ฟันลอยน้ำ
5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง แรงพุงและหลักของอาร์คิมิดีส มาช่วยในการอธิบาย

6. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง แรงพยุ่งและหลักของอาร์คิมิดีส จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
7. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง แรงพยุ่งและหลักของอาร์คิมิดีส เป็นการบ้านแล้วนำเสนอ และศึกษาเนื้อหา เรื่อง ความตึงผิว ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง แรงพยุ่งและหลักของอาร์คิมิดีส โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม แรงพยุ่ง และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แรงพยุ่งและหลักอาร์คิมิดีส	- ตรวจใบงานที่ 3.6 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.6 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 3.6 เรื่อง แรงพยุ่งและหลักอาร์คิมิดีส

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน

ใบงานที่ 3.6

เรื่อง แรงพยุงและหลักของอาร์คิมิดีส

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับแรงพยุงและหลักของอาร์คิมิดีส (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

นักธรณีวิทยาเก็บก้อนหินจากดวงจันทร์ได้ เมื่อนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งสปริงจะมีมวล 10.0 กิโลกรัม แต่เมื่อนำมาชั่งในน้ำจะมีมวลเพียง 8.0 กิโลกรัม กำหนดให้น้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหา

1. มวลของน้ำที่ถูกแทนที่

.....
.....
.....

2. แรงพยุงที่กระทำต่อก้อนหิน

.....
.....
.....

3. ความหนาแน่นของก้อนหิน

.....
.....
.....
.....

4. ปริมาตรของก้อนหิน

.....
.....
.....
.....
.....

เรื่อง แรงพยุงและหลักของอาร์คิมิดีส

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพท์เกี่ยวกับแรงพยุงและหลักของอาร์คิมิดีส (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

นักธรณีวิทยาเก็บก้อนหินจากดวงจันทร์ได้ เมื่อนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งสปริงจะมีมวล 10.0 กิโลกรัม แต่เมื่อนำมาชั่งในน้ำจะมีมวลเพียง 8.0 กิโลกรัม กำหนดให้น้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหา

1. มวลของน้ำที่ถูกแทนที่

วิธีทำ จากหลักของอาร์คิมิดีส จะได้ว่าแรงพยุงมีค่าเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ ในกรณีนี้สามารถคำนวณได้จาก มวลที่ชั่งในอากาศ - มวลที่ชั่งในน้ำ

$$10.0 - 8.0 = 2.0 \text{ กิโลกรัม}$$

ดังนั้น มวลของน้ำที่ถูกแทนที่เท่ากับ 2.0 กิโลกรัม

2. แรงพยุงที่กระทำต่อก้อนหิน

วิธีทำ คำนวหาแรงพยุงที่กระทำต่อก้อนหิน

จากสมการ $F_B = m_{\text{น้ำ}} g$

$$F_B = (2.0)(10) = 20 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงพยุงที่กระทำต่อก้อนหินเท่ากับ 20 นิวตัน

3. ความหนาแน่นของก้อนหิน

วิธีทำ ความหนาแน่นของก้อนหินหาจากมวลของน้ำที่ถูกแทนที่เท่ากับ 2 กิโลกรัม เมื่อคิดเป็นปริมาตรจะเท่ากับ 2 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้น

จากสมการ $\rho = \frac{m}{V} = \frac{10}{2}$

$$\rho = 5 \text{ kg/m}^3$$

ดังนั้น ความหนาแน่นของก้อนหินเท่ากับ 5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4. ปริมาตรของก้อนหิน

วิธีทำ ปริมาตรของก้อนหินเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่ เนื่องจากมวลของน้ำที่ถูกแทนที่เท่ากับ 2.0 กิโลกรัม และน้ำมีความหนาแน่น 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากสมการ $V_{\text{ก้อนหิน}} = V_{\text{น้ำ}} = \frac{m_{\text{น้ำ}}}{\rho_{\text{น้ำ}}}$

$$V_{\text{ก้อนหิน}} = \frac{2}{10^3} = 0.002 \text{ m}^3$$

ดังนั้น ปริมาตรของก้อนหินเท่ากับ 0.002 ลูกบาศก์เมตร

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

โรงเรียนสตรีศึกษา
วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล
เรื่อง ความตึงผิว

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เวลา 4 ชั่วโมง
ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิชิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลวได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย และคำนวณความตึงผิวได้ (K)
2. สืบค้น ทดลอง และวิเคราะห์ ความตึงผิวของเหลวได้อย่างถูกต้อง (P)
3. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความตึงผิว คือ ความพยายามในการยึดติดกันของโมเลกุลที่ผิวของของเหลว ซึ่งเป็นสมบัติหนึ่งของของเหลวที่เกี่ยวกับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว โดยเรียกแรงนี้ว่า แรงตึงผิว ซึ่งเป็นแรงที่พยายามยึดผิวหน้าของของเหลวไม่ให้แยกออกจากกัน โดยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกันเป็นแรงเชื่อมแน่น แรงยึดติดเป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลต่างชนิดกันเป็นแรงยึดติด

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการทดลอง 4) ทักษะการวิเคราะห์ 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : การสอนแบบเน้นมโนทัศน์ (Concept Based Teaching)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

ขั้นการใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (Prior Knowledge)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับแรงพยุงและหลักของอาร์คิมิดีสว่า แรงลัพท์ที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว เรียกว่า แรงพยุง ซึ่งจะช่วยพยุงให้วัตถุจมยากขึ้น ซึ่งสมบัตินี้สามารถนำไปอธิบายในของไหลด้วย และหลักของอาร์คิมิดีส กล่าวว่า วัตถุที่จมในของเหลวทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงกระทำ และแรงพยุงจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ ดังนั้น กรณีวัตถุจม ขนาดแรงพยุงจะเท่ากับขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่าวัตถุ กรณีวัตถุลอย ขนาดแรงพยุงจะเท่ากับขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมในของเหลว
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดว่า ผิวหน้าของของเหลวจะมีแรงจากของเหลวหรือไม่ จากนั้น นำแผนภาพหรือสาคิตการลอยของเข็มหรือใบมีดโกนในน้ำ ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและตอบคำถามว่า เพราะเหตุใด เข็มหรือใบมีดโกนจึงลอยบนผิวน้ำได้
3. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นกับคำถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด

ขั้นสอน

ขั้นรู้ (Knowing)

1. ครูนำอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การที่เข็มหรือใบมีดโกนลอยบนผิวน้ำได้นั้น เนื่องจากมีแรงพยายามยึดผิวหน้าของน้ำไว้ไม่ให้แยกออกจากกัน แรงนี้เรียกว่า แรงตึงผิว
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ถ้าออกแรงกดใบมีดโกนมากขึ้นจนแรงตึงผิวของน้ำไม่สามารถยึดผิวหน้าของน้ำไว้ได้ ใบมีดโกนก็จะจมน้ำ
3. ครูตั้งคำถามต่อไปว่า แรงตึงผิวมีทิศทางอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลอง โดยการแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน และทำการทดลองโดยใช้โครงลวดวงกลมจุ่มลงในน้ำสบู่ แล้วนำเส้นด้ายมาผูกเป็นห่วง วางลงบนฟิล์มของฟองสบู่ที่ติดขึ้นมากับโครงลวด ทำให้ฟิล์มสบู่ในห่วงด้ายทะลุ ดังรายละเอียดในหนังสือเรียน



4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลองลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นเข้าใจ (Understanding)

1. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทดลอง จนได้ข้อสรุปดังนี้
 - เมื่อเอาห่วงด้ายวางบนฟิล์มสบู และฟิล์มสบู่ในห่วงด้ายไม่ทะลุ ห่วงด้ายจะไม่เป็นวงกลม แสดงว่า ทุก ๆ จุดของห่วงด้ายมีแรงตึงผิวของฟิล์มสบู่ทั้งภายในและภายนอกของห่วงด้าย
 - แรงตึงผิวมีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้าม จึงทำให้ห่วงด้ายสมดุลอยู่ในรูปร่างเหมือนกับวงห่วงด้ายลงบนฟิล์มสบู่ในช่วงแรก
 - เมื่อทำให้ฟิล์มสบู่ในห่วงด้ายทะลุ แรงตึงผิวภายในห่วงด้ายจะหมดไป เหลือแต่แรงตึงผิวภายนอกห่วงด้าย
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงตึงผิวว่า การที่ห่วงด้ายมีรูปร่างเป็นวงกลมแสดงว่า แรงตึงผิวของฟิล์มสบู่ที่กระทำกับทุก ๆ จุดบนห่วงด้ายจะตั้งฉากกับห่วงด้าย และอยู่ในแนวขนานกับผิวของฟิล์มสบู่ จากนั้นครูตั้งคำถามว่า แรงตึงผิวของของเหลวแต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง ความตึงผิวของของเหลว

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

ขั้นลงมือทำ (Doing)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว โดยให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มว่าใครมีบทบาทหน้าที่อย่างไร
2. นักเรียนทำกิจกรรมโดยครูกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูคอยตรวจพฤติกรรมของนักเรียนและจดบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
3. ครูอาจแนะนำให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดคานให้อยู่ในแนวระดับ โดยเติมน้ำหนักที่เกี่ยวโลหะจนคานสมดุลในแนวระดับ แล้วจึงเติมน้ำในภาชนะจนห่วงวงกลมแตะผิวน้ำพอดี

ขั้นสรุป

1. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน แล้วครูสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นว่าได้ผลของแรงตึงผิวของของเหลวว่ามีความเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร ถ้าไม่ตรงกันให้ช่วยกันวิเคราะห์และสรุปว่าผลที่ถูกต้องเป็นอย่างไร จากนั้นครูเป็นผู้เฉลยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ถูกต้อง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำกิจกรรมตามแนวคำถามท้ายกิจกรรม
3. ครูนำอภิปรายเรื่อง ความตึงผิวของของเหลว จนได้ข้อสรุปดังนี้
 - เมื่อดึงห่วงวงกลมขึ้นจากผิวของของเหลว จะมีแรงต้านไม่ให้ห่วงวงกลมหลุดจากผิวของของเหลว ซึ่งก็คือ แรงตึงผิวของของเหลว
 - ขณะที่ห่วงวงกลมจะหลุดจากผิวของเหลว ห่วงวงกลมจะดึงผิวของเหลวขึ้นมา 2 ผิว คือ ผิวของเหลวที่ติดกับด้านนอกและด้านในของห่วงวงกลม

- อัตราส่วนระหว่างแรงตึงผิวกับสองเท่าของความยาวเส้นรอบวงของห่วงวงกลมมีค่าคงตัว
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 4 เรื่อง ความตึงผิว จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
 5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความดันและความตึงผิวของของเหลวที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น หยดของเหลวที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม ปรากฏการณ์แคพิลลารีหรือการซึมตามรูเล็ก ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
 6. นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 4.5 เรื่อง ความตึงผิว

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความตึงผิว โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม ความตึงผิวของของเหลว และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ความตึงผิว	- ตรวจใบงานที่ 3.7 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.7 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 3.7 เรื่อง ความตึงผิว
- 4) PowerPoint เรื่อง ความตึงผิว
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 3.7

เรื่อง ความตึงผิว

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับความตึงผิว

1. ลวดวงแหวนมวล m มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน R_1 และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก R_2 ห้อยอยู่ในแนวราบ โดยลวดวงแหวนแตะผิวของเหลว ดังภาพ จงหาว่า แรงที่ใช้ดึงลวดวงแหวน ให้หลุดจากผิวของเหลวพอดีมีค่าเท่าไร กำหนดให้ความตึงผิวของของเหลวเท่ากับ γ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. แผ่นโลหะบางมากรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำไปลอยอยู่บนผิวน้ำ ถ้าการที่แผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำได้เป็นผลมาจากแรงตึงผิวเพียงอย่างเดียว จงหาว่าโลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่าไร กำหนดให้ความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.072 นิวตันต่อเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรื่อง ความตึงผิว

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับความตึงผิว

1. ลวดวงแหวนมวล m มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน R_1 และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก R_2 ห้อยอยู่ในแนวราบ โดยลวดวงแหวนแตะผิวของเหลว ดังภาพ จงหาว่า แรงที่ใช้ดึงลวดวงแหวน ให้หลุดจากผิวของเหลวพอดีมีค่าเท่าไร กำหนดให้ความตึงผิวของของเหลวเท่ากับ γ

วิธีทำ แรงที่ใช้ดึงลวดวงแหวน คือ $F_{\text{รวม}}$

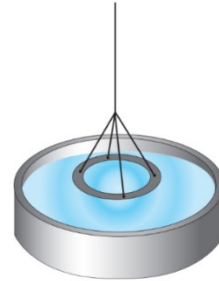
$$F_{\text{รวม}} = F_s + mg$$

$$F_{\text{รวม}} = \gamma (2\pi r_1 + 2\pi r_2) + mg$$

$$F_{\text{รวม}} = \gamma \left(2\pi \frac{R_1}{2} + 2\pi \frac{R_2}{2} \right) + mg$$

$$F_{\text{รวม}} = \gamma (R_1 + R_2) + mg$$

ดังนั้น แรงที่ใช้ดึงลวดวงแหวนให้หลุดจากผิวของเหลวพอดีมีค่าเท่ากับ $\gamma (R_1 + R_2) + mg$



2. แผ่นโลหะบางมากรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำไปลอยอยู่บนผิวน้ำ ถ้าการที่แผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำได้เป็นผลมาจากแรงตึงผิวเพียงอย่างเดียว จงหาว่าโลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่าไร กำหนดให้ความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.072 นิวตันต่อเมตร

วิธีทำ พิจารณาสมดุลระหว่างน้ำหนักกับแรงตึงที่รองรับแผ่นโลหะบางไว้ จะได้ว่า

$$\text{จากสมการ } F = mg$$

$$\gamma L = mg$$

$$m = \frac{\gamma L}{g}$$

$$m = \frac{(0.072) [(2\pi) (\frac{7}{2} \times 10^{-2})]}{10} = 1.58 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

ดังนั้น โลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่ากับ 1.58×10^{-3} กิโลกรัม

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง ความหนืด

ผู้สอน นายปริทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลวได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย และคำนวณความหนืดได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ของรัศมีกับความเร็วของของเหลวตามกฎของสโตกส์ได้ (K)
3. สืบค้น ทดลอง และวิเคราะห์ ความหนืดของเหลวได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหล เรียกว่า แรงหนืด สมบัติของการที่ของเหลวมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า ความหนืด แรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุ และแรงนี้มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรงหนืดแปรผันตรงกับความเร็วของวัตถุตรงกลม

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : วิธีการสอนแบบบรรยาย (Lecture Method)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

การเตรียมการบรรยาย

1. ครูอาจนำสื่อวีดิทัศน์เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอน เรื่อง ความหนืดของของเหลว เช่น
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Z38mMX6Hpm4&t=213s>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=ww0tVgiM8xQ>
2. ครูถามคำถาม Key Question ว่า เหตุใด การคนนมข้นหวานจึงออกแรงมากกว่าการคนน้ำเชื่อม นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ความหนืด

(แนวตอบ : เมื่อใช้ช้อนคนของเหลว เช่น น้ำ น้ำเชื่อม และนมข้นหวาน จะพบว่า การคนนมข้นหวานจะใช้แรงมากกว่าการคนน้ำ และการคนน้ำเชื่อมจะใช้แรงมากกว่าการคนน้ำ ทั้งนี้ เป็นเพราะของเหลวทั้ง 3 ชนิด มีความหนืด ของไหลที่มีความหนืดมากจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหลนั้นมาก)

ขั้นสอน

การบรรยาย

1. ครูนำเข้าสู่หัวข้อนี้โดยยกปรากฏการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ขณะใช้ช้อนคนของเหลวจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของช้อน จากนั้นครูอธิบายว่า ในของเหลวทุกชนิดจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งเรียกว่า แรงหนืด และแรงหนืดในของเหลวแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน
2. ครูอาจตั้งคำถามให้นักเรียนคิดว่า แรงหนืดในของเหลว นอกจากขึ้นชนิดของของเหลวแล้วยังขึ้นอยู่กับอะไรอีกบ้าง
3. ครูทำการสาธิตปล่อยโลหะกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 0.5 เซนติเมตร ลงในกระบอกตวงที่บรรจุของเหลว (เช่น น้ำมันหล่อลื่น น้ำเชื่อม น้ำยาล้างจาน) เพื่อประกอบการอธิบาย แล้ววัดความเร็วของโลหะที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังตัวอย่างในหนังสือเรียน
4. นักเรียนสังเกตผลและอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปว่า ในช่วงแรกของการเคลื่อนที่ โลหะกลมจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง แสดงว่ามีแรงลัพธ์กระทำต่อโลหะกลม แต่ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนที่ โลหะกลมจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้นและมีค่าคงตัว แสดงว่าแรงลัพธ์ที่กระทำกับโลหะกลมมีค่าเป็นศูนย์
5. ครูตั้งคำถามต่อไปว่า ขณะที่โลหะกลมเคลื่อนที่อยู่ในของเหลว จะมีแรงอะไรบ้างที่กระทำกับโลหะกลม และแรงเหล่านั้นมีลักษณะอย่างไร แล้วจึงร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า โลหะกลมขณะเคลื่อนที่ในของเหลวจะมีแรงกระทำกับโลหะกลม 3 แรง คือ น้ำหนักของโลหะกลม แรงหนืด และแรงหนืดของของเหลว
6. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า น้ำหนักของโลหะกลมและแรงพยุงจะมีค่าคงตัว โดยน้ำหนักของโลหะกลมจะมีค่ามากกว่าแรงพยุงในช่วงแรกของการเคลื่อนที่ โลหะกลมจะเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งในทิศลงสู่พื้นแสดงว่า น้ำหนักของโลหะกลมมีค่ามากกว่าผลรวมของแรงพยุง และแรงหนืดของของเหลว ส่วนในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น แต่มีค่าคงตัว แรงลัพธ์ที่กระทำกับโลหะกลมจะ

มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือ น้ำหนักของโลหะกลมเท่ากับผลรวมของแรงพุงกับแรงหนีตของของเหลว แสดงว่า แรงหนีตของของเหลวในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนที่มีค่ามากกว่าช่วงแรก ซึ่งสรุปได้ว่า แรงหนีตของของเหลวขึ้นอยู่กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

7. ครูอาจอธิบายถึงการนำความรู้เกี่ยวกับการศึกษาเกี่ยวกับการนำความรู้ เรื่อง ความหนืด ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง เช่น ด้านอุบโภคบริโภค

ขั้นสรุป

1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหนืด เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า แรงหนีตที่กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุ และแรงนี้มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยสโตกส์ได้สรุปว่าแรงหนีตแปรผันตรงกับความเร็วมวลของวัตถุทรงกลมดังสมการ $F = 6\pi\eta r v$
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ แล้วให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง ความหนืด มาช่วยในการอธิบาย
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด Topic Question เรื่อง ความหนืด จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว และศึกษาเนื้อหา เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า
4. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความหนืด เป็นการบ้านแล้วนำส่งครู

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ความหนืด โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม ความหนืด และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมการอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ความหนืด	- ตรวจใบงานที่ 3.8 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.8 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกต พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) ใบงานที่ 3.8 เรื่อง ความหนืด
- 4) PowerPoint เรื่อง ความหนืด
- 5) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 3.8

เรื่อง ความหนืด

คำชี้แจง : อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้

1. แรงตึงผิว

.....
.....

2. แรงยึดติด

.....
.....

3. ผิวของเหลวในหลอดแก้วมีลักษณะโค้งขึ้น

.....
.....

4. แรงหนืด

.....
.....

5. แรงเชื่อมแน่น

.....
.....

6. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค

.....
.....

7. กฎของสโตกส์

.....
.....

คำชี้แจง : อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้

1. แรงตึงผิว

.....เป็นแรงที่เกิดจากการปรับสภาพสมดุลของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของเหลวที่อยู่บริเวณผิว

2. แรงยึดติด

.....เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของเหลวกับผนัง เช่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับแก้วที่ใช้

3. ผิวของเหลวในหลอดแก้วมีลักษณะโค้งขึ้น

.....แรงเชื่อมแน่นมีค่ามากกว่าแรงยึดติดทำให้ผิวของเหลวในหลอดอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวปกติ

4. แรงหนืด

.....เป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ชนิดหนึ่งแปรผันตรงกับความเร็ว และมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

5. แรงเชื่อมแน่น

.....เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของเหลวด้วยกันเอง เช่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับน้ำ

6. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค

.....แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ประกอบด้วยแรงเชื่อมแน่นและแรงยึดติด

7. กฎของสโตกส์

.....อธิบายการหาแรงหนืดของวัตถุที่มีลักษณะเป็นทรงกลมด้วยสมการ $F = 6\pi\eta rv$

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิษิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว30204

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ของแข็งและของไหล

เวลา 6 ชั่วโมง

เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

ผู้สอน นายปรีทัศน์ พิษิตมาร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหลได้ (K)
2. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ตามสมการต่อเนื่อง สมการของแบร์นูลลี และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ (K)
3. นำสมการของแบร์นูลลีและหลักของแบร์นูลลีไปอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ (K)
4. นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (P)
5. ความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ของไหลอุดมคติสามารถอธิบายการไหลได้ด้วยสมการความต่อเนื่อง กล่าวคือ ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดที่ของไหลไหลผ่านกับอัตราเร็วของของไหลที่ไหลผ่าน ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งใดในหลอดการไหลจะมีค่าคงตัว ค่าคงตัวดังกล่าวเรียกว่า อัตราการไหลเชิงปริมาตร

ของไหลอุดมคตินั้น อัตราการไหลจะคงที่ไม่ว่าของไหลจะเคลื่อนที่ไปจุดใดๆ ก็ตาม โดยสมการที่อธิบายคุณสมบัติดังกล่าวคือ สมการความต่อเนื่อง (equation of continuity)

หลักการของแบร์นูลลี กล่าวว่า เมื่อของไหลเคลื่อนที่ในแนวระดับ หากอัตราเร็วมีค่าเพิ่มขึ้น ความดันในของไหลจะลดลงและเมื่ออัตราเร็วลดลงความดันในของไหลจะเพิ่มขึ้น

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย รับผิดชอบ
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
1) ทักษะการสังเกต	3. ซื่อสัตย์ สุจริต
2) ทักษะการสื่อสาร	4. มุ่งมั่นในการทำงาน
3) ทักษะการทดลอง	
4) ทักษะการวิเคราะห์	
5) ทักษะการทำงานร่วมกัน	

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

5. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูนำเข้าสู่หัวข้อนี้โดยการทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของของไหลว่า ของไหล คือ สสารที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ เมื่อถูกกระทำด้วยแรงเค้นเฉือน ซึ่งหมายความว่า เมื่อมีแรงเค้นเฉือนมากระทำของไหลจะเกิดการขยับตัว และเปลี่ยนรูปร่าง เช่นเมื่อเทของไหลลงในภาชนะ ของไหลจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปชั่วขณะหนึ่ง เพราะรูปร่างของของไหลในขณะนั้นไม่สอดคล้องกับรูปร่างของภาชนะ จึงทำให้เกิดแรงเค้นเฉือนขึ้นภายในของเหลว หรือกล่าวว่า ในขณะที่ของไหลเคลื่อนที่ จะต้องมีความเค้นเฉือนเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากของไหลไม่มีการเคลื่อนที่ ที่สภาวะนั้นจะไม่มีแรงเค้นเฉือนกระทำอยู่เลย สมบัติของของไหลได้แก่ ความหนาแน่น ความดัน ความตึงผิว และความหนืด พฤติกรรมของของไหลทั้งที่อยู่นิ่งและเคลื่อนที่อธิบายได้ด้วยหลักและกฎทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง
2. ครูถามคำถาม Key Question ว่า เหตุใดเมื่อบีบสายยางที่ต่อกับก๊อกน้ำที่เปิดอยู่ แล้วน้ำจะพุ่งออกจากสายยางแรงกว่าเดิม นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล
(แนวตอบ : เมื่อเราทำให้รูสายยางเล็กลง หรือพื้นที่หน้าตัดเล็กลง ทำให้น้ำเคลื่อนที่เร็วขึ้น แต่ปริมาตรของน้ำยังคงที่อยู่ จะทำให้น้ำไปได้ไกลขึ้น)
3. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นกับคำถามที่ครูถาม ซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องจากการเรียนต่อไป

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า การใช้สายยางรดน้ำต้นไม้หรือล้างจาน ถ้าเราต้องการใช้น้ำแรงขึ้นก็บีบปากสายยางให้แคบลง แต่ทั้ง 2 กรณีไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแรงดันน้ำ น้ำที่ได้มาจากบ่อบ่อน้ำที่ประปาอัดส่งมาตามบ้านเรือน เมื่อเปิดก๊อกน้ำประปาต้องผ่านท่อเป็นระยะทางหลายกิโลเมตรกว่าจะเดินทางมาถึง แรงดันน้ำที่ปากสายยางจะลดลง เนื่องจากแรงเสียดทานและความเร็วของน้ำในท่อขณะที่บีบปากสายยางให้แคบลง ความเร็วของน้ำในท่อจะลดลง แต่แรงดันของน้ำจะเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำพุ่งออกจากปากสายยางเร็วขึ้น

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การทำกิจกรรม เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล โดยให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ของของไหล ร่วมกันอภิปรายถึงความดันที่เปลี่ยนไป รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
3. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ตามความสนใจของนักเรียน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูล เรื่อง ของไหลอุดมคติ จากหนังสือเรียน หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าลงในสมุดประจำตัว
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการศึกษาข้อมูลหน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียน นำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของไหลอุดมคติ มีดังนี้
 - มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ (Steady flow) หมายถึง ความเร็วของทุกอนุภาค ณ ตำแหน่งบนพื้นที่หน้าตัดเดียวกันในของไหลมีค่าคงตัว
 - มีการไหลโดยไม่หมุน (Irrotational flow) คือ ในบริเวณโดยรอบจุดหนึ่ง ๆ ในของไหลจะไม่มีอนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงมุมรอบจุดนั้น ๆ เลย
 - มีการไหลที่ไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืด (Nonviscous flow) ไม่มีแรงต้านใด ๆ ภายในเนื้อของไหลมากระทำต่ออนุภาคของไหล
 - ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible flow) ในทุก ๆ ส่วนของของไหลมีความหนาแน่นคงตัว
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการไหลของของไหลอุดมคติว่า ในของไหลที่ไหลอย่างสม่ำเสมอ อนุภาคหนึ่ง ๆ ของของไหลจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางเดินเส้นหนึ่งเรียกว่า เส้นกระแส (streamline) โดยความเร็วของอนุภาคนั้นที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีทิศในแนวเส้นสัมผัส ณ ตำแหน่ง และเส้นกระแสของอนุภาคแต่ละเส้นจะไม่ตัดกันถ้าเส้นกระแสจำนวนหนึ่งอยู่เรียงกันเป็นมัด จะเรียกมัดของเส้นกระแสนี้ว่า หลอดการไหล (tube of flow)

ชั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับของไหลอุดมคติว่า ของไหลอุดมคติมีการไหลอย่างสม่ำเสมอ มีการไหลโดยไม่หมุน มีการไหลโดยไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืด และไม่สามารถอัดได้ ทางเดินของการไหลของของไหลเรียกว่าเส้นกระแส มัดของเส้นกระแสเรียกว่า หลอดการไหล
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4-5 กลุ่ม จากนั้นให้ผู้แทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มออกมาจับสลากเลือกหัวข้อในการสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียน หรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้
 - สมการความต่อเนื่อง
 - สมการของแบร์นูลลี
 - กฎของทอริเซลลี
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาสรุปเกี่ยวกับหัวข้อที่จับสลากได้ในรูปแบบที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตการทำงานกลุ่ม)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเส้นกระแส หลอดการไหล และการเคลื่อนที่ของของไหลอุดมคติผ่านพื้นที่หนึ่ง ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน จนได้สมการ $Av = \text{ค่าคงตัว}$ ซึ่งเรียกว่า สมการความต่อเนื่อง ครูอภิปรายสมการความต่อเนื่องว่า ถ้าของไหลเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดเล็ก ของไหลจะมีอัตราเร็วมากหรือเคลื่อนที่เร็วขึ้น แต่ถ้าพื้นที่หน้าตัดใหญ่ ของไหลจะมีอัตราเร็วช้าลงหรือเคลื่อนที่ช้าลง
2. ครูอธิบายตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องจากตัวอย่างที่ 4.27 ในหนังสือเรียน
3. ครูนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสมการของแบร์นูลลี ซึ่งกล่าวว่า ผลรวมของความดัน พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์โน้มถ่วงต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในท่อที่ของไหลผ่าน มีค่าคงตัวเสมอ นั่นคือ ถ้าระดับคงตัว เมื่อของไหลมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นความดันของของไหลจะลดลง ดังสมการ $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$ จากนั้น
4. ครูอธิบายเกี่ยวกับกฎของทอริเซลลีว่า อัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูด้านข้างถึงจะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกแบบเสรีจากระดับสูงเท่ากัน และไม่ขึ้นกับชนิดของของเหลว

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาในตัวอย่าง พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนบอกปริมาณที่รู้จากโจทย์และปริมาณที่ต้องการหา
 - ขั้นที่ 2 เลือกสูตรที่สัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้จากโจทย์และสิ่งที่ต้องการหา
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูการแทนค่าในสูตรและแสดงวิธีการหาคำตอบให้ละเอียด
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่ โดยระบุหน่วยให้ชัดเจน

2. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ตัวอย่างตามขั้นตอนในแต่ละขั้น โดยที่ครูคอยแนะนำและเสริมข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน
3. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล
4. ครูให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามจาก Topic Question จากหนังสือเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล และให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์จาก Unit Question 4 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประยุกต์สมการของแบร์นูลลีว่า สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของของไหลได้หลายเรื่อง เช่น การหาอัตราเร็วของของเหลวอุดมคติที่พุ่งออกจากรูเล็ก ๆ การทำงานของเครื่องพ่นสี และการออกแบบปีกเครื่องบิน
3. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ของไหล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียน

ขั้นประเมิน

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับเรื่อง พลศาสตร์ของของไหล โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด ใบงาน และการสรุปสาระสำคัญ
2. ประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสังเกตพฤติกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) พลศาสตร์ของของไหล	- ตรวจใบงานที่ 3.9 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจ Topic Question	- ใบงานที่ 3.9 - ตรวจแบบฝึกหัด - Topic Question	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกต	- ระดับคุณภาพ 2

การทำงานกลุ่ม	การทำงานกลุ่ม	พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ของไหล	- ตรวจแบบทดสอบ หลังเรียน หน่วยการ เรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ของไหล	- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ของไหล	- ประเมินตามสภาพจริง
7.3 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ของไหล	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1
- 3) แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ของไหล
- 4) ใบงานที่ 4.7 เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล
- 5) PowerPoint เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล
- 6) สมุดประจำตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 3.9
เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหล

1. ลมพายุที่พัดเหนือตึกระฟ้าสูงสินค้าใบหนึ่งมีอัตราเร็วเป็น 40.0 เมตรต่อวินาที ถ้าตึกระฟ้าสูงสินค้าใบนี้มีพื้นที่ 175 ตารางเมตร แรงยกที่กระทำกับพื้นที่ด้านบนของตึกระฟ้าสูงสินค้ามีค่าเป็นกี่นิวตัน กำหนดให้ ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น 0.30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จูเนียร์ได้นำขวดน้ำความจุ 1.0 ลิตร ไปรองน้ำจากตู้น้ำดื่มที่มีหัวจ่ายน้ำเป็นก๊อกน้ำ หากน้ำที่ไหลออกจากก๊อกเป็นลำด้วยอัตราเร็ว 0.50 เมตรต่อวินาที น้ำจะเต็มขวดภายในเวลา 20 วินาที จงหารัศมีของปลายก๊อกน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรื่อง พลศาสตร์ของของไหล

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์เกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหล

1. ลมพายุที่พัดเหนือตึกระฟ้าสูง 175 เมตรต่อวินาที ถ้าตึกระฟ้าสูง 175 เมตร แรงยกที่กระทำกับพื้นที่ด้านบนของตึกระฟ้ามีค่าเป็นกี่นิวตัน กำหนดให้ ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น 0.30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

วิธีทำ จากสมการแบร์นูลลี

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_1 - \rho gh_2$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2) + \rho g(h_1 - h_2)$$

เนื่องจากตึกระฟ้ามีรูปทรงเป็นกล่องสี่เหลี่ยมจึงได้ว่า $h_1 = h_2$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2) + \rho g(0)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}(0.30)(40.0^2 - 0)$$

$$\Delta P = 240 \text{ N/m}^2$$

คำนวณหาแรงยกที่กระทำกับพื้นที่ด้านบนของตึกระฟ้า

จากสมการ

$$P = \frac{F}{A}$$

$$240 = \frac{F}{175}$$

$$F = 240(175)$$

$$F = 42,000 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงยกที่กระทำกับพื้นที่ด้านบนของตึกระฟ้ามีค่าเป็น 42,000 นิวตัน

2. จูเนียร์ได้นำขวดน้ำความจุ 1.0 ลิตร ไปรองน้ำจากตึกน้ำดื่มที่มีหัวจ่ายน้ำเป็นก๊อกน้ำ หากน้ำที่ไหลออกจากก๊อกเป็นลำด้วยอัตราเร็ว 0.50 เมตรต่อวินาที น้ำจะเต็มขวดภายในเวลา 20 วินาที จงหารัศมีของปลายก๊อกน้ำ

วิธีทำ จากสมการอัตราการไหล

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = Av$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = (\pi r^2)v$$

$$\text{เนื่องจาก } \Delta V = 1.0 \text{ l} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{จึงได้ } \frac{1.0 \times 10^{-3}}{20} = (\pi r^2)(0.50)$$

$$r^2 = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{20\pi(0.50)}$$

$$r = 5.64 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ดังนั้น รัศมีของปลายก๊อกน้ำเท่ากับ 5.64 มิลลิเมตร

บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

- ปัญหา/อุปสรรค

- แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายปรีทัศน์ พิชิตมาร)

ตำแหน่ง ครู

