แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร รหัสวิชา 30000-1302

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม หมวดวิชา สมรรถนะแกนกลาง

โดย

นางสาวทิพรัตน์ ขุนรักษ์

ครูชำนาญการพิเศษ

วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร ได้มีเอกสารที่บ่งบอกแนวทางในการเรียนการสอนที่เป็นระบบสอดคล้องสัมพันธ์กับเนื้อหาในหลักสูตร รวมถึงขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่มีแก่ผู้สอนและผู้เรียนแผนการจัดการเรียนรู้นี้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ รายวิชาวิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร รหัสวิชา 30000-1302) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.) พุทธศักราช 2567 เล่มนี้ ผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นโดยยึดหลักตามคำอธิบายรายวิชา ครอบคลุมตามจุดประสงค์รายวิชา และมาตรฐานรายวิชา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเน้นการจัดการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยมีการบูรณาการเนื้อหาทั้งสองส่วนควบคู่กันไป

ขอขอบคุณเจ้าของตำรา และเอกสารต่างๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียบเรียง ข้อบกพร่องของเอกสารเล่มนี้ผู้เรียบเรียงขอน้อมรับและยินดีรับฟังคำติชมด้วยความเคารพยิ่ง

ลงชื่อ.....

(นางสาวทิพรัตน์ ขุนรักษ์)

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
หลักสูตรรายวิชา	1
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)	
ตาราวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	3
หน่วยการเรียนรู้	4
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	9
หน่วยที่ 1 เรื่อง/งานกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	9
แผนการจัดการเรียนรู้	10
ใบความรู้	15
ใบกิจกรรม	22
ใบงาน	24
ใบมอบหมายงาน	27
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	219
หน่วยที่ 2 เรื่อง/งานโครงงานวิทยาศาสตร์	29
แผนการจัดการเรียนรู้	29
ใบความรู้	34
ใบกิจกรรม	42
ใบงาน	44
ใบมอบหมายงาน	47
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	219
หน่วยที่ 3 เรื่อง/งานหน่วยและกาวัด	50
แผนการจัดการเรียนรู้	50
ใบความรู้	55
ใบกิจกรรม	63
ใบงาน	66
ใบมอบหมายงาน	69

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
หน่วยที่ 4 เรื่อง/งานแรงและการเคลื่อนที่ 73
แผนการจัดการเรียนรู้ 73
ใบความรู้ 78
ใบกิจกรรม 86
ใบงาน 89
ใบมอบหมายงาน 96
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
หน่วยที่ 5 เรื่อง/งานโครงสร้างอะตอมและตาราธาตุ 101
แผนการจัดการเรียนรู้ 101
ใบความรู้ 106
ใบกิจกรรม 112
ใบงาน 116
ใบมอบหมายงาน 119
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
หน่วยที่ 6 เรื่อง/งานสารและการเปลี่ยนแปลง 123
แผนการจัดการเรียนรู้ 123
ใบความรู้ 128
ใบกิจกรรม 137
ใบงาน 141
ใบมอบหมายงาน 145
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
หน่วยที่ 7 เรื่อง/งานปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน 149
แผนการจัดการเรียนรู้ 149
ใบความรู้ 154
ใบกิจกรรม 165
ใบงาน 168
ใบมอบหมายงาน 172
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
หน่วยที่ 8 เรื่อง/งานเทคโนโลยีชีวภาพ 176
แผนการจัดการเรียนรู้ 176
ใบความรู้ 181
ใบกิจกรรม 190

ใบงาน 193
ใบมอบหมายงาน 196
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
หน่วยที่ 9 เรื่อง/งานนาโนเทคโนโลยี 200
แผนการจัดการเรียนรู้ 200
ใบความรู้ 204
ใบกิจกรรม 210
ใบงาน 213
ใบมอบหมายงาน 216
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 219
บรรณานุกรม 218
ภาคผนวก 219

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 300000-1302 วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร	
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เวกเตอร์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานหาเวกเตอร์องค์ประกอบ ขนาดของเวกเตอร์ ผลลัพธ์ของเวกเตอร์ และงานหาผลลัพธ์ของการคูณเวกเตอร์		

ผลการเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้การหาเวกเตอร์องค์ประกอบ การรวมเวกเตอร์และการคูณเวกเตอร์ในการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาต่างๆที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ในงานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประยุกต์ใช้การหาเวกเตอร์องค์ประกอบ การรวมเวกเตอร์ การคูณเวกเตอร์
2. คิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาต่างๆ ที่เป็นปริมาณเวกเตอร์
3. ยกตัวอย่างปริมาณที่เป็นเวกเตอร์ในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ
4. คำนวณหาผลลัพธ์ของเวกเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

1. อธิบายความหมายและความแตกต่างระหว่างปริมาณสเกลาร์และเวกเตอร์ได้
2. บอกองค์ประกอบของเวกเตอร์ได้
3. อธิบายวิธีการแยกเวกเตอร์เป็นองค์ประกอบได้
4. วิเคราะห์และคำนวณผลรวมของเวกเตอร์โดยวิธีต่างๆ ได้
5. คำนวณการคูณเวกเตอร์แบบดอทและแบบครอสได้

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ปฏิบัติการหาเวกเตอร์องค์ประกอบโดยใช้วิธีการกราฟและวิธีการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
2. ปฏิบัติการรวมเวกเตอร์ด้วยวิธีหัวต่อท้ายและวิธีสี่เหลี่ยมด้านขนานได้
3. ใช้เครื่องมือวัดมุมและวาดภาพเวกเตอร์ได้อย่างเหมาะสม

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

1. มีความละเอียดรอบคอบในการคำนวณและวาดภาพเวกเตอร์
2. แสดงความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่มและส่งงานตรงเวลา
3. เห็นคุณค่าและความสำคัญของเวกเตอร์ในงานอาชีพไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เนื้อหาสาระ

1 ความหมายของเวกเตอร์

- ความแตกต่างระหว่างปริมาณสเกลาร์และเวกเตอร์
- การแทนเวกเตอร์ด้วยสัญลักษณ์และภาพ
- ตัวอย่างเวกเตอร์ในชีวิตประจำวัน (แรง ความเร็ว การกระจัด)

2 เวกเตอร์องค์ประกอบ

- การแยกเวกเตอร์ในแนวแกน x และ y
- การหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ

3 การรวมเวกเตอร์

- วิธีหัวต่อท้าย (Triangle Method)
- วิธีสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Parallelogram Method)
- การรวมเวกเตอร์ด้วยการคำนวณ

4 การคูณเวกเตอร์

- ผลคูณดอท (Dot Product)
- ผลคูณครอส (Cross Product)
- การประยุกต์ใช้ในงานไฟฟ้า

กิจกรรมการเรียนรู้ (STEM Education Approach)

ชั่วโมงที่ 1-2: ทฤษฎี (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: นำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) 15 นาที

กิจกรรม: เกมจำลองสถานการณ์ "ช่างไฟฟ้ากับเสาส่งไฟฟ้า"

- ครูนำเสนอกรณีศึกษา: เสาส่งไฟฟ้าพังเนื่องจากลมแรงและน้ำหนักสายไฟฟ้า วิศวกรต้องคำนวณแรงลัพธ์ที่กระทำต่อเสา

- ตั้งคำถามกระตุ้นการคิด : "ทำไมต้องคิดทั้งขนาดและทิศทางของแรง?" "ถ้าไม่คิดทิศทางจะเกิดอะไรขึ้น?"

- ผู้เรียนระดมสมองและแชร์ประสบการณ์เกี่ยวกับปริมาณที่มีทิศทางในชีวิตประจำวัน

บูรณาการ STEM :

- **S (Science):** แนวคิดเรื่องแรง การกระจัด ความเร็ว
- **E (Engineering):** ปัญหาเชิงวิศวกรรมโครงสร้างเสาไฟฟ้า

ขั้นที่ 2: สำรวจและค้นคว้า (Exploration) 30 นาที

กิจกรรม: Workshop "จากปัญหาสู่แนวคิด"

Activity 1: แยกแยะสเกลาร์และเวกเตอร์ (10 นาที)

- แบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน
- แจกการ์ดคำศัพท์: แรง, อุณหภูมิ, ความเร็ว, พลังงาน, การกระจัด, เวลา, มวล
- ผู้เรียนจัดกลุ่มเป็น "สเกลาร์" และ "เวกเตอร์" พร้อมอธิบายเหตุผล

Activity 2: สร้างแบบจำลองเวกเตอร์ (20 นาที)

- ใช้โปรแกรม GeoGebra หรือ Desmos สร้างเวกเตอร์
- ทดลองเปลี่ยนขนาดและทิศทาง สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- แยกเวกเตอร์เป็นองค์ประกอบในแนว x และ y

บูรณาการ STEM:

- **T (Technology):** ใช้ซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์
- **M (Mathematics):** ตรีโกณมิติในการหาองค์ประกอบเวกเตอร์

ขั้นที่ 3: อธิบายและนำเสนอ (Explanation) - 30 นาที

กิจกรรม: การบรรยายเชิงโต้ตอบและสาธิต

หัวข้อที่สอน:

1. ความแตกต่างระหว่างสเกลาร์และเวกเตอร์
2. การแทนเวกเตอร์ด้วยสัญลักษณ์ ($\vec{A}$, Ai + Bj)
3. การแยกเวกเตอร์: $Ax = A \cos \theta$, $Ay = A \sin \theta$

4. การรวมเวกเตอร์ 3 วิธี:
    - วิธีหัวต่อท้าย
    - วิธีสี่เหลี่ยมด้านขนาน
    - วิธีการคำนวณ
5. การคูณเวกเตอร์ (Dot Product และ Cross Product)

เทคนิคการสอน:

-ใช้แอนิเมชั่นแสดงการเคลื่อนที่ของเวกเตอร์

- สาธิตการใช้โพรแทรกเตอร์วัดมุม

- ยกตัวอย่างจริงจากงานไฟฟ้า: วงจร AC, แรงบิดมอเตอร์, สนามแม่เหล็ก

บูรณาการ STEM:

- E (Engineering): ประยุกต์ใช้ในวงจรไฟฟ้า มอเตอร์ หม้อแปลง

- M (Mathematics): สูตรคำนวณและเรขาคณิต

ขั้นที่ 4: ขยายความรู้ (Elaboration) 20 นาที

กิจกรรม: Challenge "แก้โจทย์ปัญหาจริง"

โจทย์ที่ 1: โดรนกู้ภัย

- โดรนบินด้วยความเร็ว 20 m/s ทิศเหนือ และลมพัดด้วยความเร็ว 10 m/s ทิศตะวันออก

- จงหาความเร็วลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ของโดรน

โจทย์ที่ 2: หุ่นยนต์เคลื่อนย้ายสินค้า

- หุ่นยนต์มีแรงดัน 2 แรง: F1 = 100 N ทิศ 30° และ F2 = 80 N ทิศ 120°

- จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อหุ่นยนต์

การทำงาน:

- ทำเป็นกลุ่ม

- เลือกวิธีการแก้ปัญหา (กราฟหรือคำนวณ)

- นำเสนอผลงานและวิธีคิด

บูรณาการ STEM:

- S (Science): กลศาสตร์และจลนพลศาสตร์

- T (Technology): การใช้โดรนและหุ่นยนต์

- E (Engineering): การออกแบบระบบควบคุม

- M (Mathematics**):** การคำนวณเวกเตอร์

ขั้นที่ 5: ประเมินผล (Evaluation) 15 นาที

กิจกรรม:

- ทำแบบทดสอบย่อย (Quick Quiz) 5 ข้อ บน Class Point หรือ Google Forms
- ถาม-ตอบทบทวนสิ่งที่เรียน
- มอบหมายการบ้าน: ศึกษาใบความรู้และเตรียมตัวปฏิบัติ

ชั่วโมงที่ 3-4: ปฏิบัติ (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: ทบทวนและเตรียมความพร้อม 10 นาที

- ทบทวนทฤษฎีสั้นๆ
- แนะนำอุปกรณ์และมาตรการความปลอดภัย
- แบ่งกลุ่มปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2: ปฏิบัติการ STEM Project 70 นาที

โครงงาน: "ออกแบบระบบยึดเหนี่ยวสายส่งไฟฟ้า"

Mission: ออกแบบระบบค้ำยันเสาส่งไฟฟ้าให้รับแรงได้อย่างปลอดภัย

ขั้นตอน:

1. Define (กำหนดปัญหา) 10 นาที

- กำหนดเงื่อนไข: เสาสูง 15 เมตร, สายไฟฟ้า 3 เส้น, ต้องรับลมแรง 100 km/h
- ระบุตัวแปร: แรงลม, แรงจากน้ำหนักสายไฟ, แรงต้าน

2. Design (ออกแบบ) 20 นาที

- วาดแผนผังแรงที่กระทำต่อเสา
- คำนวณเวกเตอร์แรงลัพธ์
- ออกแบบจุดค้ำยันที่เหมาะสม

3. Build (สร้างแบบจำลอง) 25 นาที

- สร้างแบบจำลองด้วยไม้ไอศกรีมหรือหลอดพลาสติก
- ใช้ตุ้มน้ำหนักจำลองแรง
- วัดมุมและแรงด้วยไดนาโมมิเตอร์ (ถ้ามี)

4. Test (ทดสอบ) 10 นาที

- ทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้าง

-บันทึกผล: แรงสูงสุดที่รับได้ก่อนพัง

5. Improve (ปรับปรุง) 5 นาที

-อภิปรายจุดอ่อนของออกแบบ

-เสนอแนวทางปรับปรุง

บูรณาการ STEM:

- S: แรง โมเมนต์ ความสมดุล

- T: เครื่องมือวัด แอปพลิเคชันคำนวณ

- E: การออกแบบโครงสร้าง วิศวกรรมไฟฟ้า

- M: การคำนวณเวกเตอร์และโมเมนต์

ขั้นที่ 3: นำเสนอผลงาน - 30 นาที

- แต่ละกลุ่มนำเสนอ 5 นาที
- อธิบายการคำนวณ แสดงแบบจำลอง และผลการทดสอบ
- กลุ่มอื่นตั้งคำถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ขั้นที่ 4: สรุปและสะท้อนการเรียนรู้ - 10 นาที

- ครูสรุปความรู้และเชื่อมโยงกับงานอาชีพ
- ผู้เรียนเขียน Reflection: สิ่งที่เรียนรู้ / ยากที่สุด / นำไปใช้อย่างไร
- มอบหมายงาน: จัดทำรายงานโครงงานและส่งใน Google Classroom

การวัดและประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน (Pre-Assessment)

เครื่องมือ	วิธีการ	น้ำหนักคะแนน
แบบทดสอบก่อนเรียน	ทำแบบทดสอบ 10 ข้อ วัดความรู้พื้นฐาน	ไม่นับคะแนน
แบบสำรวจความต้องการ	สำรวจประสบการณ์และความสนใจ	ไม่นับคะแนน

การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment)

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือประเมิน	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
การถามตอบในชั้นเรียน	ตอบคำถามถูกต้องและแสดงความคิดเห็น	5	≥ 60%
แบบฝึกหัดท้ายบท	ทำแบบฝึกหัด 10 ข้อ	10	≥ 60%
ใบงานปฏิบัติการ	ใบงานการแยกและรวมเวกเตอร์	15	≥ 60%
Quiz Online	ทำแบบทดสอบออนไลน์ผ่าน Kahoot	10	≥ 60%

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือประเมิน	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
การปฏิบัติงานรายบุคคล	ความสามารถใช้เครื่องมือและทำการทดลอง	15	≥ 60%
STEM Project	โครงงานออกแบบระบบค้ำยันเสาไฟฟ้า	20	≥ 60%
การนำเสนอผลงาน	นำเสนอโครงงานหน้าชั้นเรียน	5	≥ 60%

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) 20 คะแนน

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ความรับผิดชอบ	ส่งงานตรงเวลาและทำงานเต็มความสามารถ	5	≥ 60%
ความร่วมมือในกลุ่ม	ทำงานร่วมกับเพื่อนอย่างมีประสิทธิภาพ	5	≥ 60%
ความละเอียดรอบคอบ	ความพิถีพิถันในการคำนวณและวาดภาพ	5	≥ 60%
การเข้าชั้นเรียน	เข้าชั้นเรียนตรงเวลาและสม่ำเสมอ	5	≥ 60%

การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment)

แบบทดสอบหลังเรียน 100 คะแนน

รูปแบบข้อสอบ	จำนวนข้อ	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ปรนัย (Multiple Choice)	40 ข้อ	40 คะแนน	≥ 60%
อัตนัย (ปัญหาคำนวณ)	6 ข้อ	60 คะแนน	≥ 60%

สรุปคะแนนรวม

รายการ	คะแนนเต็ม	น้ำหนัก	เกณฑ์ผ่าน
การประเมินระหว่างเรียน	100	60%	≥ 60%
- พุทธิพิสัย	40		
- ทักษะพิสัย	40		
- จิตพิสัย	20		
การประเมินหลังเรียน	100	40%	≥ 60%
รวม	**100**	**100%**	**≥ 60%**

แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดไม่ใช่ปริมาณเวกเตอร์

    ก. แรง

    ข. ความเร็ว

    ค. พลังงาน

    ง. การกระจัด

2. เวกเตอร์ A มีขนาด 5 หน่วย ทำมุม 53° กับแนวแกน x แบ่งองค์ประกอบในแนวแกน x เท่ากับเท่าใด

    ก. 3 หน่วย

    ข. 4 หน่วย

    ค. 5 หน่วย

    ง. 6 หน่วย

3. เวกเตอร์ A = 3i + 4j และเวกเตอร์ B = 2i - 3j ผลรวมของเวกเตอร์ A+B เท่ากับข้อใด

    ก. 5i + j

    ข. i + 7j

    ค. 5i - j

    ง. i - j

4. แรง F1 = 40 N ทิศทางทางทิศเหนือ และแรง F2 = 30 N ทิศทางทางทิศตะวันออก

    ผลลัพธ์ของแรงมีขนาดเท่าใด

    ก. 30 N

    ข. 40 N

    ค. 50 N

    ง. 70 N

5. การคูณเวกเตอร์แบบดอท (Dot Product) ให้ผลลัพธ์เป็น

    ก. เวกเตอร์

    ข. สเกลาร์

    ค. ทั้งเวกเตอร์และสเกลาร์

    ง. ไม่มีผลลัพธ์

6. เวกเตอร์ A มีขนาด 6 หน่วย ทำมุม 30° กับแกน x องค์ประกอบในแนวแกน y เท่ากับเท่าใด

ก. 3 หน่วย

ข. 3√3 หน่วย

ค. 6 หน่วย

ง. 6√3 หน่วย

7. ข้อใดคือการประยุกต์ใช้เวกเตอร์ในงานไฟฟ้า

ก. การหาแรงลัพธ์ในโครงสร้างเสาส่งไฟฟ้า

ข. การวิเคราะห์กระแสไฟฟ้าสลับ

ค. การคำนวณแรงบิดของมอเตอร์

ง. ถูกทุกข้อ

8. เวกเตอร์ A = 5i + 12j มีขนาดเท่ากับเท่าใด

ก. 13 หน่วย

ข. 17 หน่วย

ค. 7 หน่วย

ง. 8.5 หน่วย

9. ถ้าเวกเตอร์ A และ B ตั้งฉากกัน ผลคูณดอท A·B เท่ากับเท่าใด

ก. 0

ข. 1

ค. -1

ง. ไม่สามารถหาได้

10. ในการรวมเวกเตอร์ด้วยวิธีกราฟ ควรใช้เครื่องมือใด

ก. ไม้บรรทัดและโพรแทรกเตอร์

ข. เครื่องคิดเลข

ค. คอมพิวเตอร์

ง. ออสซิลโลสโคป

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ 1. ค. พลังงาน (พลังงานเป็นปริมาณสเกลาร์)

ข้อ 2. ก. 3 หน่วย ($A_x = 5 \times \cos 53^\circ = 5 \times 0.6 = 3$)

ข้อ 3. ก. $5i + j$

ข้อ 4. ค. 50 N ($F = \sqrt{(40^2+30^2)} = 50$)

ข้อ 5. ข. สเกลาร์

ข้อ 6. ก. 3 หน่วย ($A_y = 6 \times \sin 30^\circ = 6 \times 0.5 = 3$)

ข้อ 7. ง. ถูกทุกข้อ

ข้อ 8. ก. 13 หน่วย ($|A| = \sqrt{(5^2+12^2)} = 13$)

ข้อ 9. ก. 0 (เพราะ $\cos 90^\circ = 0$)

ข้อ 10. ก. ไม้บรรทัดและโพรแทรกเตอร์

ใบความรู้ : เวกเตอร์และการประยุกต์ใช้

เวกเตอร์คืออะไร?

เวกเตอร์ (Vector) คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น แรง ความเร็ว การกระจัด ซึ่งแตกต่างจากปริมาณสเกลาร์ (Scalar) ที่มีเพียงขนาด เช่น มวล อุณหภูมิ พลังงาน

เวกเตอร์องค์ประกอบ การแยกเวกเตอร์เป็นองค์ประกอบในแนวแกน x และ y:

$A_x = A \cos \theta$ (องค์ประกอบในแนวแกน x)

$A_y = A \sin \theta$ (องค์ประกอบในแนวแกน y)

การรวมเวกเตอร์

วิธีที่ 1: วิธีกราฟ (วิธีหัวต่อท้าย)

วิธีที่ 2: วิธีสี่เหลี่ยมด้านขนาน

วิธีที่ 3: วิธีการคำนวณ - $R = A + B = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j}$

การคูณเวกเตอร์

1. ผลคูณดอท (Dot Product): $A \cdot B = |A||B|\cos \theta$ - ให้ผลเป็นสเกลาร์
2. ผลคูณครอส (Cross Product): $A \times B = |A||B|\sin \theta$ - ให้ผลเป็นเวกเตอร์

การประยุกต์ใช้ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

-การวิเคราะห์โครงสร้างเสาส่งไฟฟ้า – ใช้เวกเตอร์ในการหาแรงลัพธ์

-วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Circuit) – แรงดันและกระแสเป็นปริมาณเวกเตอร์

-สนามแม่เหล็กไฟฟ้า – ทิศทางสนามแทนด้วยเวกเตอร์

-การคำนวณแรงบิดของมอเตอร์ - ใช้ผลคูณครอสของเวกเตอร์

ใบงาน : การแยกและการรวมเวกเตอร์

ชื่อ-สกุล: _____ รหัสประจำตัว: _____

ชั้น: _____ กลุ่ม: _____ วันที่: _____

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกเวกเตอร์เป็นองค์ประกอบในแนวแกน x และ y ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถหาผลรวมของเวกเตอร์ด้วยวิธีกราฟและวิธีคำนวณได้

อุปกรณ์:

1. ไม้บรรทัด 30 ซม.
2. โพรแทรกเตอร์
3. ดินสอและยางลบ
4. เครื่องคิดเลข
5. กระดาษกราฟ

ขั้นตอนการทำงาน:

ตอนที่ 1: การแยกเวกเตอร์

1. จงแยกเวกเตอร์ F = 100 N ทำมุม 37° กับแนวแกน x เป็นองค์ประกอบในแนวแกน x และ y

   การคำนวณ:

   $F_x = F \cos \theta$ = _____ N

   $F_y = F \sin \theta$ = _____ N

ตอนที่ 2: การรวมเวกเตอร์

2. จงหาผลรวมของแรง F1 = 50 N ทิศตะวันออก และ F2 = 30 N ทิศเหนือ

   วิธีคำนวณ:

   $F = \sqrt{(F1^2 + F2^2)}$ = _____ N

   $\tan \theta = F2/F1$, θ = _____ องศา

ตอนที่ 3: แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

3. กำหนดให้ เวกเตอร์ A = 4i + 3j และเวกเตอร์ B = 2i - 5j จงหา:

ก. A + B = _____

ข. A - B = _____

ค. |A| = _____

ง. |B| = _____

เฉลยใบงาน

ตอนที่ 1: $F_x = 100 \times \cos 37° = 80$ N, $F_y = 100 \times \sin 37° = 60$ N

ตอนที่ 2: $F = \sqrt{(50^2 + 30^2)} = 58.31$ N, $\theta = 30.96°$

ตอนที่ 3: ก. 6i - 2j ข. 2i + 8j ค. 5 หน่วย ง. 5.39 หน่วย

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 300000-1302 วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร	
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แรง	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานวิเคราะห์ชนิดของแรงการแยกแรงและการหาผลรวมของแรงบนระนาบ 2 มิติ และ 3 มิติ		

ผลการเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรง การแยกแรงและการหาผลรวมของแรงในการคิดวิเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหาเกี่ยวกับแรงในงานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรง การแยกแรงและการหาผลรวมของแรง
2. คิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาเรื่องแรงในงานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์
3. บอกความหมายของแรงและชนิดของแรงได้
4. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

1. อธิบายความหมายของแรงและหน่วยของแรงได้
2. จำแนกชนิดของแรงได้ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน แรงตึงเชือก แรงปกติ
3. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้ง 3 ข้อได้
4. วิเคราะห์และคำนวณการแยกแรงในแนวต่างๆ ได้
5. คำนวณหาผลรวมของแรงบนระนาบ 2 มิติและ 3 มิติได้

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ปฏิบัติการวัดแรงโดยใช้สปริงสเกลได้อย่างถูกต้อง
2. ปฏิบัติการแยกแรงและหาผลรวมของแรงโดยใช้วิธีกราฟได้
3. ทดลองเกี่ยวกับแรงเสียดทานและนำผลมาวิเคราะห์ได้

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

1. แสดงความละเอียดรอบคอบในการทดลองและคำนวณ
2. มีความรับผิดชอบต่อการใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทดลอง
3. เห็นคุณค่าของการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงในงานอาชีพ

เนื้อหาสาระ

1 ความหมายของแรงและชนิดของแรง

- ความหมายของแรง (Force)
- หน่วยของแรง (นิวตัน, N)
- ชนิดของแรง:
- แรงโน้มถ่วง (Gravitational Force)
- แรงปกติ (Normal Force)
- แรงเสียดทาน (Friction Force)
- แรงตึงเชือก (Tension Force)
- แรงสปริง (Spring Force)
- แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Force)

2 การแยกแรง

- การแยกแรงในแนวแกน x และ y
- การวาดแผนภาพแสดงแรง (Free Body Diagram)

3 การหาผลรวมของแรง

- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อที่ 1 (กฎความเฉื่อย)
- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อที่ 2 (F = ma)
- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อที่ 3 (แรงปฏิกิริยา)
- การหาผลรวมของแรงบนระนาบเรียบและระนาบเอียง
- การประยุกต์ใช้ในระบบไฟฟ้า เช่น แรงบนเสาส่งไฟฟ้า แรงในสายเคเบิล

กิจกรรมการเรียนรู้ (STEM Education Approach)

ชั่วโมงที่ 1-2: ทฤษฎี (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: นำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) 15 นาที

กิจกรรม: สถานการณ์จำลอง "เสาส่งไฟฟ้าล้มในพายุ"

เนื้อหา:

- ครูฉายคลิปวิดีโอ: เสาส่งไฟฟ้าแรงสูงล้มระหว่างพายุ ทำให้เกิดไฟดับครั้งใหญ่
- ตั้งคำถามกระตุ้นการคิด:
    - "เหตุใดเสาไฟฟ้าจึงล้ม? มีแรงอะไรบ้างที่กระทำ?"
    - "วิศวกรต้องคำนวณอะไรก่อนสร้างเสา?"
    - "ถ้าคุณเป็นวิศวกร จะออกแบบเสาอย่างไรให้ทนทาน?"

กิจกรรมกลุ่ม: Brainstorming

- ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม ระดมสมองเกี่ยวกับแรงที่พบในชีวิตประจำวันและงานไฟฟ้า
- เขียน Mind Map: ชนิดของแรง และผลที่เกิดขึ้น

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** แนวคิดเรื่องแรง การเคลื่อนที่
- **E (Engineering):** ปัญหาวิศวกรรมโครงสร้างเสาไฟฟ้า
- **T (Technology):** การใช้เครื่องมือคำนวณและซิมูเลชัน

ขั้นที่ 2: สำรวจและค้นคว้า (Exploration) - 35 นาที

Activity 1: การทดลองสำรวจแรง (20 นาที)

เตรียมอุปกรณ์:

- สปริงสเกล
- วัตถุต่างมวล (100g, 200g, 500g, 1kg)
- รางเรียบและรางหยาบ
- เชือก

ขั้นตอน :

1. **ทดลองที่ 1: แรงโน้มถ่วง**
    - ใช้สปริงสเกลวัดน้ำหนักวัตถุต่างมวล
    - บันทึกผล: W = mg
    - สรุป: น้ำหนักสัมพันธ์กับมวลอย่างไร?

2. **ทดลองที่ 2: แรงเสียดทาน**
    - ลากวัตถุบนพื้นเรียบและพื้นหยาบ
    - วัดแรงที่ต้องใช้
    - เปรียบเทียบ: พื้นผิวต่างกัน แรงเสียดทานต่างกันอย่างไร?

3. **ทดลองที่ 3: แรงตึงเชือก**
    - แขวนวัตถุด้วยเชือก
    - วัดแรงตึงในเชือก
    - สังเกต: แรงตึงสัมพันธ์กับน้ำหนักอย่างไร?

Activity 2: การใช้ซอฟต์แวร์จำลอง (15 นาที)

- ใช้ PhET Simulation: "Forces and Motion"
- ทดลองเปลี่ยนค่ามวล แรง และแรงเสียดทาน
- สังเกตผลต่อความเร่งและการเคลื่อนที่

บันทึกผล:

มวล (kg)	แรงโน้มถ่วง (N)	แรงเสียดทาน (N)
0.1		
0.2		
0.5		
1.0		

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- **T (Technology):** PhET Simulation, สปริงสเกลดิจิทัล
- **M (Mathematics):** การคำนวณและการวิเคราะห์กราฟ

ขั้นที่ 3: อธิบายและนำเสนอ (Explanation) - 35 นาที

การบรรยายแบบ Active Learning

หัวข้อที่ 1: ความหมายและชนิดของแรง (10 นาที)

- แรงคืออะไร? (การผลัก/ดึงที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพ)
- หน่วย: นิวตัน (N)
- ชนิดของแรง:

- แรงโน้มถ่วง: $W = mg$
- แรงปกติ: N (ตั้งฉากกับพื้นผิว)
- แรงเสียดทาน: $f = \mu N$
- แรงตึงเชือก: T
- แรงสปริง: $F = -kx$ (กฎของฮุก)
- แรงแม่เหล็กไฟฟ้า: $F = qE$, $F = qvB$

หัวข้อที่ 2: กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (15 นาที)

กฎข้อที่ 1: กฎความเฉื่อย

- วัตถุคงสภาพจนกว่าจะมีแรงภายนอก
- ตัวอย่าง: รถเบรกกะทันหัน คนในรถจะเอนไปข้างหน้า

กฎข้อที่ 2: F = ma

- แรงลัพธ์ = มวล × ความเร่ง
- สาธิต: เข็นรถเข็นว่างและรถเข็นที่มีของ แรงเท่ากัน ความเร่งต่างกัน

กฎข้อที่ 3: แรงกระทำ = แรงปฏิกิริยา

- แรงเกิดเป็นคู่ ขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้าม
- ตัวอย่าง: จรวดบินได้เพราะพ่นแก๊สออกไป

หัวข้อที่ 3: การแยกแรงและการหาผลรวมแรง (10 นาที)

- วาด Free Body Diagram (FBD)
- แยกแรงเป็นองค์ประกอบ:
    - $F_x = F \cos \theta$
    - $F_y = F \sin \theta$
- หาแรงลัพธ์: $\Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** กลศาสตร์นิวตัน
- **E (Engineering):** การวิเคราะห์โครงสร้าง
- **M (Mathematics):** ตรีโกณมิติ พีชคณิตเวกเตอร์

ขั้นที่ 4: ขยายความรู้ (Elaboration) - 25 นาที

กิจกรรม: Problem-Based Learning "ช่างไฟฟ้ามืออาชีพ"

โจทย์ปัญหาที่ 1: การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า (กลุ่มละ 10 นาที)

- หม้อแปลงไฟฟ้ามวล 500 kg ต้องการติดตั้งบนเสาคอนกรีต
- สายเคเบิล 4 เส้นดึงหม้อแปลงขึ้น แต่ละเส้นทำมุม 60° กับแนวดิ่ง
- จงคำนวณ:
    1. แรงโน้มถ่วงของหม้อแปลง
    2. แรงตึงในสายเคเบิลแต่ละเส้น
    3. แรงลัพธ์ในแนวดิ่ง

โจทย์ปัญหาที่ 2: การออกแบบเสาส่งไฟฟ้า (กลุ่มละ 15 นาที)

- เสาไฟฟ้าสูง 15 เมตร รับแรงลม 800 N ในแนวนอน
- น้ำหนักสายไฟฟ้า 300 N ดึงลงในแนวดิ่ง
- จงคำนวณ:
    1. วาด Free Body Diagram
    2. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อยอดเสา
    3. ข้อเสนอแนะในการเสริมความแข็งแรง

วิธีการทำงาน:

- ทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน
- ใช้กระดาษ A3 วาดแผนภาพ
- คำนวณและอธิบายวิธีคิด
- เตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** กลศาสตร์ โมเมนต์
- **T (Technology):** เครื่องคิดเลข แอปคำนวณ
- **E (Engineering):** การออกแบบโครงสร้างทนแรง
- **M (Mathematics):** ตรีโกณมิติ เวกเตอร์ การแก้ระบบสมการ

ขั้นที่ 5: ประเมินผล (Evaluation) 10 นาที

กิจกรรม:

- แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานสั้นๆ (3 นาที/กลุ่ม)
- ถาม-ตอบ ชี้แนะจุดที่ควรปรับปรุง
- ทำ Exit Ticket: เขียนสิ่งที่เรียนรู้ 3 ข้อ และสิ่งที่ยังสงสัย 1 ข้อ
- มอบหมายการบ้าน: ศึกษาใบความรู้และทำแบบฝึกหัด

ชั่วโมงที่ 3-4: ปฏิบัติ (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: ทบทวนและเตรียมความพร้อม -10 นาที

- ทบทวนกฎของนิวตันและการคำนวณแรง
- ชี้แจงขั้นตอนการทำโครงงาน STEM
- แจกเอกสารและแนะนำการใช้อุปกรณ์
- แบ่งกลุ่ม 4-5 คน/กลุ่ม

ขั้นที่ 2: โครงงาน STEM Project - 80 นาที

โครงงาน: "ออกแบบและทดสอบระบบป้องกันเสาไฟฟ้าล้ม"

Mission: สร้างแบบจำลองเสาส่งไฟฟ้าที่ทนทานต่อแรงลมและน้ำหนักสายไฟ
Phase 1: DEFINE - กำหนดปัญหา (15 นาที)

ปัญหา:

- เสาไฟฟ้าในพื้นที่บ้านคุณพังจากพายุ
- ต้องการออกแบบเสาใหม่ที่แข็งแรงกว่า

เงื่อนไข:

- เสาสูงอย่างน้อย 30 cm (สเกล 1:50)
- ต้องรับน้ำหนักอย่างน้อย 500 g บนยอดเสา
- ต้องทนแรงลมจำลอง (พัดลมขนาดกลาง) เป็นเวลา 30 วินาที
- ใช้วัสดุตามงบประมาณ: ไม้ไอศกรีม 20 แท่ง, กาวร้อน, เชือก

วัตถุประสงค์:

1. ออกแบบโครงสร้างที่รับแรงได้มากที่สุด
2. คำนวณแรงที่กระทำต่อเสา
3. วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของการออกแบบ

Phase 2: DESIGN - ออกแบบ (20 นาที)

ขั้นตอน:

2.1 วิเคราะห์แรง

- วาด Free Body Diagram ของเสาไฟฟ้า
- ระบุแรงที่กระทำ:
    - แรงโน้มถ่วงจากน้ำหนักสายไฟ (ดาวน์)
    - แรงลม (แนวนอน)
    - แรงปฏิกิริยาจากพื้น (อัพ)
    - โมเมนต์รอบฐาน

2.2 คำนวณแรงและโมเมนต์

กำหนด:
- น้ำหนักบนยอดเสา W = 5 N (500g)
- แรงลม F_wind = 2 N (ประมาณ)
- ความสูงเสา h = 0.3 m

คำนวณ:
1. แรงลัพธ์: $F_{total} = \sqrt{(W^2 + F_{wind}^2)}$
2. โมเมนต์รอบฐาน: $\boldsymbol{\tau} = F_{wind} \times h$
3. แรงปฏิกิริยาที่ฐาน

2.3 ออกแบบโครงสร้าง

- เลือกรูปแบบ: เสาเดี่ยว / เสาสามขา / เสาสี่ขา
- วาดแบบ 3 มุมมอง (ด้านหน้า ข้าง บน)
- กำหนดจุดเสริมแรง: เหล็กค้ำ สายยึด

เครื่องมือ:

- กระดาษกราฟ A3
- ไม้บรรทัด โพรแทรกเตอร์
- ดินสอสี

Phase 3: BUILD - สร้างแบบจำลอง (30 นาที)

ขั้นตอนการสร้าง:

1. **สร้างฐาน** (5 นาที)
    - ติดไม้ไอศกรีม 4 แท่งเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส
    - ขนาดฐาน 10×10 cm
2. **สร้างเสาหลัก** (10 นาที)
    - ประกอบไม้ไอศกรีมเป็นเสาสูง 30 cm
    - เสริมแรงด้วยเหล็กค้ำรูปสามเหลี่ยม
3. **สร้างจุดยึดสายไฟ** (5 นาที)
    - ติดตะขอบนยอดเสา
    - เจาะรูสำหรับเชือกยึด
4. **เสริมความแข็งแรง** (10 นาที)
    - ติดสายเคเบิล (เชือก) เป็นรูปสามเหลี่ยม
    - เพิ่มค้ำยันด้านข้าง
    - อาจใช้โครงสร้างตาข่าย (Truss)

เทคนิคสำคัญ:

- ใช้รูปทรงสามเหลี่ยมเพื่อความแข็งแรง
- กระจายน้ำหนักให้ทั่วฐาน
- หลีกเลี่ยงจุดหักบนตัวเสา

Phase 4: TEST - ทดสอบ (10 นาที)

การทดสอบที่ 1: ทดสอบรับน้ำหนัก

- วางน้ำหนัก 100g, 200g, 300g, 400g, 500g ทีละขั้น
- สังเกตการโก่งตัวและรอยร้าว

- บันทึก: น้ำหนักสูงสุดที่เสารับได้ก่อนพัง

การทดสอบที่ 2: ทดสอบทนแรงลม

- ใช้พัดลมระดับกลาง เป่าเป็นเวลา 30 วินาที
- สังเกตการโยก การโอน
- บันทึก: เสาล้มหรือไม่? เอียงกี่องศา?

การทดสอบที่ 3: ทดสอบแรงรวม

- วางน้ำหนัก 500g + เป่าลมพร้อมกัน
- สังเกตพฤติกรรมการทำลาย
- บันทึก: จุดไหนพังก่อน?

ตารางบันทึกผล:

การทดสอบ	น้ำหนัก (g)	แรงลม	ผลลัพธ์	หมายเหตุ
ทดสอบ 1	500	ไม่มี	ผ่าน/ไม่ผ่าน	
ทดสอบ 2	ไม่มี	30 วินาที	ผ่าน/ไม่ผ่าน	
ทดสอบ 3	500	30 วินาที	ผ่าน/ไม่ผ่าน	

Phase 5: IMPROVE - **ปรับปรุง** (5 นาที)

วิเคราะห์ผล:

- จุดอ่อน: ส่วนไหนพังก่อน?
- จุดแข็ง: ส่วนไหนแข็งแรงมาก?
- ข้อผิดพลาด: อะไรที่ไม่คาดคิด?

ข้อเสนอแนะ:

- ถ้าได้ทำใหม่จะปรับปรุงอย่างไร?
- จะเพิ่มวัสดุอะไร? ลดวัสดุอะไร?
- มีแนวคิดใหม่หรือไม่?

Phase 6: COMMUNICATE - สื่อสาร

จัดทำรายงาน (จะส่งภายหลัง):

1. บทคัดย่อ
2. การออกแบบและเหตุผล
3. การคำนวณแรง (Free Body Diagram)
4. รูปภาพขั้นตอนการสร้าง
5. ผลการทดสอบและกราฟ
6. การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ
7. บรรณานุกรม

ขั้นที่ 3: นำเสนอผลงาน - 25 นาที

รูปแบบการนำเสนอ: (กลุ่มละ 5 นาที)

โครงสร้างการนำเสนอ:

1. **แนะนำปัญหา** (30 วินาที)
2. **การออกแบบและเหตุผล** (1 นาที)
    - แสดง Free Body Diagram
    - อธิบายการคำนวณ
3. **แสดงแบบจำลอง** (1 นาที)
    - ชี้แนะโครงสร้างสำคัญ
4. **ผลการทดสอบ** (1.5 นาที)
    - แสดงวิดีโอการทดสอบ (ถ้ามี)
    - นำเสนอข้อมูล
5. **สรุปและข้อเสนอแนะ** (1 นาที)

การให้คะแนน:

- ความถูกต้องของการคำนวณ (30%)
- ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ (25%)
- ความแข็งแรงของโครงสร้าง (25%)
- การนำเสนอและการสื่อสาร (20%)

การถาม-ตอบ:

- กลุ่มอื่นถามคำถาม 1-2 ข้อ
- ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขั้นที่ 4: สรุปและสะท้อนการเรียนรู้ - 5 นาที

กิจกรรม:

- ครูสรุปหลักการแรงที่เกี่ยวข้อง
- ผู้เรียนเขียน Reflection (3-2-1 Strategy):
    - 3 สิ่งที่เรียนรู้
    - 2 สิ่งที่ประทับใจ
    - 1 คำถามที่ยังสงสัย
- ครูชี้แนะการต่อยอดความรู้ไปใช้ในงานอาชีพ

การวัดและประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน (Pre-Assessment)

เครื่องมือ	**วิธีการ**	**น้ำหนักคะแนน**
แบบทดสอบก่อนเรียน	ทำแบบทดสอบ 10 ข้อ วัดความรู้พื้นฐานเรื่องแรง	ไม่นับคะแนน
แบบสำรวจความคาดหวัง	สำรวจประสบการณ์และสิ่งที่อยากเรียนรู้	ไม่นับคะแนน

การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment)

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือประเมิน	**รายละเอียด**	**คะแนน**	**เกณฑ์ผ่าน**
การถามตอบในชั้นเรียน	ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเชิงวิเคราะห์	5	≥ 60%
แบบฝึกหัดท้ายบท	ทำแบบฝึกหัด 10 ข้อ เกี่ยวกับการคำนวณแรง	10	≥ 60%
ใบงานปฏิบัติการ	ใบงานการวิเคราะห์แรงและหาผลรวมแรง	15	≥ 60%

เครื่องมือประเมิน	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
Quiz Online	ทำแบบทดสอบย่อยผ่าน Kahoot/Google Forms	10	≥ 60%

รายละเอียดการประเมินใบงาน (15 คะแนน):

- การวาด Free Body Diagram ถูกต้องสมบูรณ์ (6 คะแนน)
- การคำนวณแรงและแรงลัพธ์ถูกต้อง (6 คะแนน)
- การวิเคราะห์และสรุปผล (3 คะแนน)

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) - 40 คะแนน

เครื่องมือประเมิน	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
การใช้เครื่องมือวัด	ความสามารถใช้สปริงสเกลและอุปกรณ์ทดลอง	10	≥ 60%
STEM Project	โครงงานออกแบบระบบป้องกันเสาไฟฟ้าล้ม	25	≥ 60%
การนำเสนอผลงาน	นำเสนอโครงงานพร้อมอธิบายหลักการ	5	≥ 60%

รายละเอียดการประเมิน STEM Project (25 คะแนน):

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
1. Define (กำหนดปัญหา)	- วิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ - กำหนดเงื่อนไขชัดเจน	3
2. Design (การออกแบบ)	- วาด Free Body Diagram ถูกต้อง (2) คำนวณแรงและโมเมนต์ถูกต้อง (3) - ออกแบบมีเหตุผลสนับสนุน (2)	7
3. Build (การสร้าง)	- ความแข็งแรงของโครงสร้าง (3)- ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (2)- ความสวยงามและความเรียบร้อย (1)	6
4. Test (การทดสอบ)	- ทดสอบครบทุกเงื่อนไข (2)- บันทึกข้อมูลครบถ้วน (1)	3
5. Improve (การปรับปรุง)	- วิเคราะห์จุดอ่อน-จุดแข็ง (1)- เสนอแนวทางพัฒนา (1)	2
6. รายงาน	- รายงานสมบูรณ์ตามโครงสร้าง (2)- ภาษาและรูปแบบเหมาะสม (1) - ส่งตรงเวลา (1)	4

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) - 20 คะแนน

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ความรับผิดชอบ	- ส่งงานตรงเวลา - ดูแลอุปกรณ์การทดลอง	5	≥ 60%
ความร่วมมือในกลุ่ม	- ทำงานร่วมกับเพื่อนอย่างมีประสิทธิภาพ - แบ่งหน้าที่ชัดเจน	5	≥ 60%
ความละเอียดรอบคอบ	- ความพิถีพิถันในการคำนวณ - ความปลอดภัยในการทดลอง	5	≥ 60%
การเข้าชั้นเรียน	- เข้าชั้นเรียนตรงเวลาและสม่ำเสมอ - มีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	≥ 60%

วิธีการประเมิน:

- แบบสังเกตพฤติกรรม (Observation Checklist) - ครูประเมิน
- แบบประเมินเพื่อน (Peer Assessment) - เพื่อนในกลุ่มประเมิน
- แบบประเมินตนเอง (Self-Assessment) - ผู้เรียนประเมินตนเอง

การคิดคะแนนด้านจิตพิสัย:

คะแนน = (คะแนนจากครู × 0.50) + (คะแนนจากเพื่อน × 0.25) + (คะแนนจากตนเอง × 0.25)

การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment)

แบบทดสอบหลังเรียน 100 คะแนน

รูปแบบข้อสอบ	จำนวนข้อ	คะแนน	ระยะเวลา	เกณฑ์ผ่าน
ปรนัย (Multiple Choice)	30 ข้อ	30 คะแนน	30 นาที	≥ 60%
อัตนัย (ปัญหาคำนวณ)	7 ข้อ	70 คะแนน	60 นาที	≥ 60%
รวม	**37 ข้อ**	**100 คะแนน**	**90 นาที**	**≥ 60%**

สรุปคะแนนรวม

รายการ	คะแนนเต็ม	น้ำหนัก	คะแนนรวม	เกณฑ์ผ่าน
การประเมินระหว่างเรียน	100	60%	60	≥ 60%
- พุทธิพิสัย	40			
- ทักษะพิสัย	40			
- จิตพิสัย	20			
การประเมินหลังเรียน	100	40%	40	≥ 60%
- แบบทดสอบ	100			
รวมทั้งหมด	—	100%	100	≥ 60%

สูตรคำนวณคะแนนรวม:

คะแนนรวม = (คะแนนระหว่างเรียน × 0.60) + (คะแนนหลังเรียน × 0.40)

แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หน่วยของแรงในระบบ SI คือข้อใด

    ก. กิโลกรัม (kg)

    ข. นิวตัน (N)

    ค. จูล (J)

    ง. วัตต์ (W)

2. วัตถุมวล 5 kg วางอยู่บนพื้นราบ แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุเท่าใด ($g = 10\ m/s^2$)

    ก. 5 N

    ข. 10 N

    ค. 50 N

    ง. 500 N

3. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันคือข้อใด

    ก. $F = ma$

    ข. $E = mc^2$

    ค. $P = mv$

    ง. $W = Fd$

4. ถ้ากระทำแรง 20 N ต่อวัตถุมวล 4 kg วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด

    ก. $2\ m/s^2$

    ข. $5\ m/s^2$

    ค. $16\ m/s^2$

    ง. $80\ m/s^2$

5. แรงเสียดทานมีทิศทางอย่างไร

    ก. ตามทิศทางการเคลื่อนที่

    ข. ตรงข้ามทิศทางการเคลื่อนที่

    ค. ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่

    ง. ไม่มีทิศทาง

6. แรง 100 N ทำมุม 30° กับแนวระนาบ แรงองค์ประกอบในแนวระนาบเท่าใด

ก. 50 N

ข. 86.6 N

ค. 100 N

ง. 173.2 N

7. วัตถุมวล 10 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 m/s^2 แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่าใด

ก. 5 N

ข. 12 N

ค. 20 N

ง. 100 N

8. ข้อใดคือตัวอย่างการประยุกต์ใช้แรงในงานไฟฟ้า

ก. การคำนวณแรงบนเสาส่งไฟฟ้า

ข. การคำนวณแรงตึงในสายเคเบิล

ค. การออกแบบฐานรากเสาไฟฟ้า

ง. ถูกทุกข้อ

9. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันเรียกอีกชื่อว่าอะไร

ก. กฎความเฉื่อย

ข. กฎแรง

ค. กฎปฏิกิริยา

ง. กฎโมเมนตัม

10. ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมีค่าระหว่าง

ก. 0-1

ข. 1-10

ค. 10-100

ง. มากกว่า 100

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ 1. ข. นิวตัน (N)

ข้อ 2. ค. 50 N ($W = mg = 5 \times 10 = 50$)

ข้อ 3. ก. $F = ma$

ข้อ 4. ข. 5 m/s^2 ($a = F/m = 20/4 = 5$)

ข้อ 5. ข. ตรงข้ามทิศทางการเคลื่อนที่

ข้อ 6. ข. 86.6 N ($F = 100 \times \cos 30° = 100 \times 0.866 = 86.6$)

ข้อ 7. ค. 20 N ($F = ma = 10 \times 2 = 20$)

ข้อ 8. ง. ถูกทุกข้อ

ข้อ 9. ก. กฎความเฉื่อย

ข้อ 10. ก. 0-1

ใบงาน: การวิเคราะห์แรงและการหาผลรวมแรง

ชื่อ-สกุล: _____ รหัสประจำตัว: _____

ชั้น: _____ กลุ่ม: _____ วันที่: _____

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวาดแผนภาพแสดงแรง (Free Body Diagram) ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาผลรวมของแรงได้

อุปกรณ์:

1. สปริงสเกล
2. มวลต่างๆ
3. รางเรียบ
4. รอก
5. เครื่องคิดเลข

ขั้นตอนการทำงาน:

ตอนที่ 1: การวาดแผนภาพแสดงแรง

1. วัตถุมวล 5 kg วางอยู่บนพื้นราบเรียบ จงวาดแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ

   แรงที่กระทำ:

   - แรงโน้มถ่วง W = _____ N
   - แรงปกติ N = _____ N

ตอนที่ 2: การคำนวณแรงลัพธ์

2. กระทำแรง F1 = 30 N ไปทางขวา และแรง F2 = 20 N ไปทางซ้าย

   แรงลัพธ์ = F1 - F2 = _____ N

   ทิศทาง: _____

ตอนที่ 3: การประยุกต์ใช้กฎของนิวตัน

3. วัตถุมวล 8 kg ถูกแรง 40 N จงหาความเร่งของวัตถุ

   $a = F/m$ = _____ m/s^2

เฉลยใบงาน

ตอนที่ 1: $W = 5 \times 10 = 50$ N (ลงล่าง), $N = 50$ N (ขึ้นบน)

ตอนที่ 2: แรงลัพธ์ = 30 - 20 = 10 N ทิศทางไปทางขวา

ตอนที่ 3: $a = 40/8 = 5$ m/s²

ใบความรู้: แรงและการประยุกต์ใช้

แรงคืออะไร?

แรง (Force) คือ การผลักหรือดึง ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

1 นิวตัน = แรงที่ทำให้วัตถุมวล 1 kg มีความเร่ง 1 m/s^2

ชนิดของแรง

- แรงโน้มถ่วง (W = mg) - ดึงวัตถุลงสู่ศูนย์กลางโลก
- แรงปกติ (N) - แรงที่พื้นผลักวัตถุ ตั้งฉากกับพื้น
- แรงเสียดทาน (f) - ขัดขวางการเคลื่อนที่
- แรงตึงเชือก (T) - แรงในเชือกหรือสาย

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎข้อที่ 1 (กฎความเฉื่อย): วัตถุคงสภาพจนกว่าจะมีแรงภายนอกมากระทำ

กฎข้อที่ 2: F = ma (แรง = มวล × ความเร่ง)

กฎข้อที่ 3: แรงกระทำ = แรงปฏิกิริยา (ทิศทางตรงข้าม)

การประยุกต์ใช้ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

- การคำนวณแรงบนเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง
- การออกแบบฐานรากเสาไฟฟ้าให้ทนแรงลม
- การคำนวณแรงตึงในสายเคเบิลไฟฟ้า
- การวิเคราะห์แรงในโครงสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า
- การออกแบบขาตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 300000-1302 วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร	
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมดุลและการเคลื่อนที่	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานหาทอร์กหรือโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ หาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวตรงและการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก		

ผลการเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้สมดุลและการเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหาในงานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประยุกต์ใช้สมดุลและการเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหาในงานอาชีพ
2. บอกปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้
3. คำนวณหาทอร์กหรือโมเมนต์ได้
4. คำนวณหาขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้
5. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

1. อธิบายเงื่อนไขของสมดุลแบบขนานและสมดุลต่อการหมุนได้
2. อธิบายความหมายของทอร์กหรือโมเมนต์ของแรงได้
3. บอกปริมาณต่างๆ ในการเคลื่อนที่ เช่น ความเร็ว ความเร่ง การกระจัด
4. อธิบายสมการการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงได้
5. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระได้

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ปฏิบัติการทดลองหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุได้
2. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงได้
3. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทอร์กและการเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

1. มีความละเอียดรอบคอบในการทดลองและคำนวณ
2. แสดงความรับผิดชอบต่อการทำงานกลุ่ม
3. เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

เนื้อหาสาระ

1 สมดุลของแรง

- เงื่อนไขของสมดุลแบบขนาน ($\Sigma F = 0$)
- จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

2 ทอร์กหรือโมเมนต์

- ความหมายของทอร์ก ($\tau = F \times d$)
- แขนของโมเมนต์
- การคำนวณทอร์ก

3 สมดุลต่อการหมุน

- เงื่อนไขของสมดุลต่อการหมุน ($\Sigma \tau = 0$)
- การประยุกต์ใช้ คาน คันโยก

4 ความหมายของการเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

- ระยะทาง (Distance) และการกระจัด (Displacement)
- อัตราเร็ว (Speed) และความเร็ว (Velocity)

5 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

- ความเร่ง (Acceleration)
- ความเร็วขณะหนึ่ง (Instantaneous Velocity)
- ความเร็วเฉลี่ย (Average Velocity)

6 สมการการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

- $v = u + at$
- $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
- $v^2 = u^2 + 2as$

7 การเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก

- การตกอย่างอิสระ

- การโยงขึ้นและตกลง
- การโยงในแนวระนาบ

กิจกรรมการเรียนรู้ (STEM Education Approach)

ชั่วโมงที่ 1-2: ทฤษฎี (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: นำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) - 15 นาที

กิจกรรม: กรณีศึกษา "อุบัติเหตุเครนก่อสร้างล้ม"

เนื้อหา:

- ครูฉายภาพ/วิดีโอ: เครนก่อสร้างยกหม้อแปลงไฟฟ้าหนัก 2 ตัน ล้มเพราะคำนวณจุดศูนย์ถ่วงผิด
- นำเสนอข่าว: ลิฟต์ในอาคารตกเพราะระบบเบรกล้มเหลว

คำถามกระตุ้นการคิด:

- "ทำไมเครนถึงล้ม? มีหลักฟิสิกส์อะไรเกี่ยวข้อง?"
- "วิศวกรต้องคำนวณอะไรก่อนติดตั้งเครน?"
- "ลิฟต์เคลื่อนที่อย่างไรให้ปลอดภัย?"

กิจกรรมสาธิต: "ดินสอบนนิ้ว"

- ครูวางดินสอบนนิ้วให้ดู (จุดศูนย์ถ่วง)
- ให้ผู้เรียนทดลองหาจุดที่ดินสอสมดุล
- อภิปราย: ความสัมพันธ์ระหว่างจุดศูนย์ถ่วงกับความมีเสถียรภาพ

บูรณาการ STEM:

- S (Science): หลักการสมดุล ทอร์ก จุดศูนย์ถ่วง
- E (Engineering): ปัญหาวิศวกรรมโครงสร้างและเครื่องจักร
- T (Technology): ระบบเครน ลิฟต์ สายพานลำเลียง

ขั้นที่ 2: สำรวจและค้นคว้า (Exploration) - 35 นาที

Activity 1: ทดลองหาจุดศูนย์ถ่วง (15 นาที)

อุปกรณ์:

- แผ่นกระดาษแข็งรูปทรงต่างๆ (สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม รูปไม่สมมาตร)
- เข็มหมุด
- เชือกผูกตุ้มน้ำหนัก

- ปากกา

ขั้นตอน:

1. เจาะรูที่มุมกระดาษ 3 จุด
2. แขวนกระดาษด้วยเข็มหมุด ให้แกว่งได้อิสระ
3. ใช้เชือกตุ้มน้ำหนักวาดเส้นตั้งฉากกับพื้น
4. ทำซ้ำกับรูที่ 2 และรูที่ 3
5. จุดตัดของเส้นทั้ง 3 = จุดศูนย์ถ่วง
6. ทดสอบ: วางกระดาษบนปลายนิ้วที่จุดศูนย์ถ่วง ⟶ ต้องสมดุล!

การบันทึก:

- วาดรูปและระบุจุดศูนย์ถ่วง
- สรุป: จุดศูนย์ถ่วงคืออะไร? มีความสำคัญอย่างไร?

Activity 2: ทดลองทอร์กด้วยไม้บรรทัด (20 นาที)

อุปกรณ์:

- ไม้บรรทัด 30 cm
- จุดหมุน (ดินสอกลมหรือรางไม้สามเหลี่ยม)
- ตุ้มน้ำหนักต่างขนาด (50g, 100g, 200g)
- เทปวัดระยะ

ขั้นตอน:

ทดลองที่ 1: ศึกษาทอร์ก

- วางไม้บรรทัดบนจุดหมุนให้สมดุล
- แขวนตุ้ม 100g ที่ระยะ 10 cm จากจุดหมุน (ด้านซ้าย)
- สังเกต: ไม้บรรทัดเอียง!

ทดลองที่ 2: สร้างสมดุล

- คำถาม: ต้องแขวนตุ้ม 50g ที่ระยะเท่าไรจากจุดหมุน (ด้านขวา) จึงสมดุล?
- ให้ผู้เรียนทดลองและบันทึก
- คำนวณ: $\boldsymbol{\tau_1} = \boldsymbol{\tau_2} \longrightarrow F_1 d_1 = F_2 d_2$

ทดลองที่ 3: เปลี่ยนตำแหน่ง

- เปลี่ยนน้ำหนักและระยะ
- บันทึกข้อมูล:

น้ำหนัก 1 (N)	ระยะ 1 (m)	ทอร์ก 1 (N·m)	น้ำหนัก 2 (N)	ระยะ 2 (m)	ทอร์ก 2 (N·m)	สมดุล หรือไม่?
1	0.1	0.1	0.5	?	0.1	ใช่/ไม่

Activity 3: สำรวจการเคลื่อนที่ด้วย Simulation (ถ้าเหลือเวลา)

- ใช้ PhET: "Balancing Act" และ "The Moving Man"
- ทดลองเปลี่ยนค่าน้ำหนัก ระยะ ความเร็ว ความเร่ง
- สังเกตผลและบันทึก

บูรณาการ STEM:

- S (Science): กฎของโมเมนต์ การสมดุล
- T (Technology): ซอฟต์แวร์จำลอง เครื่องมือวัด
- M (Mathematics): การคำนวณทอร์ก สมการ สัดส่วน

ขั้นที่ 3: อธิบายและนำเสนอ (Explanation) - 35 นาที

หัวข้อที่ 1: สมดุลและทอร์ก (15 นาที)
1.1 เงื่อนไขของสมดุล

- สมดุลแบบขนาน: $\Sigma F = 0$ (แรงลัพธ์ = 0)
- สมดุลต่อการหมุน: $\Sigma \tau = 0$ (ทอร์กลัพธ์ = 0)

1.2 ทอร์กหรือโมเมนต์

- นิยาม: แรงที่ทำให้วัตถุหมุนรอบแกน
- สูตร: $\tau = F \times d$
    - F = แรง (N)

- d = แขนโมเมนต์ (m)
- $\boldsymbol{\tau}$ = ทอร์ก (N·m)

1.3 จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity)

- จุดที่น้ำหนักของวัตถุกระจายสมดุลกัน
- วัตถุสมมาตร ⟶ จุดศูนย์ถ่วงอยู่ตรงกลาง
- วัตถุไม่สมมาตร ⟶ ต้องหาโดยการทดลอง

หัวข้อที่ 2: การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (20 นาที)

2.1 ปริมาณพื้นฐาน

- ระยะทาง (Distance): ความยาวเส้นทางที่เดิน (สเกลาร์)
- การกระจัด (Displacement): ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย (เวกเตอร์)
- อัตราเร็ว (Speed): ระยะทาง/เวลา (สเกลาร์)
- ความเร็ว (Velocity): การกระจัด/เวลา (เวกเตอร์)
- ความเร่ง (Acceleration): การเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อเวลา

2.2 สมการการเคลื่อนที่

1. $v = u + at$ (หาความเร็วปลาย)
2. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (หาระยะทาง)
3. $v^2 = u^2 + 2as$ (หาความเร็วเมื่อไม่รู้เวลา)

โดยที่:

- u = ความเร็วต้น (m/s)
- v = ความเร็วปลาย (m/s)
- a = ความเร่ง (m/s^2)
- t = เวลา (s)
- s = ระยะทาง (m)

2.3 การตกอย่างอิสระ

- ความเร่ง = g = 9.8 ≈ 10 m/s²
- สูตรพิเศษ:
    - v = gt
    - h = ½gt²
    - v² = 2gh

บูรณาการ STEM:

- E (Engineering): ประยุกต์ใช้กับลิฟต์ เครน มอเตอร์
- M (Mathematics): สมการ กราฟ พีชคณิต

ขั้นที่ 4: ขยายความรู้ (Elaboration) - 25 นาที

กิจกรรม: Challenge-Based Learning

Challenge 1: ปัญหามอเตอร์ไฟฟ้า (กลุ่มละ 12 นาที)

สถานการณ์: มอเตอร์ไฟฟ้าใช้ขับพัดลมในโรงงาน มีแรงบิด (Torque) 50 N·m และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม 300 รอบ/นาที (RPM)

ปัญหา:

1. คำนวณกำลังของมอเตอร์ (Power = Torque × Angular Velocity)
2. ถ้าต้องการเพิ่มแรงบิดเป็น 75 N·m โดยคงกำลังเท่าเดิม ความเร็วเชิงมุมจะเป็นเท่าไร?
3. นำเสนอการใช้งานจริงของแรงบิดมอเตอร์ในงานไฟฟ้า

Challenge 2: ปัญหาลิฟต์ในอาคาร (กลุ่มละ 13 นาที)

สถานการณ์: ลิฟต์ในอาคารสูง 50 ชั้น มวลห้องโดยสาร 800 kg บรรทุกผู้โดยสารได้ 10 คน (รวม 700 kg)

ปัญหา:

1. คำนวณแรงดึงในสายเคเบิลเมื่อลิฟต์อยู่นิ่ง (สมดุล)
2. ลิฟต์เร่งตัวขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s² แรงดึงในสายเป็นเท่าไร?
3. ถ้าลิฟต์ต้องไปชั้น 20 (ความสูง 60 m) ภายใน 30 วินาที ต้องมีความเร่งเท่าไร?

4. วาดกราฟ v-t ของลิฟต์ (แบ่งเป็น 3 ช่วง: เร่ง, คงที่, ชะลอ)

วิธีทำงาน:

- ทำเป็นกลุ่ม 4-5 คน
- ใช้กระดาษ A3 เขียนวิธีทำและวาดภาพประกอบ
- เตรียมนำเสนอ 3 นาที/กลุ่ม

บูรณาการ STEM:

- **S:** กลศาสตร์ สมดุล จลนศาสตร์
- **T:** มอเตอร์ไฟฟ้า ลิฟต์ ระบบควบคุม
- **E:** วิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า
- **M:** สมการเชิงพีชคณิต กราฟ การแปลงหน่วย

ขั้นที่ 5: ประเมินผล (Evaluation) - 10 นาที

กิจกรรม:

- กลุ่มนำเสนอโซลูชัน (กลุ่มละ 3 นาที × 2 กลุ่ม)
- ครูและเพื่อนๆ ให้ข้อเสนอแนะ
- ทำ Kahoot Quiz 5 ข้อ (ทอร์ก + การเคลื่อนที่)
- มอบหมายการบ้าน: ทำใบงานและอ่านใบความรู้

ชั่วโมงที่ 3-4: ปฏิบัติ (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: ทบทวนและเตรียมความพร้อม - 10 นาที

- ทบทวนทอร์ก สมดุล สมการการเคลื่อนที่
- ชี้แจงโครงงาน STEM และเกณฑ์การประเมิน
- แบ่งกลุ่ม 4-5 คน
- แจกอุปกรณ์และคู่มือความปลอดภัย

ขั้นที่ 2: โครงงาน STEM Project - 80 นาที

โครงงาน: "ออกแบบและสร้างระบบกระเช้ายกของอัจฉริยะ"

Mission Statement: ออกแบบและสร้างแบบจำลองกระเช้ายกของ (Mini Crane) ที่สามารถยกน้ำหนักได้อย่างมีเสถียรภาพ โดยใช้หลักการสมดุล ทอร์ก และการเคลื่อนที่

Phase 1: DEFINE - กำหนดปัญหาและความต้องการ (10 นาที)

ปัญหา: โรงงานประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องการระบบยกของขึ้น-ลงระหว่างชั้นอย่างปลอดภัยและรวดเร็ว

ความต้องการ (Requirements):

1. **ทางด้านโครงสร้าง:**
    - สูงอย่างน้อย 40 cm
    - ฐานมีเสถียรภาพ ไม่ล้ม
    - มีจุดเกาะสำหรับแขวนน้ำหนัก
2. **ทางด้านสมรรถนะ:**
    - ยกน้ำหนักได้อย่างน้อย 500 g
    - ไม่เอียงเกิน 10° เมื่อยกน้ำหนัก
    - เคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ระยะ 30 cm
3. **ทางด้านการทำงาน:**
    - ใช้รอกหรือกลไกง่ายๆ ในการยก
    - ควบคุมความเร็วได้ (ไม่ให้ตกเร็วเกินไป)

ข้อจำกัด:

- ใช้วัสดุ: ไม้ไอศกรีม 30 แท่ง, กาว, เชือก 3 เมตร, รอก 1 ชุด, น้ำหนัก
- เวลา: 70 นาที (10 นาที design, 40 นาที build, 15 นาที test, 5 นาที improve)
- งบประมาณเสมือน: 200 บาท

Phase 2: RESEARCH & DESIGN - ศึกษาและออกแบบ (20 นาที)
Step 2.1: วิเคราะห์หลักการทางฟิสิกส์ (10 นาที)
การวิเคราะห์สมดุล:
เงื่อนไข:

1. $\Sigma F = 0$ (แรงในแนวดิ่งสมดุล)

2. $\Sigma \tau = 0$ (ทอร์กรอบฐานเป็นศูนย์)

ให้:

- น้ำหนักบนกระเช้า W = 5 N
- ความสูงเสา h = 0.4 m
- ฐาน b × b

คำนวณ:

ทอร์กจากน้ำหนัก = W × (h/2) (ถ้าห้อยที่ปลาย)

ต้องมีฐานกว้างพอที่ไม่ล้ม

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่:

ถ้าปล่อยกระเช้าตกจากความสูง h = 0.3 m

$v^2 = 2gh$

$v = \sqrt{(2 \times 10 \times 0.3)} \approx 2.45$ m/s

⟶ เร็วเกินไป! ต้องมีระบบชะลอ (เบรก/ตาข่ายรองรับ)

Step 2.2: ออกแบบโครงสร้าง (10 นาที)

ส่วนประกอบหลัก:

1. ฐานรองรับ (Base):

- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 15×15 cm
- ใช้ไม้ไอศกรีม 6 แท่งต่อแผ่น × 2 ชั้น = แข็งแรง
- มุมมองด้านบน:

2. เสาแนวตั้ง (Vertical Column):

- สูง 40 cm
- ใช้ไม้ไอศกรีม 4 แท่งต่อชั้น × 5 ชั้น
- เสริมแรงด้วยค้ำสามเหลี่ยม 4 ด้าน

3. ระบบรอก (Pulley System):

- รอกติดบนยอดเสา
- เชือกร้อยผ่านรอก
- ปลายหนึ่งผูกกระเช้า อีกปลายเป็นที่ดึง

4. กระเช้าบรรทุก (Load Platform):

- ขนาด 5×5 cm
- ทำจากไม้ไอศกรีม 3 แท่ง

5. ระบบเบรก (Brake System - Optional):

- ใช้แรงเสียดทานจากเชือกพันรอบแกน
- หรือใช้ตาข่ายยางรองรับการตก

วาดแบบ:

- มุมมองด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน (3-View Drawing)
- ระบุขนาดทุกส่วน
- แสดง Free Body Diagram ของระบบ

Phase 3: BUILD - สร้างแบบจำลอง (40 นาที)

ขั้นตอนการประกอบ:

นาทีที่ 1-10: สร้างฐาน

1. จัดไม้ไอศกรีม 6 แท่งเรียงคู่กัน
2. ใช้กาวติดเป็นแผ่น
3. ซ้อน 2 ชั้น ให้ทิศตั้งฉากกัน (เพิ่มความแข็งแรง)
4. เจาะรูตรงกลางสำหรับติดเสา

นาทีที่ 11-30: สร้างเสาและค้ำยัน 5. ประกอบไม้ไอศกรีม 4 แท่งเป็นรูปสี่เหลี่ยม 6. ซ้อนทับกัน 10 ชั้น = สูง 40 cm 7. ติดเสากับฐานด้วยกาว 8. เสริมค้ำยันรูปสามเหลี่ยมทั้ง 4 ด้าน (มุม 45°)

นาทีที่ 31-35: ติดรอก 9. เจาะรูบนยอดเสา 10. ติดรอกหรือสร้างรอกง่ายๆ จากดินสอกลม 11. ร้อยเชือกผ่านรอก

นาทีที่ 36-40: สร้างกระเช้า 12. ทำกระเช้าจากไม้ไอศกรีม 3 แท่ง 13. ผูกเชือกกับกระเช้า (ใช้เงื่อนแน่น) 14. ทดสอบความแข็งแรงของเชือก

Phase 4: TEST - ทดสอบสมรรถนะ (15 นาที)

การทดสอบที่ 1: ทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้าง

- วางน้ำหนัก 100g, 200g, 300g, 400g, 500g บนกระเช้า (ไม่ยก)
- สังเกต: โครงสร้างเอียงหรือแตกหักหรือไม่?
- บันทึก: น้ำหนักสูงสุดที่รับได้

การทดสอบที่ 2: ทดสอบการยกน้ำหนัก

- แขวนน้ำหนัก 500g บนกระเช้า
- ใช้มือดึงเชือกยกขึ้น-ลงช้าๆ ระยะ 30 cm
- วัดมุมเอียง: ใช้โพรแทรกเตอร์วัด (ต้องไม่เกิน 10°)
- วัดเวลา: ยกขึ้น 30 cm ใช้เวลาเท่าไร?

การทดสอบที่ 3: ทดสอบความปลอดภัย

- ปล่อยกระเช้าจากความสูง 30 cm
- สังเกต: ตกเร็วแค่ไหน? มีระบบเบรกหรือไม่?
- คำนวณความเร็ว: v = √(2gh)

ตารางบันทึกผล:

การทดสอบ	เงื่อนไข	ผลลัพธ์	ผ่าน/ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
ทดสอบ 1	รับน้ำหนัก 500g	ไม่แตก/แตก	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
ทดสอบ 2	ยก 500g ขึ้น 30cm	เอียง __ องศา	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
ทดสอบ 3	ปล่อยตกจาก 30cm	v = __ m/s	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	

Phase 5: IMPROVE - ปรับปรุง (5 นาที)

การวิเคราะห์:

- จุดแข็ง: อะไรที่ดีมาก?
- จุดอ่อน: ส่วนไหนที่ยังต้องปรับปรุง?
- ข้อผิดพลาด: อะไรที่ไม่เป็นไปตามแผน?

ข้อเสนอแนะการปรับปรุง:

1. ถ้าโครงสร้างเอียง ⟶ เพิ่มขนาดฐาน หรือลดความสูง
2. ถ้ายกไม่ขึ้น ⟶ ลดแรงเสียดทานของรอก
3. ถ้าตกเร็วเกินไป ⟶ เพิ่มระบบเบรก
4. ถ้าแตก ⟶ เสริมค้ำยัน ใช้กาวเพิ่ม

แนวคิดใหม่:

- เพิ่มมอเตอร์ไฟฟ้าขับรอก (ต่อยอด)
- ใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำหนัก
- เพิ่มระบบควบคุมอัตโนมัติ

ขั้นที่ 3: นำเสนอผลงานและสาธิต - 25 นาที

รูปแบบการนำเสนอ: (กลุ่มละ 5 นาที)

โครงสร้างการนำเสนอ:

1. **แนะนำปัญหาและวัตถุประสงค์** (30 วินาที)
2. **หลักการทางฟิสิกส์** (1 นาที)
    - อธิบายการคำนวณทอร์ก สมดุล
    - แสดง Free Body Diagram
3. **การออกแบบ** (1 นาที)
    - อธิบายเหตุผลในการเลือกโครงสร้าง
    - แสดงแบบ 3 มุมมอง
4. **การสาธิตการทำงาน** (2 นาที) ⭐
    - สาธิตการยกน้ำหนัก 500g

    - แสดงความมั่นคงของโครงสร้าง
5. **ผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ** (30 วินาที)
    - สรุปผลทดสอบ
    - ข้อควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนน:

- ความถูกต้องของการคำนวณ (25%)
- ความแข็งแรงของโครงสร้าง (25%)
- ความคิดสร้างสรรค์ (20%)
- การทำงานได้จริง (20%)
- การนำเสนอ (10%)

ขั้นที่ 4: สรุปและสะท้อนการเรียนรู้ - 5 นาที

กิจกรรม:

- ครูสรุปหลักการสมดุล ทอร์ก การเคลื่อนที่
- ผู้เรียนเขียน 3-2-1 Reflection:
    - **3** สิ่งที่เรียนรู้ใหม่
    - **2** สิ่งที่ประทับใจหรือท้าทาย
    - **1** คำถามที่ยังสงสัย
- ครูเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้ในอาชีพไฟฟ้า

การบ้าน:

1. จัดทำรายงานโครงงาน (6-8 หน้า) ประกอบด้วย:
    - บทคัดย่อ
    - การออกแบบและการคำนวณ
    - ขั้นตอนการสร้าง (มีภาพประกอบ)
    - ผลการทดสอบและกราฟ
    - การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ
    - บรรณานุกรม
2. ส่งเป็น PDF ใน Google Classroom ภายใน 1 สัปดาห์
3. ทำแบบทดสอบหลังเรียนออนไลน์

การวัดและประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน (Pre-Assessment)

เครื่องมือ	วิธีการ	จุดประสงค์	น้ำหนักคะแนน
แบบทดสอบก่อนเรียน	ทำแบบทดสอบ 10 ข้อ วัดความรู้พื้นฐาน	ประเมินความพร้อม	ไม่นับคะแนน
แบบสำรวจความสนใจ	สอบถามประสบการณ์เดิมและความคาดหวัง	วางแผนการสอน	ไม่นับคะแนน

การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment)

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือประเมิน	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
การตอบคำถามในชั้นเรียน	แสดงความเข้าใจและวิเคราะห์เชิงลึก	5	≥ 60%
แบบฝึกหัดท้ายบท	ทำแบบฝึกหัด 10 ข้อ เกี่ยวกับทอร์กและการเคลื่อนที่	10	≥ 60%
ใบงานปฏิบัติการ	ใบงานการคำนวณทอร์กและการเคลื่อนที่	15	≥ 60%
Quiz Online	ทำแบบทดสอบผ่าน Kahoot/Quizizz	10	≥ 60%

รายละเอียดใบงาน (15 คะแนน):

- การคำนวณทอร์กและสมดุลถูกต้อง (6 คะแนน)
- การคำนวณการเคลื่อนที่ถูกต้อง (6 คะแนน)
- การวิเคราะห์และสรุปผล (3 คะแนน)

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือประเมิน	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ทักษะการทดลอง	การหาจุดศูนย์ถ่วงและทดสอบสมดุล	10	≥ 60%
STEM Project	โครงงานออกแบบระบบกระเช้ายกของ	25	≥ 60%
การนำเสนอและสาธิต	นำเสนอพร้อมสาธิตการทำงานจริง	5	≥ 60%

รายละเอียด STEM Project (25 คะแนน):

หัวข้อ	รายละเอียดการประเมิน	คะแนน
1. Define	- วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดความต้องการชัดเจน	2
2. Research & Design	- คำนวณทอร์ก สมดุล และการเคลื่อนที่ถูกต้อง (4) - วาดแบบ 3 มุมมองครบถ้วน (2) - แสดง Free Body Diagram (1)	7
3. Build	- ความแข็งแรงของโครงสร้าง (3) - ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (2) - ความเรียบร้อยสวยงาม (1)	6
4. Test	- ทดสอบครบทุกเงื่อนไข (2) - บันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ (2)	4
5. Improve	- วิเคราะห์จุดอ่อน-จุดแข็ง (1) - เสนอแนวทางพัฒนา (1)	2
6. รายงาน	- รายงานครบถ้วนตามโครงสร้าง (2) - ภาษาและรูปแบบ (1)- ส่งตรงเวลา (1)	4

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) 20 คะแนน

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ความรับผิดชอบ	- ส่งงานตรงเวลา - ดูแลอุปกรณ์การทดลอง	5	≥ 60%
ความร่วมมือในกลุ่ม	- ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ - แบ่งหน้าที่ชัดเจน	5	≥ 60%

พฤติกรรม	วิธีการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ความละเอียดรอบคอบ	- ความพิถีพิถันในการคำนวณและทดลอง - ความปลอดภัยในการทำงาน	5	≥ 60%
การเข้าชั้นเรียน	- เข้าชั้นตรงเวลาและสม่ำเสมอ - มีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	≥ 60%

วิธีประเมิน:

- ครูสังเกต (50%)
- เพื่อนประเมิน (25%)
- ประเมินตนเอง (25%)

การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment)

แบบทดสอบหลังเรียน 100 คะแนน

ส่วนที่	รูปแบบ	จำนวนข้อ	คะแนน	เวลา	เกณฑ์ผ่าน
ส่วนที่ 1	ปรนัย (Multiple Choice)	30 ข้อ	30 คะแนน	30 นาที	≥ 60%
ส่วนที่ 2	อัตนัย (คำนวณ)	7 ข้อ	70 คะแนน	60 นาที	≥ 60%
รวม		**37 ข้อ**	**100 คะแนน**	**90 นาที**	**≥ 60%**

สรุปคะแนนรวม

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	น้ำหนัก	คะแนนถ่วงน้ำหนัก	เกณฑ์ผ่าน
ระหว่างเรียน	100	60%	60	≥ 60%
- พุทธิพิสัย	40			
- ทักษะพิสัย	40			
- จิตพิสัย	20			
หลังเรียน	100	40%	40	≥ 60%
- แบบทดสอบ	100			
รวมทั้งหมด	—	**100%**	**100**	**≥ 60%**

แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เงื่อนไขของสมดุลแบบขนานคือข้อใด

ก. $\Sigma F = 0$

ข. $\Sigma \tau = 0$

ค. $F = ma$

ง. ถูกทั้ง ก และ ข

2. ทอร์กมีหน่วยเป็นข้อใด

ก. นิวตัน (N)

ข. นิวตัน-เมตร (N·m)

ค. วัตต์ (W)

ง. จูล (J)

3. กระทำแรง 50 N ห่างจากแกนหมุน 2 m ทอร์กที่เกิดขึ้นเท่าใด

ก. 25 N·m

ข. 50 N·m

ค. 100 N·m

ง. 200 N·m

4. วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 100 m ใน 5 s ความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ก. 10 m/s

ข. 20 m/s

ค. 50 m/s

ง. 500 m/s

5. รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น 10 m/s และความเร่ง 2 m/s^2 ความเร็วหลัง 5 s เท่าใด

ก. 15 m/s

ข. 20 m/s

ค. 25 m/s

ง. 30 m/s

6. ปล่อยวัตถุตกอย่างอิสระจากความสูง 20 m ความเร็วขณะถึงพื้นเท่าใด ($g=10\ m/s^2$)

ก. 10 m/s

ข. 20 m/s

ค. 30 m/s

ง. 40 m/s

7. ข้อใดคือตัวอย่างการประยุกต์ใช้ทอร์กในงานไฟฟ้า

ก. การคำนวณแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

ข. การออกแบบประแจขันสลักเกลียว

ค. การคำนวณสมดุลของเสาส่งไฟฟ้า

ง. ถูกทุกข้อ

8. วัตถุมีความเร็วต้น 0 เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 m/s^2 เป็นเวลา 4 s ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้เท่าใด

ก. 20 m

ข. 40 m

ค. 80 m

ง. 100 m

9. การกระจัดเป็นปริมาณชนิดใด

ก. สเกลาร์

ข. เวกเตอร์

ค. ทั้งสองอย่าง

ง. ไม่ใช่ทั้งสองอย่าง

10. จุดศูนย์ถ่วงคือข้อใด

ก. จุดที่น้ำหนักของวัตถุกระจายสมดุลกัน

ข. จุดที่แรงลัพธ์เป็นศูนย์

ค. จุดที่ทอร์กลัพธ์เป็นศูนย์

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ 1. ก. $\Sigma F = 0$

ข้อ 2. ข. นิวตัน-เมตร (N·m)

ข้อ 3. ค. 100 N·m ($\tau = F \times d = 50 \times 2 = 100$)

ข้อ 4. ข. 20 m/s ($v = s/t = 100/5 = 20$)

ข้อ 5. ข. 20 m/s ($v = u + at = 10 + 2(5) = 20$)

ข้อ 6. ข. 20 m/s ($v^2 = 2gh$, $v = \sqrt{(2 \times 10 \times 20)} = 20$)

ข้อ 7. ง. ถูกทุกข้อ

ข้อ 8. ข. 40 m ($s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}(5)(4^2) = 40$)

ข้อ 9. ข. เวกเตอร์

ข้อ 10. ง. ถูกทุกข้อ

6. เอกสารอ้างอิง

4. กระทรวงศึกษาธิการ. (2567). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567.
5. ชูชาติ เรืองรุ่ง. (2565). กลศาสตร์ สำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ: แม็ค.
6. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). คู่มือฟิสิกส์. กรุงเทพฯ: สสวท.
7. Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). Physics for Scientists and Engineers (10th ed.). Cengage.
8. Khan Academy. (2023). Motion in One Dimension. Retrieved from https://www.khanacademy.org

ใบงาน: การคำนวณทอร์กและการเคลื่อนที่

ชื่อ-สกุล: _____ รหัสประจำตัว: _____

ชั้น: _____ กลุ่ม: _____ วันที่: _____

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณทอร์กได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้

ตอนที่ 1: การคำนวณทอร์ก

1. กระทำแรง 60 N ห่างจากแกนหมุน 0.5 m จงหาทอร์ก

   $\boldsymbol{\tau} = F \times d =$ _____ N·m

2. คานยาว 4 m มีจุดหมุนอยู่ตรงกลาง แขวนมวล 10 kg ที่ปลายด้านซ้าย ต้องใช้แรงเท่าใดที่ปลายด้านขวาจึงจะสมดุล ($g = 10\ m/s^2$)

   $F =$ _____ N

ตอนที่ 2: การคำนวณการเคลื่อนที่

3. รถมีความเร็วต้น 5 m/s เร่งด้วยความเร่ง 3 m/s^2 เป็นเวลา 4 s

   ก. ความเร็วสุดท้าย $v = u + at =$ _____ m/s

   ข. ระยะทาง $s = ut + \frac{1}{2}at^2 =$ _____ m

4. ปล่อยลูกบอลตกจากความสูง 45 m ($g = 10\ m/s^2$)

   ก. เวลาที่ใช้ในการตก $t = \sqrt{(2h/g)} =$ _____ s

   ข. ความเร็วขณะถึงพื้น $v = \sqrt{(2gh)} =$ _____ m/s

เฉลยใบงาน

1. $\boldsymbol{\tau} = 60 \times 0.5 = 30$ N·m

2. F = 100 N ($\boldsymbol{\tau_1} = \boldsymbol{\tau_2}$, $10\times10\times2 = F\times2$, $F = 100$)

3. ก. $v = 5 + 3(4) = 17$ m/s ข. $s = 5(4) + \frac{1}{2}(3)(16) = 44$ m

4. ก. $t = \sqrt{(2\times45/10)} = 3$ s ข. $v = \sqrt{(2\times10\times45)} = 30$ m/s

ใบความรู้: สมดุลและการเคลื่อนที่

ทอร์กหรือโมเมนต์ของแรง

ทอร์ก (Torque) คือ แรงที่ทำให้วัตถุหมุนรอบแกน

สูตร: $\boldsymbol{\tau} = F \times d$

โดยที่ F = แรง, d = แขนโมเมนต์ (ระยะห่างจากแกนหมุนถึงจุดกระทำแรง)

เงื่อนไขของสมดุล

1. สมดุลแบบขนาน: $\boldsymbol{\Sigma}F = 0$ (ผลรวมแรงเป็นศูนย์)

2. สมดุลต่อการหมุน: $\boldsymbol{\Sigma\tau} = 0$ (ผลรวมทอร์กเป็นศูนย์)

สมการการเคลื่อนที่

สมการที่ 1: $v = u + at$

สมการที่ 2: $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

สมการที่ 3: $v^2 = u^2 + 2as$

โดยที่ u = ความเร็วต้น, v = ความเร็วปลาย, a = ความเร่ง, t = เวลา, s = ระยะทาง

การตกอย่างอิสระ

เมื่อวัตถุตกอย่างอิสระ ความเร่งเท่ากับ g = 9.8 m/s² (หรือประมาณ 10 m/s²)

สูตรสำคัญ:

• $v = gt$ (ความเร็วขณะที่ตก)

• $h = \frac{1}{2}gt^2$ (ความสูงที่ตก)

• $v^2 = 2gh$

การประยุกต์ใช้ในงานไฟฟ้า

- คำนวณแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้า (Torque = Power / Angular Velocity)
- ออกแบบระบบสมดุลของเสาส่งไฟฟ้า
- วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลิฟต์ในอาคาร
- คำนวณความเร่งของระบบสายพานลำเลียงในโรงงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 300000-1302 วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร	
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สารละลาย กรด เบส เกลือ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานวิเคราะห์สมบัติของสารละลายกรด -เบส คุณสมบัติของกรด-เบส		

ผลการเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้สารละลายกรด เบสและเกลือในการคิดวิเคราะห์

การตัดสินใจและแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารละลายในงานอาชีพไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประยุกต์ใช้สารละลายกรด เบสและเกลือในการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจและแก้ปัญหา
2. บอกชนิดของสารละลายและสมบัติของกรด-เบสได้
3. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ได้
4. คำนวณหาค่า pH และ pOH ของสารละลายได้อย่างถูกต้อง
5. วิเคราะห์สมบัติสารละลายบัฟเฟอร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

1. อธิบายความหมายและชนิดของสารละลายได้
2. บอกหน่วยความเข้มข้นของสารละลายได้
3. อธิบายความหมายและสมบัติของกรดและเบสได้
4. จำแนกชนิดของกรดและเบสตามความแรงได้
5. อธิบายความหมายของ pH และ pOH ได้
6. บอกประโยชน์ของสารละลายกรด เบส เกลือในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ปฏิบัติการทดลองหาค่า pH ของสารละลายโดยใช้กระดาษลิตมัสและ pH meter
2. ปฏิบัติการเตรียมสารละลายในความเข้มข้นที่กำหนด
3. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายและค่า pH, pOH ได้อย่างถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

1. มีความระมัดระวังในการใช้สารเคมี
2. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
3. เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในงานอาชีพและชีวิตประจำวัน

เนื้อหาสาระ

1 ความหมายของสารละลาย

- ตัวทำละลาย (Solvent) และตัวละลาย (Solute)
- การละลาย (Dissolution)

2 ชนิดของสารละลาย

- สารละลายจริง (True Solution)
- สารละลายคอลลอยด์ (Colloidal Solution)
- สารแขวนลอย (Suspension)

3 ความเข้มข้นของสารละลาย

- ร้อยละโดยมวล (%w/w)
- ร้อยละโดยปริมาตร (%v/v)
- ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%w/v)
- โมลาริตี (Molarity, M)
- โมแลลิตี (Molality, m)

4 ความหมายของสารละลายกรดและเบส

- ทฤษฎีอาร์เรเนียส
- ทฤษฎีบรอนสเตด-ลาวรี

5 สมบัติทั่วไปของกรดและเบส

- รสชาติ สี การนำไฟฟ้า
- ปฏิกิริยาที่สำคัญ

6 ชนิดของกรดและเบส

- กรดแก่และกรดอ่อน
- เบสแก่และเบสอ่อน

7 ความแรงของกรดและเบส

- ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (Ka)
- ค่าคงที่การแตกตัวของเบส (Kb)

8 การหา pH ของสารละลาย

- pH = -log[H^+]
- pOH = -log[OH^-]
- pH + pOH = 14

9 เกลือ

- การเกิดเกลือจากปฏิกิริยากลางกรด-เบส
- ชนิดของเกลือ

10 สารละลายบัฟเฟอร์

- ความหมายและหน้าที่
- ชนิดของบัฟเฟอร์

11 ประโยชน์ของสารละลายกรด เบสและเกลือ

- ในชีวิตประจำวัน
- ในงานอาชีพไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

กิจกรรมการเรียนรู้ (STEM Education Approach)
ชั่วโมงที่ 1-2: ทฤษฎี (2 ชั่วโมง)
ขั้นที่ 1: นำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) - 15 นาที

กิจกรรม: กรณีศึกษา "อุบัติเหตุแบตเตอรี่รั่วในโรงงาน"

เนื้อหา:

- ครูฉายภาพ/วิดีโอ: แบตเตอรี่รถยนต์รั่ว กรด H_2SO_4 ทำให้พื้นคอนกรีตกัดกร่อน
- นำเสนอข่าว: ช่างซ่อมมือถือถูกกรดจากแบตเตอรี่ลิเธียมไหม้ผิวหนัง
- แสดงภาพ: แผงวงจร PCB ที่ถูกกัดด้วยกรด

คำถามกระตุ้นการคิด:

- "ทำไมกรดถึงกัดกร่อนได้? มีสมบัติอะไร?"
- "ช่างอิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้สารเคมีอะไรบ้าง?"

- "ถ้าถูกกรดต้องทำอย่างไร?"

กิจกรรมสาธิต: "มหัศจรรย์ของกรด-เบส"

- ทดลอง 1: หยดน้ำมะนาวลงบนเปลือกไข่ ⟶ เกิดฟอง (CO_2)
- ทดลอง 2: ผสมน้ำส้มสายชู + โซดาขาว ⟶ เกิดปฏิกิริยาเดือด
- ทดลอง 3: ทดสอบน้ำยาล้างห้องน้ำด้วยลิตมัส ⟶ สีน้ำเงิน (เบส)

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** เคมีของกรด-เบส ปฏิกิริยากลาง
- **E (Engineering):** การใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต PCB
- **T (Technology):** แบตเตอรี่ pH meter เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

ขั้นที่ 2: สำรวจและค้นคว้า (Exploration) - 35 นาที

Activity 1: ทดลองหาความเป็นกรด-เบสด้วยสารธรรมชาติ (20 นาที)

อุปกรณ์:

- สารสกัดจากดอกอัญชัน (ทำตัวบ่งชี้)
- สารละลายต่างๆ: น้ำมะนาว, น้ำส้มสายชู, น้ำด่าง, น้ำสบู่, น้ำเกลือ
- หลอดทดลอง, หลอดหยด
- แว่นตานิรภัย

ขั้นตอน:

Part A: เตรียมตัวบ่งชี้จากอัญชัน

1. ต้มดอกอัญชัน 5 ดอกในน้ำ 200 ml
2. กรองน้ำสีม่วง ⟶ ได้น้ำอัญชัน (ตัวบ่งชี้ธรรมชาติ)

Part B: ทดสอบสารละลาย

1. เทน้ำอัญชัน 2 ml ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด
2. หยดสารละลายต่างๆ ลงไป (น้ำมะนาว, น้ำด่าง, น้ำสบู่, น้ำส้มสายชู, น้ำเกลือ)
3. สังเกตการเปลี่ยนสี:

- กรด ⟶ สีชมพู/แดง
- เบส ⟶ สีเขียว
- กลาง ⟶ สีม่วง

บันทึกผล:

สารละลาย	สีที่ได้	กรด/เบส/กลาง	ค่า pH (คาดการณ์)
น้ำมะนาว	ชมพู	กรด	2-3
น้ำส้มสายชู	แดง	กรด	3
น้ำด่าง	เขียว	เบส	9-10
น้ำสบู่	เขียวอ่อน	เบส	8-9
น้ำเกลือ	ม่วง	กลาง	7

Activity 2: วัดค่า pH ด้วย pH Meter และกระดาษ pH (15 นาที)

อุปกรณ์:

- pH meter (ถ้ามี) หรือกระดาษ pH
- สารละลายเดิม
- บีกเกอร์

ขั้นตอน:

1. ใช้ pH meter วัดค่า pH ของสารละลายแต่ละตัว
2. เปรียบเทียบกับการทดสอบด้วยตัวบ่งชี้ธรรมชาติ
3. บันทึกค่า pH จริง

ตารางเปรียบเทียบ:

สารละลาย	pH (คาดการณ์)	pH (วัดจริง)	ความคลาดเคลื่อน
น้ำมะนาว	2-3	_____	_____
น้ำส้มสายชู	3	_____	_____

สารละลาย	pH (คาดการณ์)	pH (วัดจริง)	ความคลาดเคลื่อน
น้ำด่าง	9-10	_____	_____
น้ำสบู่	8-9	_____	_____
น้ำเกลือ	7	_____	_____

คำถามวิเคราะห์:

- ตัวบ่งชี้ธรรมชาติแม่นยำแค่ไหน?
- สารละลายใดเป็นกรดแก่? กรดอ่อน?
- pH meter มีข้อดีกว่ากระดาษ pH อย่างไร?

บูรณาการ STEM:

- **S:** คุณสมบัติของกรด-เบส ตัวบ่งชี้
- **T:** การใช้ pH meter เครื่องมือวัดดิจิทัล
- **M:** การคำนวณ pH, log, การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 3: อธิบายและนำเสนอ (Explanation) - 40 นาที

การบรรยายแบบ Interactive Learning

หัวข้อที่ 1: สารละลายและความเข้มข้น (10 นาที)

1.1 ความหมาย

- **สารละลาย** = ของผสมเนื้อเดียวกัน
    - ตัวทำละลาย (Solvent) - มีปริมาณมาก เช่น น้ำ
    - ตัวละลาย (Solute) - มีปริมาณน้อย เช่น เกลือ

1.2 ชนิดของสารละลาย

- สารละลายจริง (True Solution) - ใส เห็นทะลุ
- คอลลอยด์ (Colloidal Solution) - ขุ่นๆ
- สารแขวนลอย (Suspension) – ตกตะกอน

1.3 ความเข้มข้น

1. ร้อยละโดยมวล: %w/w = (มวลตัวละลาย/มวลสารละลาย) × 100
2. โมลาริตี: M = จำนวนโมล / ปริมาตร(L)

   จำนวนโมล = มวล(g) / มวลโมเลกุล(g/mol)

หัวข้อที่ 2: กรดและเบส (15 นาที)

2.1 ทฤษฎี

- **อาร์เรเนียส:**
  - กรด ⟶ ให้ H^+ ในน้ำ
  - เบส ⟶ ให้ OH^- ในน้ำ
- **บรอนสเตด-ลาวรี:**
  - กรด ⟶ ให้โปรตอน (H^+)
  - เบส ⟶ รับโปรตอน

2.2 สมบัติ

สมบัติ	กรด	เบส
รสชาติ	เปรี้ยว	ขม
สัมผัส	-	ลื่น
ลิตมัสสีน้ำเงิน	⟶ แดง	ไม่เปลี่ยน
ลิตมัสสีแดง	ไม่เปลี่ยน	⟶ น้ำเงิน
pH	< 7	> 7

2.3 ชนิด

- **กรดแก่** (แตกตัวสมบูรณ์): HCl, H_2SO_4, HNO_3
- **กรดอ่อน** (แตกตัวบางส่วน): CH_3COOH, H_2CO_3
- **เบสแก่**: NaOH, KOH
- **เบสอ่อน**: NH_3, $Mg(OH)_2$

หัวข้อที่ 3: pH และ pOH (10 นาที)

3.1 สูตรสำคัญ

pH = -log[H^+]

pOH = -log[OH^-]

pH + pOH = 14 (ที่ 25°C)

[H^+] × [OH^-] = 1×10^{-14}

3.2 สเกล pH

0 -------- 7 -------- 14

กรดแก่ กลาง เบสแก่

ตัวอย่าง 1: สารละลาย HCl มี [H^+] = 0.01 M หา pH

pH = -log[H^+] = -log(0.01) = -log(10^{-2}) = 2

หัวข้อที่ 4: เกลือและบัฟเฟอร์ (5 นาที)

4.1 เกลือ

- เกิดจากปฏิกิริยา: กรด + เบส ⟶ เกลือ + น้ำ
- ตัวอย่าง: HCl + NaOH ⟶ NaCl + H_2O

4.2 สารละลายบัฟเฟอร์

- ต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH
- ประกอบด้วย: กรดอ่อน + เกลือของกรดนั้น หรือ: เบสอ่อน + เกลือของเบสนั้น

เทคนิคการสอน:

- ใช้แอนิเมชั่นแสดงการแตกตัวของกรด-เบส
- สาธิตการเปลี่ยนสีของ pH indicator
- ยกตัวอย่างจากชีวิตจริง: น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำส้ม น้ำด่าง

บูรณาการ STEM:

- **E:** การใช้ในงานชุบโลหะ กัด PCB
- **M:** ลอการิทึม การคำนวณความเข้มข้น

ขั้นที่ 4: ขยายความรู้ (Elaboration) - 20 นาที
กิจกรรม: Problem-Based Learning
ปัญหาที่ 1: การผลิตแผงวงจร PCB (กลุ่มละ 10 นาที)

สถานการณ์: โรงงานผลิต PCB ใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เพื่อกัดทองแดงออกจากแผ่น PCB

โจทย์:

1. ทำไมต้องใช้กรด? กรดมีหน้าที่อะไร?
2. ต้องการสารละลาย HCl 2 M ปริมาตร 500 ml จากสารละลาย HCl 37% (ความหนาแน่น 1.19 g/ml) ต้องใช้เท่าไร?
3. ถ้าค่า pH ของสารละลายสูงเกินไป จะเกิดอะไรขึ้น?
4. เสนอมาตรการความปลอดภัยในการใช้กรด

การคำนวณ:

โมลาริตีที่ต้องการ: $M_1V_1 = M_2V_2$
มวลโมเลกุล HCl = 36.5 g/mol

ปัญหาที่ 2: การดูแลแบตเตอรี่รถยนต์ (กลุ่มละ 10 นาที)

สถานการณ์: แบตเตอรี่รถยนต์ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 4.5 M เป็นอิเล็กโทรไลต์

โจทย์:

1. อธิบายการทำงานของแบตเตอรี่ โดยเกี่ยวข้องกับกรด
2. คำนวณ pH ของกรดในแบตเตอรี่
3. ถ้าแบตเตอรี่รั่ว ต้องใช้สารอะไรกลางกรด? เพราะอะไร?
4. เสนอแนวทางการทิ้งแบตเตอรี่เก่าอย่างปลอดภัย

บูรณาการ STEM:

- **S:** ปฏิกิริยาเคมี อิเล็กโทรเคมี
- **T:** PCB แบตเตอรี่ กระบวนการผลิต
- **E:** วิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์
- **M:** การคำนวณโมลาริตี pH ความเข้มข้น

ขั้นที่ 5: ประเมินผล (Evaluation) - 10 นาที

กิจกรรม:

- กลุ่มนำเสนอคำตอบโดยย่อ (3 นาที/กลุ่ม)
- ถาม-ตอบ และชี้แนะ
- ทำ Kahoot Quiz 5 ข้อ (pH, การคำนวณ, การประยุกต์)
- มอบหมายการบ้าน: อ่านใบความรู้, ทำใบงาน, ดูวิดีโอ pH meter

ชั่วโมงที่ 3-4: ปฏิบัติ (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: ทบทวนและเตรียมความพร้อม - 15 นาที

ทบทวน:

- กรด vs เบส vs กลาง
- สูตร pH = -log[H^+], pOH = -log[OH^-]
- การใช้สารเคมีในงานอิเล็กทรอนิกส์

ความปลอดภัย (Safety Briefing):

1. ห้ามสัมผัสกรด-เบสเข้มด้วยมือเปล่า
2. สวมแว่นตานิรภัย ถุงมือ ผ้ากันเปื้อน
3. ถ้าสารเคมีหก: ล้างด้วยน้ำมากๆ
4. ถ้าเข้าตา: ล้างด้วยน้ำทันที 15 นาที แล้วไปพบแพทย์
5. ไม่กลิ่น ไม่ชิม สารเคมี
6. **ทิ้งสารเคมีในภาชนะที่กำหนดเท่านั้น**

แบ่งกลุ่ม:

- กลุ่มละ 4-5 คน
- แจกอุปกรณ์และคู่มือ

ขั้นที่ 2: โครงงาน STEM Project - 75 นาที

โครงงาน: "ออกแบบและผลิตน้ำยาทำความสะอาด PCB สีเขียว"

Mission Statement: ออกแบบสูตรน้ำยาทำความสะอาดแผงวงจร PCB ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพในการขจัดฟลักซ์และคราบสกปรก

Phase 1: DEFINE - กำหนดปัญหา (10 นาที)

ปัญหา:

- น้ำยาทำความสะอาด PCB ทั่วไป (IPA, Acetone) มีสารพิษ
- ระเหยเร็ว เป็นอันตรายต่อช่าง
- ราคาแพง

ความต้องการผลิตภัณฑ์:

1. **ทำความสะอาดได้ดี:** ขจัดฟลักซ์, น้ำมัน, คราบสกปรก
2. **ปลอดภัย:** ไม่มีสารพิษ pH ใกล้กลาง (6-8)
3. **เป็นมิตรสิ่งแวดล้อม:** ย่อยสลายได้ง่าย
4. **ราคาถูก:** ใช้วัตถุดิบหาง่าย

ข้อจำกัด:

- งบประมาณ: 50 บาท/ลิตร
- ไม่ใช้สารเคมีอันตราย (กรดแก่, เบสแก่)
- pH ต้องอยู่ระหว่าง 6-8

Phase 2: RESEARCH & DESIGN - ศึกษาและออกแบบสูตร (15 นาที)

การวิจัย:

วัตถุดิบธรรมชาติที่เป็นไปได้:

1. น้ำส้มสายชู (กรดอะซิติก) - pH 3, ละลายไขมัน
2. น้ำมะนาว (กรดซิตริก) - pH 2-3, ขจัดสนิม
3. เบกกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต) - pH 8-9, ขัดคราบ
4. แอลกอฮอล์ (เอทานอล 70%) - ระเหยเร็ว ทำความสะอาด
5. น้ำยาล้างจาน - ลดแรงตึงผิว ขจัดน้ำมัน

การออกแบบสูตร (3 สูตร):

สูตรที่ 1: กรดอ่อน (Mild Acid)

- น้ำส้มสายชู 10 ml
- น้ำมะนาว 10 ml
- แอลกอฮอล์ 70% 30 ml
- น้ำกลั่น 50 ml
- pH คาดการณ์: 3-4

สูตรที่ 2: เบสอ่อน (Mild Base)

- เบกกิ้งโซดา 5 g
- น้ำยาล้างจาน 10 ml
- แอลกอฮอล์ 70% 30 ml
- น้ำกลั่น 50 ml
- pH คาดการณ์: 8-9

สูตรที่ 3: กลาง (Neutral)

- แอลกอฮอล์ 70% 50 ml
- น้ำยาล้างจาน 5 ml
- น้ำกลั่น 45 ml
- pH คาดการณ์: 6-7

การคำนวณ pH:

สำหรับกรดอ่อน (CH_3COOH):

$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

ใช้สูตร: $pH = -\log\sqrt{(K_a \times C)}$

Phase 3: BUILD - ผสมสารละลาย (20 นาที)

ขั้นตอนการผสม:

สถานีที่ 1: สูตรกรดอ่อน

1. เท น้ำกลั่น 50 ml ลงบีกเกอร์
2. เติม น้ำส้มสายชู 10 ml
3. เติม น้ำมะนาว 10 ml
4. เติม แอลกอฮอล์ 30 ml
5. คนให้เข้ากัน
6. วัด pH ด้วย pH meter

สถานีที่ 2: สูตรเบสอ่อน

1. ละลาย เบกกิ้งโซดา 5 g ในน้ำกลั่น 50 ml
2. เติม น้ำยาล้างจาน 10 ml
3. เติม แอลกอฮอล์ 30 ml
4. คนให้เข้ากัน
5. วัด pH

สถานีที่ 3: สูตรกลาง

1. ผสม แอลกอฮอล์ 50 ml + น้ำกลั่น 45 ml
2. เติม น้ำยาล้างจาน 5 ml
3. เขย่าให้เข้ากัน
4. วัด pH

บันทึกข้อมูล:

สูตร	ส่วนผสม	pH (วัดได้)	ผ่าน/ไม่ผ่าน (6-8)
1: กรดอ่อน	ส้มสายชู + มะนาว	_____	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
2: เบสอ่อน	เบกกิ้งโซดา	_____	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
3: กลาง	แอลกอฮอล์	_____	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

Phase 4: TEST - ทดสอบประสิทธิภาพ (20 นาที)

การทดสอบที่ 1: ทดสอบความสามารถในการทำความสะอาด

เตรียมตัวอย่าง PCB:

- ใช้ PCB เก่าที่มีฟลักซ์ คราบน้ำมัน คราบไหม้
- ตัดเป็น 3 ชิ้นเท่าๆ กัน

วิธีทดสอบ:

1. จุ่ม PCB ชิ้นที่ 1 ลงในสูตร 1 เป็นเวลา 2 นาที
2. ใช้แปรงนุ่มขัดเบาๆ
3. ล้างด้วยน้ำ เช็ดให้แห้ง
4. ถ่ายภาพและให้คะแนน (1-10)

ทำซ้ำกับสูตร 2 และ 3

เกณฑ์ให้คะแนน:

- 10 = สะอาดมาก ไม่มีคราบ
- 7-9 = สะอาดดี มีคราบเล็กน้อย
- 4-6 = สะอาดปานกลาง
- 1-3 = ไม่ค่อยสะอาด

การทดสอบที่ 2: ทดสอบความปลอดภัย

ทดสอบ pH:

- ต้องอยู่ระหว่าง 6-8
- นอกเหนือจาก ⟶ ไม่ผ่าน

ทดสอบการระคายเคือง:

- ทาบนผิวหนัง (ใช้ด้านในแขน)
- สังเกต 5 นาที: แดง/คัน/ปวด?

- ล้างออกทันที

ทดสอบการกัดกร่อน:

- หยดลงบนแผ่นทองแดง
- ทิ้งไว้ 10 นาที
- สังเกต: มีรอยกัดกร่อนหรือไม่?

การทดสอบที่ 3: ทดสอบต้นทุน

คำนวณต้นทุนต่อ 100 ml:

วัตถุดิบ	ปริมาณ	ราคา/หน่วย	ต้นทุน
น้ำส้มสายชู	10 ml	20 บาท/ลิตร	0.20 บาท
น้ำมะนาว	10 ml	5 บาท/ผล	1 บาท
แอลกอฮอล์ 70%	30 ml	50 บาท/ลิตร	1.50 บาท
น้ำกลั่น	50 ml	10 บาท/ลิตร	0.50 บาท
รวม	**100 ml**		**~3-4 บาท**

ตารางสรุปผลการทดสอบ:

สูตร	pH	ความสะอาด (1-10)	ปลอดภัย (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ต้นทุน (บาท/100ml)	คะแนนรวม
1: กรดอ่อน	_____	_____	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	_____	_____
2: เบสอ่อน	_____	_____	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	_____	_____
3: กลาง	_____	_____	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	_____	_____

สูตรที่ดีที่สุดคือ: _____

Phase 5: IMPROVE & OPTIMIZE - ปรับปรุง (10 นาที)

การวิเคราะห์:

- สูตรใดทำความสะอาดได้ดีที่สุด? ทำไม?
- สูตรใดปลอดภัยที่สุด?
- สูตรใดถูกที่สุด?
- มีข้อเสียอะไรบ้าง?

ข้อเสนอแนะปรับปรุง:

1. ถ้า pH ต่ำเกินไป (< 6) ⟶ เติมเบกกิ้งโซดาเล็กน้อย
2. ถ้า pH สูงเกินไป (> 8) ⟶ เติมน้ำมะนาวหรือส้มสายชู
3. ถ้าทำความสะอาดไม่ดี ⟶ เพิ่มความเข้มข้นของสารทำความสะอาด
4. ถ้ากลิ่นแรงเกินไป ⟶ ใส่น้ำมันหอมระเหย

การต่อยอด:

- เติมสารกันบูด (เพื่อเก็บได้นาน)
- ทำบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม
- ทดสอบกับ PCB หลายชนิด
- ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 3: นำเสนอผลงาน - 25 นาที

รูปแบบการนำเสนอ: (กลุ่มละ 5 นาที)

โครงสร้าง:

1. **ปัญหาและวัตถุประสงค์** (30 วินาที)
2. **การออกแบบสูตร** (1 นาที)
    - อธิบายเหตุผลในการเลือกวัตถุดิบ
    - แสดงการคำนวณ pH
3. **ผลการทดสอบ** (2 นาที)
    - แสดงภาพ PCB ก่อน-หลัง
    - นำเสนอข้อมูล pH, ความสะอาด, ต้นทุน
4. **การสาธิต** (1 นาที)
    - สาธิตการใช้น้ำยาทำความสะอาด PCB

5. **สรุปและข้อเสนอแนะ** (30 วินาที)

เกณฑ์ให้คะแนน:

- การออกแบบและเหตุผล (25%)
- ผลการทดสอบและข้อมูล (30%)
- ความปลอดภัยและ pH (20%)
- ความคิดสร้างสรรค์ (15%)
- การนำเสนอ (10%)

ขั้นที่ 4: สรุปและสะท้อนการเรียนรู้ - 5 นาที

กิจกรรม:

- ครูสรุปความรู้เรื่องกรด-เบส pH และการประยุกต์ใช้
- ผู้เรียนเขียน Reflection:
    - 3 สิ่งที่เรียนรู้
    - 2 สิ่งที่ประทับใจ
    - 1 คำถามที่ยังสงสัย

การเชื่อมโยงอาชีพ:

- ช่างซ่อมอิเล็กทรอนิกส์ ⟶ ใช้น้ำยาทำความสะอาด
- วิศวกร PCB ⟶ ใช้กรดกัดทองแดง
- ช่างแบตเตอรี่ ⟶ ดูแลกรดในแบตเตอรี่
- ช่างชุบโลหะ ⟶ ควบคุม pH ในน้ำยาชุบ

การวัดและประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน (Pre-Assessment)

เครื่องมือ	**วิธีการ**	**จุดประสงค์**	**น้ำหนักคะแนน**
แบบทดสอบก่อนเรียน	ทำแบบทดสอบ 10 ข้อ เกี่ยวกับสารละลายกรด-เบส	ประเมินความรู้พื้นฐาน	ไม่นับคะแนน

เครื่องมือ	วิธีการ	จุดประสงค์	น้ำหนักคะแนน
แบบสำรวจประสบการณ์	สำรวจการใช้สารเคมีในชีวิตประจำวัน	วางแผนการสอน	ไม่นับคะแนน

การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment)

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือ	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
คำถามในชั้นเรียน	ตอบคำถามและวิเคราะห์	5	≥ 60%
แบบฝึกหัดท้ายบท	ทำแบบฝึกหัด 10 ข้อ คำนวณ pH	10	≥ 60%
ใบงานปฏิบัติการ	ใบงานการหาค่า pH	15	≥ 60%
Quiz Online	ทำแบบทดสอบออนไลน์	10	≥ 60%

รายละเอียดใบงาน (15 คะแนน):

- การทดสอบด้วยลิตมัสถูกต้อง (5 คะแนน)
- การคำนวณ pH, pOH ถูกต้อง (7 คะแนน)
- การวิเคราะห์และสรุป (3 คะแนน)

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) 40 คะแนน

เครื่องมือ	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ทักษะการทดลอง	การใช้ pH meter, กระดาษลิตมัส	10	≥ 60%
STEM Project	โครงงานน้ำยาทำความสะอาด PCB	25	≥ 60%
การนำเสนอและสาธิต	นำเสนอพร้อมสาธิต	5	≥ 60%

รายละเอียด STEM Project (25 คะแนน):

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
1. Define	กำหนดปัญหาและความต้องการชัดเจน	2
2. Research & Design	- คำนวณ pH ถูกต้อง (3) - ออกแบบสูตรมีเหตุผล (3) - เลือกวัตถุดิบเหมาะสม (2)	8
3. Build	- ผสมสารถูกวิธี (3) - วัด pH แม่นยำ (2)	5
4. Test	- ทดสอบครบ 3 ด้าน (3) - บันทึกข้อมูลครบถ้วน (2)	5
5. Improve	- วิเคราะห์และเสนอแนะ (2)	2
6. รายงาน	- สมบูรณ์ ส่งตรงเวลา (3)	3

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) - 20 คะแนน

พฤติกรรม	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ความปลอดภัย	สวมอุปกรณ์ครบ ปฏิบัติตามคำแนะนำ	5	≥ 60%
ความรับผิดชอบ	ดูแลอุปกรณ์ ทิ้งสารเคมีถูกที่	5	≥ 60%
ความร่วมมือ	ทำงานกลุ่มได้ดี	5	≥ 60%
ความละเอียด	ระมัดระวังในการทดลอง	5	≥ 60%

วิธีประเมิน:

- ครูสังเกต (50%)
- เพื่อนประเมิน (25%)
- ประเมินตนเอง (25%)

การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment)

แบบทดสอบ 100 คะแนน

ส่วน	รูปแบบ	จำนวน	คะแนน	เวลา
ปรนัย	Multiple Choice	30 ข้อ	30	30 นาที

ส่วน	รูปแบบ	จำนวน	คะแนน	เวลา
อัตนัย	คำนวณ + อธิบาย	7 ข้อ	70	60 นาที
รวม		**37 ข้อ**	**100**	**90 นาที**

สรุปคะแนนรวม

รายการ	คะแนนเต็ม	น้ำหนัก	คะแนนถ่วง
ระหว่างเรียน	100	60%	60
หลังเรียน	100	40%	40
รวม	—	**100%**	**100**

สูตรคำนวณ:

คะแนนรวม = (ระหว่างเรียน × 0.60) + (หลังเรียน × 0.40)

เกณฑ์การตัดเกรด

คะแนน	เกรด	ความหมาย
80-100	4.0	ดีเยี่ยม
75-79	3.5	ดีมาก
70-74	3.0	ดี
65-69	2.5	ค่อนข้างดี
60-64	2.0	ปานกลาง (ผ่าน)
55-59	1.5	พอใช้
50-54	1.0	อ่อน
0-49	0	ไม่ผ่าน

แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ในสารละลายน้ำเกลือ ตัวทำละลายคือข้อใด

ก. น้ำ

ข. เกลือ

ค. ทั้งน้ำและเกลือ

ง. ไม่มีตัวทำละลาย

2. ละลาย NaCl 10 g ในน้ำ 90 g ความเข้มข้น %w/w เท่าใด

ก. 9%

ข. 10%

ค. 11%

ง. 90%

3. ข้อใดเป็นสมบัติของกรด

ก. มีรสเปรี้ยว

ข. ทำให้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง

ค. มีค่า pH < 7

ง. ถูกทุกข้อ

4. สารละลายมีความเข้มข้น $[H^+] = 1\times10^{-3}$ M ค่า pH เท่าใด

ก. 3

ข. 11

ค. -3

ง. 7

5. สารละลายที่มี pH = 7 คือข้อใด

ก. เป็นกรด

ข. เป็นเบส

ค. เป็นกลาง

ง. เป็นเกลือ

6. ข้อใดเป็นกรดแก่

ก. HCl

ข. CH_3COOH

ค. H_2CO_3

ง. H_3PO_4

7. pH + pOH เท่ากับเท่าใดที่อุณหภูมิ 25°C

ก. 7

ข. 10

ค. 14

ง. 21

8. สารละลายบัฟเฟอร์มีหน้าที่อย่างไร

ก. ต้านการเปลี่ยนแปลงค่า pH

ข. เพิ่มความเป็นกรด

ค. เพิ่มความเป็นเบส

ง. เปลี่ยนสีตัวบ่งชี้

9. ข้อใดคือการใช้กรดในงานอิเล็กทรอนิกส์

ก. การทำความสะอาดแผงวงจร PCB

ข. การชุบโลหะ

ค. การกัดแผ่นทองแดง

ง. ถูกทุกข้อ

10. สารละลายมี pOH = 4 ค่า pH เท่าใด

ก. 4

ข. 10

ค. 14

ง. 18

ใบงาน: การหาค่า pH ของสารละลาย

ชื่อ-สกุล: _____ รหัสประจำตัว: _____

ชั้น: _____ กลุ่ม: _____ วันที่: _____

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถหาค่า pH ของสารละลายได้

2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสารละลายเป็นกรด เบส หรือกลางได้

อุปกรณ์:

1. กระดาษลิตมัส

2. pH meter หรือกระดาษ pH

3. สารละลายต่างๆ

4. หลอดทดลอง

5. แว่นตานิรภัย ถุงมือ

ขั้นตอนการทำงาน:

ตอนที่ 1: การทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

ทดสอบสารละลายต่อไปนี้ด้วยกระดาษลิตมัส:

สารละลาย	ลิตมัสสีน้ำเงิน	ลิตมัสสีแดง	สรุป (กรด/เบส/กลาง)
น้ำส้ม			
น้ำด่าง			
น้ำสบู่			
น้ำส้มสายชู			
น้ำเกลือ			

ตอนที่ 2: การคำนวณค่า pH

1. สารละลาย HCl มีความเข้มข้น $[H^+] = 1\times10^{-2}$ M

   pH = $-\log[H^+]$ = _____

2. สารละลาย NaOH มีความเข้มข้น $[OH^-] = 1\times10^{-4}$ M

   pOH = $-\log[OH^-]$ = _____

   pH = 14 - pOH = _____

3. สารละลายมี pH = 5 จงหา $[H^+]$

$[H^+] = 10^{-pH}$ = _____

เฉลยใบงาน

ตอนที่ 2:

1. $pH = -\log(10^{-2}) = 2$

2. $pOH = -\log(10^{-4}) = 4$, $pH = 14 - 4 = 10$

3. $[H^+] = 10^{-5} = 1\times10^{-5}$ M

ใบความรู้: สารละลาย กรด เบส เกลือ

สารละลายคืออะไร?

สารละลาย คือ ของผสมเนื้อเดียวกันของตัวทำละลายและตัวละลาย

• ตัวทำละลาย (Solvent) = สารที่มีปริมาณมากกว่า (เช่น น้ำ)

• ตัวละลาย (Solute) = สารที่มีปริมาณน้อยกว่า (เช่น เกลือ)

ความเข้มข้นของสารละลาย

1. ร้อยละโดยมวล: %w/w = (มวลตัวละลาย/มวลสารละลาย) × 100

2. โมลาริตี: M = จำนวนโมล / ปริมาตร(L)

กรดและเบส

กรด (Acid):

• มีรสเปรี้ยว

• ทำให้ลิตมัสสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง

• มี pH < 7

• ให้ H^+ ในน้ำ

เบส (Base):

• มีรสขม ลื่น

• ทำให้ลิตมัสสีแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

• มี pH > 7

• ให้ OH^- ในน้ำ

สูตรสำคัญ

• $pH = -\log[H^+]$

• $pOH = -\log[OH^-]$

• $pH + pOH = 14$ (ที่ 25°C)

• $[H^+] \times [OH^-] = 1\times10^{-14}$

การประยุกต์ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์

- กรดไฮโดรคลอริก (HCl) - ทำความสะอาดแผงวงจร PCB
- กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) - ใช้ในแบตเตอรี่รถยนต์

- กรดไนตริก (HNO_3) - กัดแผ่นทองแดงในการผลิต PCB
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) - ลอกสี ล้างฟลักซ์
- สารละลายบัฟเฟอร์ - ควบคุม pH ในกระบวนการชุบโลหะ

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 300000-1302 วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร	
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าเคมีและปฏิกิริยาเคมี	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี งานวิเคราะห์ชนิดของปฏิกิริยาเคมี		

ผลการเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้าเคมีในการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจและแก้ปัญหาปฏิกิริยาเคมีต่างๆ
ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้าเคมีในการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจและแก้ปัญหา
2. บอกปฏิกิริยาย่อยของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้
3. พิจารณาการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์
4. เขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิกส์
5. ดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน
6. นำเซลล์ไฟฟ้าเคมีไปใช้ในงานอาชีพไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. บอกปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
3. จำแนกชนิดของปฏิกิริยาเคมีได้
4. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้
5. อธิบายหลักการทำงานของเซลล์กัลวานิกส์และเซลล์อิเล็กโทรไลติกได้
6. คำนวณศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ได้

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ปฏิบัติการทดลองสร้างเซลล์กัลวานิกส์อย่างง่าย
2. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.เขียนสมการรีดอกซ์และดุลสมการได้อย่างถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

1. มีความระมัดระวังในการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี
2. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
3. เห็นคุณค่าของปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ

4. เนื้อหาสาระ

1 ความหมายของปฏิกิริยาเคมี

- ตัวทำปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์
- การเขียนสมการเคมี

2 การเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic)
- ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic)

3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยา
- การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ความเข้มข้นของสารตั้งต้น
- อุณหภูมิ
- พื้นที่ผิวสัมผัส
- ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst)

5 ชนิดของปฏิกิริยาเคมี

- ปฏิกิริยาสังเคราะห์
- ปฏิกิริยาสลายตัว
- ปฏิกิริยาแทนที่
- ปฏิกิริยาแลกเปลี่ยน

6 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

7 ไฟฟ้าเคมี

- ความหมายและความสำคัญ

8 ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า

- ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Reaction)
- ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation)
- ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction)
- เลขออกซิเดชัน (Oxidation Number)

9 การดุลสมการรีดอกซ์

- วิธีเลขออกซิเดชัน
- วิธีครึ่งปฏิกิริยา

10 การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกส์

- ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิกส์
- แอโนด (Anode) และแคโทด (Cathode)
- สะพานเกลือ (Salt Bridge)
- ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ (E°cell)
- เซลล์อิเล็กโทรไลติก (Electrolytic Cell)
- การประยุกต์ใช้: แบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิง การชุบโลหะ

กิจกรรมการเรียนรู้ (STEM Education Approach)
ชั่วโมงที่ 1-2: ทฤษฎี (2 ชั่วโมง)
ขั้นที่ 1: นำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) - 15 นาที

กิจกรรม: กรณีศึกษา "พลังงานแห่งอนาคต"

เนื้อหา:

- ครูฉายวิดีโอ: รถยนต์ไฟฟ้า Tesla ใช้แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน
- แสดงภาพ: โรงงานผลิตมือถือใช้การชุบทองบน PCB
- นำเสนอข่าว: ญี่ปุ่นพัฒนารถไฟฟ้าที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน

คำถามกระตุ้นการคิด:

- "ทำไมแบตเตอรี่ถึงสามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้?"
- "เซลล์เชื้อเพลิงทำงานอย่างไร? ต่างจากแบตเตอรี่อย่างไร?"
- "การชุบทองบน PCB ใช้หลักการอะไร?"

- "อนาคตเราจะใช้พลังงานจากไฟฟ้าเคมีมากขึ้นไหม?"

กิจกรรมสาธิต: "เปลี่ยนโลหะให้เป็นไฟฟ้า"

ทดลองที่ 1: แบตเตอรี่มะนาว

- เสียบตะปูเหล็กและเหรียญทองแดงลงในมะนาว
- ต่อสายไฟและวัดแรงดันไฟฟ้า ⟶ ได้ประมาณ 0.9 V
- ถาม: "ทำไมมะนาวถึงผลิตไฟฟ้าได้?"

ทดลองที่ 2: การสึกกร่อนของเหล็ก

- แช่ตะปูเหล็กในน้ำเกลือ
- สังเกตภายหลัง 5 นาที ⟶ เกิดสนิม
- ถาม: "นี่คือปฏิกิริยาเคมีชนิดไหน?"

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** เคมีไฟฟ้า ปฏิกิริยารีดอกซ์
- **E (Engineering):** แบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิง ระบบพลังงาน
- **T (Technology):** รถยนต์ไฟฟ้า มือถือ แล็ปท็อป

ขั้นที่ 2: สำรวจและค้นคว้า (Exploration) - 35 นาที

Activity 1: ทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราปฏิกิริยาเคมี (20 นาที)

อุปกรณ์:

- เม็ดฟู่ (Effervescent tablet) หรือ $CaCO_3$
- น้ำอุณหภูมิต่างๆ (น้ำเย็น, น้ำอุ่น, น้ำร้อน)
- น้ำส้มสายชู
- หลอดทดลอง
- นาฬิกาจับเวลา

ขั้นตอน:

Part A: ทดสอบผลของอุณหภูมิ

1. เตรียมน้ำ 3 อุณหภูมิ: 10°C, 25°C, 60°C
2. หยดเม็ดฟู่ลงในน้ำพร้อมกัน
3. จับเวลาจนเม็ดฟู่ละลายหมด
4. สังเกตความรวดเร็วการเกิดฟอง

บันทึกผล:

อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อัตราปฏิกิริยา (เร็ว/ช้า)
10	_____	ช้า
25	_____	ปานกลาง
60	_____	เร็ว

สรุป: อุณหภูมิสูง ⟶ อัตราปฏิกิริยาเร็วขึ้น

Part B: ทดสอบผลของความเข้มข้น

1. เตรียมน้ำส้มสายชู 3 ความเข้มข้น: 3%, 6%, 100%
2. ใส่ชอล์ก ($CaCO_3$) ลงไปพร้อมกัน
3. สังเกตการเกิดฟอง CO_2

บันทึกผล:

ความเข้มข้น (%)	ความรุนแรงการเกิดฟอง (1-10)
3	น้อย
6	ปานกลาง
100	มาก

สรุป: ความเข้มข้นสูง ⟶ อัตราปฏิกิริยาเร็วขึ้น

Activity 2: สำรวจเซลล์กัลวานิกส์ด้วย Simulation (15 นาที)

ใช้ PhET: "Electrochemistry"

ขั้นตอน:

1. เปิด PhET Simulation: Electrochemistry
2. สร้างเซลล์กัลวานิกส์ด้วย Zn-Cu
3. สังเกต:
    - ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน
    - การเปลี่ยนแปลงของโลหะที่ขั้วแอโนดและแคโทด
    - ค่าแรงดันไฟฟ้า (E°cell)
4. ทดลองเปลี่ยนคู่โลหะ: Mg-Cu, Al-Cu, Ag-Cu
5. บันทึกค่า E°cell ของแต่ละคู่

ตารางบันทึก:

คู่โลหะ	**E°cell (V)**	**ปฏิกิริยาเกิดเอง? (ใช่/ไม่)**
Zn-Cu	1.10	ใช่
Mg-Cu	2.71	ใช่
Al-Cu	2.00	ใช่
Ag-Cu	0.46	ใช่

คำถามวิเคราะห์:

- คู่โลหะใดให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด?
- ปัจจัยใดที่ทำให้ E°cell แตกต่างกัน?

บูรณาการ STEM:

- **S:** จลนศาสตร์เคมี เทอร์โมไดนามิกส์
- **T:** ซอฟต์แวร์จำลอง เครื่องมือวัด
- **M:** กราฟ การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 3: อธิบายและนำเสนอ (Explanation) - 40 นาที

การบรรยายแบบ Interactive Learning

หัวข้อที่ 1: ปฏิกิริยาเคมีและอัตราปฏิกิริยา (10 นาที)

1.1 ความหมาย

- **ปฏิกิริยาเคมี** = การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นเป็นผลิตภัณฑ์
- สมการเคมี: A + B ⟶ C + D

1.2 ชนิดปฏิกิริยา

1. **ปฏิกิริยาสังเคราะห์:** A + B ⟶ AB
2. **ปฏิกิริยาสลายตัว:** AB ⟶ A + B
3. **ปฏิกิริยาแทนที่:** A + BC ⟶ AC + B
4. **ปฏิกิริยาแลกเปลี่ยน:** AB + CD ⟶ AD + CB

1.3 อัตราปฏิกิริยา

- ความเร็วในการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่อเวลา
- ปัจจัยที่มีผล:
    - **อุณหภูมิ** ↑ ⟶ อัตรา ↑
    - **ความเข้มข้น** ↑ ⟶ อัตรา ↑
    - **พื้นที่ผิว** ↑ ⟶ อัตรา ↑
    - **ตัวเร่งปฏิกิริยา** ⟶ เพิ่มอัตรา

หัวข้อที่ 2: ปฏิกิริยารีดอกซ์ (15 นาที)

2.1 ความหมาย

- **รีดอกซ์ (Redox)** = Reduction + Oxidation
- ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

2.2 องค์ประกอบ

ปฏิกิริย	การเปลี่ยนแปลง	ตัวอย่าง
ออกซิเดชัน	สูญเสีย e^-	$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
รีดักชัน	รับ e^-	$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

จำง่ายๆ: OIL RIG

- **O**xidation **I**s **L**oss (of electrons)
- **R**eduction **I**s **G**ain (of electrons)

2.3 เลขออกซิเดชัน

- ช่วยระบุว่าสารใดถูกออกซิไดซ์/รีดิวซ์
- เลขออกซิเดชัน ↑ = ออกซิเดชัน
- เลขออกซิเดชัน ↓ = รีดักชัน

ตัวอย่าง:

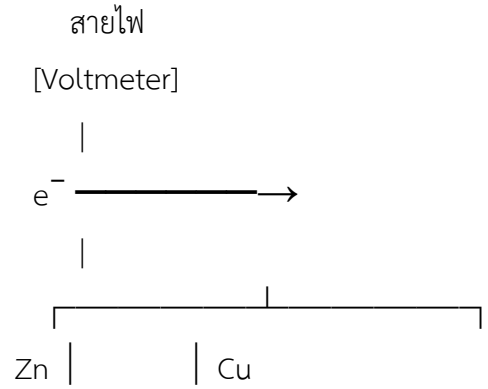
$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

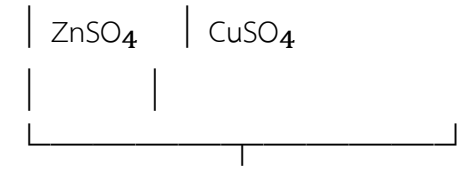
Zn: 0 ⟶ +2 (เพิ่มขึ้น = ออกซิเดชัน)

Cu: +2 ⟶ 0 (ลดลง = รีดักชัน)

หัวข้อที่ 3: เซลล์กัลวานิกส์ (15 นาที)

3.1 ส่วนประกอบ





สะพานเกลือ

3.2 หลักการทำงาน

ที่แอโนด (Zn):

- เกิดออกซิเดชัน
- $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
- โลหะถูกกัดกร่อน
- ขั้วลบ (-)

ที่แคโทด (Cu):

- เกิดรีดักชัน
- $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
- โลหะเกาะที่แผ่น
- ขั้วบวก (+)

สะพานเกลือ:

- รักษาสมดุลประจุ
- ไอออนเคลื่อนที่ผ่านสะพาน

3.3 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐาน

$E°cell = E°cathode - E°anode$

สำหรับ Zn-Cu:

$E°cell = 0.34 - (-0.76) = 1.10$ V

ถ้า $E°cell > 0 \longrightarrow$ ปฏิกิริยาเกิดเอง

ถ้า $E°cell < 0 \longrightarrow$ ปฏิกิริยาไม่เกิดเอง

หัวข้อที่ 4: การประยุกต์ใช้ (รวมในการอธิบาย)

เซลล์กัลวานิกส์ ⟶ พลังงานไฟฟ้า

- แบตเตอรี่ AA, AAA
- แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน
- เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน

เซลล์อิเล็กโทรไลติก ⟶ ใช้ไฟฟ้า

- การชุบโลหะ (ทอง, นิกเกิล, โครเมียม)
- การผลิตอลูมิเนียม
- การชาร์จแบตเตอรี่

บูรณาการ STEM:

- **E:** วิศวกรรมแบตเตอรี่ ระบบพลังงาน
- **M:** การคำนวณ $E°_{cell}$ สมการเคมี

ขั้นที่ 4: ขยายความรู้ (Elaboration) - 20 นาที

กิจกรรม: Design Challenge

Challenge 1: ออกแบบแบตเตอรี่ที่ดีที่สุด (กลุ่มละ 10 นาที)

สถานการณ์: บริษัทเทคโนโลยีต้องการแบตเตอรี่สำหรับโดรนส่งของ ต้องการแบตเตอรี่ที่:

- แรงดันไฟฟ้าสูง (> 3 V)
- เบา
- ราคาไม่แพง
- ปลอดภัย

โจทย์:

1. เลือกคู่โลหะที่เหมาะสม จาก: Mg, Al, Zn, Fe, Cu, Ag
2. คำนวณ $E°_{cell}$ ของแต่ละคู่
3. วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย (น้ำหนัก, ราคา, ความปลอดภัย)

4. เสนอแบตเตอรี่ที่ดีที่สุด พร้อมเหตุผล

ตารางศักย์ไฟฟ้ามาตรฐาน:

โลหะ	E° (V)
Mg^{2+}/Mg	-2.37
Al^{3+}/Al	-1.66
Zn^{2+}/Zn	-0.76
Fe^{2+}/Fe	-0.44
Cu^{2+}/Cu	+0.34
Ag^{+}/Ag	+0.80

Challenge 2: แก้ปัญหาการกัดกร่อนเสาส่งไฟฟ้า (กลุ่มละ 10 นาที)

สถานการณ์: เสาส่งไฟฟ้าเหล็กสูง 15 เมตร ตั้งอยู่ริมทะเล เกิดการกัดกร่อนรุนแรง อายุการใช้งานลดลง

โจทย์:

1. อธิบายสาเหตุการกัดกร่อนด้วยหลักไฟฟ้าเคมี
2. เสนอวิธีป้องกัน 3 วิธี:
    - การทาสี/เคลือบ
    - การชุบโลหะ
    - Cathodic Protection (ต่อโลหะที่ active กว่า)
3. เลือกโลหะที่เหมาะสมสำหรับ Cathodic Protection พร้อมเหตุผล
4. คำนวณต้นทุนและอายุการใช้งาน

บูรณาการ STEM:

- **S:** ปฏิกิริยารีดอกซ์ การกัดกร่อน
- **T:** แบตเตอรี่ โดรน ระบบป้องกันการกัดกร่อน
- **E:** วิศวกรรมโครงสร้าง วัสดุศาสตร์

- **M:** การคำนวณ E°cell ต้นทุน

ขั้นที่ 5: ประเมินผล (Evaluation) - 10 นาที

กิจกรรม:

- กลุ่มนำเสนอโซลูชัน (3 นาที/กลุ่ม)
- ครูและเพื่อนให้ข้อเสนอแนะ
- ทำ Kahoot Quiz 5 ข้อ (รีดอกซ์, เซลล์กัลวานิกส์)
- มอบหมายการบ้าน: อ่านใบความรู้, ดูวิดีโอ electrochemistry

ชั่วโมงที่ 3-4: ปฏิบัติ (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: ทบทวนและเตรียมความพร้อม - 10 นาที

ทบทวน:

- ปฏิกิริยารีดอกซ์: ออกซิเดชัน vs รีดักชัน
- เซลล์กัลวานิกส์: แอโนด vs แคโทด
- สูตร: E°cell = E°cathode - E°anode

ความปลอดภัย:

1. สวมแว่นตานิรภัย ถุงมือยาง
2. ระวังสารละลายโลหะหนัก (Cu^{2+}, Zn^{2+})
3. ไม่กินอาหารในห้องปฏิบัติการ
4. ล้างมือหลังทดลอง
5. ทิ้งสารเคมีในภาชนะที่กำหนด
6.

แบ่งกลุ่ม:

- กลุ่มละ 4-5 คน
- แจกอุปกรณ์และใบงาน

ขั้นที่ 2: โครงงาน STEM Project - 80 นาที

โครงงาน: "ออกแบบและสร้างแบตเตอรี่เพื่อสิ่งแวดล้อม"

Mission Statement: ออกแบบและสร้างแบตเตอรี่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ใช้วัสดุหาได้ง่าย ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

Phase 1: DEFINE - กำหนดปัญหา (10 นาที)

ปัญหา:

- แบตเตอรี่ปกติมีสารพิษ (ตะกั่ว, ปรอท, แคดเมียม)
- ทิ้งไม่ถูกวิธี ⟶ มลพิษ
- นักเรียนในชนบทไม่มีไฟฟ้า ⟶ ไม่สามารถเรียนออนไลน์

ความต้องการ:

1. **แรงดันไฟฟ้า:** ≥ 1.0 V (เพื่อจุดไฟ LED)
2. **ปลอดภัย:** ไม่มีสารพิษ วัสดุหาง่าย
3. **ราคาถูก:** < 20 บาท/ชิ้น
4. **ใช้ได้นาน:** ≥ 30 นาที

ข้อจำกัด:

- ใช้เฉพาะโลหะและสารละลายที่ปลอดภัย
- ไม่ใช้สารเคมีอันตราย
- ต้องใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

Phase 2: RESEARCH & DESIGN - ศึกษาและออกแบบ (15 นาที)

การวิจัยวัสดุธรรมชาติ:

1. ตัวเลือกโลหะ:

- สังกะสี (Zn) - E° = -0.76 V, หาง่าย
- อลูมิเนียม (Al) - E° = -1.66 V, ราคาถูก
- ทองแดง (Cu) - E° = +0.34 V, นำไฟฟ้าดี
- กราไฟต์ - ถูก นำไฟฟ้าดี

2. ตัวเลือกอิเล็กโทรไลต์ (ธรรมชาติ):

- น้ำเกลือ - NaCl, หาง่าย
- น้ำมะนาว - กรดซิตริก
- น้ำส้มสายชู - กรดอะซิติก
- น้ำผลไม้ - มีกรดและน้ำตาล

การออกแบบ (3 แบบ):

แบบที่ 1: เซลล์ Zn-Cu แบบดั้งเดิม

- แอโนด: สังกะสี
- แคโทด: ทองแดง
- อิเล็กโทรไลต์: น้ำเกลือ 10%
- E°cell คาดการณ์: 1.10 V

แบบที่ 2: เซลล์มะนาว

- แอโนด: ตะปูเหล็ก/สังกะสี
- แคโทด: เหรียญทองแดง
- อิเล็กโทรไลต์: น้ำมะนาว
- E°cell คาดการณ์: 0.9-1.0 V

แบบที่ 3: เซลล์ Al-กราไฟต์

- แอโนด: กระป๋องอลูมิเนียม
- แคโทด: แท่งกราไฟต์ (ดินสอ)
- อิเล็กโทรไลต์: น้ำส้มสายชู
- E°cell คาดการณ์: 1.5-2.0 V

การคำนวณทางทฤษฎี:

ตัวอย่าง: Zn-Cu Cell

แอโนด: $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (E° = -0.76 V)

แคโทด: $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ (E° = +0.34 V)

E°cell = E°cathode - E°anode

E°cell = 0.34 - (-0.76) = 1.10 V

Phase 3: BUILD - สร้างแบตเตอรี่ (30 นาที)

สถานีที่ 1: เซลล์ Zn-Cu แบบดั้งเดิม

อุปกรณ์:

- แผ่นสังกะสี (5×5 cm)
- แผ่นทองแดง (5×5 cm)
- น้ำเกลือ 10% (100 ml)
- บีกเกอร์ 2 ใบ
- สะพานเกลือ (กระดาษชุบน้ำเกลือ)
- สายไฟ, คลิปจระเข้
- Multimeter

ขั้นตอน:

1. เทน้ำเกลือลงบีกเกอร์ทั้ง 2
2. จุ่มแผ่น Zn ในบีกเกอร์ที่ 1
3. จุ่มแผ่น Cu ในบีกเกอร์ที่ 2
4. เชื่อมต่อสะพานเกลือ
5. ต่อสายไฟผ่าน Multimeter
6. วัดและบันทึก V, I

สถานีที่ 2: แบตเตอรี่มะนาว

อุปกรณ์:

- มะนาว 3-5 ผล
- ตะปูสังกะสี 5 ตัว
- เหรียญทองแดง 5 เหรียญ
- สายไฟ
- LED หรือนาฬิกาดิจิทัล

ขั้นตอน:

1. บีบมะนาวให้นิ่ม (ห้ามให้แตก)
2. เสียบตะปูและเหรียญลงในมะนาวห่างกัน 2 cm
3. ต่อมะนาวแบบอนุกรม (Cu ⟶ Zn ⟶ Cu ⟶ Zn)
4. วัดแรงดันทั้งหมด
5. ต่อ LED ทดสอบ

สถานีที่ 3: เซลล์ Al-กราไฟต์

อุปกรณ์:

- กระป๋องอลูมิเนียม (ตัดเป็นแผ่น)
- แท่งกราไฟต์จากดินสอ
- น้ำส้มสายชู
- ถ้วยพลาสติก

ขั้นตอน:

1. เท น้ำส้มสายชู ลงถ้วย
2. จุ่มแผ่น Al และแท่งกราไฟต์
3. ต่อสายและวัด V, I
4. บันทึกผล

การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม:

[Cell 1] ⟶ [Cell 2] ⟶ [Cell 3] ⟶ ... ⟶ [LED]

Vtotal = V1 + V2 + V3 + ...

ตารางบันทึกผล:

แบบ	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (mA)	จุด LED ได้?	ต้นทุน (บาท)
1: Zn-Cu	_____	_____	☐ ได้ ☐ ไม่ได้	_____
2: มะนาว × 3	_____	_____	☐ ได้ ☐ ไม่ได้	_____
3: Al-กราไฟต์	_____	_____	☐ ได้ ☐ ไม่ได้	_____

Phase 4: TEST - ทดสอบประสิทธิภาพ (15 นาที)

การทดสอบที่ 1: ทดสอบแรงดันและกระแส

- วัด V และ I เมื่อไม่มีโหลด
- วัด V และ I เมื่อต่อ LED (โหลด)
- คำนวณกำลังไฟฟ้า: P = VI

การทดสอบที่ 2: ทดสอบอายุการใช้งาน

- ต่อ LED ปล่อยไว้
- จับเวลาจนกว่า LED จะดับ
- บันทึกเวลา

การทดสอบที่ 3: ทดสอบการต่อแบบอนุกรม

- ต่อเซลล์ 3 ตัวแบบอนุกรม
- วัด Vtotal ⟶ ควรเท่ากับผลรวมของแต่ละเซลล์
- ทดสอบจุดนาฬิกาดิจิทัล (ต้องการ ~ 1.5 V)

ตารางสรุปผลการทดสอบ:

แบบ	V (V)	I (mA)	P (mW)	อายุ (นาที)	จุด LED	คะแนน (1-10)
Zn-Cu	____	____	____	____	☐ ใช่	____
มะนาว × 3	____	____	____	____	☐ ใช่	____
Al-กราไฟต์	____	____	____	____	☐ ใช่	____

แบบที่ดีที่สุด: _____ เหตุผล:

_____

Phase 5: IMPROVE & OPTIMIZE - ปรับปรุง (10 นาที)

การวิเคราะห์:

- แบบใดให้แรงดันสูงสุด?
- แบบใดราคาถูกที่สุด?
- แบบใดใช้งานได้นานที่สุด?
- แบบใดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่สุด?

ปัญหาที่พบ:

1. แรงดันไม่เพียงพอ ⟶ แก้: ต่ออนุกรมเพิ่ม
2. กระแสต่ำ ⟶ แก้: เพิ่มพื้นที่ผิวโลหะ
3. ใช้ได้ไม่นาน ⟶ แก้: เพิ่มความเข้มข้นอิเล็กโทรไลต์
4. โลหะสึกกร่อนเร็ว ⟶ แก้: เคลือบด้านที่ไม่ต้องการให้สึก

ข้อเสนอแนะปรับปรุง:

- ใช้ถุงพลาสติกแทนบีกเกอร์ ⟶ เบา พกพาง่าย
- เติมวุ้น (gelatin) ในอิเล็กโทรไลต์ ⟶ ไม่หก
- ใช้กล่องพลาสติกบรรจุ ⟶ ป้องกันการสั้น
- เพิ่มตัวเก็บประจุ (capacitor) ⟶ เก็บพลังงาน

ขั้นที่ 3: นำเสนอและสาธิต - 20 นาที

รูปแบบการนำเสนอ: (กลุ่มละ 4 นาที)

โครงสร้าง:

1. **ปัญหาและวัตถุประสงค์** (30 วินาที)
2. **การออกแบบและหลักการ** (1 นาที)
    - อธิบายการเลือกวัสดุ
    - แสดงสมการรีดอกซ์และการคำนวณ E°cell

3. **การสาธิตการทำงาน** (1.5 นาที) ⭐
    - สาธิตจุด LED
    - แสดงค่า V และ I จริง
4. **ผลการทดสอบและข้อมูล** (1 นาที)
    - แสดงตารางข้อมูล กราฟเปรียบเทียบ

เกณฑ์ให้คะแนน:

- หลักการและการคำนวณ (25%)
- การทำงานได้จริง (30%)
- ความคิดสร้างสรรค์ (20%)
- เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (15%)
- การนำเสนอ (10%)

ขั้นที่ 4: สรุปและสะท้อน 10 นาที

การสรุป:

- ครูสรุปหลักการไฟฟ้าเคมี
- เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีในอนาคต: เซลล์เชื้อเพลิง รถยนต์ไฟฟ้า

Reflection:

- 3 สิ่งที่เรียนรู้
- 2 สิ่งที่ท้าทาย
- 1 คำถามที่ยังสงสัย

การวัดและประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน

เครื่องมือ	วิธีการ	น้ำหนักคะแนน
แบบทดสอบก่อนเรียน	10 ข้อ เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและไฟฟ้าเคมี	ไม่นับคะแนน
แบบสำรวจประสบการณ์	ประสบการณ์กับแบตเตอรี่และอุปกรณ์ไฟฟ้า	ไม่นับคะแนน

การประเมินระหว่างเรียน (60%)

ด้านพุทธิพิสัย 40 คะแนน

เครื่องมือ	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
คำถามในชั้น	วิเคราะห์ปฏิกิริยารีดอกซ์	5	≥ 60%
แบบฝึกหัด	10 ข้อ คำนวณ E°cell	10	≥ 60%
ใบงาน	สร้างเซลล์กัลวานิกส์	15	≥ 60%
Quiz	ทดสอบออนไลน์	10	≥ 60%

ด้านทักษะพิสัย - 40 คะแนน

เครื่องมือ	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ทักษะการทดลอง	วัด V, I ใช้ Multimeter	10	≥ 60%
STEM Project	แบตเตอรี่เพื่อสิ่งแวดล้อม	25	≥ 60%
การนำเสนอ	นำเสนอพร้อมสาธิต	5	≥ 60%

STEM Project (25 คะแนน):

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
Define	กำหนดปัญหาชัดเจน	2
Research & Design	คำนวณ E°cell ถูกต้อง (4) ออกแบบมีเหตุผล (3)	7
Build	สร้างได้และทำงาน (4) ความคิดสร้างสรรค์ (2)	6
Test	ทดสอบครบและบันทึก	4

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
Improve	วิเคราะห์และเสนอแนะ	2
รายงาน	สมบูรณ์ส่งตรงเวลา	4

ด้านจิตพิสัย - 20 คะแนน

พฤติกรรม	คะแนน	เกณฑ์ผ่าน
ความปลอดภัย	5	≥ 60%
ความรับผิดชอบ	5	≥ 60%
ความร่วมมือ	5	≥ 60%
ความละเอียด	5	≥ 60%

การประเมินหลังเรียน (40%)

แบบทดสอบ 100 คะแนน

ส่วน	จำนวน	คะแนน	เวลา
ปรนัย	30 ข้อ	30	30 นาที
อัตนัย	7 ข้อ	70	60 นาที
รวม	**37 ข้อ**	**100**	**90 นาที**

สรุปคะแนน

รายการ	น้ำหนัก	คะแนน
ระหว่างเรียน	60%	60
หลังเรียน	40%	40
รวม	**100%**	**100**

แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

4. 1. ปฏิกิริยาที่ปล่อยความร้อนออกมาเรียกว่าข้อใด

   ก. Endothermic

   ข. Exothermic

   ค. Isothermic

   ง. Adiabatic

5. 2. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

   ก. ความเข้มข้น

   ข. อุณหภูมิ

   ค. สี

   ง. ตัวเร่งปฏิกิริยา

6. 3. ปฏิกิริยารีดอกซ์คือปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอะไร

   ก. โปรตอน

   ข. นิวตรอน

   ค. อิเล็กตรอน

   ง. ฟอตอน

7. 4. ในเซลล์กัลวานิกส์ ขั้วแอโนดเกิดปฏิกิริยาอะไร

   ก. ออกซิเดชัน

   ข. รีดักชัน

   ค. สังเคราะห์

   ง. สลายตัว

8. 5. สะพานเกลือในเซลล์กัลวานิกส์มีหน้าที่อย่างไร

   ก. ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

   ข. รักษาสมดุลของประจุ

   ค. เพิ่มศักย์ไฟฟ้า

   ง. ลดการสึกกร่อน

9. 6. เซลล์อิเล็กโทรไลติกใช้พลังงานชนิดใด

   ก. พลังงานเคมี

ข. พลังงานไฟฟ้า

ค. พลังงานแสง

ง. พลังงานความร้อน

10. 7. ข้อใดคือตัวอย่างเซลล์กัลวานิกส์

ก. แบตเตอรี่

ข. การชุบโลหะ

ค. การหลอมโลหะ

ง. การเชื่อม

11. 8. ในปฏิกิริยารีดอกซ์ สารที่ให้อิเล็กตรอนเรียกว่า

ก. ตัวออกซิไดซ์

ข. ตัวรีดิวซ์

ค. ตัวเร่งปฏิกิริยา

ง. สารตั้งต้น

12. 9. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ใช้เชื้อเพลิงหลักคือข้อใด

ก. น้ำมัน

ข. ถ่านหิน

ค. ไฮโดรเจน

ง. เมทานอล

13. 10. ข้อใดคือการประยุกต์ใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติกในงานอิเล็กทรอนิกส์

ก. การชุบทองบนแผงวงจร PCB

ข. การผลิตอลูมิเนียม

ค. การทำไฟฉาย

ง. ถูกทั้ง ก และ ข

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ 1. ข. Exothermic

ข้อ 2. ค. สี

ข้อ 3. ค. อิเล็กตรอน

ข้อ 4. ก. ออกซิเดชัน

ข้อ 5. ข. รักษาสมดุลของประจุ

ข้อ 6. ข. พลังงานไฟฟ้า

ข้อ 7. ก. แบตเตอรี่

ข้อ 8. ข. ตัวรีดิวซ์

ข้อ 9. ค. ไฮโดรเจน

ข้อ 10. ง. ถูกทั้ง ก และ ข

ใบงาน: การสร้างเซลล์กัลวานิกส์อย่างง่าย

ชื่อ-สกุล: _____ รหัสประจำตัว: _____

ชั้น: _____ กลุ่ม: _____ วันที่: _____

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเซลล์กัลวานิกส์
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างเซลล์กัลวานิกส์อย่างง่ายได้

อุปกรณ์:

1. แผ่นสังกะสี (Zn) และแผ่นทองแดง (Cu)
2. สารละลาย $ZnSO_4$ และ $CuSO_4$
3. สะพานเกลือ
4. วัสดุนำไฟฟ้า (สายไฟ)
5. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltmeter)
6. บีกเกอร์

ขั้นตอนการทำงาน:

1. เตรียมสารละลาย $ZnSO_4$ และ $CuSO_4$ ในบีกเกอร์แยกกัน
2. จุ่มแผ่น Zn ในสารละลาย $ZnSO_4$ และแผ่น Cu ในสารละลาย $CuSO_4$
3. เชื่อมต่อแผ่นโลหะทั้งสองด้วยสายไฟผ่าน Voltmeter
4. เชื่อมต่อสารละลายทั้งสองด้วยสะพานเกลือ
5. สังเกตและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

ผลการทดลอง:

แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ = _____ โวลต์

การวิเคราะห์:

1. ที่แอโนด (Zn): เกิดปฏิกิริยา _____

   $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (ออกซิเดชัน)

2. ที่แคโทด (Cu): เกิดปฏิกิริยา _____

$Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$ (รีดักชัน)

3. ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน: จาก _____ ไป _____

เฉลยใบงาน

แรงดันไฟฟ้าทฤษฎี ≈ 1.1 โวลต์

1. ออกซิเดชัน (สูญเสียอิเล็กตรอน)

2. รีดักชัน (รับอิเล็กตรอน)

3. จาก Zn (แอโนด) ไป Cu (แคโทด)

8. ใบความรู้: ไฟฟ้าเคมีและปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยารีดอกซ์

ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน

• ออกซิเดชัน (Oxidation) = การสูญเสียอิเล็กตรอน

• รีดักชัน (Reduction) = การรับอิเล็กตรอน

จำง่ายๆ: OIL RIG (Oxidation Is Loss, Reduction Is Gain)

เซลล์กัลวานิกส์ vs เซลล์อิเล็กโทรไลติก

หัวข้อ	เซลล์กัลวานิกส์	เซลล์อิเล็กโทรไลติก
พลังงาน	เคมี ⟶ ไฟฟ้า	ไฟฟ้า ⟶ เคมี
ปฏิกิริยา	เกิดเอง (Spontaneous)	บังคับ (Non-spontaneous)
ตัวอย่าง	แบตเตอรี่	การชุบโลหะ
แอโนด	ขั้วลบ (-)	ขั้วบวก (+)

ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐาน (E°)

E°cell = E°cathode - E°anode

• ถ้า E°cell > 0 ⟶ ปฏิกิริยาเกิดเอง

• ถ้า E°cell < 0 ⟶ ปฏิกิริยาไม่เกิดเอง

การประยุกต์ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์

- แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน - ใช้ในมือถือ แล็ปท็อป
- การชุบทองบนแผงวงจร PCB - เพิ่มการนำไฟฟ้า ป้องกันการกัดกร่อน
- เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน - พลังงานสะอาดสำหรับอุปกรณ์พกพา
- แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด - ใช้ในระบบ UPS
- การป้องกันการกัดกร่อน - ใช้วิธีแคโทดิกโพรเทคชัน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 300000-1302 วิทยาศาสตร์งานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร	
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานวิเคราะห์ องค์ประกอบและประเภทของคลื่น สมบัติการสะท้อน หักเห แทรกสอด และเลี้ยวเบนของคลื่น		

ผลการเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้คลื่นและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการวิเคราะห์การตัดสินใจและแก้ปัญหาในงานอาชีพไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

สมรรถนะประจำหน่วย

1. ประยุกต์ใช้คลื่นและแม่เหล็กไฟฟ้าในการวิเคราะห์การตัดสินใจและแก้ปัญหา
2. จำแนกประเภทและองค์ประกอบของคลื่นได้
3. อธิบายการเกิดสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
4. วิเคราะห์สมบัติการสะท้อน หักเห แทรกสอด และเลี้ยวเบนของคลื่น
5. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคลื่นได้อย่างถูกต้อง
6. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการสะท้อน หักเห แทรกสอด และเลี้ยวเบน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

1. อธิบายความหมายและประเภทของคลื่นได้
2. บอกองค์ประกอบของคลื่น เช่น แอมพลิจูด ความถี่ ความยาวคลื่น
3. อธิบายความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
4. จำแนกประเภทของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสเปกตรัมได้
5. อธิบายสมบัติของคลื่น เช่น การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน
6. บอกการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานอาชีพได้

ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับสมบัติของคลื่นได้
2. ทดลองหาความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นเสียง
3. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคลื่นได้อย่างถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

1. มีความละเอียดรอบคอบในการทดลองและคำนวณ
2. แสดงความสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับคลื่นและการประยุกต์ใช้
3. เห็นคุณค่าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในเทคโนโลยีการสื่อสาร

4. เนื้อหาสาระ

1 ความหมายของคลื่น

- คลื่นคือการแพร่กระจายของพลังงาน
- การเคลื่อนที่แบบคลื่น

2 ประเภทของคลื่น

- คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เช่น คลื่นเสียง
- คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- คลื่นกล (Mechanical Wave)
- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave)

3 องค์ประกอบของคลื่น

- แอมพลิจูด (Amplitude, A)
- ความถี่ (Frequency, f)
- คาบ (Period, T)
- ความยาวคลื่น (Wavelength, λ)
- ความเร็วคลื่น (Wave Speed, v)
- ความสัมพันธ์: $v = f\lambda$

4 สมบัติของคลื่น

- การสะท้อน (Reflection)
- การหักเห (Refraction)
- การแทรกสอด (Interference)
  - แทรกสอดเสริม (Constructive)
  - แทรกสอดหักล้าง (Destructive)
- การเลี้ยวเบน (Diffraction)
- การโพลาไรเซชัน (Polarization)

5 ความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- คลื่นที่เกิดจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
- สามารถแพร่กระจายในสุญญากาศได้
- ความเร็ว = 3×10^{8} m/s (ความเร็วแสง)

6 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่แบบเร่ง
- สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตั้งฉากกัน

7 สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- คลื่นวิทยุ (Radio Wave)
- ไมโครเวฟ (Microwave)
- อินฟราเรด (Infrared)
- แสงที่มองเห็นได้ (Visible Light)
- อัลตราไวโอเลต (Ultraviolet)
- รังสีเอกซ์ (X-ray)
- รังสีแกมมา (Gamma Ray)

8 การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- คลื่นวิทยุ: การสื่อสาร วิทยุ โทรทัศน์
- ไมโครเวฟ: เรดาร์ เตาอบไมโครเวฟ
- อินฟราเรด: รีโมทคอนโทรล เซ็นเซอร์
- แสงที่มองเห็น: แสงสว่าง ไฟเบอร์ออปติก
- อัลตราไวโอเลต: ฆ่าเชื้อโรค
- รังสีเอกซ์: เอกซเรย์ทางการแพทย์

กิจกรรมการเรียนรู้ (STEM Education Approach)
ชั่วโมงที่ 1-2: ทฤษฎี (2 ชั่วโมง)
ขั้นที่ 1: นำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) - 15 นาที

กิจกรรม: กรณีศึกษา "โลกแห่งคลื่นที่มองไม่เห็น"

เนื้อหา:

- ครูฉายวิดีโอ: ระบบสื่อสาร 5G ใช้คลื่นความถี่สูง (mmWave)
- แสดงภาพ: ดาวเทียมสื่อสาร ส่งสัญญาณด้วยคลื่นไมโครเวฟ
- นำเสนอข่าว: รถยนต์ไร้คนขับใช้ LiDAR (แสงเลเซอร์) สแกนสิ่งรอบตัว
- สาธิต: ใช้รีโมทคอนโทรล (อินฟราเรด) เปิด-ปิดทีวี

คำถามกระตุ้นการคิด:

- "ทำไมโทรศัพท์มือถือถึงใช้งานได้ทุกที่? มีคลื่นอะไรทำงานอยู่?"
- "Wi-Fi, Bluetooth, GPS ใช้คลื่นเดียวกันหรือไม่?"
- "รีโมทคอนโทรลทำงานอย่างไร? ทำไมต้องชี้ไปที่ทีวี?"
- "คลื่นที่มองไม่เห็นมีอันตรายไหม?"

กิจกรรมสาธิต: "มหัศจรรย์ของคลื่น"

ทดลองที่ 1: คลื่นบนเชือก (Slinky Wave)

- ใช้สปริงยาวๆ สร้างคลื่นตามยาวและตามขวาง
- สังเกต: การแพร่กระจายของพลังงาน
- ถาม: "ตัวกลางเคลื่อนที่หรือไม่?"

ทดลองที่ 2: ทดสอบคลื่นอินฟราเรด

- ใช้กล้องมือถือส่องไฟ LED ในรีโมท ⟶ เห็นแสงสีม่วง
- อธิบาย: กล้องจับคลื่นอินฟราเรดได้ แต่ตามองไม่เห็น

ทดลองที่ 3: ทดสอบ Wi-Fi

- ใช้แอป Wi-Fi Analyzer แสดงคลื่น Wi-Fi รอบตัว
- สังเกต: จำนวนสัญญาณ ความแรง ความถี่

บูรณาการ STEM:

- **S (Science):** ฟิสิกส์คลื่น สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า
- **T (Technology):** 5G, Wi-Fi, Bluetooth, ดาวเทียม
- **E (Engineering):** ระบบสื่อสารไร้สาย เสาอากาศ

ขั้นที่ 2: สำรวจและค้นคว้า (Exploration) - 35 นาที

Activity 1: ทดลองศึกษาคุณสมบัติของคลื่นเสียง (20 นาที)

อุปกรณ์:

- แอป Oscilloscope (มือถือ)
- ส้อมเสียง หรือลำโพง
- ไมโครโฟน
- เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator)

ขั้นตอน:

Part A: วัดความถี่คลื่นเสียง

1. เปิดแอป Oscilloscope บนมือถือ
2. ใช้ส้อมเสียง 440 Hz ตีให้ส่งเสียง
3. ดูรูปคลื่นบนหน้าจอ
4. บันทึก: แอมพลิจูด, ความถี่, รูปร่างคลื่น

Part B: ทดสอบความถี่ที่ได้ยิน

1. ใช้ Function Generator สร้างความถี่ 20 Hz ⟶ 20,000 Hz
2. ทดสอบว่าได้ยินเสียงที่ความถี่เท่าไร
3. สรุป: คนส่วนใหญ่ได้ยิน 20-20,000 Hz

Part C: คำนวณความยาวคลื่น

ความเร็วเสียงในอากาศ = 340 m/s
ความถี่ = 440 Hz

λ = v / f = 340 / 440 = 0.77 m

บันทึกผล:

ความถี่ (Hz)	แอมพลิจูด	ความยาวคลื่น (m)	ได้ยินหรือไม่
20	_____	17 m	☐ ได้ยิน
440	_____	0.77 m	☐ ได้ยิน
1,000	_____	0.34 m	☐ ได้ยิน
20,000	_____	0.017 m	☐ ได้ยิน

Activity 2: สำรวจสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (15 นาที)

ใช้ PhET Simulation: "Electromagnetic Spectrum"

ขั้นตอน:

1. เปิด Simulation แสดงสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. สำรวจแต่ละชนิดคลื่น:
    - ความถี่ (Hz)
    - ความยาวคลื่น (m)
    - พลังงาน (eV)
    - การใช้งาน
3. ทดลองส่งคลื่นผ่านวัตถุต่างๆ
4. สังเกตว่าคลื่นชนิดไหนผ่านได้ ผ่านไม่ได้

ตารางบันทึก:

ชนิดคลื่น	ความถี่ (Hz)	ความยาวคลื่น (m)	การใช้งาน	อันตราย?
คลื่นวิทยุ	10^6 - 10^9	1 m - 1 km	วิทยุ, ทีวี	ไม่
ไมโครเวฟ	10^9 - 10^{12}	1 mm - 1 m	Wi-Fi, เรดาร์	น้อย
อินฟราเรด	10^{12} - 10^{14}	700 nm - 1 mm	รีโมท	ไม่
แสงที่เห็น	10^{14}	400-700 nm	แสงสว่าง	ไม่
อัลตราไวโอเลต	10^{15} - 10^{16}	10-400 nm	ฆ่าเชื้อ	ใช่
รังสีเอกซ์	10^{16} - 10^{19}	0.01-10 nm	เอกซเรย์	ใช่
รังสีแกมมา	> 10^{19}	< 0.01 nm	รักษามะเร็ง	ใช่มาก

บูรณาการ STEM:

- **S:** ฟิสิกส์คลื่น แสง เสียง
- **T:** Oscilloscope, Simulation
- **M:** การคำนวณ $v = f\lambda$

ขั้นที่ 3: อธิบายและนำเสนอ (Explanation) - 40 นาที

การบรรยายแบบ Interactive Learning

หัวข้อที่ 1: ความหมายและองค์ประกอบของคลื่น (10 นาที)

1.1 ความหมาย

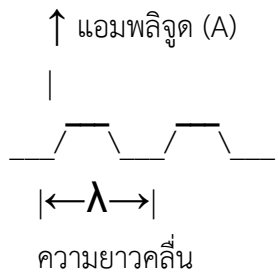
- **คลื่น** = การแพร่กระจายของพลังงาน
- ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไป แต่พลังงานเคลื่อนที่

1.2 ประเภทคลื่น

ลักษณะ	คลื่นตามยาว	คลื่นตามขวาง
การสั่น	ขนานทิศการแพร่	ตั้งฉากทิศการแพร่
ตัวอย่าง	คลื่นเสียง	คลื่นแสง

ลักษณะ	คลื่นตามยาว	คลื่นตามขวาง
ตัวกลาง	ต้องมี	ไม่ต้องมี (EM Wave)

1.3 องค์ประกอบของคลื่น



ความยาวคลื่น

- **แอมพลิจูด (A):** ระยะจากจุดสมดุลถึงยอด
- **ความยาวคลื่น (λ):** ระยะห่างระหว่างยอด 2 ยอด
- **ความถี่ (f):** จำนวนคลื่นต่อวินาที (Hz)
- **คาบ (T):** เวลา 1 คลื่น (วินาที)
- **ความเร็ว (v):** ความเร็วแพร่กระจาย

สูตรสำคัญ:

$v = f\lambda$

$f = 1/T$

$T = 1/f$

หัวข้อที่ 2: สมบัติของคลื่น (15 นาที)

2.1 การสะท้อน (Reflection)

- คลื่นกระทบผิวแล้วสะท้อนกลับ
- มุมตก = มุมสะท้อน
- ตัวอย่าง: เสียงสะท้อน, กระจก, เรดาร์

2.2 การหักเห (Refraction)

- คลื่นเปลี่ยนทิศเมื่อผ่านระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด
- ความเร็วเปลี่ยน ⟶ ทิศทางเปลี่ยน

- ตัวอย่าง: แท่งแก้วในน้ำดูโค้ง

2.3 การแทรกสอด (Interference)

ชนิด	เงื่อนไข	ผลลัพธ์
เสริม	เฟสเดียวกัน	แอมพลิจูดเพิ่ม
หักล้าง	เฟสตรงข้าม	แอมพลิจูดลด

- ใช้ในหูฟังตัดเสียงรบกวน (Noise Cancelling)

2.4 การเลี้ยวเบน (Diffraction)

- คลื่นโค้งรอบอุปสรรค
- ความถี่ต่ำ ⟶ เลี้ยวเบนมาก
- ตัวอย่าง: ได้ยินเสียงจากหลังกำแพง

2.5 การโพลาไรเซชัน (Polarization)

- คลื่นตามขวางสั่นในทิศทางเดียว
- ใช้ในแว่นกันแดด, หน้าจอ LCD

หัวข้อที่ 3: คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (15 นาที)

3.1 ความหมาย

- คลื่นที่เกิดจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
- สั่นตั้งฉากกัน
- แพร่กระจายได้ในสุญญากาศ
- ความเร็ว = c = 3×10^{8} m/s

3.2 การเกิด

- ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่แบบเร่ง
- สนามไฟฟ้าเปลี่ยน ⟶ เกิดสนามแม่เหล็ก
- สนามแม่เหล็กเปลี่ยน ⟶ เกิดสนามไฟฟ้า
- วนไปเรื่อยๆ ⟶ เกิดคลื่น

3.3 สเปกตรัม (จากความถี่ต่ำ ⟶ สูง)

คลื่นวิทยุ ⟶ ไมโครเวฟ ⟶ อินฟราเรด ⟶
แสงที่เห็น ⟶ อัลตราไวโอเลต ⟶ รังสีเอกซ์ ⟶ รังสีแกมมา

3.4 การประยุกต์ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์

คลื่น	ความถี่	การใช้งาน
คลื่นวิทยุ	AM, FM	วิทยุ, โทรทัศน์
ไมโครเวฟ	GHz	Wi-Fi, 4G/5G, เรดาร์
อินฟราเรด	THz	รีโมท, เซ็นเซอร์
แสงที่เห็น	400-700 nm	ไฟเบอร์ออปติก, Li-Fi
อัลตราไวโอเลต	UV	ฆ่าเชื้อ, เซ็นเซอร์

บูรณาการ STEM:

- **E:** ระบบสื่อสาร เสาส่งสัญญาณ
- **M:** สูตร v = fλ, c = fλ

ขั้นที่ 4: ขยายความรู้ (Elaboration) - 20 นาที

กิจกรรม: Design Challenge

Challenge 1: ออกแบบระบบ Wi-Fi ในโรงเรียน (กลุ่มละ 10 นาที)

สถานการณ์: โรงเรียนมีอาคารเรียน 3 ชั้น ขนาด 50×30 เมตร ต้องการติดตั้ง Wi-Fi ให้ครอบคลุมทั่วทั้งอาคาร

โจทย์:

1. Wi-Fi ใช้คลื่นความถี่เท่าไร? (2.4 GHz, 5 GHz)
2. คำนวณความยาวคลื่น (λ = c / f)
3. ความถี่ต่างกันมีผลอย่างไร?
    - 2.4 GHz: แทรกซึมกำแพงดี แต่ช้า

    - 5 GHz: เร็ว แต่แทรกซึมได้น้อย
4. ออกแบบจุดติดตั้ง Access Point กี่ตัว? ตำแหน่งไหน?
5. วาดแผนผังแสดงจุดติดตั้งและรัศมีครอบคลุม

ข้อมูล:

- Wi-Fi 2.4 GHz: รัศมี 50 m
- Wi-Fi 5 GHz: รัศมี 30 m
- กำแพงคอนกรีตลดสัญญาณ 30%

Challenge 2: แก้ปัญหาสัญญาณโทรศัพท์อ่อน (กลุ่มละ 10 นาที)

สถานการณ์: หมู่บ้านในภูเขามีสัญญาณโทรศัพท์อ่อนมาก เพราะห่างจากเสาส่งสัญญาณ 20 กม. และมีภูเขาบัง

โจทย์:

1. อธิบายสาเหตุที่สัญญาณอ่อน (ระยะทาง, อุปสรรค, การเลี้ยวเบน)
2. เสนอแนวทางแก้ไข 3 วิธี:
    - สร้างเสาส่งสัญญาณเพิ่ม
    - ใช้ Repeater (ตัวขยายสัญญาณ)
    - ใช้ดาวเทียม
3. วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย ต้นทุน
4. เลือกวิธีที่ดีที่สุดพร้อมเหตุผล
5. คำนวณต้นทุนและระยะเวลาดำเนินการ

บูรณาการ STEM:

- **S:** การแพร่กระจายคลื่น การเลี้ยวเบน
- **T:** Wi-Fi, มือถือ, ดาวเทียม
- **E:** การออกแบบระบบสื่อสาร
- **M:** คำนวณระยะ, รัศมีครอบคลุม, ต้นทุน

ขั้นที่ 5: ประเมินผล (Evaluation) - 10 นาที

กิจกรรม:

- กลุ่มนำเสนอโซลูชัน (3 นาที/กลุ่ม)
- ครูและเพื่อนให้ข้อเสนอแนะ
- ทำ Kahoot Quiz 5 ข้อ (องค์ประกอบคลื่น, สเปกตรัม, สูตร)
- มอบหมายการบ้าน: อ่านใบความรู้, ดูวิดีโอ EM spectrum

ชั่วโมงที่ 3-4: ปฏิบัติ (2 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1: ทบทวนและเตรียมความพร้อม - 10 นาที

ทบทวน:

- องค์ประกอบคลื่น: A, f, λ, T, v
- สูตร: v = fλ, f = 1/T
- สเปกตรัม EM: คลื่นวิทยุ $\longrightarrow$ รังสีแกมมา

ความปลอดภัย:

1. ระวังคลื่นความถี่สูง (UV, X-ray, Gamma)
2. ไม่ส่องแสงเลเซอร์เข้าตา
3. ห้ามถอดเครื่องส่งวิทยุกำลังสูง
4. ใช้อุปกรณ์ป้องกันตามคำแนะนำ

แบ่งกลุ่ม: กลุ่มละ 4-5 คน

ขั้นที่ 2: โครงงาน STEM Project - 80 นาที

โครงงาน: "ออกแบบและสร้างเสาอากาศรับสัญญาณทีวีดิจิทัล"

Mission Statement: ออกแบบและสร้างเสาอากาศแบบง่ายสำหรับรับสัญญาณทีวีดิจิทัล โดยใช้หลักการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต้นทุนต่ำ ทำเองได้

Phase 1: DEFINE - กำหนดปัญหา (10 นาที)

ปัญหา:

- ทีวีบ้านสัญญาณอ่อน ภาพสะดุด
- เสาอากาศในท้องตลาดราคาแพง (300-1,000 บาท)
- ชุมชนห่างไกลไม่มีเคเบิลทีวี

ความต้องการ:

1. **รับสัญญาณได้:** ช่อง 3, 5, 7, 9 (UHF 470-806 MHz)
2. **ราคาถูก:** < 50 บาท
3. **ทำง่าย:** ใช้วัสดุหาง่าย
4. **ทนทาน:** ใช้ได้นาน ทนฝนแดด

ข้อจำกัด:

- ใช้วัสดุ: ลวดทองแดง, ไม้, ท่อ PVC
- ไม่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซับซ้อน
- ต้องคำนวณขนาดตามหลักฟิสิกส์

Phase 2: RESEARCH & DESIGN - ศึกษาและออกแบบ (20 นาที)

การวิจัยหลักการ:

1. ทีวีดิจิทัลใช้คลื่นความถี่เท่าไร?

- ช่วง UHF: 470-806 MHz
- ความถี่กลาง: 638 MHz (ประมาณ)

2. คำนวณความยาวคลื่น:

$c = 3\times10^{8}$ m/s

$f = 638\times10^{6}$ Hz

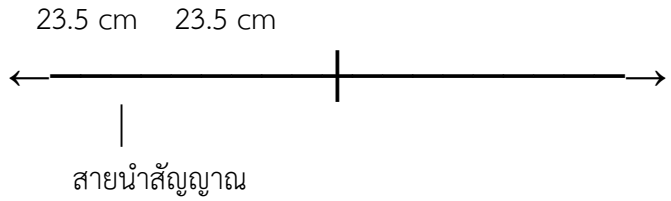
$\lambda = c / f = (3\times10^{8}) / (638\times10^{6}) = 0.47$ m = 47 cm

3. ความยาวเสาอากาศที่เหมาะสม:

- **Dipole Antenna:** L = $\lambda/2$ = 23.5 cm (แต่ละด้าน)
- **Full Wave:** L = λ = 47 cm
- **Yagi Antenna:** หลายเอลิเมนต์ รับสัญญาณดีกว่า

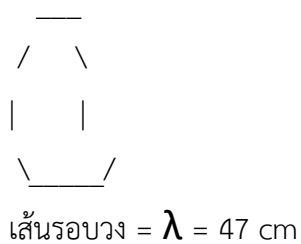
การออกแบบ (3 แบบ):

แบบที่ 1: Dipole Antenna (เสาอากาศคู่)



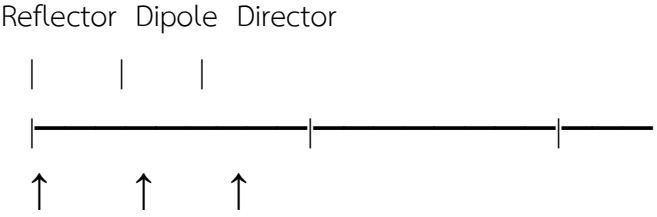
- ง่ายที่สุด
- รับสัญญาณทิศทางเดียว
- เหมาะกับสัญญาณแรง

แบบที่ 2: Loop Antenna (เสาอากาศวงกลม)



- รับสัญญาณทุกทิศทาง
- เหมาะกับพื้นที่เมือง

แบบที่ 3: Yagi Antenna (เสาอากาศยากิ)



λ/2 λ/2 0.4λ

- รับสัญญาณทิศทางเดียวแรงที่สุด
- เหมาะกับพื้นที่ห่างไกล

การคำนวณขนาดแบบละเอียด:

สำหรับ Yagi Antenna:

Reflector: 24 cm
Dipole (Driven): 23.5 cm × 2
Director 1: 22 cm
Director 2: 21 cm
Director 3: 20 cm

ระยะห่าง: 12 cm (0.25λ)

วาดแบบ:

- มุมมองด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน
- ระบุขนาดทุกส่วน
- แสดงจุดต่อสายนำสัญญาณ

Phase 3: BUILD - สร้างเสาอากาศ (35 นาที)

สถานีที่ 1: Dipole Antenna (ง่ายสุด)

วัสดุ:

- ลวดทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm ความยาว 50 cm
- ท่อ PVC 1/2 นิ้ว ยาว 30 cm (ฐาน)
- สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) 75 Ω ยาว 3 เมตร
- คลิปต่อสาย

ขั้นตอน:

1. ตัดลวดทองแดง 2 ท่อน ยาว 23.5 cm

2. ติดตั้งบนท่อ PVC ห่างกัน 2 cm
3. ปอกสายโคแอกเชียล:
    - สายกลาง (Core) ⟶ ต่อด้านหนึ่ง
    - สายถัก (Shield) ⟶ ต่อด้านหนึ่ง
4. ห่อเทปกันน้ำ
5. ทดสอบต่อกับทีวี

สถานีที่ 2: Loop Antenna (รับทุกทิศทาง)

วัสดุ:

- ลวดทองแดง 47 cm
- แผ่นไม้วงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm
- สายโคแอกเชียล
- ตัวต่อ F-connector

ขั้นตอน:

1. งอลวดเป็นวงกลม เส้นรอบวง 47 cm
2. ติดตั้งบนแผ่นไม้
3. ต่อสายโคแอกเชียล ที่ช่องเปิด (Gap) ของวงกลม
4. ทดสอบ

สถานีที่ 3: Yagi Antenna (แรงที่สุด)

วัสดุ:

- ลวดทองแดง 5 ท่อน (ตามขนาดที่คำนวณ)
- ท่อ PVC 1 นิ้ว ยาว 60 cm (บูม)
- สายโคแอกเชียล
- สกรูและนอต

ขั้นตอน:

1. เจาะรูบนท่อ PVC 5 จุด ห่างกัน 12 cm
2. สอดลวดทองแดงผ่านรู แต่ละท่อน

3. ต่อสายโคแอกเชียลที่ Dipole (ตรงกลาง)
4. ปรับทิศทางชี้ไปทางเสาส่งสัญญาณทีวี
5. ทดสอบ

เทคนิค:

- ใช้เข็มทิศหรือ Google Maps หาทิศเสาส่งสัญญาณ
- ปรับมุมขึ้น-ลง 10-30 องศา
- หมุนซ้าย-ขวา จนได้สัญญาณดีที่สุด

Phase 4: TEST - ทดสอบประสิทธิภาพ (10 นาที)

การทดสอบที่ 1: ทดสอบรับสัญญาณ

- ต่อเสาอากาศเข้ากับทีวี
- สแกนหาช่อง (Auto Scan)
- บันทึก: จำนวนช่องที่รับได้
- ประเมินคุณภาพสัญญาณ (1-10)

การทดสอบที่ 2: ทดสอบทิศทาง

- หมุนเสาอากาศ 360 องศา
- บันทึกคุณภาพสัญญาณแต่ละมุม
- หาทิศทางที่รับสัญญาณดีที่สุด

การทดสอบที่ 3: เปรียบเทียบกับเสาอากาศมาตรฐาน

- ทดสอบเสาอากาศที่ซื้อจากร้าน
- เปรียบเทียบจำนวนช่อง คุณภาพสัญญาณ

ตารางบันทึกผล:

แบบเสาอากาศ	**จำนวนช่อง**	**คุณภาพ (1-10)**	**ทิศทางที่ดีที่สุด**	**ต้นทุน (บาท)**
Dipole	_____	_____	_____	~30
Loop	_____	_____	รับทุกทิศ	~40
Yagi	_____	_____	_____	~50

แบบเสาอากาศ	จำนวนช่อง	คุณภาพ (1-10)	ทิศทางที่ดีที่สุด	ต้นทุน (บาท)
เสาซื้อมา	_____	_____	_____	500

แบบที่ดีที่สุด: _____

Phase 5: IMPROVE & OPTIMIZE - ปรับปรุง (5 นาที)

การวิเคราะห์:

- แบบใดรับสัญญาณดีที่สุด? เพราะอะไร?
- ขนาดความยาวลวดมีผลหรือไม่?
- ทิศทางมีความสำคัญแค่ไหน?
- จะปรับปรุงอย่างไรให้ดีขึ้น?

ข้อเสนอแนะ:

1. เพิ่มจำนวน Director ⟶ รับสัญญาณแรงขึ้น
2. ใช้ลวดทองแดงหนาขึ้น ⟶ ลดความต้านทาน
3. เคลือบกันสนิม ⟶ ทนทานต่อฝนแดด
4. ติดตั้งสูงจากพื้น ⟶ สัญญาณดีขึ้น
5. ใช้ Amplifier ⟶ ขยายสัญญาณอ่อน

ขั้นที่ 3: นำเสนอและสาธิต - 25 นาที

รูปแบบการนำเสนอ: (กลุ่มละ 5 นาที)

โครงสร้าง:

1. **ปัญหาและวัตถุประสงค์** (30 วินาที)
2. **หลักการและการคำนวณ** (1.5 นาที)
    - อธิบายการคำนวณ λ
    - แสดงการออกแบบตามหลักฟิสิกส์
3. **การสาธิตการทำงาน** (2 นาที)
    - ต่อเสาอากาศกับทีวี
    - สแกนหาช่อง

    - แสดงคุณภาพสัญญาณ
4. **ผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ** (1 นาที)

เกณฑ์ให้คะแนน:

- หลักการและการคำนวณ (25%)
- การทำงานได้จริง (30%)
- ความคิดสร้างสรรค์ (20%)
- ต้นทุนและความคุ้มค่า (15%)
- การนำเสนอ (10%)

ขั้นที่ 4: สรุปและสะท้อน - 5 นาที

สรุป:

- ครูสรุปหลักการคลื่น EM และการประยุกต์ใช้
- เชื่อมโยงกับเทคโนโลยี: 5G, Starlink, Li-Fi

Reflection:

- 3 สิ่งที่เรียนรู้
- 2 สิ่งที่ท้าทาย

การวัดและประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน

เครื่องมือ	วิธีการ	น้ำหนัก
แบบทดสอบก่อนเรียน	10 ข้อ เกี่ยวกับคลื่น	ไม่นับ
แบบสำรวจ	ประสบการณ์กับอุปกรณ์สื่อสาร	ไม่นับ

การประเมินระหว่างเรียน (60%)

ด้านพุทธิพิสัย - 40 คะแนน

เครื่องมือ	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์
คำถามในชั้น	วิเคราะห์คลื่น EM	5	≥ 60%
แบบฝึกหัด	10 ข้อ คำนวณ v=fλ	10	≥ 60%
ใบงาน	องค์ประกอบคลื่น	15	≥ 60%
Quiz	ทดสอบออนไลน์	10	≥ 60%

ด้านทักษะพิสัย - 40 คะแนน

เครื่องมือ	รายละเอียด	คะแนน	เกณฑ์
ทักษะการทดลอง	ใช้ Oscilloscope	10	≥ 60%
STEM Project	เสาอากาศทีวีดิจิทัล	25	≥ 60%
การนำเสนอ	นำเสนอพร้อมสาธิต	5	≥ 60%

STEM Project (25 คะแนน):

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
Define	กำหนดปัญหาชัดเจน	2
Research & Design	คำนวณ λ ถูกต้อง (4) ออกแบบมีเหตุผล (3)	7
Build	สร้างได้และทำงาน (4) ความคิดสร้างสรรค์ (2)	6
Test	ทดสอบและบันทึกครบ	4
Improve	วิเคราะห์และเสนอแนะ	2
รายงาน	สมบูรณ์ส่งตรงเวลา	4

ด้านจิตพิสัย 20 คะแนน

พฤติกรรม	คะแนน	เกณฑ์
ความปลอดภัย	5	≥ 60%
ความรับผิดชอบ	5	≥ 60%
ความร่วมมือ	5	≥ 60%
ความละเอียด	5	≥ 60%

การประเมินหลังเรียน (40%)

แบบทดสอบ 100 คะแนน

ส่วน	จำนวน	คะแนน	เวลา
ปรนัย	30 ข้อ	30	30 นาที
อัตนัย	7 ข้อ	70	60 นาที
รวม	**37 ข้อ**	**100**	**90 นาที**

แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. คลื่นเสียงเป็นคลื่นชนิดใด

ก. คลื่นตามยาว

ข. คลื่นตามขวาง

ค. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ง. คลื่นนิ่ง

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคลื่น ความถี่ และความยาวคลื่นคือข้อใด

ก. $v = f/\lambda$

ข. $v = f\lambda$

ค. $v = f + \lambda$

ง. $v = f - \lambda$

3. คลื่นมีความถี่ 500 Hz ความเร็ว 340 m/s ความยาวคลื่นเท่าใด

ก. 0.68 m

ข. 1.47 m

ค. 170 m

ง. 840 m

4. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายด้วยความเร็วเท่าใด

ก. 340 m/s

ข. 1500 m/s

ค. 3×10^{8} m/s

ง. 9.8 m/s

5. ข้อใดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. คลื่นเสียง

ข. คลื่นน้ำ

ค. คลื่นวิทยุ

ง. คลื่นไหวสะเทือน

6. คลื่นที่มีความถี่สูงที่สุดในสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือข้อใด

ก. คลื่นวิทยุ

ข. รังสีเอกซ์

ค. รังสีแกมมา

ง. แสงที่มองเห็น

7. รีโมทคอนโทรลทีวีใช้คลื่นชนิดใด

ก. คลื่นวิทยุ

ข. ไมโครเวฟ

ค. อินฟราเรด

ง. อัลตราไวโอเลต

8. การแทรกสอดเสริมเกิดขึ้นเมื่อใด

ก. คลื่นสองคลื่นมีเฟสตรงกันข้าม

ข. คลื่นสองคลื่นมีเฟสเดียวกัน

ค. คลื่นมีความถี่ต่างกัน

ง. คลื่นมีแอมพลิจูดต่างกัน

9. ข้อใดคือการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานสื่อสาร

ก. โทรศัพท์มือถือ

ข. Wi-Fi

ค. ดาวเทียม

ง. ถูกทุกข้อ

10. ไฟเบอร์ออปติกใช้หลักการของคลื่นข้อใด

ก. การสะท้อนแบบสมบูรณ์

ข. การหักเห

ค. การแทรกสอด

ง. การเลี้ยวเบน

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ 1. ก. คลื่นตามยาว

ข้อ 2. ข. $v = f\lambda$

ข้อ 3. ก. 0.68 m ($\lambda = v/f = 340/500 = 0.68$)

ข้อ 4. ค. 3×10^{8} m/s

ข้อ 5. ค. คลื่นวิทยุ

ข้อ 6. ค. รังสีแกมมา

ข้อ 7. ค. อินฟราเรด

ข้อ 8. ข. คลื่นสองคลื่นมีเฟสเดียวกัน

ข้อ 9. ง. ถูกทุกข้อ

ข้อ 10. ก. การสะท้อนแบบสมบูรณ์

ใบงาน: การศึกษาคุณสมบัติของคลื่น

ชื่อ-สกุล: _____ รหัสประจำตัว: _____

ชั้น: _____ กลุ่ม: _____ วันที่: _____

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบของคลื่น
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาความเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นได้

ตอนที่ 1: องค์ประกอบของคลื่น

จากรูปคลื่น บอกองค์ประกอบต่อไปนี้:

1. แอมพลิจูด (A) = _____
2. ความยาวคลื่น (λ) = _____
3. คาบ (T) = _____

ตอนที่ 2: การคำนวณคลื่น

1. คลื่นมีความถี่ 100 Hz ความยาวคลื่น 3 m จงหาความเร็วคลื่น

   $v = f\lambda$ = _____ m/s

2. คลื่นเสียงแพร่กระจายในอากาศด้วยความเร็ว 340 m/s

   ถ้าความถี่ 850 Hz จงหาความยาวคลื่น

   $\lambda = v/f$ = _____ m

3. คลื่นวิทยุ FM 100 MHz (100×10^6 Hz) แพร่กระจายด้วยความเร็วแสง

   จงหาความยาวคลื่น ($c = 3\times10^8$ m/s)

   $\lambda = c/f$ = _____ m

ตอนที่ 3: สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

จัดเรียงคลื่นต่อไปนี้จากความถี่น้อยไปมาก:

รังสีเอกซ์, คลื่นวิทยุ, แสงที่มองเห็น, รังสีแกมมา, อินฟราเรด

ตอบ: _____

เฉลยใบงาน

ตอนที่ 2:

1. $v = 100 \times 3 = 300$ m/s

2. $\lambda = 340 / 850 = 0.4$ m

3. $\lambda = (3\times10^{8}) / (100\times10^{6}) = 3$ m

ตอนที่ 3: คลื่นวิทยุ < อินฟราเรด < แสงที่มองเห็น < รังสีเอกซ์ < รังสีแกมมา

ใบความรู้: คลื่นและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

องค์ประกอบของคลื่น

1. แอมพลิจูด (A) = ระยะห่างจากจุดสมดุลถึงยอดคลื่น
2. ความยาวคลื่น (λ) = ระยะห่างระหว่างยอดคลื่น 2 ยอดติดกัน
3. ความถี่ (f) = จำนวนคลื่นที่ผ่านจุดหนึ่งใน 1 วินาที (หน่วย: Hz)
4. คาบ (T) = เวลาที่คลื่น 1 ลูกใช้ผ่านจุดหนึ่ง (หน่วย: วินาที)
5. ความเร็วคลื่น (v) = ความเร็วในการแพร่กระจายของคลื่น

สูตรสำคัญ

- $v = f\lambda$ (ความเร็ว = ความถี่ × ความยาวคลื่น)
- $f = 1/T$ (ความถี่ = 1/คาบ)
- $c = 3\times10^{8}$ m/s (ความเร็วแสง)

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ชนิดคลื่น	ช่วงความถี่	การใช้งาน
คลื่นวิทยุ	ต่ำสุด	วิทยุ โทรทัศน์
ไมโครเวฟ	ต่ำ	เรดาร์ เตาอบ
อินฟราเรด	ปานกลาง	รีโมท เซ็นเซอร์
แสงที่มองเห็น	ปานกลาง	แสงสว่าง
อัลตราไวโอเลต	สูง	ฆ่าเชื้อโรค
รังสีเอกซ์	สูงมาก	เอกซเรย์
รังสีแกมมา	สูงสุด	รักษาโรค

การประยุกต์ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสาร

- คลื่นวิทยุ - ระบบสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication)
- ไมโครเวฟ - เครือข่าย Wi-Fi, Bluetooth
- อินฟราเรด - รีโมทคอนโทรล เซ็นเซอร์
- แสงที่มองเห็น - ไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic)
- การสื่อสารดาวเทียม - ใช้คลื่นไมโครเวฟและคลื่นวิทยุ
- เรดาร์ - ตรวจจับวัตถุด้วยคลื่นไมโครเวฟ

- 5G Technology - ใช้คลื่นความถี่สูง (mmWave)
- LiDAR - ใช้แสงเลเซอร์ในการสแกน 3D

ข้อควรระวัง

• คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงอาจเป็นอันตราย (เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา)

• ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันเมื่อทำงานกับเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่สูง

• หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงกับเครื่องส่งวิทยุกำลังสูง