



คู่มือปฏิบัติการ

วิชาวิทยาศาสตร์งานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร

Science for Electrical, Electronic and Communication Works

Laboratory Manual.

หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง



กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์
แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์
วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา วิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา 30000-1303 ท.ป.น. 2-2-3

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563

หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษา ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขาวิชาเทคนิคควบคุมและซ่อมบำรุง ระบบขนส่งทางราง

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการและการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในงานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร
2. สามารถคำนวณ ทดลอง แก้ปัญหา วางแผน ตรวจสอบ และประยุกต์ใช้กระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ในงานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร

3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์งานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร และกิจนิสัยที่ดีในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ แรง และสมดุลของแรง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กไฟฟ้า สารละลาย ปฏิกิริยาเคมี และไฟฟ้าเคมี
2. คำนวณข้อมูลเกี่ยวกับเวกเตอร์ แรง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กไฟฟ้า สารละลาย ตามหลักการและทฤษฎี
3. ทดลอง ตรวจสอบ และแก้ปัญหา เกี่ยวกับแรงและสมดุลของแรง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สารละลาย ปฏิกิริยาเคมี และไฟฟ้าเคมี ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์งานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสารในงานอาชีพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติวิทยาศาสตร์งานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร เกี่ยวกับเวกเตอร์ แรงและสมดุล ของแรง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กไฟฟ้า สารละลาย ปฏิกิริยาเคมี และไฟฟ้าเคมี และการประยุกต์ใช้ ในงานอาชีพที่เกี่ยวข้อง

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา 30000-1303 ชื่อวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร

ที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)	สัปดาห์ที่
1	ปริมาณเวกเตอร์	8	1-2
2	แรงและการสมดุล	12	3-5
3	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	12	6-8
4	ไฟฟ้าแม่เหล็ก	8	9-10
5	สารละลาย	12	11-13
6	ปฏิกิริยาเคมี	8	14-15
7	เคมีไฟฟ้า	8	16-17
	ทดสอบประมวลความรู้รายวิชา	8	18

หน่วยการเรียนรู้สมรรถนะประจำหน่วย วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร

หน่วยที่ ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1.ปริมาณเวกเตอร์	1. บอกความแตกต่างระหว่างปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์พร้อมยกตัวอย่าง	1. คำนวณขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์โดยวิธีการสร้างรูปและคำนวณ 2. คำนวณขนาดและทิศทางของเวกเตอร์องค์ประกอบในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ และ 3 มิติ 3. คำนวณขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ผลคูณปริมาณเวกเตอร์	1.ตรงต่อเวลา 2.การแสดงตนที่เหมาะสมในกิจกรรมกลุ่ม 3.กล้าแสดงออก /บุคลิกการนำเสนองาน
2.แรงและการสมดุล	1. อธิบายสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งและสมดุลต่อการหมุน 2. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	1. คำนวณแรงและโมเมนต์โดยใช้หลักการสมดุล 2. คำนวณแรงเสียดทาน	1.ตรงต่อเวลา 2.ปฏิบัติตามระเบียบของสถานศึกษา 3.กล้าแสดงออก
3.คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1. อธิบายกฎและทฤษฎี การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 2. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าระนาบ 3. อธิบายพลังงานโมเมนตัมและความดันรังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 4. อธิบายการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสสาร 5. อธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า		1.ตรงต่อเวลา 2.ปฏิบัติตามระเบียบของสถานศึกษา 3.กล้าแสดงออก

หน่วยที่ ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
4.ไฟฟ้าแม่เหล็ก	1.อธิบายสมบัติสารแม่เหล็กได้ถูกต้อง 2.บอกทิศทางของสนามแม่เหล็กได้	1.คำนวณแรงกระทำต่อประจุในสนามแม่เหล็กได้ 2.คำนวณแรงกระทำต่อตัวนำที่มีกระแสไหลในสนามแม่เหล็กได้	1.ตรงต่อเวลา 2.ปฏิบัติตามระเบียบของสถานศึกษา 3.กล้าแสดงออก
5.สารละลาย	1. อธิบายเกี่ยวกับความหมายชนิดและกลไกการละลาย 2. อธิบายเกี่ยวกับเอนทัลปีของการละลาย 3. อธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย 4. อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสารละลาย	1.คำนวณเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย	1.ตรงต่อเวลา 2.ปฏิบัติตามระเบียบของสถานศึกษา 3.กล้าแสดงออก
6.ปฏิกิริยาเคมี	1. บอกชนิดของปฏิกิริยาเคมีได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ถูกต้อง	1.คำนวณหาค่าออกซิเดชันสเตทของธาตุในสารประกอบได้ถูกต้อง 2. คำนวณจำนวนโมลและปริมาณมวลสารสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี	1.ตรงต่อเวลา 2.ปฏิบัติตามระเบียบของสถานศึกษา 3.กล้าแสดงออก
7.เคมีไฟฟ้า	1.อธิบายพลังงานไฟฟ้าที่มาจากพลังงานเคมี 2. อธิบายอุตสาหกรรมเซลล์ไฟฟ้า 3. อธิบายหลักอิเล็กทรอนิกส์ 4. อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ของโลหะ		1.ตรงต่อเวลา 2.ปฏิบัติตามระเบียบของสถานศึกษา 3.กล้าแสดงออก

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

คะแนนเต็ม 100 คะแนน แบ่งเป็น

1. คะแนนระหว่างภาคเรียน จำนวน 80 คะแนน
 - 1.1 ใบงาน / ใบกิจกรรม จำนวน 40 คะแนน
 - 1.2 วัดผลท้ายหน่วย จำนวน 30 คะแนน
 - 1.3 แบบฝึกหัด จำนวน 10 คะแนน
2. จิตพิสัย จำนวน 20 คะแนน
 - 2.1 ตรงต่อเวลา จำนวน 10 คะแนน
 - 2.2 ปฏิบัติตามระเบียบของวิทยาลัย จำนวน 10 คะแนน
3. วัดผลปลายภาคเรียน จำนวน 20 คะแนน

การประเมินผลการเรียนรู้

ระดับผลการเรียน แบ่งเป็น 8 ระดับ ดังนี้

คะแนน 80 - 100	=	ระดับผลการเรียน	4.00
คะแนน 75 - 79	=	ระดับผลการเรียน	3.50
คะแนน 70 - 74	=	ระดับผลการเรียน	3.00
คะแนน 65 - 69	=	ระดับผลการเรียน	2.50
คะแนน 60 - 64	=	ระดับผลการเรียน	2.00
คะแนน 55 - 59	=	ระดับผลการเรียน	1.50
คะแนน 50 - 54	=	ระดับผลการเรียน	1.00
คะแนน .0 - 49	=	ระดับผลการเรียน	0.00

ใบกิจกรรมหน่วยที่ 1 ปริมาณเวกเตอร์
เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ

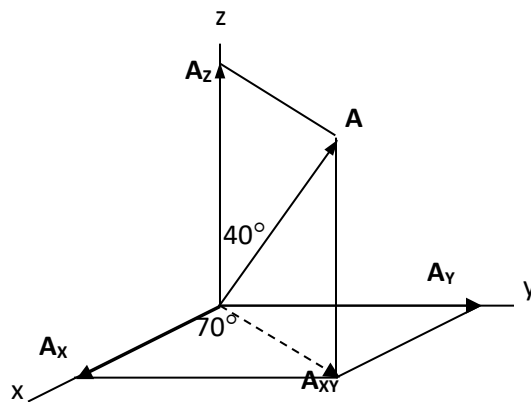
จุดประสงค์การเรียนรู้
เครื่องมือและอุปกรณ์

คำนวณเวกเตอร์องค์ประกอบในระบบพิกัดฉาก 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

1. โมเดลเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ
2. เครื่องมือที่ใช้ในวัดความยาวและวัดมุม

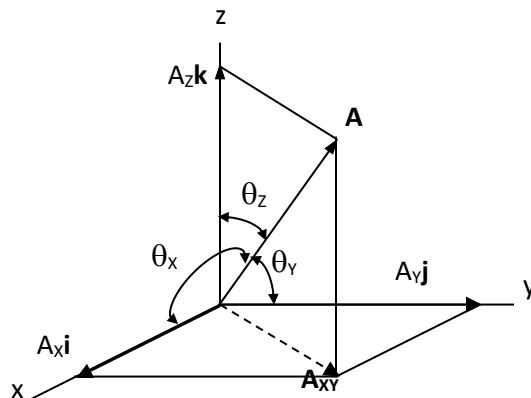
ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ
2. พิจารณาเวกเตอร์บนโมเดลเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ เปรียบเทียบกับรูป แล้วคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบในแนว แกน x, y และ z (กำหนดขนาดของ **A** เท่ากับ 20 N)
3. คำนวณค่า θ_x , θ_y เมื่อ $\theta_z = 40^\circ$ และ $\phi = 70^\circ$
4. คำนวณค่า Direction Cosin ของเวกเตอร์
5. วิเคราะห์และสรุปผล รายงานผล
6. พิจารณาเวกเตอร์บนโมเดลเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ เปรียบเทียบกับรูปแล้วคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบในแนว แกน x, y และ z



A_z	=	.....	=	.....	= ..... N
A_{xy}	=	.....	=	.....	
A_x	=	.....	=	.....	= .....N
A_y	=	.....	=	.....	= .....N

7. คำนวณหาค่า θ_x , θ_y และ θ_z



$$\theta_x = \dots\dots\dots$$

$$\theta_y = \dots\dots\dots$$

$$\theta_z = \dots\dots\dots$$

8. คำนวณหาค่า Direction Cosin ของเวกเตอร์ A

$$\cos \theta_x = \dots\dots\dots$$

$$\cos \theta_y = \dots\dots\dots$$

$$\cos \theta_z = \dots\dots\dots$$

สรุปผลการทดลอง

เวกเตอร์องค์ประกอบ ใน แกนพิกัดฉาก	มุมกระทำกับแกนพิกัดฉาก	Direction Cosin
แกน x; $A_x = \dots\dots\dots N$	$\theta_x = \dots\dots\dots$	$\cos \theta_x = \dots\dots\dots$
แกน y; $A_y = \dots\dots\dots N$	$\theta_y = \dots\dots\dots$	$\cos \theta_y = \dots\dots\dots$
แกน z; $A_z = \dots\dots\dots N$	$\theta_z = \dots\dots\dots$	$\cos \theta_z = \dots\dots\dots$

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้า $\theta_z = 52^\circ$ และ $\phi = 65^\circ$ จงคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบในแนว แกน x, y และ z

$$A_x = \dots\dots\dots$$

$$A_y = \dots\dots\dots$$

$$A_z = \dots\dots\dots$$

2. จากโจทย์ ข้อ 1 จงคำนวณหาค่า θ_x , θ_y

$$\theta_x = \dots\dots\dots$$

$$\theta_y = \dots\dots\dots$$

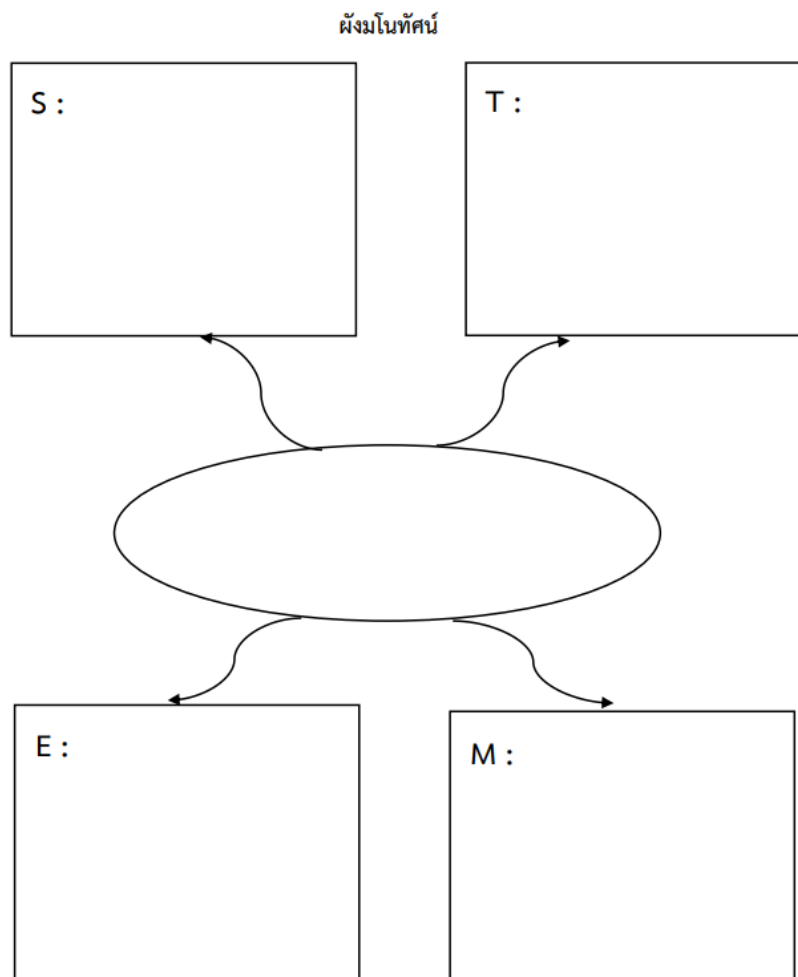
9. คำนวณหาค่า Direction Cosin ของเวกเตอร์ **A**

$$\cos\theta_x = \dots\dots\dots$$

$$\cos\theta_y = \dots\dots\dots$$

$$\cos\theta_z = \dots\dots\dots$$

ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



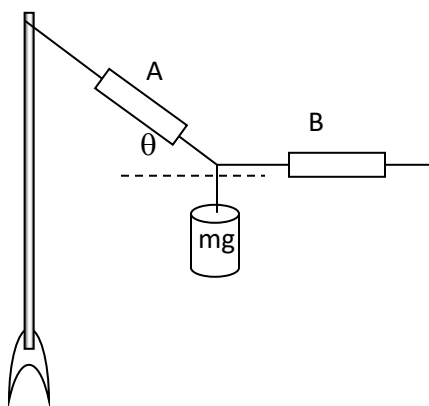
ใบกิจกรรมหน่วยที่ 2 แรงและสมดุลของแรง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อศึกษาสมดุลของแรง

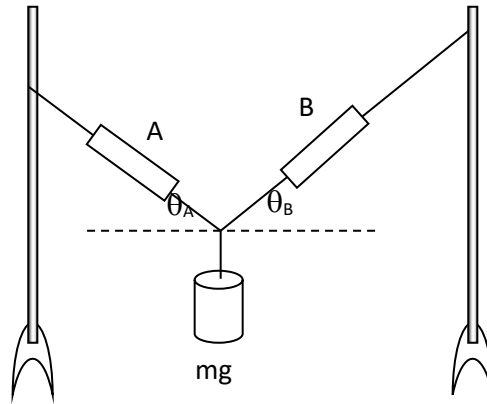
- เครื่องมือและอุปกรณ์**
1. ขาตั้ง 2 อัน
 2. เครื่องวัดแรง 2 อัน
 3. ไม้ม้วน, เครื่องมือวัดมุม
 4. เชือกเล็กๆ
 5. ตั้มน้ำหนัก 20 g 5 อัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. ใช้ขอเครื่องวัดแรง 1 อันเกี่ยวกับตั้มน้ำหนัก 20 g 5 อัน ให้วางตัวอยู่ในแนวตั้งอ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง บันทึกผล
4. จัดอุปกรณ์ ดังรูป อ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง และวัดมุม θ บันทึกผล



5. เขียนรูปอิสระของโครงสร้าง
6. เขียนแรงองค์ประกอบในแนวตั้งฉาก พิจารณาอ่านค่าของแรงองค์ประกอบในแต่ละแกน
7. ปฏิบัติเช่นเดียวกับ ข้อ 4-6 แต่เปลี่ยนการจัดอุปกรณ์เป็นดังรูป



8. บันทึกข้อมูลการวัดลงในตาราง

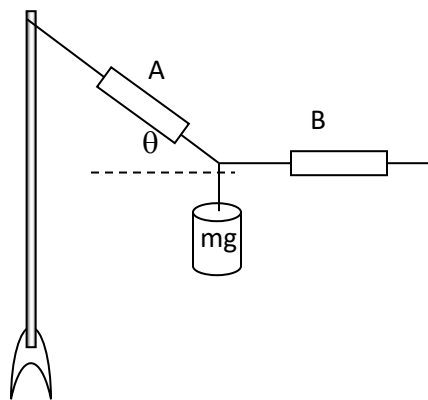
9. วิเคราะห์และสรุปผล รายงานผล

ตัวอย่างผลการทดลอง

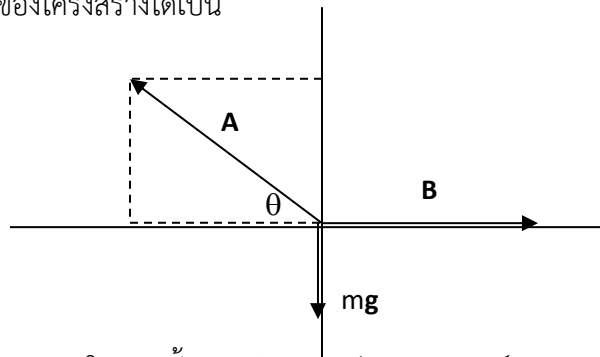
1. ใช้ขอเครื่องวัดแรง 1 อันเกี่ยวตุ้มน้ำหนัก 20 g 5 อัน ให้วางตัวอยู่ในแนวตั้งอ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง ได้ 1 N

2. จัดอุปกรณ์ ดังรูป อ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง A ได้.....N

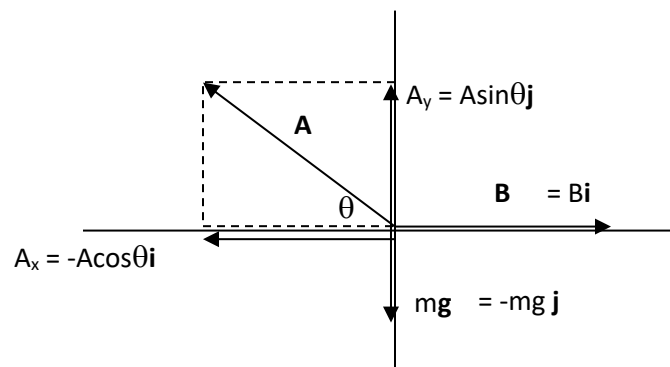
อ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง B ได้.....N และวัดมุม θ ได้.....



5. เขียนรูปอิสระของโครงสร้างได้เป็น



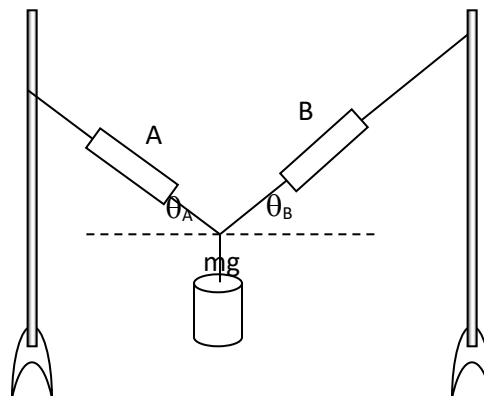
6. เขียนแรงองค์ประกอบในแนวตั้งฉาก พิจารณาค่าของแรงองค์ประกอบในแต่ละแกน



7. จัดอุปกรณ์ ดังรูป อ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง A ได้.....N

อ่านค่าของแรงจากเครื่องวัดแรง B ได้.....N

และวัดมุม θ_A ได้.....วัดมุม θ_B ได้.....



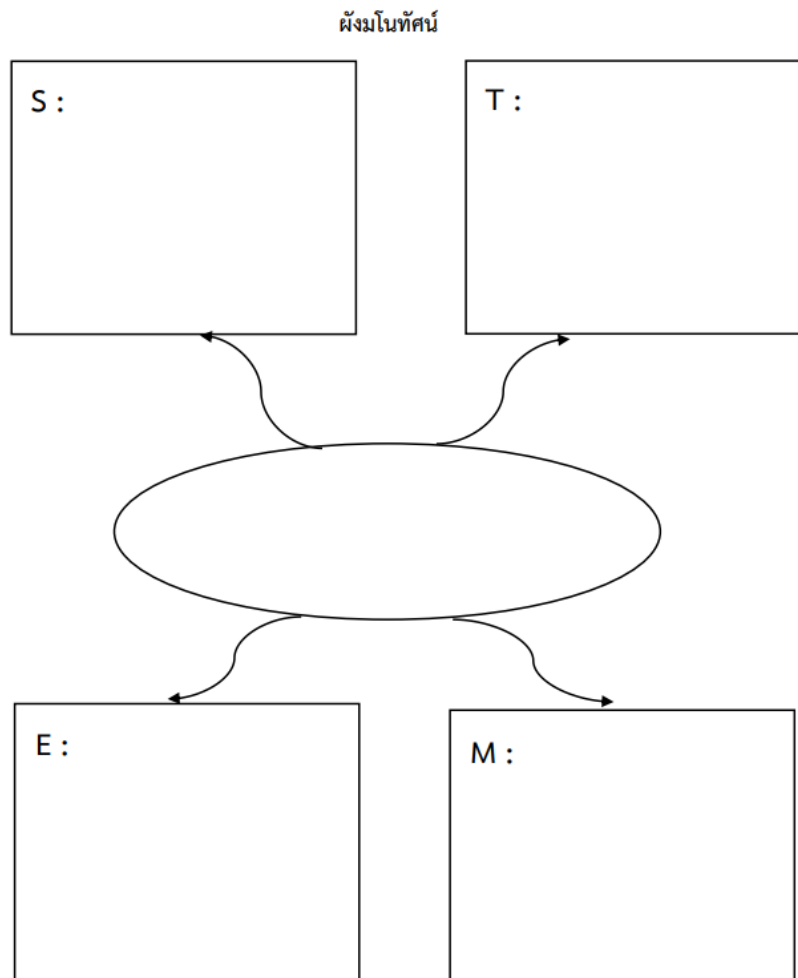
5. เขียนรูปอิสระของโครงสร้างได้เป็น

6. เขียนแรงองค์ประกอบในแนวตั้งฉาก พิจารณาค่าของแรงองค์ประกอบในแต่ละแกน

สรุปผลการทดลอง

[illegible]

ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



ใบกิจกรรมหน่วยที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เรื่อง สมบัติคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

เครื่องมือและอุปกรณ์

เพื่อศึกษาสมบัติเชิงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ชุดกล่องแสงพร้อมหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำหรือ อาจใช้ เลเซอร์ พอยต์เตอร์ หรือ ฮีเลียม-นีออน เลเซอร์ ก็ได้
2. แผ่นอลูมิเนียมกันแสง
3. กระจกเงาราบ, กระจกเงาโค้งเว้า, กระจกเงาโค้งนูน
4. แท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียบ, แท่งพลาสติกผิวนูน
5. สลิตเดี่ยว, สลิตคู่, เกรตติง

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. ฉายลำแสงไปยังกระจกเงาราบ, กระจกเงาโค้งเว้าและกระจกเงาโค้งนูน สังเกต แนวลำแสงตกกระทบ แนวลำแสงสะท้อนที่เกิดขึ้น บันทึกผล
4. ฉายลำแสงไปยังแท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียบและแท่งพลาสติกผิวนูน สังเกต แนวลำแสงตกกระทบ แนวลำแสงที่ผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกและแนวลำแสงที่ทะลุผ่านออกมาบันทึกผล (ภาพ)
5. ฉายลำแสงไปยังสลิตเดี่ยว, สลิตคู่และเกรตติง ใช้อุปกรณ์ภาพสังเกต และบันทึกผล
5. วิเคราะห์และสรุปผล รายงานผล

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

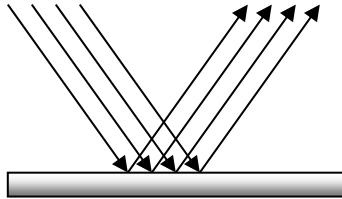
.....

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

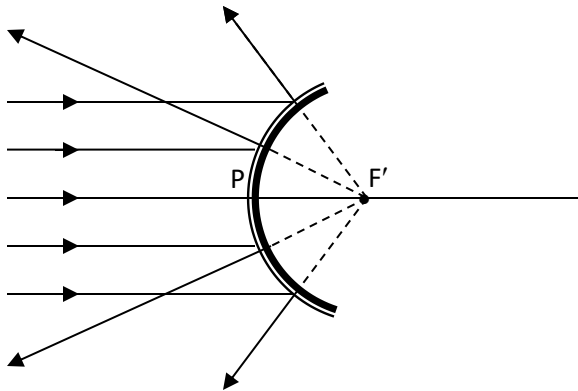
แนวทางการทดลอง

1. ฉายลำแสงไปยังกระจกเงาราบ, กระจกเงาโค้งเว้าและกระจกเงาโค้งนูน แนวลำแสงตกกระทบบ แนวลำแสงสะท้อนที่เกิดขึ้น เป็นดังนี้

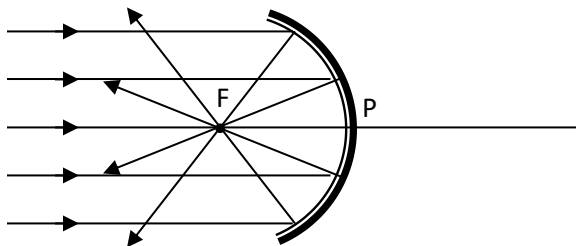
1.1 ฉายลำแสงไปยังกระจกเงาราบ



1.2 ฉายลำแสงไปยังกระจกเงาโค้งเว้า

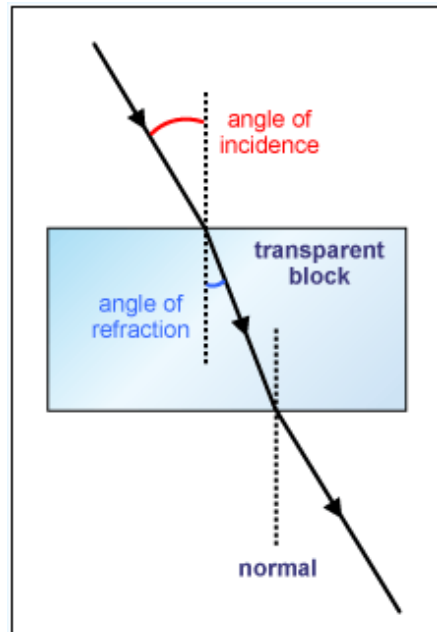


1.3 ฉายลำแสงไปยังกระจกเงาโค้งนูน



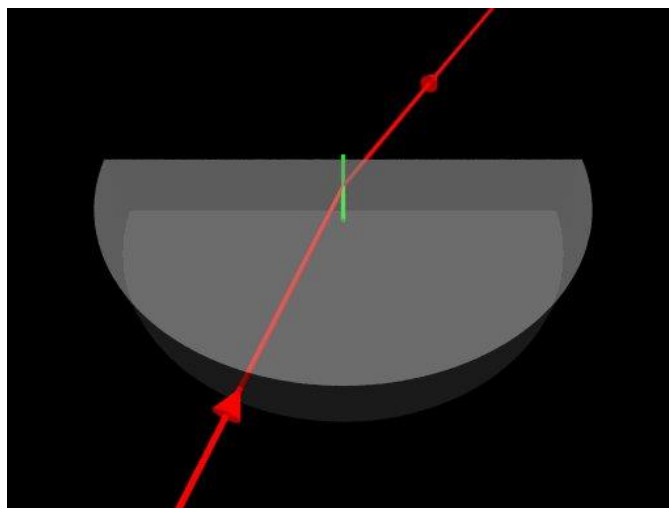
2. ฉายลำแสงไปยังแท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้า, แท่งพลาสติกผืนรูปและแท่งพลาสติกผืนรูปว้า แนวนำแสงตกกระทบบ นำนำแสงที่ผ่านเข้าไปในแท่งพลาสติกและนำแสงที่ทะลุผ่านออกมา เป็นดังนี้

2.1 ฉายลำแสงไปยังแท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้า



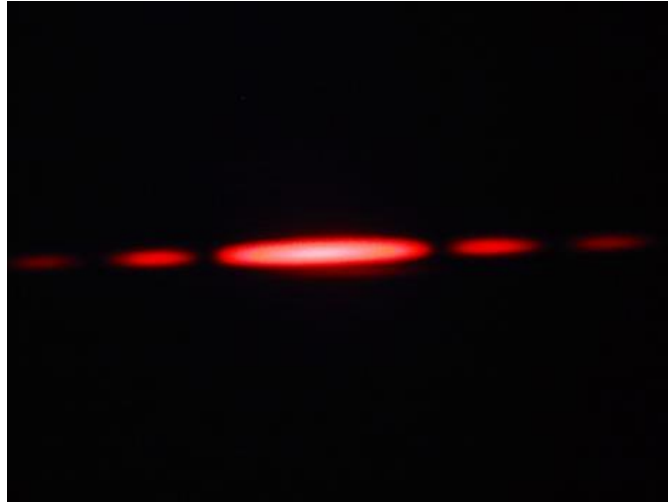
www.bbc.co.uk/.../science/physics/light_4.shtml

2.2 ฉายลำแสงไปยังแท่งพลาสติกผืนรูป

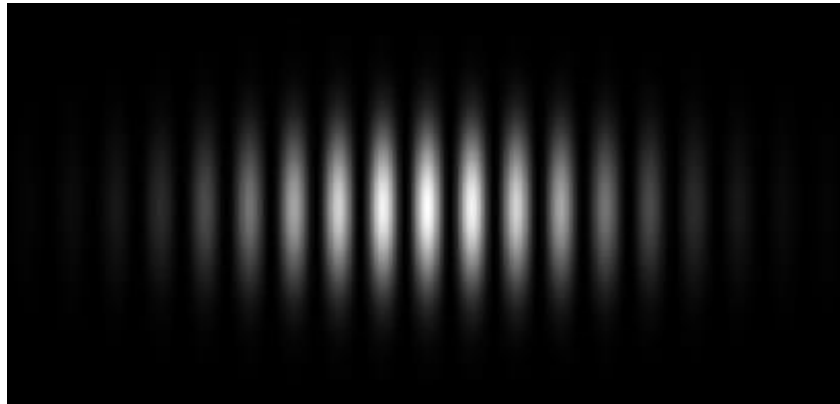


3. ฉายลำแสงไปยังสลิตเดี่ยว, สลิตคู่และเกรตติง ใช้ฉากรับภาพ ปรากฏเป็นดังนี้

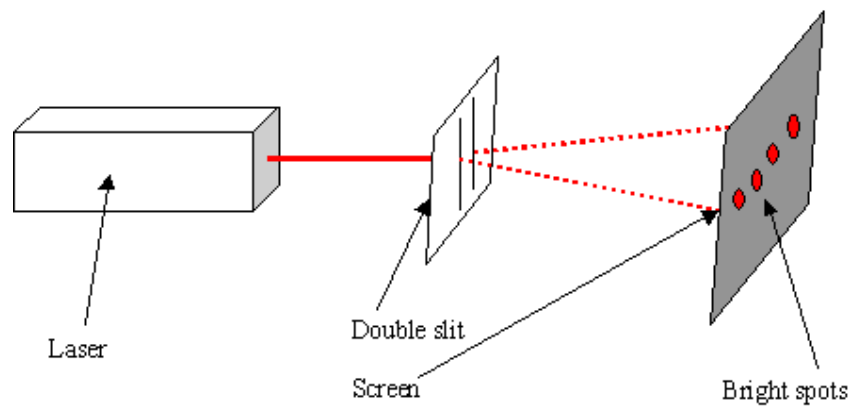
3.1 ฉายลำแสงไปยังสลิตเดี่ยว



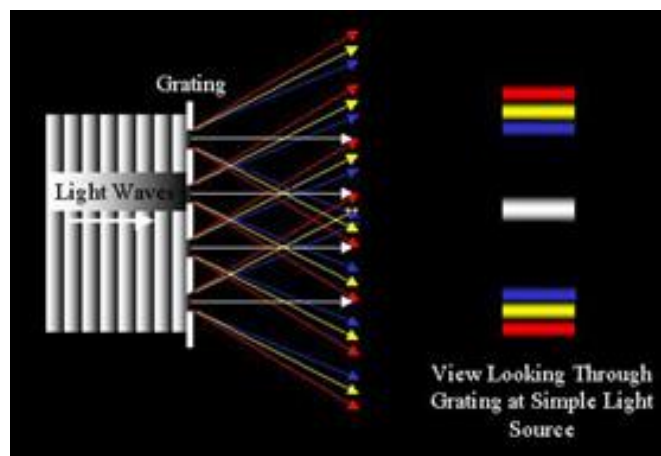
3.2 ฉายลำแสงไปยังสลิตคู่



skepticsplay.blogspot.com/2008/02/quantum-mec...



3.3 ฉายลำแสงไปยังสลิตเกรตติง



คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อนำปริซึมรับแสงอาทิตย์จะเกิดผลอย่างไรบนกระดาษขาว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อหมุนปริซึมไปเป็นมุมต่างๆ ลำดับของแถบสีเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

.....

.....

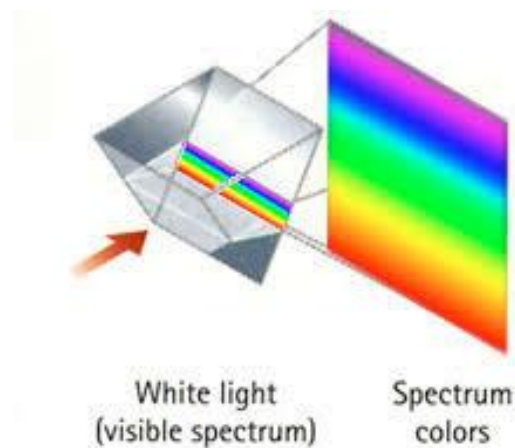
.....

.....

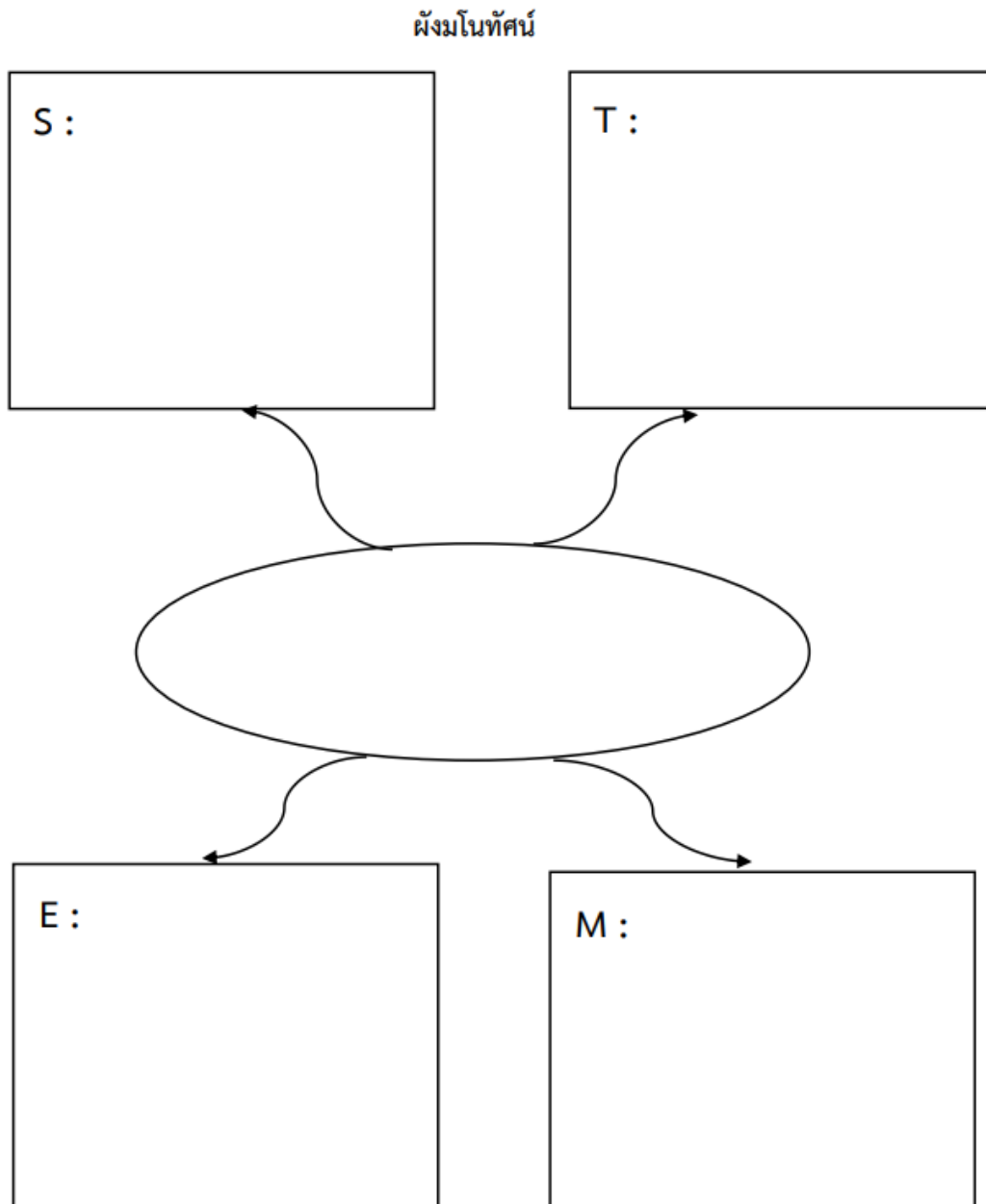
.....

.....

แนวทางการทดลอง



ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



ใบกิจกรรมหน่วยที่ 4 ไฟฟ้าแม่เหล็ก

จุดประสงค์

1. ศึกษาการเกิดสนามแม่เหล็กของขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
2. หาคาความเข้มสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ
3. ดัดแปลงแทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์ พร้อมเข็มทิศ 1 ชุด
2. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 1 เครื่อง
3. กลองชุดตัวต้านทาน มิลลิแอมมิเตอร์ และสวิตช์กลับขั้ว 1 กลอง
4. สายไฟทองแดง 4 เส้น
5. VOM 1 เครื่อง

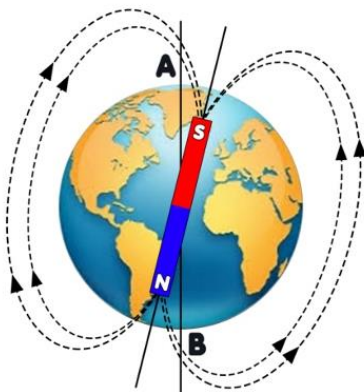
ทฤษฎี แทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้หาคาความเข้มของสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ และสามารถดัดแปลงไปเป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าได้ด้วย โดยมีลักษณะของเครื่องมือเป็นดังรูปที่ 1



รูปที่1 ลักษณะของแทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์

แทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์ประกอบด้วยขดลวดพันรอบกรอบพลาสติกซึ่งมีรัศมี 7.45 เซนติเมตร เป็ นจำนวน 75 รอบ มีตลับเข็มทิศวางอยู่บนแทนตรงจุดศูนย์กลางของขดลวดพอดี อุปกรณ์ข้างต้นถูก จัดตั้งอยู่ บนแผ่นพลาสติกสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด 4 ตัวใช้ปรับระดับและมีขั้วไฟฟ้าอยู่ 2 ขั้ว ซึ่งเป็นปลาย ของเส้นลวดที่

พันอูรอบกรอบพลาสติกวงกลม นักวิทยาศาสตร์พบว่า โลกของเราเสมือนมีแท่งแม่เหล็กแท่งใหญ่ที่เรียกว่าแม่เหล็กโลกฝังอยู่ ภายในโลก โดยมีขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กโลกชี้ไปทางทิศใต้ทางภูมิศาสตร์ และมีขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กโลกชี้ไปทางขั้วเหนือทางภูมิศาสตร์ โดยแนวแกนของแท่งแม่เหล็กโลกเอียงทำมุมเล็กน้อยกับแนวเหนือใต้ทางภูมิศาสตร์ ดังรูปที่ 2

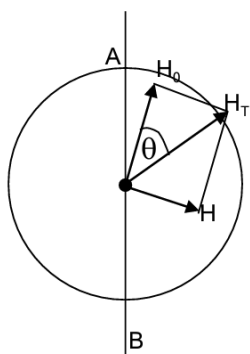


A = ขั้วเหนือทางภูมิศาสตร์

B = ขั้วใต้ทางภูมิศาสตร์

รูปที่ 2 ลักษณะของสนามแม่เหล็กโลกตามแนวคิดนักวิทยาศาสตร์

ดังนั้นเมื่อนำเข็มทิศไปวาง ณ ที่ต่างๆ บนผิวโลก จะทำให้ขั้วเหนือของเข็มทิศชี้ไปทางขั้วเหนือทางภูมิศาสตร์ และขั้วใต้ของเข็มทิศชี้ไปทางขั้วใต้ทางภูมิศาสตร์ เพราะขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันจะดูดกัน ต่อมา เมื่อนำแท่งเจนตักลวานอมิเตอร์ไปวางในระนาบของขดลวดอยู่ในแนวเดียวกับการวางตัวของเข็มทิศ นั่นคือระนาบของขดลวดอยู่ในแนวเหนือใต้ตามแนวแท่งแม่เหล็กโลกประกอบกับถ้าให้กระแสไฟฟ้ากับ ขดลวดจะเกิดความเขมสนามแม่เหล็กจากขดลวดซึ่งมีทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ ดัง รูปที่ 3



H = ความเข้มสนามแม่เหล็กของขดลวดที่มีกระแสไหล

H_0 = ความเข้มสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ

H_T = ความเข้มสนามแม่เหล็กลัพธ์

รูปที่ 3 ความเข้มสนามแม่เหล็กลัพธ์ (H_T) ซึ่งเกิดจากความเข้มสนามแม่เหล็กจากขดลวด (H) กับความเข้มสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ (H_0)

ความเข้มนสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะทำให้เข็มทิศของแท่นเจนนกัลวานอมิเตอร์เบี่ยงเบนไปตามแนว ความเข้มนของสนามแม่เหล็กลัพธ์ซึ่งทำมุม θ กับความเข้มนสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ พิจารณาจากรูปที่ 3 จะได้ว่า

$$\tan \theta = \frac{H}{H_0}$$

$$H = H_0 \tan \theta \quad \dots\dots\dots(1)$$

เนื่องจากความเข้มนของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านในขดลวดจำนวน N รอบ และมีรัศมี r มีค่าดังนี้

$$H = \frac{NI}{2r} \quad \dots\dots\dots(2)$$

และค่าความเข้มนสนามแม่เหล็ก (H) จะมีความสัมพันธ์กับค่าความเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (B) ดังสมการ

$$B = \mu_0 H \quad \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ μ_0 คือ magnetic permeability constant = $4\pi \times 10^{-7}$ เวเบอร์/แอมแปร์-เมตร

เมื่อแทนค่าสมการ (2) ในสมการ (1) จะได้ว่า

$$\frac{NI}{2r} = H_0 \tan \theta$$

$$I = \left(\frac{2r}{N} \right) H_0 \tan \theta$$

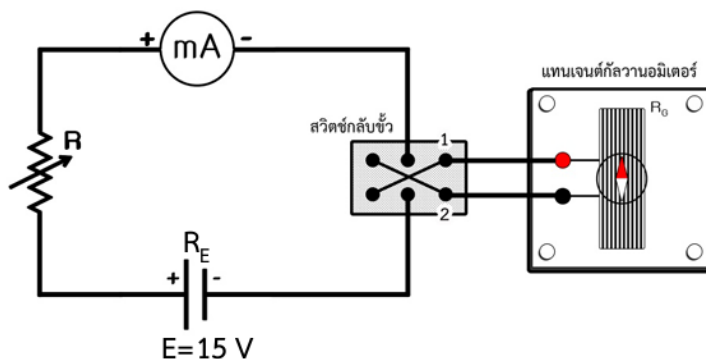
ถ้าให้

$$K = \left(\frac{2r}{N} \right) H_0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$I = K \tan \theta \quad \dots\dots\dots(5)$$

จากความจริงทราบว่า ค่าความเข้มนสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ ณ ที่แห่งหนึ่งๆ มีค่าคงที่ และ ค่า N กับ r ต่างก็มีค่าคงที่ ดังนั้นค่า K จึงเป็นค่าคงที่ของเครื่องมือแท่นเจนนกัลวานอมิเตอร์ จากการที่ทราบค่า K และ θ ซึ่งอ่านได้จากการเบนของเข็มทิศ ก็จะสามารถหาค่ากระแสไฟฟ้า I ที่ไหลในขดลวดได้ วิธีการนี้จึงสามารถใช้แทน

เจนต์กล้วนอิมิตอร์ทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าได้โดยคำนวณจากสมการ (5) วิธีการหาค่า K ของเครื่องมือแทนเจนต์กล้วนอิมิตอร์ ทำได้โดยต่อวงจรดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงจรที่ใช้หาค่า K ของแทนเจนต์กล้วนอิมิตอร์

เมื่อให้กระแสไฟฟ้า จากเครื่องจ่ายไฟฟ้าซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า E และมีความต้านทานภายใน R_E ผ่านความต้านทานปรับค่าได้ R เข้าไปในขดลวดของแทนเจนต์กล้วนอิมิตอร์ ซึ่งมีความต้านทาน ภายในเป็น R_G จะทำให้ได้สมการเป็นดังนี้

$$I = \frac{E}{R + R_E + R_G} \quad \dots\dots\dots(6)$$

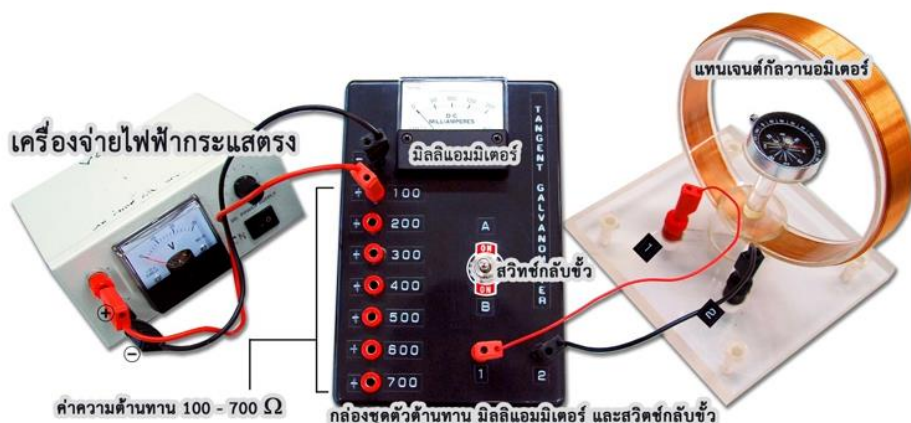
จากสมการ (5) และ (6) จะได้ว่า

$$K \tan \theta = \frac{E}{R + R_E + R_G}$$

$$R + R_E + R_G = \left(\frac{E}{K} \right) \cot \theta$$

$$R = \left[\left(\frac{E}{K} \right) \cot \theta \right] - (R_E + R_G) \quad \dots\dots\dots(7)$$

จากสมการ (7) เมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\theta \cot$ กับ R จะได้กราฟเส้นตรงซึ่งมีความชันเป็น E/K และตัดแกน R ที่ $R = -(R_E + R_G)$ ในกรณีที่ขดลวดมีจำนวนรอบมากๆ พบว่า $R_E \ll R_G$ ซึ่งทำให้ได้ว่า $R = -R_G$ ดังนั้นจากกราฟ ระหว่าง $\theta \cot$ กับ R จึงทำให้หาค่า K ของเครื่องมือแทนเจนต์กล้วนอิมิตอร์ได้จากค่าความชันของกราฟ และสามารถหา R_G ได้จากจุดตัดของเส้นกราฟบนแกน R จึงนำแทนเจนต์กล้วนอิมิตอร์นี้ไปเป็น แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าได้ และอาศัยค่า K ที่หาได้ไปคำนวณค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกตาม แนวราบได้จากสมการ (4)



รูปที่ 5 การต่ออุปกรณ์การทดลอง

วิธีการทดลอง

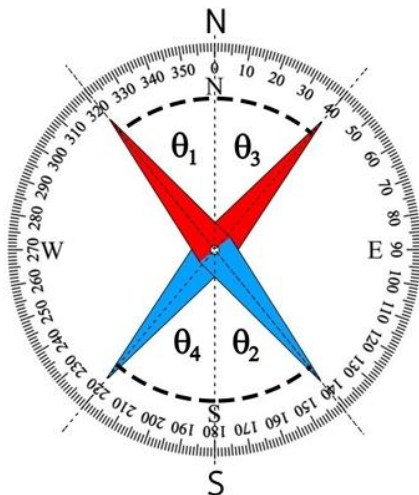
ตอวงจรถามรูปที่ 5 และปรับฐานของแท่นเจตต์กลวงอิมเตอร์ให้ขนานกับพื้นโดยหมุนสกรู ปรับระดับทั้ง 4 ตัว จากนั้นหมุนเข็มทิศให้แนวเหนือ-ใต้ (หรือสเกล 0 และ 180 องศา) อยู่ตรงกับแนว ของขดลวด แลวหมุน แท่นเจตต์กลวงอิมเตอร์ให้หัวเหนือของเข็มชี้ (ปลายสีแดง) ชี้ที่สเกล 0 องศา

ตอนที่ 1 การหาค่า K ของแท่นเจตต์กลวงอิมเตอร์

1. หลังจากตอวงจรถามรูปที่ 5 ให้เลือกใช้ค่าความต้านทาน $R = 100$ โอห์ม และใช้ VOM ตั้งค่า แรง เคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ 15 โวลต์ โดยจะใช้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ คงที่ตลอดการทดลอง

2. เปดเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และสับสวิตช์กลับขั้วไปทางด้าน A จะสังเกตเห็นว่าเข็มทิศ เบี่ยงเบน ไปจากเดิม อ่านค่ามุมเบี่ยงเบนของเข็มทิศที่เบนไปจากแนวเหนือ-ใต้ของแท่งแม่เหล็ก โลก (θ) โดยอ่านที่ปลายของ เข็มทิศทั้ง 2 ข้าง ซึ่งทำให้อ่านค่ามุม θ ได้ 2 ค่าเป็น 1θ กับ 2θ ตามลำดับ และอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากมิลลิ แอมมิเตอร์ในวงจรเป็น i_1

3. กลับทิศกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด โดยสับสวิตช์กลับขั้วไปทางด้าน B จากนั้นอ่านค่ามุม เบี่ยงเบน ของเข็มทิศที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ไดค่าเป็น 3θ และ 4θ (ค่า 1θ , 2θ , 3θ และ 4θ ควร มีค่าใกล้เคียงกัน ถ้า ค่าแตกต่างกันมากให้ตรวจสอบการจัดวางและตำแหน่งของขดลวดใหม่) พร้อมกับอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจาก มิลลิแอมมิเตอร์อีกครั้งหนึ่งเป็น i_2

รูปที่ 6 ตัวอย่างการอ่านค่ามุม $\theta_1 - \theta_4$

4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 และ 3 โดยเลือกใช้ค่าความต้านทาน R เป็น 200, 300, 400, 500, 600 และ 700 โอห์ม ตามลำดับ

5. คำนวณค่ามุมเบี่ยงเบนเฉลี่ย ($\bar{\theta}$) โดยที่

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4}{4}$$

พร้อมทั้งหาค่าของกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยในวงจร ($\bar{i}$)

$$\bar{i} = \frac{i_1 + i_2}{2}$$

6. คำนวณค่าของ $\cot \bar{\theta}$

7. เขียนกราฟระหว่างค่า $\cot \bar{\theta}$ กับ R โดยให้ R เป็นแกนตั้ง และ $\cot \bar{\theta}$ เป็นแกนนอนพร้อมทั้งหาความชันของกราฟ

8. จากค่าความชันและตำแหน่งที่เส้นกราฟตัดแกน R ให้คำนวณค่า K และ R_G จากสมการ (7)

$$\text{ค่าความชัน} = \frac{E}{K}$$

$$|\text{ตำแหน่งที่เส้นกราฟตัดแกน R}| \cong R_G$$

ตอนที่ 2 หาค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ (H_0) และค่าความเหนี่ยวนำแม่เหล็กโลกตามแนวราบ (B_0) โดยอาศัยผลจากการทดลองตอนที่ 1

1. บันทึกค่ารัศมี (r) ของขดลวดและจำนวนรอบ (N) ของขดลวด
2. คำนวณค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกตามแนวราบ (H_0) จากค่า K ที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1 โดยอาศัยสมการ (4) ซึ่งเขียนใหม่ได้เป็น

$$H_0 = \frac{NK}{2r}$$

3. คำนวณค่าความเหนี่ยวนำแม่เหล็กโลกตามแนวราบ (B_0) โดยอาศัยสมการ

$$B_0 = \mu_0 H_0$$

4. หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่า B_0 เมื่อกำหนดให้ความเหนี่ยวนำแม่เหล็กโลกบริเวณประเทศไทยมีค่าเป็น 0.31×10^{-4} เวเบอร์/เมตร²

ตอนที่ 3 การดัดแปลงแทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยวงจรเดิมที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 1

1. ให้คัดลอกค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่วัดได้ ($\bar{i}$) และค่าของมุมเบี่ยงเบนเฉลี่ย ($\bar{\theta}$) จากการทดลองในตอนต้นเมื่อ $R = 100, 200, 300, 400$ และ 500 โอห์มตามลำดับลงในตาราง
2. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับมุมเบี่ยงเบนแต่ละค่าจากสมการ

$$I = K \tan \theta$$

โดยใช้ค่า K จากการทดลองตอนที่ 1

3. คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของกระแสไฟฟ้าจากค่าที่คำนวณได้ (I) กับค่าที่ได้จากการวัดด้วยมิลลิแอมมิเตอร์ ($\bar{i}$) ตามสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{I - \bar{i}}{\bar{i}} \right| \times 100$$

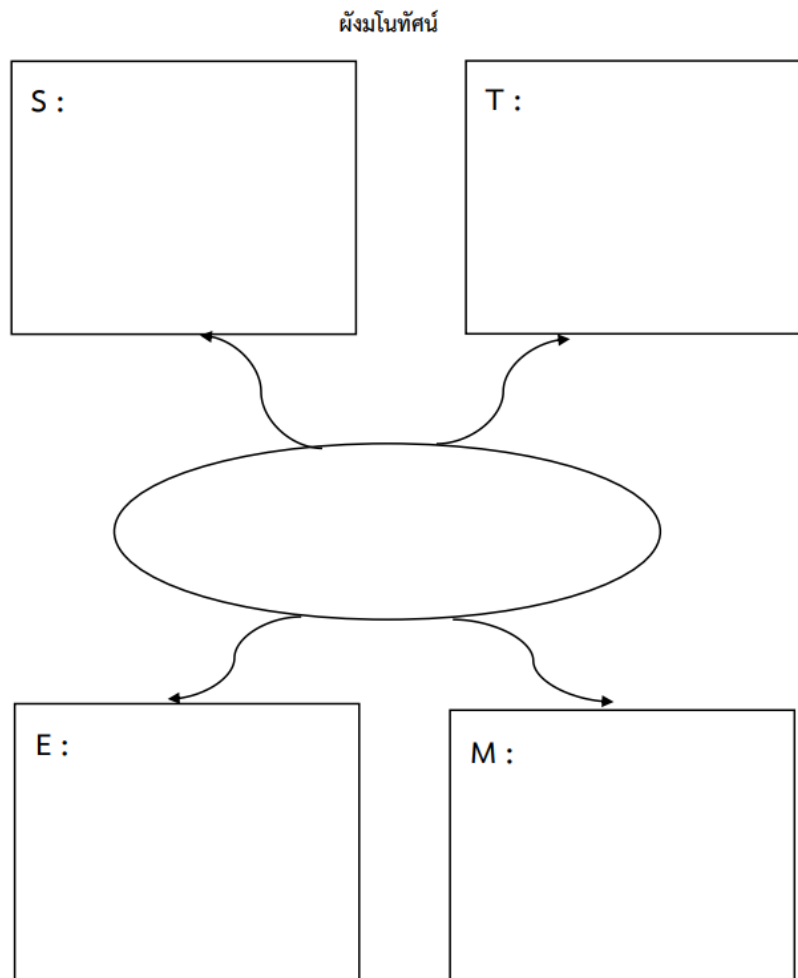
สรุปผลการทดลอง

[illegible]

สรุปผลการทดลอง

[illegible]

ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



ใบกิจกรรมหน่วยที่ 5 สารละลาย

เรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์
2. อธิบายเหตุผลที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน
3. จำแนกประเภทของสารละลาย โดยใช้การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส และการนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นเกณฑ์ได้
4. อธิบาย และสรุปได้ว่าสารใดเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่หรืออิเล็กโทรไลต์อ่อน

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

1. สารละลาย HCl CH₃COOH NaCl KNO₃ NaOH KOH NH₃ CH₃COONa NH₄Cl C₂H₅OH (NH₂)₂CO และ C₁₂H₂₂O₁₁ ที่มีความเข้มข้น 1 mol/dm³ ชนิดละ 4 cm³ ต่อกลุ่ม
2. กระดาษลิตมัส สีแดงและสีน้ำเงิน ชนิดละ 12 ชิ้นต่อกลุ่ม
3. น้ำกลั่น 20 cm³ ต่อกลุ่ม

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก 12 หลอดต่อกลุ่ม
2. เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า 1 ชุดต่อกลุ่ม
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm³ 1 ใบต่อกลุ่ม
4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 1 อันต่อกลุ่ม
5. กระจกนาฬิกาหรือแผ่น กระจก 1 อันหรือ 1 แผ่นต่อกลุ่ม
6. แท่งแก้วคนสาร 1 อันต่อกลุ่ม

วิธีการทดลอง

1. ใส่น้ำสารละลาย HCl CH₃COOH NaCl KNO₃ NaOH KOH NH₃ CH₃COONa NH₄Cl C₂H₅OH (NH₂)₂CO และ C₁₂H₂₂O₁₁ ที่มีความเข้มข้น 1 mol/dm³ ชนิดละ 4 cm³ ลงใน หลอดทดลองขนาดเล็กหลอดละชนิด
2. ทดสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงินของสารละลายข้างต้น

3. ทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลายแต่ละชนิด โดยจุ่มลวดตัวนำ ของเครื่องตรวจ การนำไฟฟ้า ให้ลึกเท่า ๆ กัน

4. สังเกตความสว่างของหลอดไฟ

บันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้		
	การเปลี่ยนสีของลิตมัส	การนำไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ
HCl			
CH ₃ COOH			
NaCl			
KNO ₃			
NaOH			
KOH			
NH ₃			
CH ₃ COONa			
NH ₄ Cl			
C ₂ H ₅ OH			
(NH ₂) ₂ CO			
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าใช้สมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกสารละลายได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

.....

.....

2. ถ้าใช้สมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกสารละลายได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

.....

.....

3. สารละลายที่นำไฟฟ้าได้แต่ละชนิด ทำให้หลอดไฟสว่างเท่ากัน หรือไม่ อย่างไร

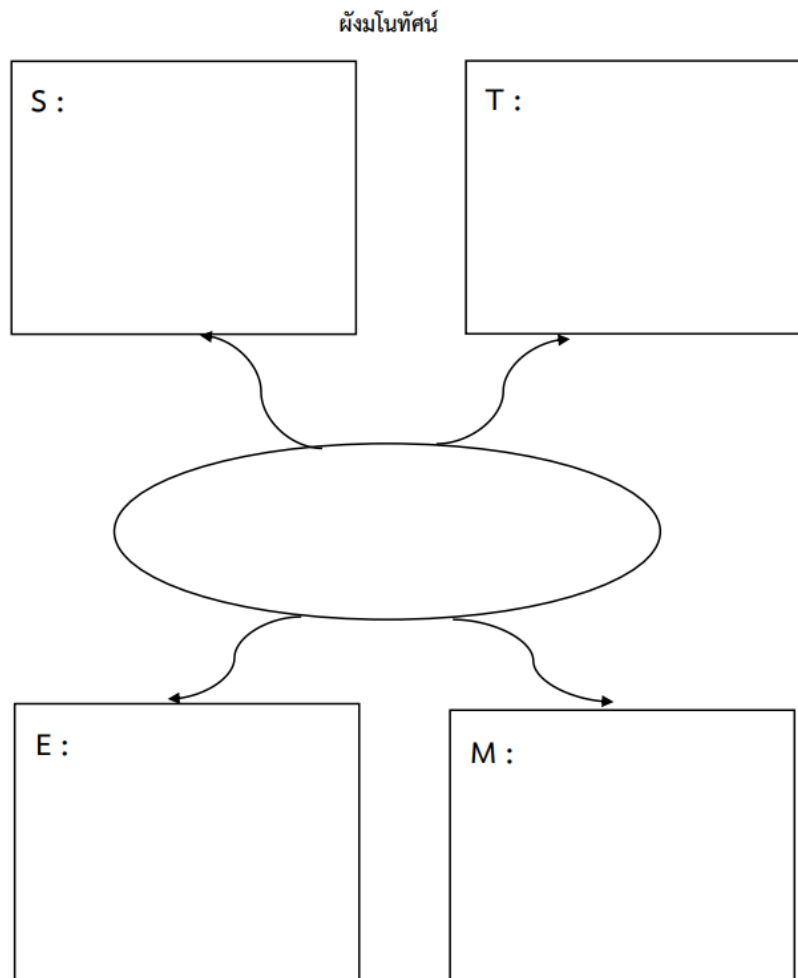
ตอบ.....

.....

.....

.....

ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



ใบกิจกรรมที่ 6 ปฏิริยาเคมี

เรื่องผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์

1. อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. สามารถเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารในอุณหภูมิที่ต่างกันได้

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. สารละลายเบเนดิกซ์
2. น้ำเชื่อม
3. ปีกเกอร์
4. น้ำ
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. หลอดทดลอง

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำเชื่อม 5ml ใส่ลงในหลอดทดลองทั้งสองหลอด
2. หยดสารละลายเบเนดิกซ์ปริมาตร 3 ml ลงไปในหลอดทดลองแต่ละหลอด
3. นำหลอดทดลองหลอดหนึ่งไปจุ่มในน้ำร้อนที่ต้มเตรียมไว้แล้ว
4. สังเกตสีที่เปลี่ยนไปเทียบกับระหว่างสองหลอดที่ระยะเวลาเท่ากันและบันทึกผล

ผลการทดลอง จดบันทึกเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที

การทดลอง	สีของสารละลาย	สีของตะกอน
ที่อุณหภูมิห้อง		
เมื่อนำไปต้ม		

สรุปผลการทดลอง

.....

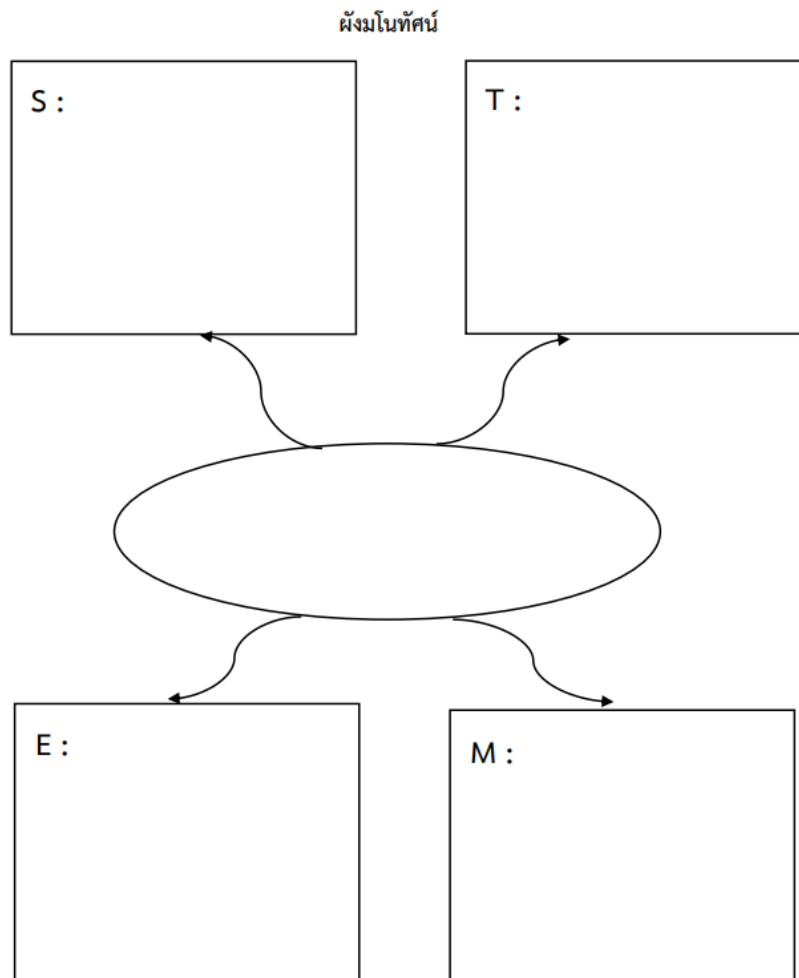
.....

.....

.....

.....

ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



ใบกิจกรรมที่ 7 เคมีไฟฟ้า

เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. เพื่อศึกษาวิธีหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และหาค่าศักย์มาตรฐานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

การทดลอง

อุปกรณ์

1. มาตรฐานความต่างศักย์ (voltmeter)
2. หลอดแก้วรูปตัวยู(ใช้เป็นสะพานเกลือ) บางกรณี อาจใช้กระดาษกรองยาวจุ่มในสารละลายอิมตัวของ KCl เพื่อใช้เป็นสะพานเกลือ
3. กระดาษทราย
4. กระบอกตวงขนาด 50 cm³
5. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm³
6. สายไฟฟ้าสีดำและสีแดง ปลายด้านหนึ่งเป็น alligator clip
7. กระดาษนาฬิกา

สารเคมี

1. แผ่นทองแดงขนาด 0.5 x 10 cm²
2. แผ่นสังกะสีขนาด 0.5 x 10 cm²
3. 1.0 M และ 0.5 M zinc sulfate (1.0 , 0.5 M ZnSO₄)
4. saturated potassium chloride (KCl)
5. 1.0 M และ 0.5 M copper sulfate (CuSO₄)
6. สำลี 7. ลวดหนีบกระดาษ

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 เซลล์กัลวานิก

1. เตรียมครึ่งเซลล์ Cu²⁺/Cu โดยจุ่มแผ่นทองแดงที่สะอาด (ขัดด้วยกระดาษทราย) ลง ในปีกเกอร์ ซึ่งมีสารละลาย 1 M CuSO₄ ปริมาตร 50 cm³ บรรจุอยู่ ต่อขั้ว ทองแดงเข้ากับขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์
2. เตรียมครึ่งเซลล์ Zn²⁺/Zn โดยจุ่มแผ่นสังกะสีที่สะอาด (ขัดด้วยกระดาษทราย) ลง ในปีกเกอร์ ซึ่งมีสารละลาย 1 M ZnSO₄ ปริมาตร 50 cm³ บรรจุอยู่ ต่อขั้ว สังกะสีเข้ากับขั้วลบของโวลต์มิเตอร์

3. อ่านค่าความต่างศักย์จากโวลต์มิเตอร์ บันทึกผล
4. ต่อเครื่องเซลล์ทั้งสองเข้าด้วยกันด้วยสะพานเกลือ ซึ่งประกอบด้วยสารละลายอิ่มตัวของ KCl ในวุ้นบรรจุในหลอดแก้วรูปตัวยู และอุดปลายทั้งสองข้างด้วยสำลี
5. บันทึกค่าความต่างศักย์

ตอนที่ 2.1 เซลล์อิเล็กโตรไลติก

1. ต่อลวดหนีบกระดาดอันที่ 1 กับปลายด้านหนึ่งของสายไฟ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อขั้วลบของ Battery
2. ต่อลวดหนีบกระดาดอันที่ 2 กับปลายด้านหนึ่งของสายไฟ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อ ขั้วบวกของ Battery
3. จุ่มลวดทั้งสองลงในสารละลาย 0.5 M CuSO_4 โดยให้ปลายของโลหะทั้งสองอยู่เหนือ สารละลายเล็กน้อย ระวังอย่าให้โลหะทั้งสองสัมผัสกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ลวด ทั้งสอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงขั้วไหนถูกเคลือบ และขั้วไหนมีแก๊สอะไรเกิดขึ้น

ตอนที่ 2.2 เซลล์อิเล็กโตรไลติก (ชุบโลหะ)

1. ต่อลวดหนีบกระดาดอันที่ 1 กับปลายด้านหนึ่งของสายไฟ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อขั้วลบของ Battery
2. ต่อแผ่นโลหะทองแดง กับปลายด้านหนึ่งของสายไฟ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อขั้วบวกของ Battery
3. จุ่มโลหะทั้งสองลงในสารละลาย 0.5 M CuSO_4 โดยให้ปลายของโลหะทั้งสองอยู่เหนือ สารละลายเล็กน้อย ระวังอย่าให้โลหะทั้งสองสัมผัสกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ลวด และแผ่นทองแดงที่เป็นขั้วไฟฟ้า ยกลวด และแผ่นโลหะออกจากสารละลาย วางไว้ใน กระดาษนาฬิกา สังเกตว่าขั้วไหนสีกร่อน ขั้วไหนถูกเคลือบ และถูกเคลือบด้วยโลหะอะไร

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เซลล์กัลวานิก

เซลล์	ชนิด	E _{cell} (โวลต์)	
		จากการทดลอง	จากการคำนวณ
Zn/Zn ²⁺ (1 M)//Cu ²⁺ (1 M)/Cu	ไม่มีสะพานเกลือ มีสะพานเกลือ	.....	.....
Zn/Zn ²⁺ (1 M)//Cu ²⁺ (1 M)/Cu		.....	.....

1. ปฏิกิริยาของครึ่งเซลล์ cathode.....

ปฏิกิริยาของครึ่งเซลล์ anode.....

2. เปรียบเทียบศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ชนิดที่มีสะพานเกลือและไม่มีสะพานเกลือ

.....

.....

.....

3. ถ้าใช้สารที่บรรจุในสะพานเกลือต่างกัน เช่น KNO₃ NH₄Cl CH₃COOH และ KCl
จะให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

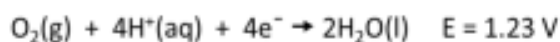
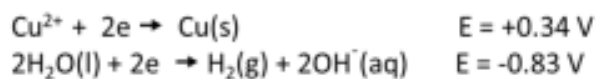
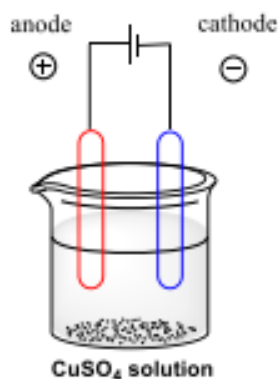
4. เปรียบเทียบค่า E_{cell} ที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการวัดโดยใช้โวลต์มิเตอร์

.....

.....

.....

ตอนที่ 2.1



อภิปรายผล (ตอนที่ 2.1)

.....เขียนแผนผังเซลล์ ทำนายผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น อธิบายผลว่าทำไมจึงเกิด product นั้น.....

.....

2.2 เซลล์อิเล็กโทรไลติก (ซูเปอร์) (ซูเปอร์)

การทดลอง	ผลการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ลวดหนีบกระดาศ	ขั้วทองแดง
เมื่อต่อเซลล์ด้วยแบตเตอรี่		

1. จงเขียนแผนผังของเซลล์ทั้งหมด

.....

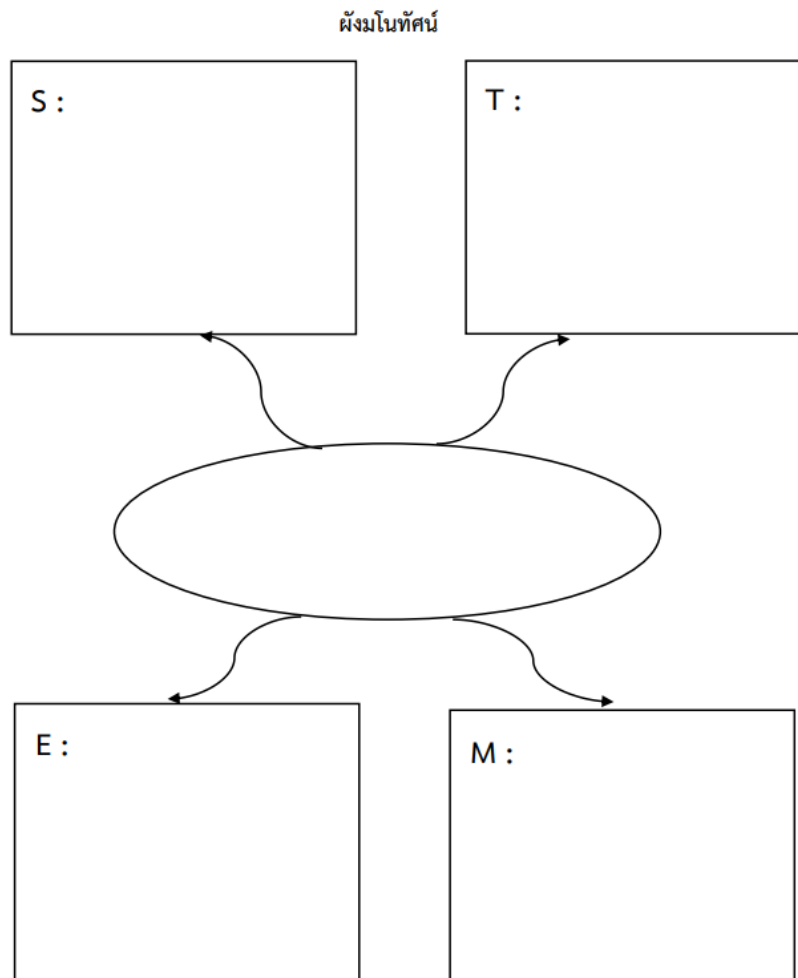
2. จงเขียนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ anode และ cathode

.....

วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผล

[illegible]

ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิด STEM Education ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้



เอกสารอ้างอิง

- ชนิดาภา คัมวิริยะกุล (2564). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (5E) ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ (ออนไลน์) <https://www.kroobannok.com>
- ชลธิชา เหล็กกล้า และคณะ (2563). วิทยาศาสตร์งานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร : สำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
- มหาวิทยาลัยมหิดล ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์.(2556). คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล
- วราชีนี พิมพ์ทอง และคณะ (2558). วิทยาศาสตร์งานเครื่องกลและการผลิต : สำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย
- สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล.(2558). เซลล์ไฟฟ้าเคมี ปฏิบัติการเคมีครู 2 การทดลองเคมีไฟฟ้า (ออนไลน์) แหล่งที่มา : <https://il.mahidol.ac.th/th/e-media/primary>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2562). สารและสมบัติของสาร พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ :คุรุสภาลาดพร้าว