

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 กรด-เบส ชั่วโมง 30 ชั่วโมง.....

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เนื้อหาสาระ	เวลา (ชั่วโมง)
กรด-เบส	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีกรด-เบส	ม.5/14 ระบุ และอธิบาย ว่าสารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของอาร์เรเนียส เบรินส เตด-ลาวรี และ ลิวิส	• สารในชีวิตประจำวันหลาย ชนิดมีสมบัติเป็นกรด หรือเบส ซึ่งพิจารณาได้โดย ใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของอาร์เรเนียส เบรินสเตด- ลาวรี หรือลิวิส	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คู่กรด-เบส	ม.5/15 ระบุคู่กรด-เบส ของสารตามทฤษฎีกรด- เบสของเบรินสเตด-ลาวรี	• ตามทฤษฎีกรด-เบสของเบ รินสเตด-ลาวรี เมื่อกรดหรือ เบสละลายน้ำหรือทำ ปฏิกิริยากับสารอื่นจะมีการ ถ่ายโอนโปรตอนระหว่างสาร ตั้งต้นที่เป็นกรดและเบส เกิด เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นโมเลกุล หรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบส ของสารตั้งต้นนั้น โดยสารที่ เป็นคู่กรด-เบส กันจะมี โปรตอนต่างกัน 1 โปรตอน	1
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแตกตัวของกรด เบส น้ำ	ม.5/16 คำนวน และ เปรียบเทียบ ความสามารถในการแตก ตัวหรือความแรงของกรด และเบส	• กรดและเบสแต่ละชนิด สามารถแตกตัวในน้ำได้ แตกต่างกัน กรดแก่หรือเบส แก่สามารถแตกตัวเป็น ไอออนในน้ำได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อนหรือเบสอ่อน แตกตัวเป็นไอออนได้น้อยโดย ความสามารถในการ แตกตัว หรือความแรงของกรดหรือ เบสอาจพิจารณา ได้จาก ค่าคงที่การแตกตัวของกรด หรือเบส หรือปริมาณ การ แตกตัวเป็นร้อยละของกรด หรือเบส	4

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เนื้อหาสาระ	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติกรด-เบสของ เกลือ	ม.5/18 เขียนสมการเคมี แสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด- เบสของสารละลายหลัง การสะเทิน ม.5/19 เขียนปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิสของเกลือ และ ระบุความเป็นกรด-เบส ของสารละลายเกลือ	- ปฏิกิริยาสะเทินระหว่าง กรดแก่และเบสแก่ให้ สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรด แก่และเบสอ่อน ให้ สารละลายที่เป็นกรด ส่วน ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรด อ่อนและเบสแก่ ให้ สารละลายที่เป็นเบส - เกลือที่ได้จากการสะเทิน ของกรดแก่ด้วยเบสอ่อน เมื่อ ละลายในน้ำจะเกิดปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิสได้สารละลายที่มี สมบัติเป็นกรด ส่วนเกลือที่ได้ จากการสะเทินของกรดอ่อน ด้วยเบสแก่ เมื่อละลายในน้ำ จะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง pH ของสารละลาย กรดและเบส (1)	ม.5/17 คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดร เนียมไอออนหรือไฮดรอก ไซด์ไอออนของ สารละลายกรดและเบส	น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแตกตัวให้ ไฮโดรเนียมไอออนและไฮดร ออกไซด์ไอออนที่มีความ เข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่ การแตกตัวของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14}	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง pH ของสารละลาย กรดและเบส (2)		เมื่อกรดหรือเบสแตกตัวใน น้ำ ค่าความเป็นกรด-เบส ของสารละลายแสดงได้ด้วย ค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับความ เข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออน โดยสารละลายกรดมี ความเข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7}	2

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เนื้อหาสาระ	เวลา (ชั่วโมง)
			โมล ต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า 7 ส่วนสารละลาย เบส มีความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ ไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า 7	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ปฏิริยาเคมีระหว่าง กรดเบส	ม.5/18 เขียนสมการเคมี แสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด- เบสของสารละลายหลัง การสะเทิน	• ปฏิริยาสะเทินระหว่าง กรดแก่และเบสแก่ให้ สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรด แก่และเบสอ่อน ให้ สารละลายที่เป็นกรด ส่วน ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรด อ่อนและเบสแก่ ให้ สารละลายที่เป็นเบส	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การไทเทรตกรด- เบส (1)	ม.5/20 ทดลอง และ อธิบายหลักการการ ไทเทรตและเลือกใช้อินดิ- เคเตอร์ที่เหมาะสม สำหรับการไทเทรต กรด- เบส	• การไทเทรตเป็นเทคนิคใน การวิเคราะห์หาปริมาณ หรือ ความเข้มข้นของสารที่ทำ ปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สาร ทำปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติ จุด สมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่ สามารถสังเกตเห็นได้ จึง สังเกตจากการเปลี่ยนสีของ อินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติ ของการไทเทรต ดังนั้น อินดิ- เคเตอร์ที่เหมาะสมในการ ไทเทรตกรด-เบส ควรเป็น อินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุด สมมูล	6
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การไทเทรตกรด- เบส (2)	ม.5/21 คำนวณปริมาณ สารหรือความเข้มข้นของ	• ปริมาณกรดและเบสที่ทำ ปฏิกิริยาพอดีกันจากการ ไทเทรตกรด-เบส สามารถ	4

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เนื้อหาสาระ	เวลา (ชั่วโมง)
		สารละลายกรดหรือเบส จากการไทเทรต	นำไปคำนวณความเข้มข้น ของกรดหรือเบสที่ต้องการ ทราบความเข้มข้นได้	
	*แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง สารละลาย บัฟเฟอร์ (ทฤษฎี)	ม.5/22 อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และ ประโยชน์ของสารละลาย บัฟเฟอร์	• สารละลายบัฟเฟอร์เป็น สารละลายของกรดอ่อนกับ เกลือของกรดอ่อนนั้น หรือ เบสอ่อนกับเกลือของเบส อ่อนนั้น เมื่อเติมกรด เบส หรือน้ำจะมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่า สารละลายทั่วไป สมบัติ เฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ต่อ การควบคุม pH ของระบบ ในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	3
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง สารละลาย บัฟเฟอร์ (คำนวณ)			2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง การประยุกต์ใช้ ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	ม.5/23 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการ ใช้ประโยชน์ และการ แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับกรด-เบส	• ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ประโยชน์ และแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์	1

แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อ-นามสกุล.....นายธนสร ดอนน้อย..... โรงเรียน.....หนองพระพิทยาสังเกต.....สพม.พิษณุโลก อุดรดิตต์.....
กลุ่มสาระการเรียนรู้.....วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....ระดับชั้น.....ม.5
ชื่อหน่วยการเรียนรู้.....กรด-เบส.....เวลา.....30.....ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....10.....เรื่อง.....สารละลายบัฟเฟอร์ (ทฤษฎี).....เวลา.....3.....ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

สารละลายบัฟเฟอร์ เป็นสารละลายที่มีสมบัติในการควบคุม pH ของสารละลายให้คงที่ เมื่อมีการเติมกรดแก่หรือเบสแก่ลงไปเล็กน้อย ประกอบด้วยกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
ว ม.5/22 อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1) สมรรถนะที่ 1 ความสามารถในการสื่อสาร

ตัวชี้วัดที่ 1

ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึกและทัศนะของตนเองด้วยการพูดและการเขียน

พฤติกรรมบ่งชี้

(1.) พูดถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่านฟัง หรือดู ด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้

2) สมรรถนะที่ 2 ความสามารถในการคิด

ตัวชี้วัดที่ 2 คิดขั้นสูง (การคิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ)

พฤติกรรมบ่งชี้ (1.) คิดสังเคราะห์เพื่อประกอบการวางแผน ออกแบบ ปรับปรุง คาดการณ์ ประเมินผล ข้อสรุป และตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ

3) สมรรถนะที่ 4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ตัวชี้วัดที่ 2 เรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

พฤติกรรมบ่งชี้ (1.) มีทักษะในการแสวงหาความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร

ตัวชี้วัดที่ 3 ทำงานและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

พฤติกรรมบ่งชี้ (1.) ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ สามารถแสดงความคิดเห็นของตน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย รับผิดชอบ
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. อธิบายสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ได้
2. อธิบายองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ได้
3. ยกตัวอย่างและอธิบายประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. นักเรียนสามารถทดลองเพื่อหาการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป

ด้านเจตคติ (Attitude)

1. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีและสามารถทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้อย่างสร้างสรรค์

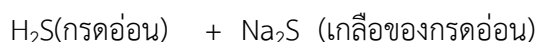
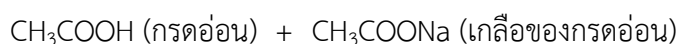
6. เนื้อหาสาระ

สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution) หมายถึง สารละลายที่มีความสามารถในการควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ เมื่อเติมสารละลายกรดหรือเบสจำนวนที่ไม่มากเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำบริสุทธิ์ที่เติมกรดหรือเบสจำนวนเท่ากัน สารละลายที่มีสมบัติเป็นสารละลายบัฟเฟอร์จะควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ดีกว่าน้ำกลั่น สารละลายบัฟเฟอร์เกิดจากการผสมระหว่างสารละลายกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือสารละลายเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น

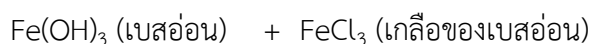
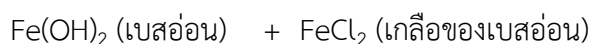
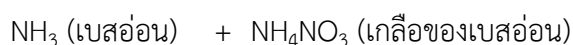
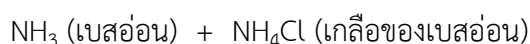
แม้ว่าสารละลายบัฟเฟอร์จะควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ดีกว่าน้ำกลั่น แต่ถ้าเติมกรดหรือเบสมากเกินไป สารละลายบัฟเฟอร์ก็จะไม่สามารถควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ตลอดในที่สุดจะเสียสมบัติในการเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ไป เราเรียกความสามารถในการควบคุมระดับ pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ว่า **buffer capacity**

สารละลายบัฟเฟอร์มี 2 ประเภท

1) บัฟเฟอร์กรด (Acid buffer solution) เกิดจากสารละลายของกรดอ่อนผสมกับสารละลายเกลือของกรดอ่อนชนิดนั้น สารละลายบัฟเฟอร์ประเภทนี้มี $\text{pH} < 7$ เช่น



2) บัฟเฟอร์เบส (Basic buffer solution) เกิดจากสารละลายของเบสอ่อนผสมกับสารละลายเกลือของเบสอ่อนนั้น สารละลายบัฟเฟอร์แบบนี้ มี $\text{pH} > 7$ เช่น



หลักการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์

สำหรับน้ำและสารละลายทั่วไป การเติมกรดมีผลทำให้ H_3O^+ ในสารละลายเพิ่มขึ้น ส่วนการเติมเบสมีผลทำให้ OH^- ในสารละลายเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับปริมาณที่เติมลงไป ในขณะที่สารละลายบัฟเฟอร์มีคู่กรด-เบสที่ทำปฏิกิริยากับกรดหรือเบสที่เติมลงไป จึงช่วยควบคุมไม่ให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ OH^- เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

สรุป

- ถ้าเติมกรดลงในระบบบัฟเฟอร์ H_3O^+ ในกรดจะถูกสะเทินด้วยคู่เบส
- ถ้าเติมกรดลงในระบบบัฟเฟอร์ OH^- ในเบสจะถูกสะเทินด้วยคู่กรด

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1) แผนบันทึกผลการทดลอง - กิจกรรมที่ 1 สายเลือดนาตาชา -
- 2) กิจกรรมที่ 2 “บัฟเฟอร์โดมิโน”
- 3) ชิ้นงาน ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
- 4) คลิป Animation แสดงการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์กรด <<< <https://youtu.be/ZLKEjXbCU30>
- 5) คลิป Animation แสดงการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เบส <<< <https://youtu.be/WETVra4ST-A>

8. วิธีการดำเนินกิจกรรม ตามแนวคิด Active Learning

(แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model))

(ชั่วโมงที่ 1-2)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกล่าวทักทาย/เช็คชื่อนักเรียน
2. ครูเกริ่นเข้าเรื่องและนำสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเชื่อมโยง ครูถามคำถามว่า
 - 2.1) ถ้าครูนำสารละลายมาหนึ่งมาแล้วหยดสารละลายกรดลงไป ค่า pH ของสารละลายนั้นจะเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ ค่า pH ของสารละลายจะลดลง
 - 2.2) ถ้าครูนำสารละลายมาหนึ่งมาแล้วหยดสารละลายเบสลงไป ค่า pH ของสารละลายนั้นจะเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ ค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้น
3. ครูตั้งข้อสงสัยว่า “ถ้าครูทานอาหารพวกที่มีรสเปรี้ยว น้ำมะนาว พวกอาหารที่มีความเป็นกรด แสดงว่าค่า pH เลือดของครูต้องลดใช่ไหม เลือดครูต้องเป็นกรดมากแน่ ๆ แต่ทำไมค่า pH ของเลือด กลับอยู่ระหว่าง 7.3-7.4 แทนที่จะต่ำกว่านี้ มันเป็นเพราะอะไร เลือดมีกลไกอะไรไว้เปล่า”
4. ครูบอกจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม ทำการทดลองใน “กิจกรรมที่ 1 สายเลือดนาตาชา”

กิจกรรมที่ 1 สายเลือดนาตาชา



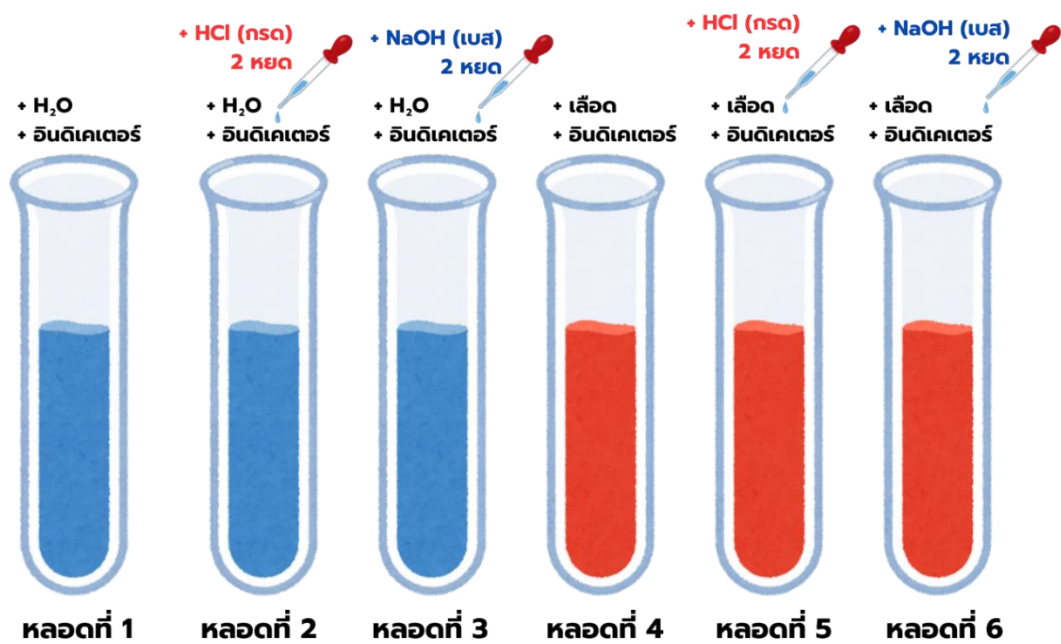
คำชี้แจง : ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม
ออกเป็น 4 กลุ่ม ทำการทดลองใน
“กิจกรรมที่ 1 สายเลือดนาตาชา”
ศึกษาวิธีการทดลอง วาดแผนภาพ
การทดลอง และลงมือทำกิจกรรม

วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

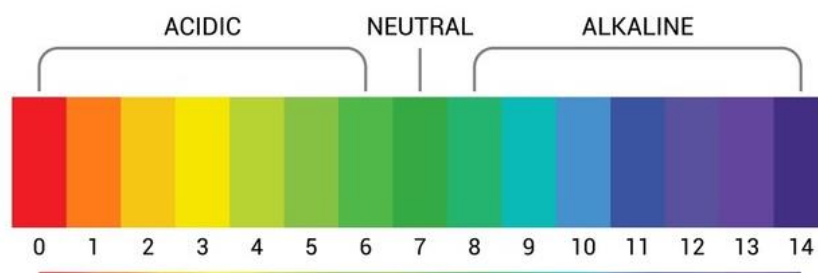
รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
สารเคมี 1. น้ำกลั่น 2. สารละลายกรดแอซิติก (CH_3COOH) 0.10 mol/L 3. สารละลายโซเดียมแอซิเตต (CH_3COONa) 0.10 mol/L 4. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 5. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.10 mol/L 6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.10 mol/L	15 mL 7.5 mL 7.5 mL 12 หยด 6 หยด 6 หยด
วัสดุและอุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดเล็ก 2. หลอดหยด 3. กระบอกตวงขนาด 10 mL	6 หลอด 2 อัน ใช้ร่วมกัน

วิธีการทดลอง

- ใส่สารละลายลงในหลอดทดลอง 6 หลอด ดังนี้
 หลอดที่ 1-2-3 ใส่ น้ำกลั่น หลอดละ 5 mL
 หลอดที่ 4-5-6 ใส่ เลือด ลงไปหลอดละ 5 mL (เลือด = สารละลายผสมของ CH_3COOH 0.10 mol/L ปริมาตร 7.5 mL และ CH_3COONa 0.10 mol/L ปริมาตร 7.5 mL)
- หยดยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงไปที่หลอดทดลอง หลอดละ 2 หยด เขย่าและสังเกตสีของสารละลาย แล้วเปรียบเทียบกับแถบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ที่ pH ต่าง ๆ ดังรูป พร้อมบันทึก pH ในแต่ละหลอด
- หยด HCl 0.10 mol/L ลงในหลอดทดลองที่ 1-2-3-4-5-6 หลอดละ 1 หยด บันทึกสีของสารละลายและค่า pH ในแต่ละหลอด
- หยด NaOH 0.10 mol/L ลงในหลอดทดลองที่ 1-2-3-4-5-6 หลอดละ 1 หยด บันทึกสีของสารละลายและค่า pH ในแต่ละหลอด



รูป แผนภาพการทดลอง

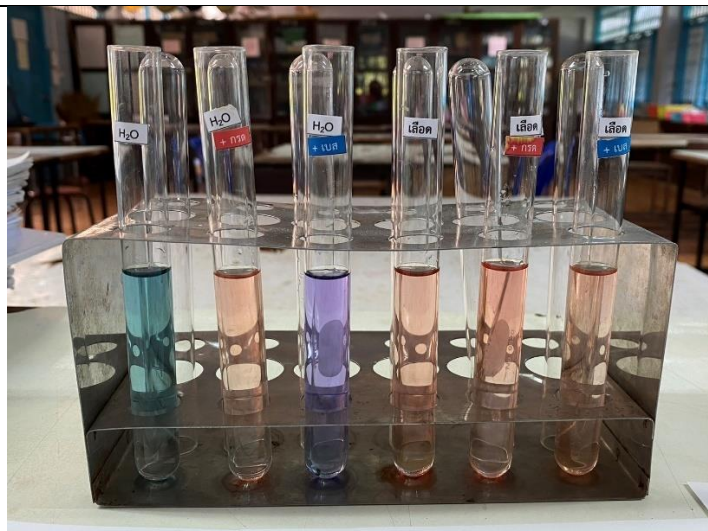


- นักเรียนปฏิบัติกรทดลอง
- นักเรียนบันทึกผลการทดลอง
- ผู้มกลุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการทดลอง

ตัวอย่างตารางผลการทดลอง

สาร	H ₂ O			เลือด		
	หลอด 1	หลอด 2	หลอด 3	หลอด 4	หลอด 5	หลอด 6
	-	+ HCl (กรด)	+ NaOH (เบส)	-	+ HCl (กรด)	+ NaOH (เบส)
สีก่อนหยดกรดหรือเบส						
pH						
สีหลังหยดกรดหรือเบส						
pH						

ตัวอย่างผลการทดลอง



5. คำถามท้ายการทดลอง

1.) เมื่อเติม HCl ค่า pH ของสารละลายหลอดที่ 2 และ 5 เปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร (หลอดที่ 2 เทียบกับหลอดที่ 1 และหลอดที่ 5 เทียบกับหลอดที่ 4)

แนวคำตอบ คล้ายกัน หลอดที่ 2 สีแดง หลอดที่ 5 สีส้ม

2.) เมื่อเติม NaOH ค่า pH ของสารละลายหลอดที่ 3 และ 6 เปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร (หลอดที่ 3 เทียบกับหลอดที่ 1 และหลอดที่ 6 เทียบกับหลอดที่ 4)

แนวคำตอบ ต่างกัน หลอดที่ 3 มีสีม่วง หลอดที่ 6 มีสีส้ม

6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

อภิปรายผลการทดลอง

เมื่อเติม HCl ลงในน้ำพบว่า pH ลดจาก 7 เป็นประมาณ 1-2 แต่เมื่อเติม HCl ลงในเลือด (สารละลายผสมระหว่าง CH_3COOH และ CH_3COONa) พบว่าค่า pH ค่อนข้างคงที่ที่ pH 4

เมื่อเติม NaOH ลงในน้ำพบว่าค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 7 เป็น 13 แต่การเติม NaOH ลงในเลือด (สารละลายผสมระหว่าง CH_3COOH และ CH_3COONa) พบว่าค่า pH ค่อนข้างคงที่ที่ pH 4

7. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

เมื่อมีการเติมกรดหรือเบสลงไปเล็กน้อย pH ของเลือด (สารละลายผสมระหว่าง CH_3COOH และ CH_3COONa) ค่อนข้างคงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าของน้ำ

(ชั่วโมงที่ 3)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

- นักเรียนสรุปความหมายของ “บัฟเฟอร์” ร่วมกัน

	แนวคำตอบ สารละลายที่มีสมบัติในการควบคุม pH ของสารละลายให้คงที่ เมื่อมีการเติมกรดแก่หรือเบสแก่ลงไปเล็กน้อย ประกอบด้วยกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน หรือ เบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน
--	--

- ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมระดับ pH ของสารละลายบัฟเฟอร์

“แม้ว่าสารละลายบัฟเฟอร์จะควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ดีกว่าน้ำกลั่น แต่ถ้าเติมกรดหรือเบสมากเกินไป สารละลายบัฟเฟอร์ก็จะไม่สามารถควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ตลอดในที่สุดจะเสียสมบัติในการเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ไป เราเรียกความสามารถในการควบคุมระดับ pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ว่า **buffer capacity** ”

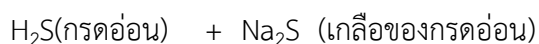
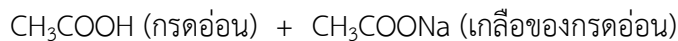
- ครูถามนักเรียนว่า “ในเลือดที่เราสมมติว่าเป็นบัฟเฟอร์มีองค์ประกอบอะไรบ้างนะ”

แนวคำตอบ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$

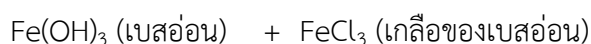
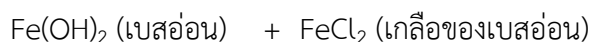
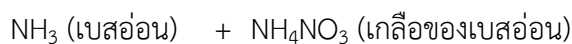
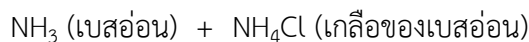
- ครูตั้งข้อสงสัยว่าเพื่อกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับ**องค์ประกอบของบัฟเฟอร์** “แล้วองค์ประกอบที่นักเรียนตอบมา มีความสัมพันธ์กันยังไง สารชนิดอื่น ๆ ถ้านำมาผสมกันก็กลายเป็นบัฟเฟอร์ทั้งหมดเลยไหม ?”
- นักเรียนทำกิจกรรม “บัฟเฟอร์โดมิโน” เพื่อทำความเข้าใจองค์ประกอบบัฟเฟอร์และประเภทของบัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์มี 2 ประเภท

1) บัฟเฟอร์กรด (Acid buffer solution) เกิดจากสารละลายของกรดอ่อนผสมกับสารละลายเกลือของกรดอ่อนชนิดนั้น สารละลายบัฟเฟอร์ประเภทนี้มี $\text{pH} < 7$ เช่น



2) บัฟเฟอร์เบส (Basic buffer solution) เกิดจากสารละลายของเบสอ่อนผสมกับสารละลายเกลือของเบสอ่อนนั้น สารละลายบัฟเฟอร์แบบนี้ มี $\text{pH} > 7$ เช่น



กิจกรรมที่ 2 “บัฟเฟอร์โดมิโน”



คำชี้แจง : ให้นักเรียนนักเรียนนำกรดอ่อน เบสอ่อน เกลือของกรดอ่อน และเกลือของเบสอ่อน ที่กำหนดให้นำมาต่อกันเพื่อจับคู่เป็นบัฟเฟอร์

START	C_6H_5COOH
NH_4NO_3	CH_3COOH
NH_4Cl	HCN
HF	$HCOOH$

$HCOOK$	NH_3
C_6H_5COONa	NaF
CH_3COONa	STOP
KCN	NH_3

6. สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอ (1-2 กลุ่ม ตามความเหมาะสมของเวลา)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

- ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ “ย้อนกลับไปตอนคำถามที่ถามต้นคาบ ที่ครูถามว่า : ถ้าครูทานอาหารพวกที่มีรสเปรี้ยว น้ำมะนาว พวกอาหารที่มีความเป็นกรด แสดงว่าค่า pH เลือดของครูต้องลดใช่ไหม เลือดครูต้องเป็นกรดมากแน่ ๆ แต่ทำไมค่า pH ของเลือด กลับอยู่ระหว่าง 7.3-7.4 แทนที่จะต่ำกว่านี้ มันเป็นเพราะอะไร เลือดมีกลไกอะไรรีเพล่า แล้วเลือดของเราหรือบัฟเฟอร์มันมีกลไกหรือหลักการอย่างไรในการควบคุม pH ?”

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายหลักการการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ ร่วมกับการใช้ **animation**

*ครูคอยใช้คำถามกระตุ้น

หลักการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์

Trick

- ถ้าเติมกรดลงในระบบบัฟเฟอร์ H_3O^+ ในกรดจะถูกสะเทินด้วยคู่เบส
- ถ้าเติมกรดลงในระบบบัฟเฟอร์ OH^- ในเบสจะถูกสะเทินด้วยคู่กรด

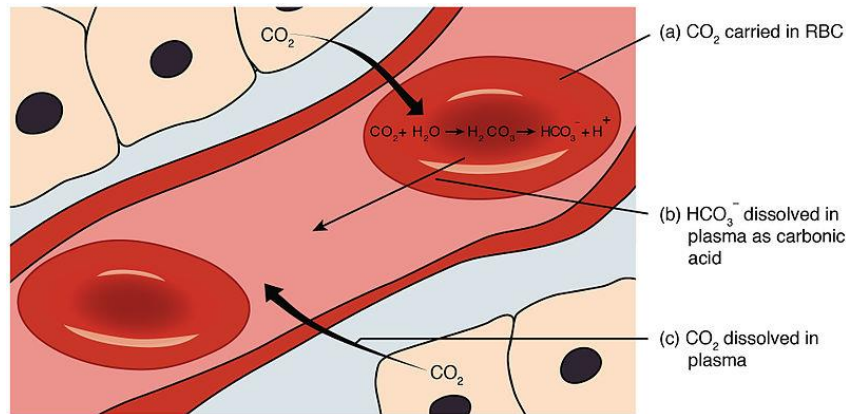
>>>คลิป Animation แสดงการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์**กรด**<<< <https://youtu.be/ZLKEjXbCU30>

>>>คลิป Animation แสดงการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์**เบส**<<< <https://youtu.be/WETVra4ST-A>

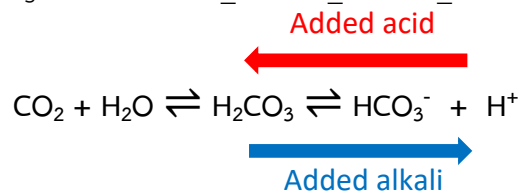
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ ที่เป็นเรื่องรอบตัวหรือในชีวิตประจำวันของนักเรียน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ในร่างกายและในธรรมชาติ ดังนี้

1) คนไข้รายหนึ่งถูกตรวจพบว่า มี pH ของเลือดสูงกว่าปกติ แพทย์จึงให้คนไข้หายใจเข้า-ออกในถุงกระดาษเป็นระยะเวลาสั้น ๆ แพทย์ทำเช่นนี้เพื่ออะไร

แนวคำตอบ การหายใจเข้า-ออกในถุงกระดาดเป็นระยะเวลาสั้น ๆ จะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในถุงกระดาด เมื่อคนใช้หายใจเข้าจะทำให้ความดันย่อยของ CO_2 ในเลือดเพิ่มขึ้น CO_2 จะละลายในเลือดเกิดเป็นกรด H_2CO_3 เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ pH ของเลือดลดลง



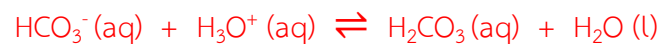
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/File:2325_Carbon_Dioxide_Transport.jpg



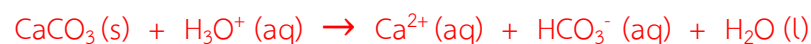
2) เพราะเหตุใดน้ำทะเลจึงมีค่า pH ค่อนข้างคงที่อยู่ที่ประมาณ 8.1-8.2

แนวคำตอบ เนื่องจากน้ำทะเลมีสารและไอออนที่คอยควบคุมบัฟเฟอร์ เช่น

กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) และคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) ดังนั้น เมื่อน้ำทะเลถูกรบกวน เช่น เติมกรดลงไป จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังสมการ



นอกจากนี้ในน้ำทะเลยังมี CaCO_3 ซึ่งสามารถกำจัด H_3O^+ ได้ ดังสมการ



4. นักเรียนสืบค้นประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ ที่เป็นเรื่องรอบตัวหรือในชีวิตประจำวันของนักเรียน 1 เรื่อง สรุปรูปเป็น mind map หรือรูปแบบอื่น ๆ ตามความต้องการของผู้เรียน โดยมีประเด็น ดังนี้

- ชื่อเรื่อง
- รูปภาพประกอบ
- หลักการที่เกี่ยวข้องกับบัฟเฟอร์
- แสดงสมการเคมีที่เกี่ยวข้อง
- พร้อมระบุแหล่งอ้างอิง (APA)

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูทบทวนจุดประสงค์การเรียนรู้อีกครั้ง
2. ครูตรวจแบบบันทึกการทดลอง “สายเลื้อยนาตาชา”
3. ครูตรวจใบงานกิจกรรม “บัฟเฟอร์โดมิโน”
4. ครูตรวจชิ้นงาน ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์

9. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้(K)			
1. อธิบายสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ได้	1.นักเรียนลงมือปฏิบัติและบันทึกการทดลองกิจกรรม “สายเลื้อยนาตาชา”	1. แบบบันทึกการทดลอง “สายเลื้อยนาตาชา”	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2. อธิบายองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ได้	1.การทำกิจกรรม “บัฟเฟอร์โดมิโน”	1.ใบกิจกรรม เรื่อง “บัฟเฟอร์โดมิโน”	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
3. ยกตัวอย่างและอธิบายประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้	1. นักเรียนสืบค้นประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	1. ชิ้นงาน ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ(P)			
1. ทดลองเพื่อหาการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป	1.สังเกตพฤติกรรมในการทำทดลอง กิจกรรม “สายเลื้อยนาตาชา”	1. แบบบันทึกการทดลอง “สายเลื้อยนาตาชา”	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ(A)			
1. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีและสามารถทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้อย่างสร้างสรรค์	1. สังเกตจากการอภิปราย การทำการทดลอง การตอบคำถาม และ การทำงานกลุ่ม	1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

10. บันทึกหลังการสอน

1) ผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K - Knowledge): นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน รวมถึงสามารถยกตัวอย่างการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะกระบวนการ (P - Process): นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง โดยส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ เมื่อเติมกรดหรือเบสได้ดี

ด้านเจตคติ (A - Attitude): นักเรียนทำงานกลุ่มได้อย่างสร้างสรรค์ มีการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมกลุ่มเป็นอย่างดี

2) ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้

- นักเรียนบางกลุ่มยังไม่มั่นใจในการอธิบายหลักการทำงานของสารละลายบัฟเฟอร์ และยังมีข้อผิดพลาดในการจับคู่สารละลายกรดอ่อนกับเกลือที่เหมาะสม

- ในบางกลุ่ม นักเรียนไม่สามารถดำเนินการทดลองได้ครบตามขั้นตอน เนื่องจากการบริหารเวลาไม่ดีพอ

3) สาเหตุของปัญหา/อุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้

- นักเรียนบางคนยังขาดพื้นฐานความเข้าใจเรื่องกรด-เบส ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงหลักการไปสู่การอธิบายการทำงานของสารละลายบัฟเฟอร์ได้อย่างถูกต้อง

- การจัดการเวลาไม่ดีพอ เกิดจากการวางแผนและแบ่งหน้าที่ในกลุ่มไม่ชัดเจน รวมถึงยังขาดการสื่อสารภายในกลุ่ม

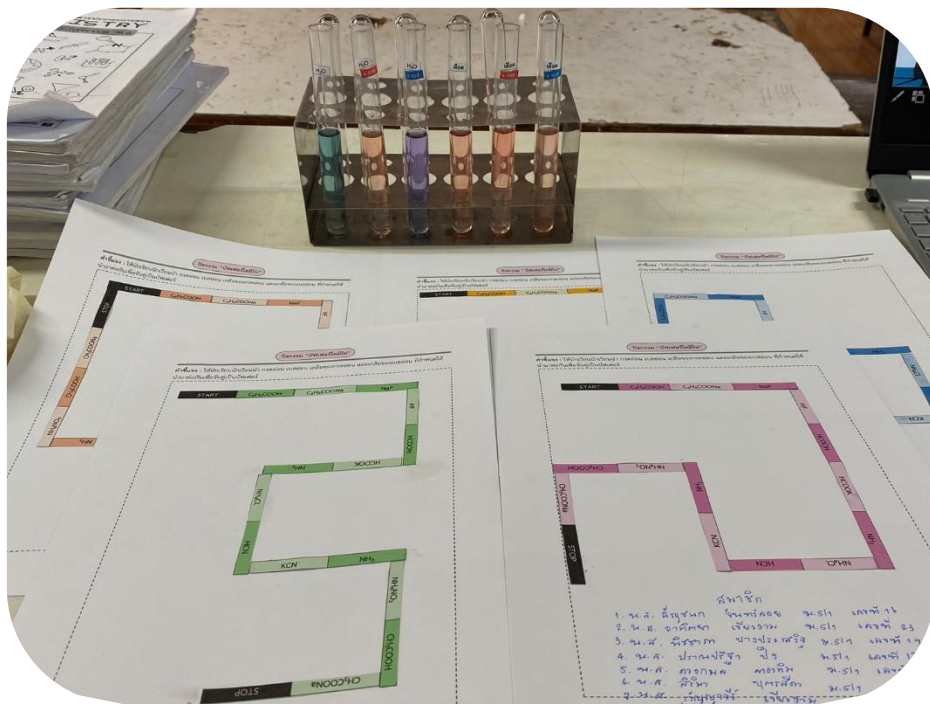
4) วิธีการแก้ไขหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน

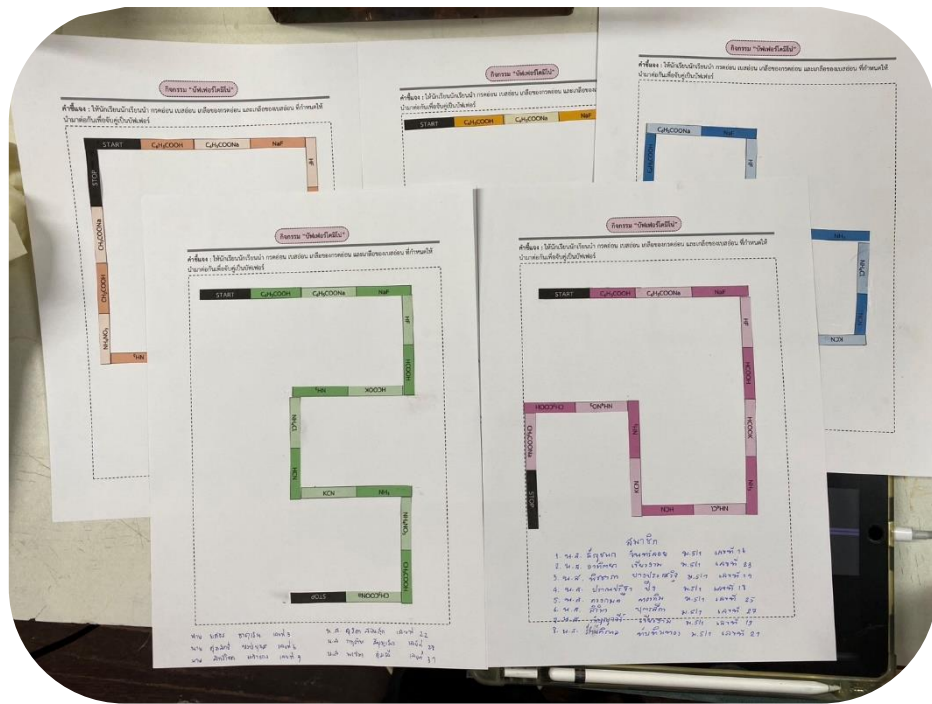
- ควรจัดกิจกรรมเสริมเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่องกรด-เบสสำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจชัดเจน โดยใช้เอกสารสรุปเนื้อหาหรือจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมเฉพาะกลุ่ม

- จัดกิจกรรมฝึกทักษะการทำงานเป็นทีมและการบริหารเวลา เพื่อให้ นักเรียนสามารถแบ่งหน้าที่กันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงสร้างการสื่อสารในกลุ่มให้ดีขึ้น

- ปรับปรุงการทดลองให้กระชับขึ้น หรือเพิ่มเวลาสำหรับการทดลอง เพื่อให้ นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ครบถ้วนตามที่กำหนด

ผลงานนักเรียนกิจกรรมที่ 2 “บัฟเฟอร์โดมิโน”





แบบบันทึกผลการทดลอง - กิจกรรมที่ 1 สายเลือดนาตาชา -

จุดประสงค์

วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
สารเคมี 1. น้ำกลั่น 2. สารละลายกรดแอซติก (CH_3COOH) 0.10 mol/L 3. สารละลายโซเดียมแอซิเตต (CH_3COONa) 0.10 mol/L 4. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 5. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.10 mol/L 6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.10 mol/L	15 mL 7.5 mL 7.5 mL 12 หยด 6 หยด 6 หยด
วัสดุและอุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดเล็ก 2. หลอดหยด 3. กระบอกตวงขนาด 10 mL	6 หลอด 2 อัน ใช้ร่วมกัน

วิธีการทดลอง

1.) ใส่สารละลายลงในหลอดทดลอง 6 หลอด ดังนี้

หลอดที่ 1-2-3 ใส่ น้ำกลั่นหลอดละ 5 mL

หลอดที่ 4-5-6 ใส่เลือดลงไปหลอดละ 5 mL (เลือด = สารละลายผสมของ CH_3COOH 0.10 mol/L ปริมาตร 7.5 mL และ CH_3COONa 0.10 mol/L ปริมาตร 7.5 mL)

2.) หยดยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงไปทุกหลอด หลอดละ 2 หยด เขย่าและสังเกตสีของสารละลาย แล้วเปรียบเทียบกับแถบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ที่ pH ต่าง ๆ ดังรูป พร้อมบันทึก pH ในแต่ละหลอด

3.) หยด HCl 0.10 mol/L ลงในหลอดทดลองที่ 1-2-3-4-5-6 หลอดละ 1 หยด บันทึกสีของสารละลายและค่า pH ในแต่ละหยด

4.) หยด NaOH 0.10 mol/L ลงในหลอดทดลองที่ 1-2-3-4-5-6 หลอดละ 1 หยด บันทึกสีของสารละลายและค่า pH ในแต่ละหลอด

แผนภาพการทดลอง



บันทึกผลการทดลอง (ออกแบบตาราง)

คำถามท้ายการทดลอง

1.) เมื่อเติม HCl ค่า pH ของสารละลายหลอดที่ 2 และ 5 เปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร
(หลอดที่ 2 เทียบกับหลอดที่ 1 และหลอดที่ 5 เทียบกับหลอดที่ 4)

.....

.....

.....

2.) เมื่อเติม NaOH ค่า pH ของสารละลายหลอดที่ 3 และ 6 เปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร
(หลอดที่ 3 เทียบกับหลอดที่ 1 และหลอดที่ 6 เทียบกับหลอดที่ 4)

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สมาชิก

1.		เลขที่.....	ชั้น.....
2.		เลขที่.....	ชั้น.....
3.		เลขที่.....	ชั้น.....
4.		เลขที่.....	ชั้น.....

กิจกรรมที่ 2 “บัฟเฟอร์โดมิโน”

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนักเรียนนำ กรดอ่อน เบสอ่อน เกลือของกรดอ่อน และเกลือของเบสอ่อน ที่กำหนดให้นำมาต่อกันเพื่อจับคู่เป็นบัฟเฟอร์

กลุ่ม 1

START	C ₆ H ₅ COOH
NH ₄ NO ₃	CH ₃ COOH
NH ₄ Cl	HCN
HF	HCOOH

HCOOK	NH ₃
C ₆ H ₅ COONa	NaF
CH ₃ COONa	STOP
KCN	NH ₃

กลุ่ม 2

START	C ₆ H ₅ COOH
NH ₄ NO ₃	CH ₃ COOH
NH ₄ Cl	HCN
HF	HCOOH

HCOOK	NH ₃
C ₆ H ₅ COONa	NaF
CH ₃ COONa	STOP
KCN	NH ₃

กลุ่ม 3

START	C ₆ H ₅ COOH
NH ₄ NO ₃	CH ₃ COOH
NH ₄ Cl	HCN
HF	HCOOH

HCOOK	NH ₃
C ₆ H ₅ COONa	NaF
CH ₃ COONa	STOP
KCN	NH ₃

กลุ่ม 4

START	C ₆ H ₅ COOH
NH ₄ NO ₃	CH ₃ COOH
NH ₄ Cl	HCN
HF	HCOOH

HCOOK	NH ₃
C ₆ H ₅ COONa	NaF
CH ₃ COONa	STOP
KCN	NH ₃

กลุ่ม 5

START	C ₆ H ₅ COOH
NH ₄ NO ₃	CH ₃ COOH
NH ₄ Cl	HCN
HF	HCOOH

HCOOK	NH ₃
C ₆ H ₅ COONa	NaF
CH ₃ COONa	STOP
KCN	NH ₃

แบบประเมินแบบบันทึกผลการทดลอง

- กิจกรรมที่ 1 สายเลื้อยนาตาชา -

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		3	2	1	0
1.	ความถูกต้องของการบันทึกผล (เต็ม 3 คะแนน)				
2.	การวิเคราะห์และอภิปรายผล (เต็ม 3 คะแนน)				
3.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง (เต็ม 2 คะแนน)	-			
4.	การสรุปผลการทดลอง (เต็ม 2 คะแนน)	-			
รวม					
(เต็ม 10 คะแนน)					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกผลการทดลอง

- กิจกรรมที่ 1 สายเล็ดนาตาซา -

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ความถูกต้องของการบันทึกผล (เต็ม 3 คะแนน)	บันทึกผลครบถ้วน ถูกต้อง ชัดเจน ทั้งสี และค่า pH ไม่มี ข้อผิดพลาด	บันทึกผลถูกต้อง แต่ ขาดรายละเอียด เล็กน้อย หรือมี ข้อผิดพลาดบาง ประการ	บันทึกผลไม่ครบ ขาด ข้อมูลสำคัญหรือมี ข้อผิดพลาด	ไม่ได้บันทึกผลหรือ บันทึกผิดทั้งหมด
2. การวิเคราะห์และ อภิปรายผล (เต็ม 3 คะแนน)	วิเคราะห์และอภิปราย ผลได้ครบถ้วน มี เหตุผลสนับสนุนจาก ผลการทดลอง	วิเคราะห์และอภิปราย ได้ดี แต่ขาด รายละเอียดบางอย่าง	วิเคราะห์ผลเพียง บางส่วนหรือไม่ชัดเจน	ไม่มีการวิเคราะห์หรือ อภิปรายผล
3. การตอบคำถาม ท้ายการทดลอง (เต็ม 2 คะแนน)	-	ตอบคำถามท้ายการ ทดลองได้ครบถ้วน ถูกต้อง มีการอธิบาย อย่างละเอียด	ตอบคำถามได้บางข้อ หรืออธิบายไม่ ครบถ้วน	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ตอบ
4. การสรุปผลการ ทดลอง (เต็ม 2 คะแนน)	-	สรุปผลได้ถูกต้อง ครอบคลุมทุกประเด็น และสอดคล้องกับผล การทดลอง	สรุปผลได้บางส่วน ขาดความชัดเจน	สรุปผลไม่ถูกต้อง หรือไม่เกี่ยวข้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-10	ดีมาก
7-8	ดี
6-7	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบประเมิน

- กิจกรรมที่ 2 “บัพเพอร์โดมิโน” -

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		4	3	2	1	0
1.	ความถูกต้องของการจับคู่ บัพเพอร์ (เต็ม 4 คะแนน)					
2.	การอธิบายการทำงานของ บัพเพอร์ที่จับคู่ได้ (เต็ม 4 คะแนน)					
3.	การจัดระเบียบและความ ชัดเจนของการนำเสนอ (เต็ม 2 คะแนน)	-	-			
รวม						
(เต็ม 10 คะแนน)						

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกผลการทดลอง

- กิจกรรมที่ 2 “บัฟเฟอร์โดมิโน” -

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน				
	4	3	2	1	0
1. ความถูกต้องของการจับคู่บัฟเฟอร์ (เต็ม 4 คะแนน)	จับคู่กรดอน, เบสอ่อน, และเกลือได้ถูกต้องทุกคู่ โดยไม่มีข้อผิดพลาด	จับคู่ถูกต้องเกือบทั้งหมด แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยในบางคู่	จับคู่ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือมีข้อผิดพลาดในคู่ที่สำคัญ	จับคู่ผิดส่วนใหญ่ มีเพียงไม่กี่คู่ที่ถูกต้อง	จับคู่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2. การอธิบายการทำงานของบัฟเฟอร์ที่จับคู่ได้ (เต็ม 4 คะแนน)	อธิบายการทำงานของบัฟเฟอร์ที่จับคู่ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน มีการเชื่อมโยงหลักการของบัฟเฟอร์ได้ชัดเจน	อธิบายการทำงานของบัฟเฟอร์ได้ถูกต้อง แต่ขาดรายละเอียดหรือการเชื่อมโยงบางส่วน	อธิบายการทำงานเพียงบางส่วน หรือมีการอธิบายที่คลุมเครือ	อธิบายผิดพลาดหรือไม่ชัดเจน	ไม่มีการอธิบายการทำงานของบัฟเฟอร์
3. การจัดระเบียบและความชัดเจนของการนำเสนอ (เต็ม 2 คะแนน)	-	-	จัดเรียงข้อมูลเป็นระเบียบ มีความชัดเจนทั้งในเนื้อหาและการนำเสนอ	การจัดระเบียบข้อมูลหรือการนำเสนอไม่ชัดเจน มีข้อผิดพลาดในโครงสร้างหรือรูปแบบ	การนำเสนอไม่เป็นระเบียบหรือไม่ชัดเจนเลย

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-10	ดีมาก
7-8	ดี
6-7	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบประเมิน

- ชิ้นงาน ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ -

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		3	2	1	0
1.	ชื่อเรื่อง (เต็ม 1 คะแนน)	-	-		
2.	รูปภาพประกอบ (เต็ม 2 คะแนน)	-			
3.	หลักการที่เกี่ยวข้องกับบัฟเฟอร์ (เต็ม 3 คะแนน)				
4.	แสดงสมการเคมี ที่เกี่ยวข้อง (เต็ม 3 คะแนน)				
5.	ระบุแหล่งอ้างอิง (เต็ม 1 คะแนน)	-	-		
รวม					
(เต็ม 10 คะแนน)					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมิน

- ชิ้นงาน ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์-

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ชื่อเรื่อง (เต็ม 1 คะแนน)	-	-	ชื่อเรื่องชัดเจน เหมาะสม สะท้อนถึง ประโยชน์ของบัฟเฟอร์ ได้อย่างตรงประเด็น	ชื่อเรื่องไม่ชัดเจน หรือไม่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหา
2. รูปภาพประกอบ (เต็ม 2 คะแนน)	-	รูปภาพประกอบ สวยงาม เหมาะสม และช่วยเสริมการ อธิบายเนื้อหาได้ดี	รูปภาพประกอบไม่ สอดคล้องกับเนื้อหา หรือไม่ช่วยในการ อธิบายเนื้อหา	ไม่มีรูปภาพประกอบ
3. หลักการที่ เกี่ยวข้องกับบัฟเฟอร์ (เต็ม 3 คะแนน)	อธิบายหลักการที่ เกี่ยวข้องกับบัฟเฟอร์ อย่างครบถ้วน ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับ เนื้อหาได้ดี	อธิบายหลักการได้ ถูกต้อง แต่ขาด รายละเอียดหรือการ เชื่อมโยงบางส่วน	อธิบายหลักการได้ เพียงบางส่วน หรือไม่ ครบถ้วน	ไม่มีการอธิบาย หลักการที่เกี่ยวข้อง
4. แสดงสมการเคมี ที่เกี่ยวข้อง (เต็ม 3 คะแนน)	แสดงสมการเคมีที่ เกี่ยวข้องได้อย่าง ถูกต้องครบถ้วน พร้อมอธิบายสมการ อย่างชัดเจน	แสดงสมการได้ถูกต้อง แต่ขาดการอธิบายหรือ รายละเอียดบางอย่าง	แสดงสมการเคมีไม่ ครบถ้วน หรือมี ข้อผิดพลาด	ไม่มีการแสดงสมการ เคมีที่เกี่ยวข้อง
5. ระบุแหล่งอ้างอิง (เต็ม 1 คะแนน)	-	-	ระบุแหล่งอ้างอิง ถูกต้อง ครบถ้วน และ น่าเชื่อถือ (APA)	ไม่มีการระบุแหล่ง อ้างอิง หรือแหล่ง อ้างอิงไม่ครบถ้วน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-10	ดีมาก
7-8	ดี
6-7	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

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

ลงชื่อ

(ผู้ประเมิน)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่

ตรงกับระดับคะแนน

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

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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