



# เคมี

สรุปครบ จดพร้อมจำ  
ตามหลักสูตร



๔

# SHORT



gun



# TERM 1



## บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

- ความดันของแก๊ส
- สมบัติของแก๊ส
- กฎของบอยส์
- กฎของชาร์ล
- กฎของเกย์ลุสแซก
- กฎของอาโวคาโดร
- กฎรวมแก๊สและกฎของแก๊สอุดมคติ
- การแพร่ของแก๊ส

## บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

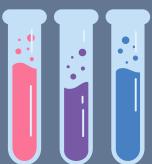
- ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา
- กลไกของปฏิกิริยา
- กฎอัตราและค่าคงที่ของอัตรา
- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## บทที่ 3 สมดุลเคมี

- ภาวะสมดุล
- ค่าคงที่สมดุล
- การระกวณภาวะสมดุล
- การใช้หลักของเลอ ชา เตอเลียร์ในอุตสาหกรรม



# TERM 2

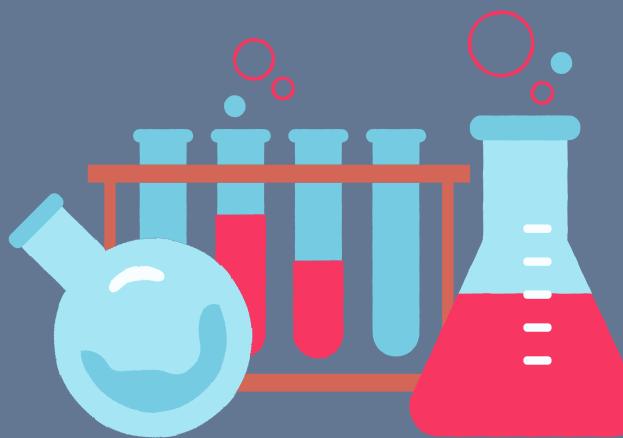
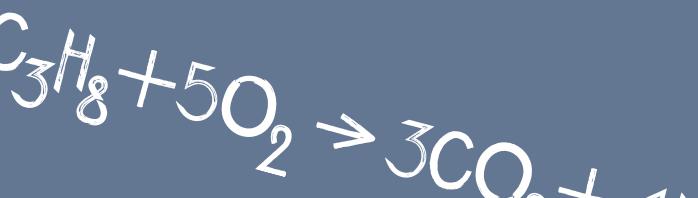


## บทที่ 4 กรด-เบส

- ทฤษฎีกรด-เบส
- คุ้กรด-เบส
- การแทรกตัวของกรด เบส
- สมบัติกรด-เบสของเกลือ
- pH ของสารละลายกรด-เบส
- ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส

## บทที่ 5 ไฟฟ้าเคมี

- เลขออักษรเดชั่นและปฏิกิริยาเรียดอักษร
- การดุลสมการเรียดอักษร
- เชลล์เคมีไฟฟ้า
- ประโยชน์ของเชลล์เคมีไฟฟ้า
- เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า

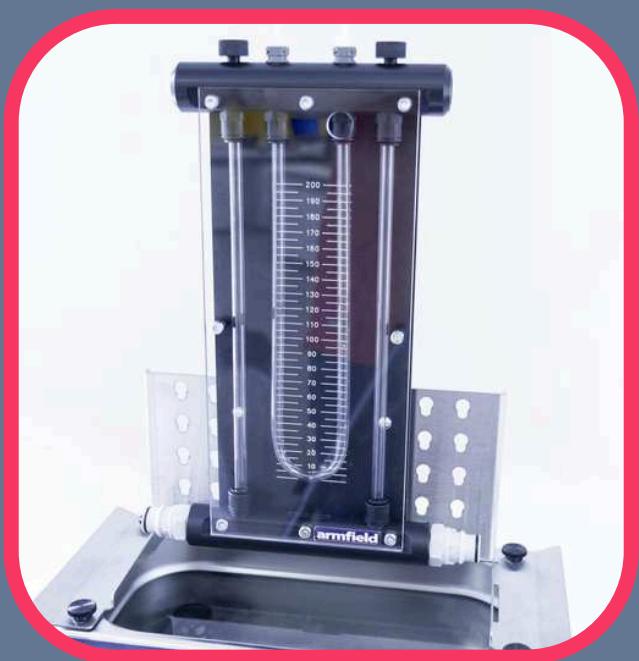


# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

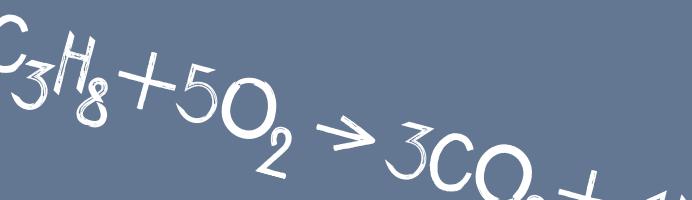
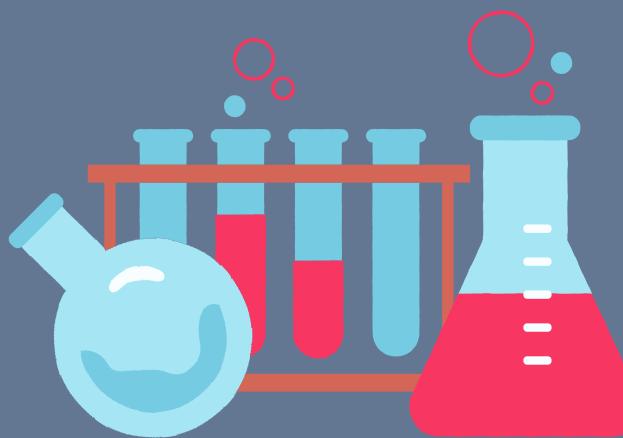
## • ความดันของแก๊ส

หมายถึง แรงที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งจากกับแรงนี้เนื่องจากความดันของแก๊สเกิดจากโมเลกุลของแก๊สชนผันงากชนะ เพราะฉะนั้นความดันของแก๊สคือแรงที่โมเลกุลของแก๊สกระทำต่อผนังต่อหนึ่งหน่วงพื้นที่ของภาชนะและความดันของแก๊สมีค่าเท่ากันหมดไม่ว่าจะวัดที่ส่วนใดของภาชนะ

มีเครื่องมือที่ใช้วัดความดันของแก๊สเรียกว่า มาโนมิเตอร์ (Manometer)



มาโนมิเตอร์ (Manometer)



# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## ● สมบัติของแก๊ส



1. แก๊สมีรูปร่างเป็นปริมาตรไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามภาวะที่บรรจุ เมื่อบรรจุในภาวะใดก็จะมีรูปร่างเป็นปริมาตรตามภาวะนั้น

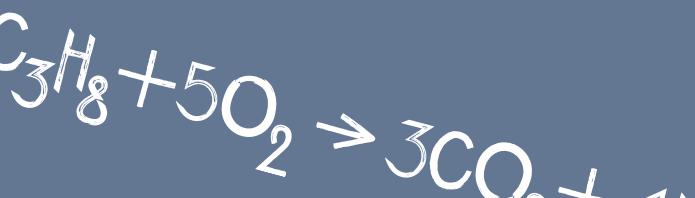
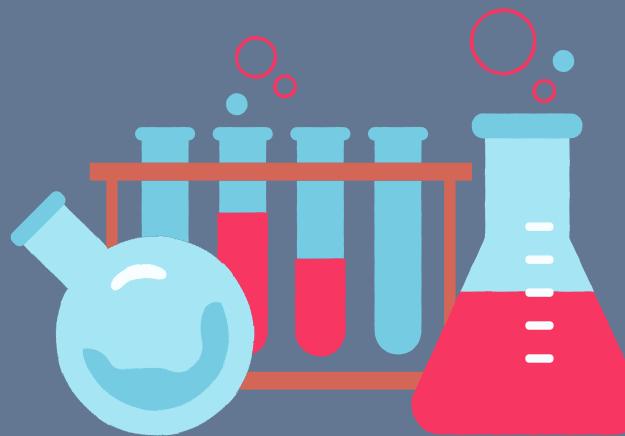
2. ถ้าให้แก๊สอยู่ในภาวะที่เปลี่ยนแปลงปริมาตรได้ ปริมาตรของแก๊สจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันและจำนวนโมล ดังนั้น เมื่อบอกปริมาตรของแก๊ส ก็จะต้องบอกอุณหภูมิ ความดันและจำนวนโมลด้วย

3. สารที่อยู่ในสถานะแก๊สมีความหนาแน่นน้อยกว่าเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวและของแข็งมาก

4. เป็นองค์ประกอบแก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวและของแข็ง ดังนั้น แก๊สจึงสามารถแพร่ได้และแพร่ได้เร็วด้วย

5. เมื่อนำแก๊สต่างๆ ตึ้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาใส่ในภาวะเดียวกัน แก๊สแต่ละชนิดจะแพร่ผสมกันอย่างสมบูรณ์ทุกส่วน นั่นคือ ส่วนผสมของแก๊สจะเป็นสารเดียวหรือเป็นสารละลาย (Solution)

6. แก๊สส่วนใหญ่ไม่มีสีและโปร่งใส



# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## • กฎของบอยล์

กล่าวว่า หากอุณหภูมิคงตัว ผลคูณของความดันและปริมาตรของแก๊ส อุดมคติที่มีมวลหนึ่ง จะในระบบปิดเป็นค่าคงตัวเสมอ  
กฎของบอยล์เป็นดังต่อไปนี้

ปริมาตรของแก๊สที่มีมวลหนึ่งๆ  
แปรผกผันกับความดันเมื่ออุณหภูมิคงตัว

$V \propto \frac{1}{P}$  หมายความว่า ปริมาตรแปรผกผันกับความดัน หรือ

$P \propto \frac{1}{V}$  หมายความว่า ความดันแปรผกผันกับปริมาตร หรือ

$PV = k_1$  หมายความว่า  
ผลคูณของความดันและปริมาตรของแก๊สเท่ากับค่าคงตัว

ดังนี้

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

เมื่อ

- $P$  คือความดัน
- $V$  คือปริมาตร
- $k_1$  คือ ค่าคงตัวในสมการนี้

(ไม่เท่ากันกับค่าคงตัวของสมการอื่นในบทความนี้)



โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle)

# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## • กฎของชาร์ล

กล่าวว่า แก๊สอุดมคติที่มีมวลหนึ่ง ๆ ในความดันคงตัว ปริมาตรจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊สนั้น ๆ ในระบบปิด กฎของชาร์ลเป็นดังต่อไปนี้

ปริมาตรของแก๊สที่มีมวลหนึ่ง ๆ ในความดันคงตัวจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังสมการ

$$V \propto T$$

หรือ

$$\frac{V}{T} = k_2$$

ดังนั้น

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

เมื่อ

- V คือปริมาตร
- T คืออุณหภูมิ (K)
- $k_2$  คือ ค่าคงตัวในสมการนี้

(ไม่เก่ากันกับค่าคงตัวของสมการอื่นในบทความนี้)



ลักษ อาแล็กซ็องดร์ เชชาร์ ชาร์ล (Jacques Alexandre César Charles)

# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## • กฎของเกย์-ลุสแซก

กล่าวว่า แก๊สอุดมคติที่มีมวลหนึ่ง ๆ และมีปริมาตรคงตัว ความดันที่กระทำต่อภาชนะจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสับบูรณ์  
กฎของเกย์-ลุสแซกเป็นดังต่อไปนี้

ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิในหน่วย  
เคลวิน (K) เมื่อมวลและปริมาตรของแก๊สคงที่

แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังสมการ

$$P \propto T$$

$$\frac{P}{T} = k_3$$

ดังนั้น

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

เมื่อ

- P คือความดัน
- T คืออุณหภูมิ (K)
- $k_3$  คือ ค่าคงตัวในสมการนี้

(ไม่เท่ากันกับค่าคงตัวของสมการอื่นในบทความนี้)



约瑟夫·路易斯·盖-吕萨克 (Joseph Louis Gay-Lussac)

# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## • กฎของอาโวการ์ดอฟ

กล่าวว่า หากอุณหภูมิและความดันคงตัว ปริมาตรของแก๊สอุดมคติจะ แปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลของแก๊สในภาชนะ นำมาสู่ปริมาตรโมลาร์ ของแก๊สที่ STP

กฎของเกย์ลุสแซกเป็นดังต่อไปนี้

ที่ อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊สที่มี ปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน

แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังสมการ

$$V \propto n$$

หรือ

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

เมื่อ

- $V$  คือปริมาตร
- $n$  คือ จำนวนโมเลกุลของแก๊ส  
(หรือจำนวนโมลของแก๊ส)



ไม่ใช่แบบนี้นะ!!!

# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## • กฎรวมแก๊สและกฎของแก๊สอุดมคติ

จากกฎทั้งสามกฎข้างต้น นำมารวมได้เป็นกฎรวมแก๊ส ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ ของแก๊สที่มีมวล (ปริมาณ) คงตัว ดังสมการ

$$PV = k_5 T$$

หรือเขียนได้อีกแบบหนึ่งว่า

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

อาศัย กฎของอาโวกาโดร สามารถเปลี่ยนกฎรวมแก๊สให้เป็นกฎของแก๊สอุดมคติหรือกฎแก๊สสมบูรณ์ ดังสมการ

$$PV = nRT$$

เมื่อ

- P คือ ความดัน (Pa)
- V คือ ปริมาตร (m<sup>2</sup>)
- n คือ จำนวนโมลของแก๊ส
- R คือ ค่าคงตัวสากลของแก๊ส (8.3144598 kPa·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>)
- T คือ อุณหภูมิ (K)



# บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

## ● การแพร่ของแก๊ส

อัตรา การแพร่ ของโมเลกุลของแก๊สแพร่ผ่านกับรากที่สองของความหนาแน่นของแก๊ส ณ อุณหภูมิคงตัว นำมารวมกับกฎของอโวกาโดรเนื่องจากปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน นั่นคืออัตราการแพร่จะแพร่ผ่านกับรากที่สองของมวลโมเลกุล

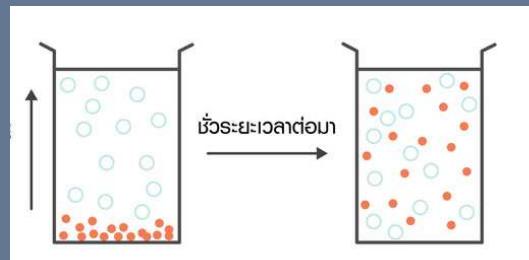
$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

ดังนั้น

$$\frac{\text{Rate}_1}{\text{Rate}_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

เมื่อ

- $\text{Rate}_1$  คือ อัตราการแพร่ผ่านของแก๊ส 1
- $\text{Rate}_2$  คือ อัตราการแพร่ผ่านของแก๊ส 2
- $M_1$  คือ มวลโมลาร์ของแก๊ส 1
- $M_2$  คือ มวลโมลาร์ของแก๊ส 2





## บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ความเร็วที่ตัวกำปฏิกิริยาเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยเวลา โดยที่หน่วยความเข้มข้นของสารเป็น mol/dm<sup>3</sup> ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงมีการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของสารต่อวินาที ชั่วโมง หรือวัน กึ้งนี้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้านั่นเอง

อย่างนี้นี่เอง!

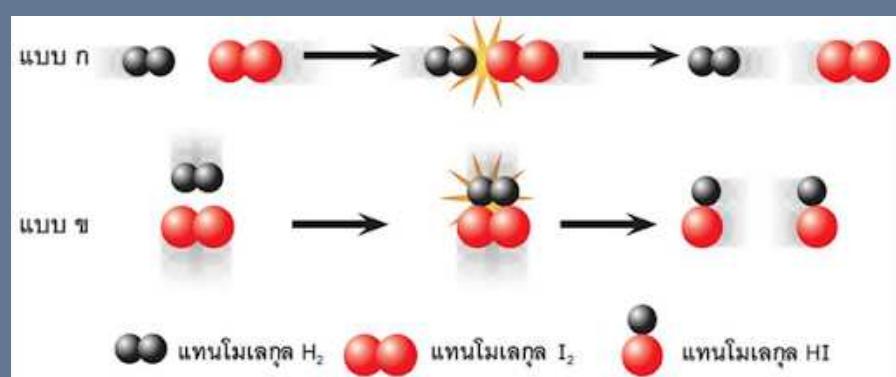




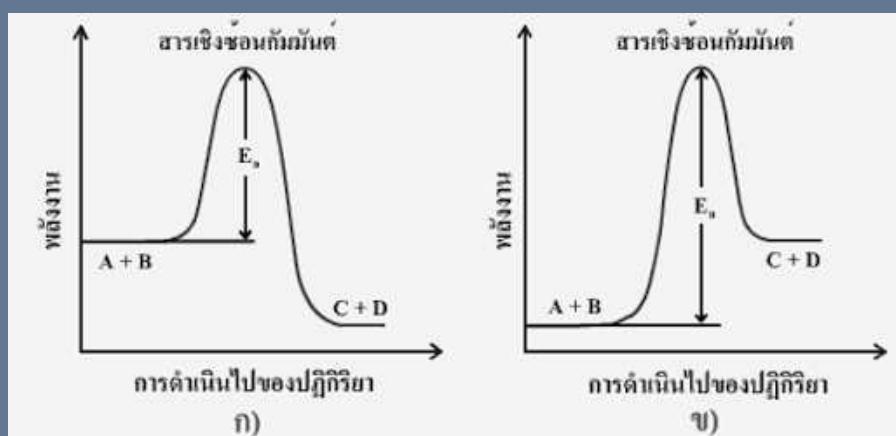
## บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### 1. กฎเมฆีการชน (Collision Theory)



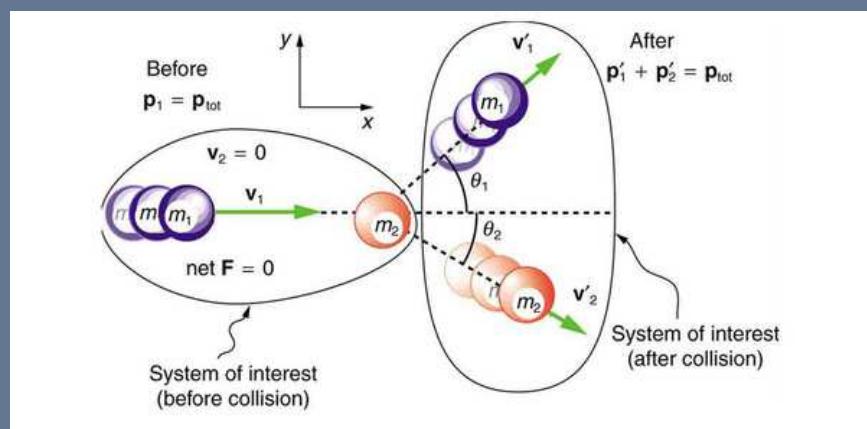
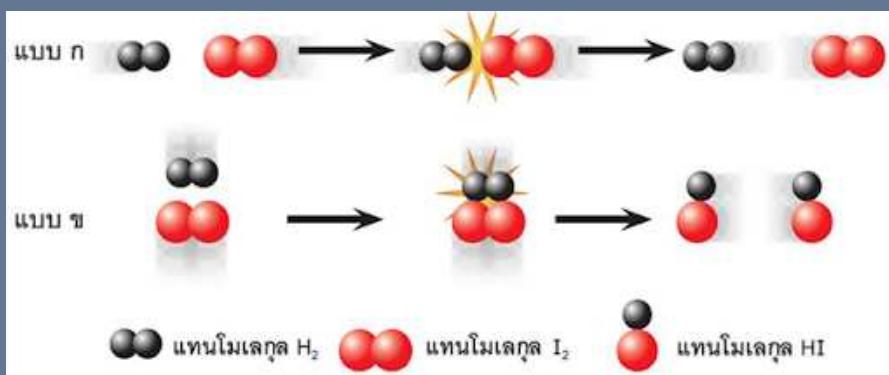
### 2. กฎเมฆีสารเชิงซ้อนกัมมันต์ (Activated Complex Theory)



# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## • กฎเบสิกของการชน(Collision Theory)

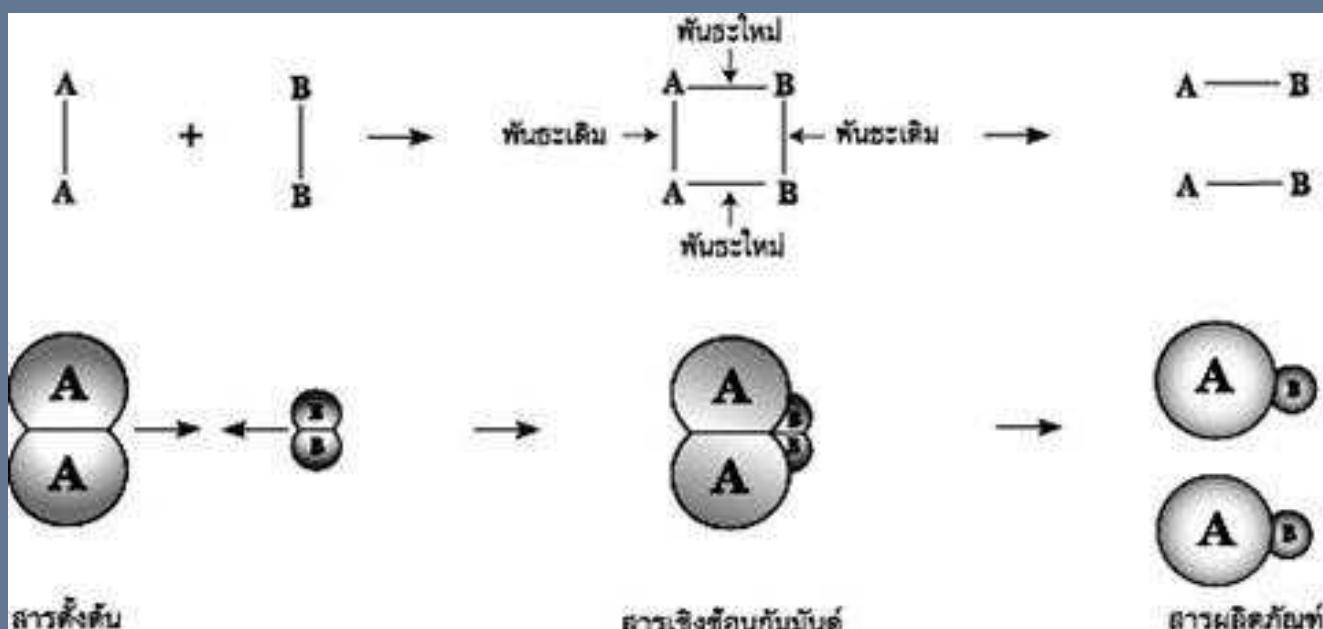
กล่าวว่า “ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นอาจเป็นโมเลกุล อะตอม หรือไอออนก็ได้ จะต้องมีการเคลื่อนที่ชนกันก่อน” ในการเคลื่อนที่ชนกันนั้นไม่ทุกครั้งที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีมีเพียง 1 ใน 107 ครั้งโดยประมาณเท่านั้นที่เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนั้น ยิ่งชับมากโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยา ก็จะมากด้วย นอกจากนี้แล้วยังต้องมีทิศทางการชนที่เหมาะสม และมีพลังงานมากพอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อภัยมันต์ ( $E_a$ ) จึงจะเกิดปฏิกิริยา



# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- กฎเมกีสารเชิงซ้อนกันมันต์(Activated Complex Theory)

กล่าวว่า “ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นอาจเป็นโนเลกุล อะตอม หรือไอออนก็ได้ จะต้องมีการเคลื่อนที่ชนกันก่อน” ในการเคลื่อนที่ชนกันนี้ไม่ทุกครั้งที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีมีเพียง 1 ใน 107 ครั้งโดยประมาณเท่านี้ที่เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้ ยิ่งชนมากโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยา ก็จะมากด้วย นอกจากนี้แล้วยังต้องมีพิศภายนอกการชนที่เหมาะสม และมีพลังงานมากพออย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อภันมันต์ ( $E_a$ ) จึงจะเกิดปฏิกิริยา

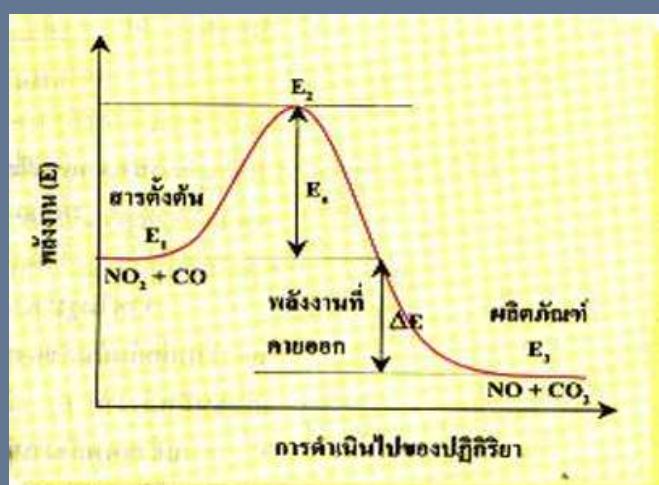


# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## • พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา

ทุกปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในโลกนี้ จะเป็นไปตามกฎของมวลสมอ นอกจากนี้ ปฏิกิริยาเคมียังมีความเกี่ยวข้องกับพลังงานเคมี ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปหลังจากปฏิกิริยาเกิดขึ้น ทำให้เราจำแนกปฏิกิริยาเคมีได้ 2 ชนิด คือปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาด่ายความร้อน

การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เนื่องจากมีการสลายและสร้างพันธะ ระหว่างอะตอมของสารในปฏิกิริยา อาจแสดงได้ด้วยกราฟ ดังรูป



การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา





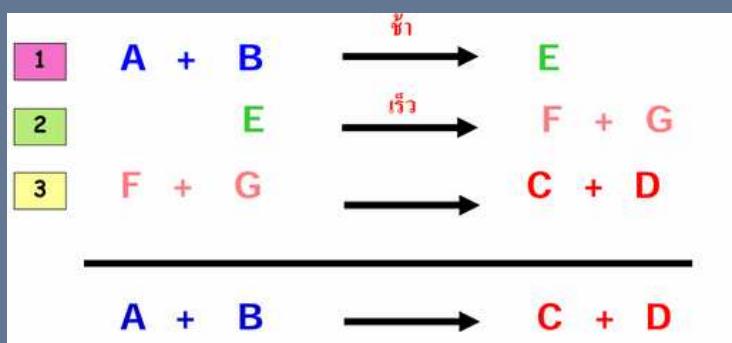
# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## • กลไกของปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาเคมีจากสารตั้งต้น A และ B ไปเป็นผลิต C และ D



จากปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นการเขียนเฉพาะสูตรของตัวปฏิกิริยาและผลิตที่ได้รับเท่านั้น (**Single step**)  
ปฏิกิริยาส่วนใหญ่ดำเนินไปตามลำดับขั้นตอนมากกว่าที่จะเป็นขั้นตอนเดียว (**Multistep**)



ปฏิกิริยาเก็บขั้นตอนกี่แสดง เเรียกว่า **กลไกของปฏิกิริยาโดย**

ขั้นตอนกี่ช้ากี่สุด เเรียกว่า **Rate determining**

ดังนั้นในขั้นตอนที่ 1 คือขั้นตอนของปฏิกิริยา **Rate-determining** ถือเป็นขั้นตอนของอัตราการ เกิดปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนการเกิดขึ้นกั้งหมัด เมื่อในขั้นตอนนี้เกิดเต็มที่แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเกิดขึ้น ด้วยอัตราเร็วจนปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์

สาร E, F และ G ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา ถ้าปริมาณมาก สามารถแยกออกมาได้ สารนี้เรียกว่า สารมัธยันต์ของปฏิกิริยา (**Reaction intermediate**)

สารเหล่านี้จะเป็นสภาวะกรานซิชัน (**Transition state**) ของปฏิกิริยานี้ๆ ระบบในสภาวะกรานซิชันเรียกว่า **Activated complex**  
สภาวะกรานซิชัน เป็นสภาวะที่มีพลังงานสูงสุดของปฏิกิริยา



# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- กกฎอัตราและค่าคงที่ของอัตรา กกฎอัตรา (Rate Law) คือ สมการที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา กับความเข้มข้นของสารตึ้งตัน ซึ่งสามารถหาได้โดยการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร A และสาร B โดยให้สารชนิดหนึ่งคงที่ และวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารอีกชนิดหนึ่ง ก็จะทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานี้ว่าขึ้นอยู่กับสารชนิดใด
  - ค่าคงที่อัตรา ( $k$ ) คือค่าคงที่ตามสัดส่วนที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโมลาร์ของสารตึ้งตันกับอัตราของปฏิกิริยาเคมี
  - ค่าคงตัวของอัตราอาจพบได้ในการทดลอง โดยใช้ความเข้มข้นโมลาร์ของสารตึ้งตันและลำดับของปฏิกิริยา หรืออาจคำนวณโดยใช้สมการอาเรเนียส
  - หน่วยของอัตราคงที่ขึ้นอยู่กับลำดับของปฏิกิริยา
  - ค่าคงที่อัตราไม่ใช่ค่าคงที่ที่แท้จริง เนื่องจากค่าจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปัจจัยอื่นๆ



$$\text{อัตรา} = k[A]^a [B]^b$$





# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## 1. ธรรมชาติของสารตั้งต้น

สารแต่ละชนิดเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ชนิดของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กล่าวคือ ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสาร

เช่น สารที่ทำปฏิกิริยาเป็นสารไอօโนบิกทึ้งคู่จะเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าสารที่เป็นสารโคเวเลบต์

## 2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เราวัดปริมาณของสารในสารละลายได้ จากความเข้มข้นของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน ดังนี้ ในระหว่างเกิดปฏิกิริยา ความเข้มข้นของสาร จึงเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้า โดยสามารถได้ว่า สารตัวใดมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาจากข้อมูลของผลการทดลอง

## 3. พื้นที่ผิวของสาร

ปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นของแข็ง สามารถทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงได้โดยทำให้ของแข็งปริมาณเท่าเดิมมีขนาดเล็กลง เมื่อพื้นที่ผิวของของแข็งเพิ่มขึ้น ทำให้สารตั้งต้นสับผัสกับได้มากขึ้น และช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น

## 4. อุณหภูมิ

ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิห้อง และด้วยอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วขึ้น และเมื่อลดอุณหภูมิ ปฏิกิริยาจะเกิดช้าลง

## 5. ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือตัวหน่วงปฏิกิริยา

สารเคมีที่เติบลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เรียกว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ส่วนสารที่เติมแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง เรียกว่า ตัวหน่วงปฏิกิริยา (inhibitor) เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว ตัวเร่งหรือตัวหน่วงปฏิกิริยาจะได้กลับคืนมาในขนาด และปริมาณเดิม





# บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## 1. ธรรมชาติของสารตั้งต้น

สารแต่ละชนิดเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ชนิดของสารตั้งต้น มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กล่าวคือ ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสาร

เช่น สารที่ทำปฏิกิริยาเป็นสารไอօโนบิกทึ้งคู่จะเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าสารที่เป็นสารโคเวเลบต์

## 2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เราวัดปริมาณของสารในสารละลายได้ จากความเข้มข้นของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน ดังนี้ ในระหว่างเกิดปฏิกิริยา ความเข้มข้นของสาร จึงเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้า โดยสามารถได้ว่า สารตัวใดมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาจากข้อมูลของผลการทดลอง

## 3. พื้นที่ผิวของสาร

ปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นของแข็ง สามารถทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงได้โดยทำให้ของแข็งปริมาณเท่าเดิมมีขนาดเล็กลง เมื่อพื้นที่ผิวของของแข็งเพิ่มขึ้น ทำให้สารตั้งต้นสับผัสกับได้มากขึ้น และช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น

## 4. อุณหภูมิ

ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาไม่สามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิห้อง และด้วยว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วขึ้น และเมื่อลดอุณหภูมิ ปฏิกิริยาจะเกิดช้าลง

## 5. ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือตัวหน่วงปฏิกิริยา

สารเคมีที่เติบลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เรียกว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ส่วนสารที่เติมแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง เรียกว่า ตัวหน่วงปฏิกิริยา (inhibitor) เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว ตัวเร่งหรือตัวหน่วงปฏิกิริยาจะได้กลับคืนมาในขนาด และปริมาณเดิม



# TERM1

\*เนื้อหายังไม่จบเพียงเท่านี้ เราจะเพิ่มเนื้อหาในอนาคต\*

# SHORT gun



# The pH Scale



## บทที่ 4 กรด-เบส

### • กรด-เบส

#### นิยามของอาร์เรียส

สวェนเต อาร์เรียส (Svante Arrhenius) บัณฑิตเคมีชาวสวีเดนได้ให้คำจำกัดความของกรดและเบสขึ้นในปีพ.ศ. 2427 โดยเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไออ่อน ( $H^+$ ) หรือ ไฮโดรเจนไออ่อน ( $H_3O^+$ ) และไฮดรอกไซด์ไฮอ่อน ( $OH^-$ ) เมื่อสารนี้น้ำละลายหัว โดยระบุว่า "กรด หมายถึง สารที่ละลายหัวแล้วแตกตัวทำให้ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไฮอ่อนหรือไฮโดรเจนไออ่อนเพิ่มขึ้น" และ "เบสหมายถึงสารที่ละลายหัวแล้วแตกตัวทำให้ ความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไฮอ่อนเพิ่มขึ้น"

#### นิยามของเบรินสเตด-ลาวเร

约翰内斯 尼古拉乌斯 布伦斯特德 (Johannes Nicolaus Brønsted) และ ทอมัส มาร์ติน โลว里的 (Thomas Martin Lowry) บัณฑิตเคมีสองคนได้ให้คำจำกัดความของกรด-เบสใหม่ ในปี พ.ศ. 2466 โดยเกี่ยวข้องกับ การถ่ายโอนโปรตอน (Proton Transferring) โดยเป็นกรด-เบสที่ครอบคลุมและอธิบายสมบัติของกรด-เบสได้ดีกว่าทฤษฎีของอาร์เรียส โดยกล่าวว่า "กรด (AH) หมายถึง สารที่ให้โปรตอน (Proton Donor) แก่เบส" และ "เบส(B)หมายถึงสารที่รับโปรตอน (Proton Acceptor) จากกรด"

#### นิยามของลิวิลล์ส

กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวิลล์ส (Gilbert Newton Lewis) บัณฑิตเคมีชาว อเมริกัน ได้เสนอการนิยามของกรด-เบสในปีพ.ศ. 2466 โดยพิจารณาการให้และ การรับคู่ อิเล็กตรอน (Electron Pair) ซึ่งกล่าวว่า "กรด หมายถึง สารที่รับคู่อิเล็กตรอน (Electron Pair Acceptor)" และ "เบส หมายถึง สารที่ให้คู่อิเล็กตรอน (Electron Pair Donor)"

#### นิยามของ IUPAC

สหภาพเคมีบริสุทธิ์และเคมีประยุกต์ระหว่างประเทศ (IUPAC) ได้นิยามความหมายของกรด-เบสโดยรวมนิยามของเบรินสเตดและนิยามของลิวิลล์สเข้าด้วยกัน ดังนี้

- "กรด หมายถึง หน่วยในระดับโมเลกุลหรือสเปชีส์ใดๆ ทางเคมีที่มีความสามารถให้ ไฮดรอน (Hydron) (โปรตอน) (ตามนิยามกรดเบรินสเตด) หรือมีความสามารถที่จะสร้างพันธะโคเวเลนต์โดยรับคู่อิเล็กตรอน (ตามนิยามกรดลิวิลล์ส)"
- เบส หมายถึง หน่วยในระดับโมเลกุลหรือสเปชีส์ใดๆ ทางเคมีที่มีความสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์กับไฮดรอน (Hydron) (โปรตอน) (ตามนิยามเบสเบรินสเตด) หรือกับอิเล็กตรอนที่ว่างอยู่ของสเปชีส์อื่นๆ (ตามนิยามเบสลิวิลล์ส)"



# The pH Scale



## คู่กรด-เบส

ตามทฤษฎีของโยฮันน์ บีโคลเลาส์ เบรินสเตดและกอมัส มาร์ติน ลาวเร หรือ ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวเร (Brønsted-Lowry) ที่ระบุไว้ว่าคู่กรด-เบส (อังกฤษ: Conjugate acid-base pair) คือสารประกอบสองตัว โดยตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นกรดในปฏิกิริยาไปข้างหน้า กับสารที่ทำหน้าที่เป็นเบสในปฏิกิริยา反向กลับ หรือในการกลับกัน โดยสารที่เป็นคู่กรด-เบสกันจะมีจำนวน proton ต่างกันอยู่ 1 proton และสารที่เป็นคู่กรดจะมี proton ( $H^+$ ) มากกว่าสารที่เป็นคู่เบส

## ตัวอย่างคู่กรด-เบส

	คู่กรด		คู่เบส	
↑ เพิ่มค่า pH	กรดเบอร์คลอริก	$HClO_4$	เบอร์คลอรีตไออกอน	$ClO_4^-$
	กรดไฮโดรไฮโอดิก	$HI$	ไฮโอดีตไออกอน	$I^-$
	กรดไฮโดรโนบมิก	$HBr$	โนบเรตต์ไออกอน	$Br^-$
	กรดไฮโดรคลอริก	$HCl$	คลอร์ไรต์ไออกอน	$Cl^-$
	กรดไนตริก	$HNO_3$	ไนเตรตไออกอน	$NO_3^-$
	กรดซัลฟิวริก	$H_2SO_4$	ไฮโดรเจนชัลเฟต์ไออกอน	$HSO_4^-$
	ไฮโดรเนียมไออกอน	$H_3O^+$	น้ำ	$H_2O$
	ไฮโดรเจนชัลเฟต์ไออกอน	$HSO_4^-$	ชัลเฟต์ไออกอน	$SO_4^{2-}$
	กรดไนตรัส	$HNO_2$	ไนตรัสไออกอน	$NO_2^-$
	กรดแอลกอฮอลิก	$CH_3COOH$	แอลกิเตตต์ไออกอน	$CH_3COO^-$
	กรดคาร์บอนิก	$H_2CO_3$	ไบคาร์บอเนตไออกอน	$HCO_3^-$
	แอมโมเนียมไออกอน	$NH_4^+$	แอมโมเนีย	$NH_3$
	ไบคาร์บอเนตไออกอน	$HCO_3^-$	คาร์บอเนตไออกอน	$CO_3^{2-}$
	น้ำ	$H_2O$	ไฮดรอกไซด์ไออกอน	$OH^-$
	เมทานอล	$CH_3OH$	เมทธอลไฮด์ริกไออกอน	$CH_3O^-$
	แอมโมเนีย	$NH_3$	เอ่ไมต์ไออกอน	$NH_2^-$



# The pH Scale



- การแตกตัวของกรด เบส

การแตกตัวของกรด-เบสแก่'

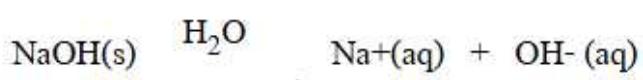
สารละลายกรดแก่จัดเป็นสารละลายอิเล็กโกรไอล์ต์แก่' แตกตัว 100% เช่น สารละลาย  $\text{HNO}_3$  เข้มข้น 1 มोลาร์ เขียนสมการแตกตัวได้ดังนี้



ความเข้มข้นเริ่มต้น ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ )	1	0	0
--	---	---	---

ความเข้มข้นสุดท้าย ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ )	0	1	1
---	---	---	---

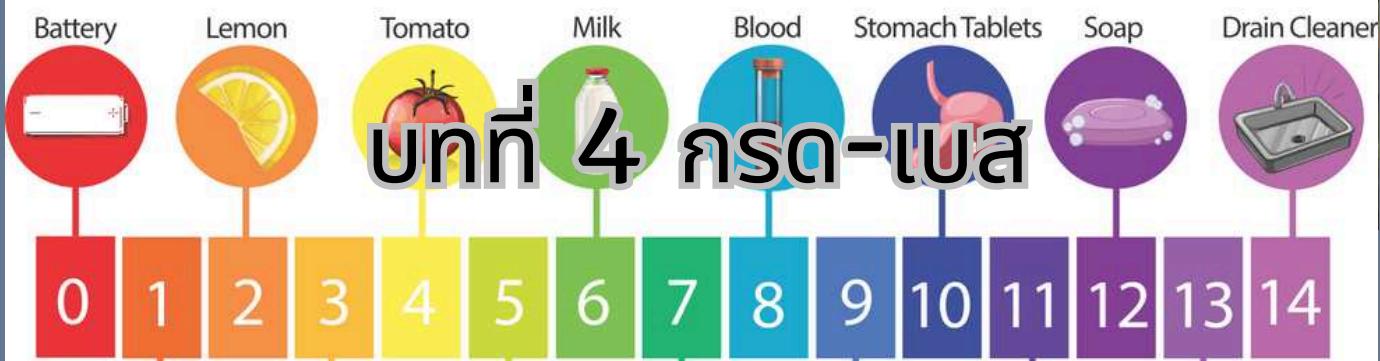
สารละลายเบสแก่จัดเป็นสารละลายอิเล็กโกรไอล์ต์แก่' แตกตัว 100% เช่น สารละลาย  $\text{NaOH}$  เข้มข้น 1 มोลาร์ เขียนสมการแตกตัวได้ดังนี้



ความเข้มข้นเริ่มต้น ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ )	1	0	0
--	---	---	---

ความเข้มข้นสุดท้าย ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ )	0	1	1
---	---	---	---

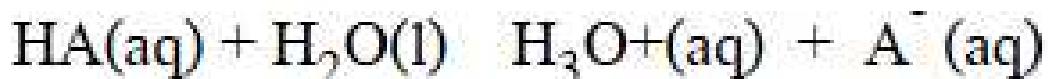
# The pH Scale



## • การแตกตัวของกรด เบส

### การแตกตัวของกรด-เบสอ่อน

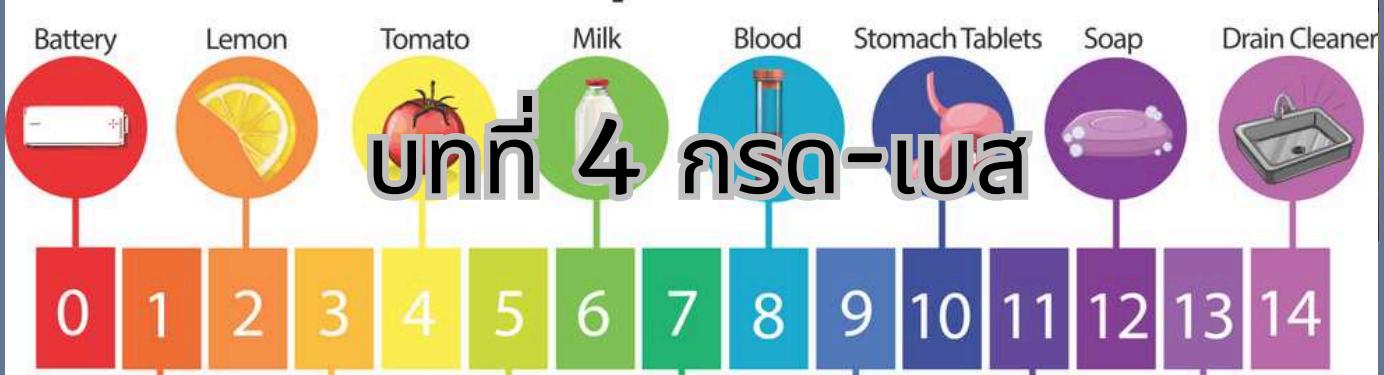
สารละลายน้ำจัดเป็นสารละลายนิวเคลียร์ไนโตรเจน เนื่องจากกรดอ่อนแตกตัวเป็นไออ่อนได้เพียงบางส่วน การแตกตัวของกรดอ่อนเป็นการเปลี่ยน แปลงที่ผันกลับได้ เช่น HA เป็นกรดอ่อนที่แตกตัวเป็นไออ่อนไม่หมด และมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นดังนี้



ถ้าสารละลาย HA เข้มข้น 1 มोลาร์ แตกตัวได้ร้อยละ 5 หมายความว่าในสารละลายปริมาตร 1 มोลาร์ มีกรด HA ละลายน้อย 1 มоляร์



# The pH Scale



## • สมบัติกรด-เบสของเกลือ

การแตกตัวของกรด-เบสอ่อน

เกลือเป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส เกลือบางชนิดมีสมบัติกรด เบส ดังนี้

- เกลือที่เกิดจากการกรดแก่และเบสแก่ เป็นเกลือที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง เช่น  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$
- เกลือที่เกิดจากการกรดอ่อนและเบสแก่ เป็นเกลือที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$
- เกลือที่เกิดจากการกรดแก่และเบสอ่อน เป็นเกลือที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$

สมบัติกรด เบสของเกลือ สามารถถอดรหายได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเกลือ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเกลือ คือ ปฏิกิริยาระหว่างเกลือกับน้ำ ส่งผลให้เกลือแตกตัวให้กรดหรือเบส

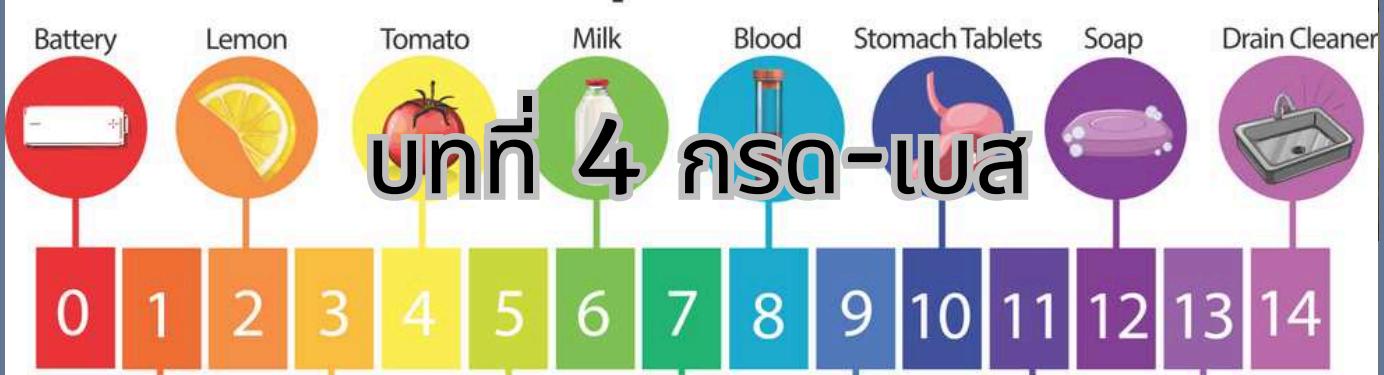
ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเกลือที่เกิดจากการกรดแก่และเบสแก่ คือ เกลือที่เกิดจากการกรดอ่อนและเบสแก่จะเกิดการไฮโดรไลซิสให้เบส



ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเกลือที่เกิดจากการกรดแก่และเบสอ่อน คือ เกลือที่เกิดจากการกรดแก่และเบสอ่อนจะเกิดการไฮโดรไลซิสให้กรด



# The pH Scale



## • pH ของสารละลายนกรด-เบส

ในสารละลายนกรดหรือสารละลัยเบสจะมีทึ้งไฮโดรเจนไนโตรเจนและไฮดรอเจนไซด์ ไฮอ่อนอยู่ในปริมาณกี่แตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์จึงกำหนดเกณฑ์ในการบอกรความเป็นกรด-เบสของสารละลัย เรียกว่า pH ของสารละลัย

ค่า pH ของสารละลัยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$pH = -\log[H_3O^+] \quad \text{หรือ} \quad pH = -\log[OH^-]$$

สำหรับสารละลายนกรดแก่และเบสแก่ที่มีความเข้มข้น  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  ในสารละลัยมากกว่า 1 มोลาร์ จะมีค่า pH เกินช่วง 1 – 14 ได้ กล่าวคือ pH ของสารละลัยมีค่า pH น้อยกว่า 1 หรือมากกว่า 14 ได้

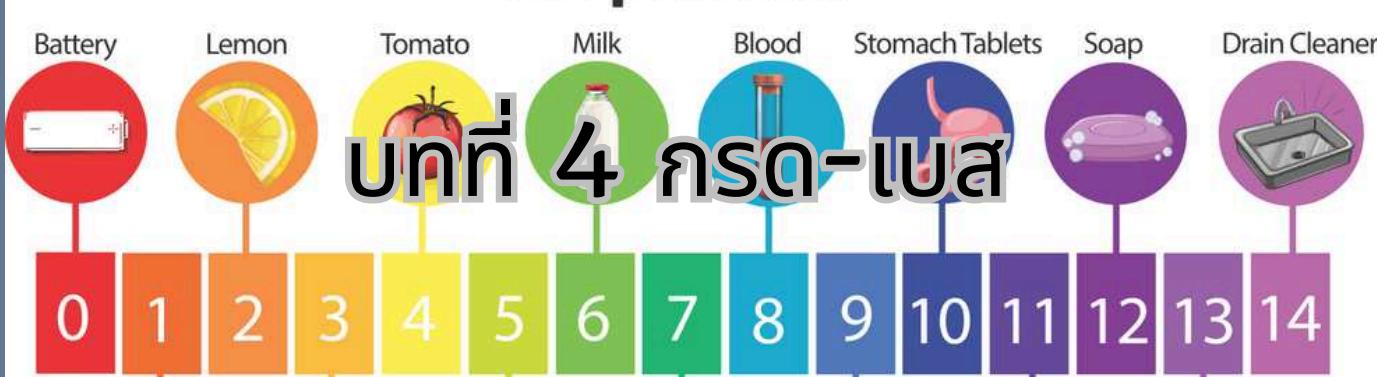
ในห้องปฏิบัติการก้าวไป นักเรียนสามารถใช้กระดาษ pH ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ หรือ pH meter ในการตรวจสอบค่า pH ได้ ซึ่งการใช้ pH meter จะทำให้สามารถกวัดค่า pH ได้อย่างละเอียด

อินดิเคเตอร์

คือ สารที่ใช้บอกรความเป็นกรด - เบส ของสารละลัยได้



# The pH Scale



บทที่ 4 กรด-เบส

## • ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส

### 1. ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส

จากทฤษฎีกรด-เบสของเบรนสเตตและลาวเร่ กรดคือสารที่ให้ proton และเบสคือ สารที่รับ proton เมื่อกรดทำปฏิกิริยากับเบส จึงมีการถ่ายโอน proton ระหว่างกรดและเบส นั่นเอง

ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่



2. ปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน



3. ปฏิกิริยาระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่

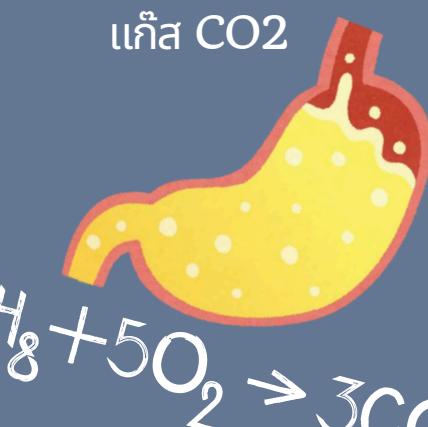


4. ปฏิกิริยาระหว่างกรดอ่อนกับเบสอ่อน

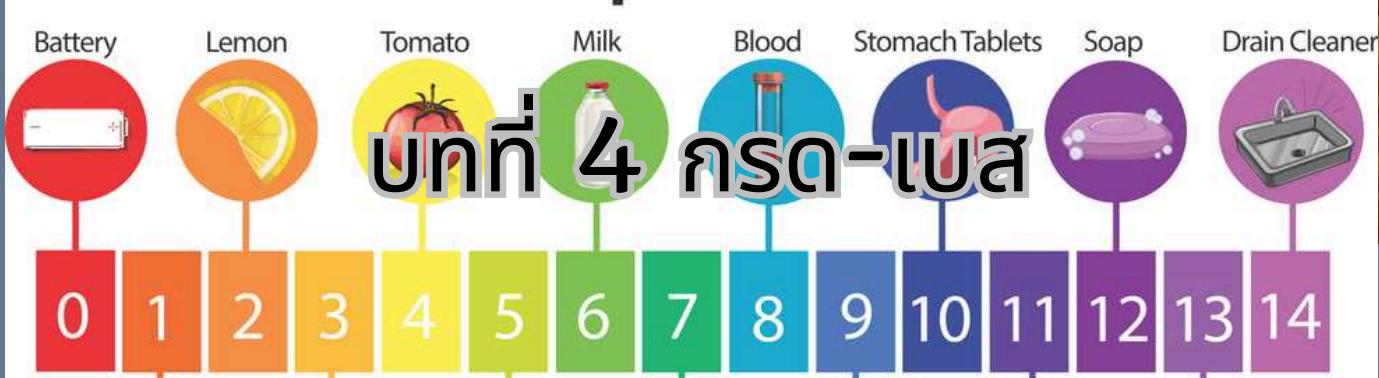


### 2. ปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารบางชนิด

กรดนอกจากจะสามารถทำปฏิกิริยาสะเทินกับเบสได้ เกลือกับน้ำ แล้วยังสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น Zn, Fe, ได้แก๊ส H<sub>2</sub> และเกลือของโลหะนั้น หรือทำปฏิกิริยากับเกลือคาร์บอนเนต เช่น CaCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> หรือเกลือ NaHCO<sub>3</sub> ได้แก๊ส CO<sub>2</sub>



# The pH Scale



## • ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส

### เกลือ (Salt)

เกลือเป็นสารประกอบไฮอ่อนบิก ประกอบด้วยไฮออนบวก (แคตไฮอ่อน) และไฮออนลบ (แอนไฮอ่อน) ยกเว้น  $\text{OH}^-$  ตัวอย่างเช่น  $\text{NaCl}$  ประกอบด้วยโซเดียมไฮอ่อน ( $\text{Na}^+$ ) และคลอไรด์ไฮอ่อน ( $\text{Cl}^-$ ) แบปรียมซัลเฟต ( $\text{BaSO}_4$ ) ประกอบด้วยแบปรียมไฮอ่อน ( $\text{Ba}^{2+}$ ) และซัลเฟตไฮอ่อน ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) เกลือ  $\text{NaCl}$  ละลายในน้ำได้ดีและให้  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  แต่เกลือ  $\text{BaSO}_4$  เป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้สารละลายของเกลือ  $\text{NaCl}$  นำไฟฟ้าได้ดี แต่สารละลายของเกลือ  $\text{BaSO}_4$  ไม่นำไฟฟ้า

จำแนกเกลือออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

#### 1. เกลือปกติ (Normal salt)

เกลือปกติเป็นเกลือที่ไม่มีไฮดรเจนหรือไฮดรออกไซด์ไฮอ่อนที่อาจถูกแทนที่ ดังนี้ จึงประกอบด้วยไฮออนบวกคือโลหะ หรือกลุ่มธาตุที่เกียบเท่าโลหะ เช่น  $\text{NH}_4^+$  (แอมโนเนียมไฮอ่อน) กับไฮออนลบซึ่งเป็นอนุมูลกรด (Acid radical) ตัวอย่างของเกลือปกติ เช่น  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

#### 2. เกลือกรด (Acid salt)

เกลือประเภทนี้มี  $\text{H}$  อะตอมอยู่ในโมเลกุลของเกลือ ซึ่งสามารถไฮอ่อนได้ (แต่ตัวเป็นไฮอ่อนได้) เช่น  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$

#### 3. เกลือเบสิก (Base salt)

เกลือประเภทนี้มีไฮออนลบ  $\text{OH}^-$  และไฮออนบวก เช่น  $\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$

#### 4. เกลือสองชั้น (Double salt)

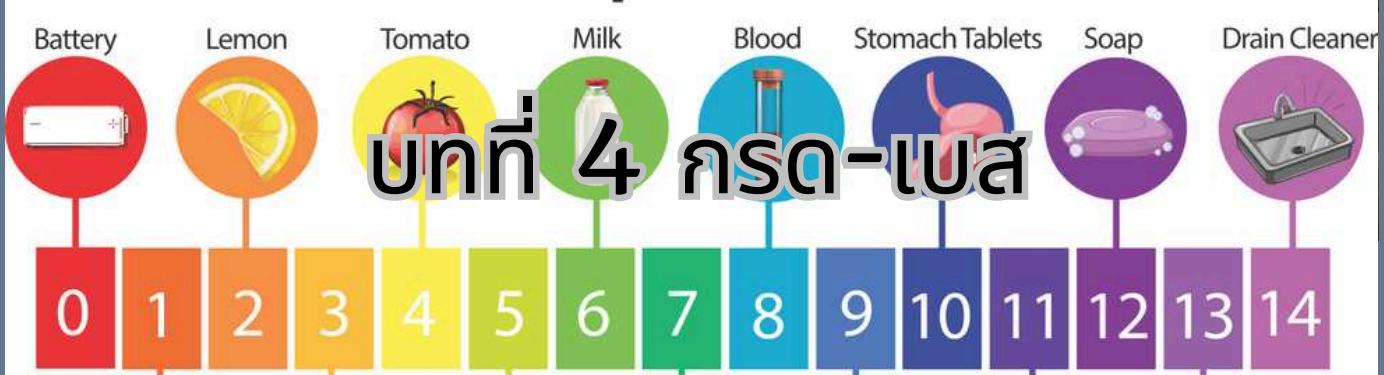
เกิดจากเกลือปกติสองชนิดรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ เช่น  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$

#### 5. เกลือเชิงซ้อน (Complex salt)

ประกอบด้วยไฮออนลบที่ไฮออนเชิงซ้อน เช่น  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$



# The pH Scale



- ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส

### การเรียกชื่อเกลือ

1. ให้อ่านโลหะแล้วตามด้วยอนุมูลกรด เช่น



2. ถ้าโลหะมีเลขอักซิเดชัน (ประจุไฟฟ้า) มากกว่า 1 ค่าให้บวกไว้ในวงเล็บหลังโลหะนั้นแล้วอ่านตามด้วยอนุมูลกรด เช่น



### วิธีการเตรียมเกลือ

เตรียมได้ 6 วิธี ดังนี้  $\text{HCl} (\text{aq}) + \text{KOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{KCl} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

1. เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส

กรด + เบส เกลือ + น้ำ

2. เตรียมจากปฏิกิริยาของโลหะกับกรด

โลหะ + กรด เกลือ + แก๊ส

โลหะ + กรด เกลือ + น้ำ + แก๊ส

3. เตรียมจากปฏิกิริยาของโลหะอوكไซด์กับกรด

โลหะออกไซด์ + กรด เกลือ + น้ำ

4. เตรียมจากปฏิกิริยาของเกลือกับกรด เช่น



5. เตรียมจากปฏิกิริยาของเกลือกับเกลือ เช่น



6. โดยการรวมตัวกันโดยตรงของโลหะกับโลหะ เช่น



# TERM1

\*เนื้อหายังไม่จบเพียงเท่านี้ เราจะเพิ่มเนื้อหาในอนาคต\*

# SHORT gun

