

BRANDS ซัมเมอร์แคมป์



ขอขอบคุณ

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ที่เป็นหนึ่งในการผลักดันและสร้างความสำเร็จทางการศึกษาให้แก่เยาวชนไทย

เอกสารประกอบการบรรยาย

วิชา เคมี

ส่วนที่ 1	(ONET).....โดย อ.กรกฤษ ศรีวิชัย.....	หน้า	2-51
ส่วนที่ 2	(PAT 2).....โดย ผศ.ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ.....	หน้า	52-101
ส่วนที่ 3	(PAT 2).....โดย อ.กฤษณ์ ชื่นเป็นนิจ.....	หน้า	102-150
ส่วนที่ 4	ชุดแก๊งข้อสอบ.....	หน้า	151-176

www.brandssummercamp.com

facebook.com/BRANDSWorldThailand



แจกฟรี ห้ามจำหน่าย
ประธานงานอาจารย์และจัดพิมพ์โดย ชมรมบัณฑิตกเนแวน

BRANDS ซัมเมอร์แคมป์ ปีที่ 26



เอกสารประกอบคำบรรยาย
วิชา **ONET**
เคมี

โดย อ.กรกฤษ ศรีวิชัย
โรงเรียนกวดวิชาครูคลับ

บทที่ 1 ธาตุและสารประกอบ

1.1 ชนิดของธาตุ

ธาตุ แบ่งออกเป็น โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ
โลหะ

- มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง (25°C) ยกเว้นปรอท เป็นของเหลว
- จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมแข็งแรงมาก
- นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี
- ดีแก่เป็นแผ่นบางๆ และดึงเป็นเส้นลวดได้
- บางชนิดมีความหนาแน่นต่ำ เช่น แมกนีเซียม อะลูมิเนียม โซเดียม
- บางชนิดมีความหนาแน่นสูง เช่น เหล็ก ทองแดง ปรอท เงิน ทองคำ

อโลหะ

- มีทั้ง 3 สถานะที่อุณหภูมิห้อง (มีเพียงโบรมีน ที่เป็นของเหลว)
- จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ
- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย
- ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์ และนำความร้อนไม่ดี
- มีความหนาแน่นต่ำ

กึ่งโลหะ

- มีสมบัติบางประการคล้ายโลหะและบางประการคล้ายอโลหะ เช่น โบรอน ซิลิคอน เจอร์เมเนียม อาร์เซนิกหรือสารหนู แอนติโมนีหรือพลวง

ตารางธาตุ

ในปี พ.ศ. 2412 ดิมิทรี อิวาโนวิช เมนเดเลเยฟ นักเคมีชาวรัสเซีย เป็นคนแรกที่เสนอการจัดเรียงธาตุต่างๆ ในรูปของตารางธาตุ โดยจัดเรียงตามน้ำหนักอะตอม ซึ่งพบว่าธาตุจะมีสมบัติซ้ำกันเป็นช่วงๆ

ในตอนแรก ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟยังไม่สมบูรณ์ เพราะมีธาตุบางชนิดที่ยังไม่รู้จักหรือยังไม่พบ แต่ก็คาดการณ์ว่าจะต้องมีธาตุที่มีสมบัติเช่นนี้อยู่ ณ ตำแหน่งนั้นๆ และเว้นที่ในตารางธาตุไว้

ปัจจุบันตารางธาตุจัดเรียงตามลำดับเลขอะตอมหรือจำนวนโปรตอน ตามการค้นพบของเฮนรี กวินเจฟฟรีย์ โมสลีย์ ได้ธาตุที่รู้จักทั้งหมด 115 ธาตุ ซึ่งเป็นธาตุที่พบในธรรมชาติ 90 ธาตุ นอกนั้นมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา ดังนี้

แบ่งเป็นแถวตั้ง 18 แถว เรียกว่า หมู่ (Group) ดังนี้

ธาตุหมู่ A หรือธาตุสามัญ มี 8 หมู่ 8 แถว

- หมู่ IA และ IIA มีสมบัติเป็นโลหะ

หมู่ IA ได้แก่ ลิเทียม โซเดียม โพแทสเซียม รูบิเดียม ซีเซียม ฟรานเซียม

หมู่ IIA ได้แก่ เบริลเลียม แมกนีเซียม แคลเซียม สตรอนเซียม แบเรียม เรเดียม

- หมู่ IIIA ถึง VIIIA มีทั้งธาตุกึ่งโลหะ และอโลหะ

หมู่ IIIA เช่น โบรอน อะลูมิเนียม

หมู่ IV เช่น คาร์บอน ซิลิคอน

หมู่ VA เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

หมู่ VIA เช่น ออกซิเจน ซัลเฟอร์

- หมู่ VIIA และ VIIIA มีสมบัติเป็นอโลหะ

หมู่ VIIA ได้แก่ ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน ไอโอดีน แอสทาทีน

หมู่ VIIIA ได้แก่ ฮีเลียม นีออน อาร์กอน คริปทอน ซีซอน เรดอน

ธาตุหมู่ B หรือธาตุแทรนซิชัน มี 8 หมู่ 10 แถว อยู่ตรงกลางของตารางธาตุ มีสมบัติทางกายภาพเหมือนโลหะหมู่ IA และ IIA แต่มีสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน เช่น สแกนเดียม ไทเทเนียม วาเนเดียม โครเมียม แมงกานีส เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล ทองแดง สังกะสี

แบ่งเป็นแนวนอน 7 แถว เรียกว่า คาบ (Period)

1.2 แนวโน้มความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุ

โลหะ ความเป็นโลหะจะความสัมพันธ์กับความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของโลหะ (การเสียอิเล็กตรอน)

- ในหมู่เดียวกัน ธาตุที่อยู่ด้านล่างจะมีความเป็นโลหะมากกว่าธาตุด้านบน

- ในคาบเดียวกัน ธาตุที่อยู่ด้านซ้ายจะมีความเป็นโลหะมากกว่าธาตุด้านขวา

อโลหะ ความเป็นอโลหะจะความสัมพันธ์กับความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของอโลหะ (การรับอิเล็กตรอน)

- ในหมู่เดียวกัน ธาตุที่อยู่ด้านบนจะมีความเป็นอโลหะมากกว่าธาตุด้านล่าง

- ในคาบเดียวกัน ธาตุที่อยู่ด้านขวาจะมีความเป็นอโลหะมากกว่าธาตุด้านขวา

1.3 อะตอมและโครงสร้างอะตอม

อะตอม เป็นหน่วยเล็กที่สุดของธาตุ ที่สามารถแสดงสมบัติของธาตุนั้นๆ

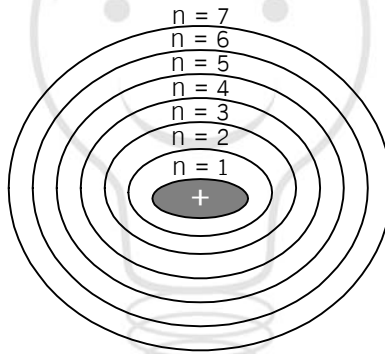
แบบจำลองอะตอม

แบบจำลองของดอลตัน อะตอม มีลักษณะเป็นทรงกลมตันและภายในไม่มีประจุไฟฟ้า

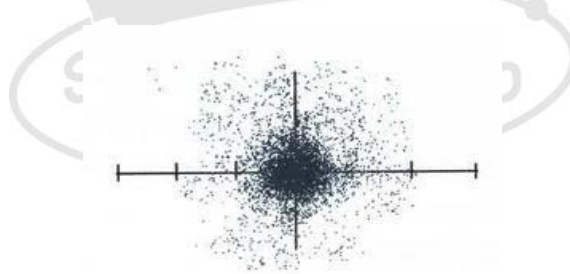
แบบจำลองของทอมสัน อะตอม ประกอบด้วยเนื้ออะตอมที่มีประจุบวกเรียกว่าโปรตอน ซึ่งจะมีค่าเท่ากับประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน โดยจะกระจายอยู่ทั่วไป

แบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด อะตอม ประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กอยู่ตรงกลาง มีอนุภาคโปรตอนและนิวตรอน ซึ่งมีประจุเป็นกลางทางไฟฟ้ารอบนิวเคลียสเป็นที่ว่างและมีอิเล็กตรอนวิ่งรอบๆ นิวเคลียส และมีจำนวนเท่ากับโปรตอน

แบบจำลองของโบร์ อะตอม มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงโคจรรอบนิวเคลียสเป็นวงกลม คล้ายวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์

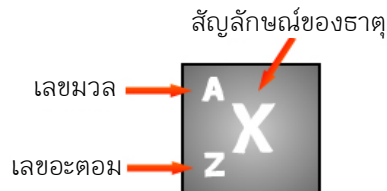


แบบจำลองแบบกลุ่มหมอก เป็นแบบจำลองที่แสดงตำแหน่งและโอกาสที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งต่างๆ รอบนิวเคลียส โดยบริเวณใกล้ๆ นิวเคลียสเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของจุดมาก แสดงว่ามีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านไปบ่อยครั้งมาก หรือมีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนบริเวณนั้นสูง แต่ยิ่งห่างนิวเคลียส โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนจะน้อยลง และอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไม่มีขอบเขตจำกัด



1.3.1 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ประกอบด้วย

- สัญลักษณ์ของธาตุ
- เลขอะตอม แทนจำนวนโปรตอนหรือจำนวนอิเล็กตรอน
- เลขมวล แทนจำนวนโปรตอนรวมกับจำนวนนิวตรอน



เช่น ${}_{11}^{23}\text{Na}$ หมายถึง

ธาตุโซเดียม มีเลขมวล = 23

มีเลขอะตอม = 11

แสดงว่า มีจำนวนโปรตอน = 11 อนุภาค

มีจำนวนอิเล็กตรอน = 11 อนุภาค

มีจำนวนนิวตรอน = 12 อนุภาค

ไอโซโทป หมายถึง ธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีเลขอะตอมเหมือนกัน แต่เลขมวลต่างกัน ซึ่งจัดเป็นธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีสมบัติทางเคมีเหมือนกัน แต่มีสมบัติทางกายภาพบางประการต่างกัน เช่น ${}^1_1\text{H}$ ${}^2_1\text{H}$ ${}^3_1\text{H}$

หมายเหตุ : ธาตุชนิดเดียวกัน จะมีโปรตอนเท่ากัน

: อะตอมของธาตุต่างๆ เป็นกลางทางไฟฟ้า

: เลขอะตอม เป็นตัวบ่งชี้สมบัติเฉพาะตัวของธาตุ

1.3.2 การจัดตัวของอิเล็กตรอนในอะตอม

- อิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด จะมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยสุดและมีพลังงานน้อยสุด เรียกว่า ระดับพลังงานที่ 1
- จำนวนอิเล็กตรอนมากสุดที่มีได้ในระดับพลังงาน เท่ากับ $2n^2$ (n = ระดับพลังงาน)
- อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานชั้นนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน
- จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน จะมีค่าเท่ากับเลขหมู่ของธาตุ
- จำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน จะมีค่าเท่ากับคาบของธาตุ

ธาตุหมู่ 1A และ 2A

- เป็นโลหะ มีสถานะเป็นของแข็ง
- มีจุดเดือด / จุดหลอมเหลวสูงมาก
- นำไฟฟ้าได้ เมื่อหลอมเหลว

ธาตุหมู่ 1A

- เป็นโลหะเนื้ออ่อน ใช้มีดตัดได้
- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 1 จึงถูกดึงออกง่ายมาก ทำให้มีประจุ +1
- มีความว่องไวสูงมาก จึงไม่พบเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ แต่พบในรูปของสารประกอบไอออนิก
- ลูกใหม่ในอากาศได้อย่างรวดเร็ว
- เกิดปฏิกิริยากับน้ำหรือไอน้ำรวดเร็วและรุนแรง ได้แก๊สไฮโดรเจน
- เกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ได้ออกไซด์ของโลหะซึ่งละลายน้ำ มีสมบัติเป็นเบส

ตัวอย่าง : NaCl (เกลือแกง / โซเดียมคลอไรด์) มีมากในน้ำทะเล

NaOH (โซดาไฟ / โซเดียมไฮดรอกไซด์) ใช้ล้างท่อ สบู่ กระดาษ

NaHCO₃ (ผงฟู / โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต) ใช้ทำขนม

Na₂SiO₄ (โซเดียมซิลิเกต) ใช้ทำแก้ว

KNO₃ (ดินประสิว / โพแทสเซียมไนเตรต) ทำให้เนื้อสัตว์มีสีสด ใช้ทำระเบิด

ธาตุหมู่ 2A

- มีความแข็งและความหนาแน่นมากกว่าหมู่ 1A
- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 2 จึงสูญเสียได้ง่าย ทำให้มีประจุ +2
- มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากแต่น้อยกว่าหมู่ 1A
- ไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำหรือไอน้ำ ที่อุณหภูมิห้องปกติ
- ออกไซด์ของโลหะหมู่ 2A ละลายน้ำ ได้สารละลายที่เป็นเบส

ธาตุหมู่ 7A (Halogen)

• เป็นโลหะ ไม่พบเป็นอะตอมอิสระ แต่อยู่เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วย 2 อะตอม ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เช่น F₂ Cl₂ Br₂ I₂

• มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 7 จึงสามารถรับอิเล็กตรอนได้อีก 1 อนุภาคเป็น 8 อนุภาค ซึ่งครบตามจำนวนอิเล็กตรอนมากที่สุดที่มีได้ในระดับพลังงาน เมื่อรับอิเล็กตรอนมาอีก 1 ตัว จึงกลายเป็นไอออนที่มีประจุ -1

• มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมีมาก

• เกิดสารประกอบกับโลหะหมู่ 1A และ 2A ได้สารประกอบไอออนิก ที่เรียกว่า โลหะเฮไลด์

ตัวอย่าง : คลอรีน (Cl)

- ใช้ฆ่าเชื้อโรค อาจใช้ในรูปแก๊สคลอรีน (Cl₂) หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (CaOCl)

- ใช้เป็นสารฟอกขาว

- ทำปฏิกิริยากับแก๊สแอมโมเนีย จะเกิดสารไฮดราซีน (N₂H₂) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในจรวด

: ฟลูออรีน (F) ใช้ผสมในยาสีฟัน ในรูปฟลูออไรด์ช่วยป้องกันฟันผุ

: ไอโอดีน (I) ป้องกันโรคคอพอก จึงมีการเติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ลงในเกลืออนามัย

ธาตุหมู่ 8A

- เป็นโลหะ มีสถานะเป็นแก๊ส อยู่เป็นอะตอมอิสระได้
- มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 8 จึงมีความเสถียรมาก
- ไม่ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงเรียกธาตุหมู่นี้ว่า แก๊สเฉื่อย (Inert Gas) ยกเว้น คริปทอน (Kr)

ซีนอน (Xe) และเรดอน (Rn) สามารถทำปฏิกิริยากับฟลูออรีน และออกซิเจนได้

- ตัวอย่าง :
- ฮีเลียม (He) ใช้บรรจุบอลูน / เรือเหาะ ใช้ดำน้ำลึก
 - นีออน (Ne) ใช้บรรจุหลอดไฟให้สีส้มแดง
 - ซีนอน (Xe) ใช้บรรจุหลอดไฟให้สีม่วง / น้ำเงิน
 - คริปทอน (Kr) ใช้บรรจุหลอดไฟให้สีเขียว

1.4 โลหะแตรนซัน

เช่น สแกนเดียม ไทเทเนียม วาเนเดียม โครเมียม แมงกานีส เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล ทองแดง สังกะสี

- เป็นโลหะ
- มีสมบัติทางกายภาพเหมือนโลหะหมู่ 1A และ 2A แต่มีสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน
- เกิดสารประกอบไอออนิกที่เป็นสมบัติพิเศษ เรียกว่า สารประกอบเชิงซ้อน มีสีสดใสเฉพาะตัว

เช่น	ด่างทับทิม (KMnO_4)	สีชมพูอมม่วง
	จุนลี (CuSO_4)	สีฟ้า
	โพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	สีส้ม
	โพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$)	สีเหลือง
	นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	สีเหลือง

ธาตุกัมมันตรังสี คือ ไอโซโทปของธาตุที่มีจำนวนนิวตรอนต่างจากจำนวนโปรตอนมากๆ ทำให้ไม่เสถียร จึงสลายตัวเอง โดยการปลดปล่อยรังสีออกมา ทำให้เกิดเป็นธาตุใหม่ที่เสถียรกว่า

รังสีที่แผ่ออกมาอาจเป็น รังสีแอลฟา บีตา หรือแกมมา โดยขึ้นอยู่กับไอโซโทปแต่ละชนิด เครื่องมือสำหรับตรวจหาแหล่งและวัดปริมาณของรังสี เรียกว่า ไกเกอร์มูลเลอร์เคาน์เตอร์

อัตราการแผ่รังสีเป็นสมบัติเฉพาะตัวและมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับปัจจัยภายนอกใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็
ปริมาณสารตั้งต้น อุณหภูมิ หรือความดัน

ประโยชน์ของธาตุกัมมันตรังสี

- ด้านการแพทย์
 - : ไอโอดีน - 131 ใช้ตรวจสอบความผิดปกติของต่อมไทรอยด์
 - : โซเดียม - 24 ใช้ตรวจระบบการไหลเวียนของเลือด
 - โคบอลต์ - 60 และเรเดียม - 226 ใช้รักษาโรคมะเร็ง
- ด้านเกษตรกรรม
 - : ใช้ปรับปรุงพันธุ์พืช เช่น การนำเมล็ดพืชมาอบรังสีนิวตรอน
 - : รังสีแกมมาจากโคบอลต์ - 60 ใช้ถนอมอาหาร / ทำลายแบคทีเรียได้

- ด้านอุตสาหกรรม
 - : ใช้วัดความหนาของวัตถุ
 - : ใช้ตรวจหารอยรั่วของท่อส่งน้ำมัน
 - : ใช้เปลี่ยนแปลงสีอัญมณี ให้สวยงามขึ้น เป็นการเพิ่มคุณค่าของอัญมณี
- ด้านพลังงาน
 - : ยูเรเนียม - 238 และพลูโทเนียม - 239 เป็นวัตถุดิบในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
- ด้านธรณีวิทยา
 - : คาร์บอน - 14 ใช้หาอายุของวัตถุโบราณที่มีธาตุคาร์บอน

1.5 พันธะเคมี

คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมหรือไอออนของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึกหรือโมเลกุล โดยแบ่งเป็น

1.5.1 พันธะโลหะ

เกิดจากการที่เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดของอะตอมโลหะหลุดออกมาเป็นอิเล็กตรอนอิสระ และจะเคลื่อนที่ไปทั่วทั้งก้อนโลหะ และดึงดูดกับไอออนบวกของโลหะ เพราะมีประจุไฟฟ้าต่างกัน ทำให้เกิดสมบัติ ดังนี้

- มีความแข็งแรงมาก
- มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
- ส่วนมากมีความหนาแน่นสูง
- นำไฟฟ้าและนำความร้อน
- ผิวขึ้นเงาและมันวาว
- สามารถตีแผ่เป็นแผ่นบางหรือดึงเป็นเส้นได้

1.5.2 พันธะไอออนิก

เกิดจากการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมของโลหะกับอโลหะ หรือเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน (โลหะ : ไอออน +, อโลหะ : ไอออน -)

เช่น NaCl (เกลือแกง) CaO (ปูนขาว) มีสมบัติดังนี้

- มีสถานะเป็นของแข็ง เป็นโครงผลึกขนาดใหญ่ มีรูปทรงเรขาคณิต
- มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
- นำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลว

1.5.3 พันธะโคเวเลนต์

เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างอะตอมของอโลหะกับอโลหะ เช่น H_2 Cl_2 CO_2 CH_4 มีสมบัติดังนี้

- มีทั้งสามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ
- ไม่นำไฟฟ้า

แบบฝึกหัด

- จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุโพแทสเซียม ${}_{19}^{39}\text{K}$ ข้อใดผิด
 - มีเลขมวลเท่ากับ 39
 - มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 19
 - มีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 20
 - มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 20
- อะตอมของธาตุโบรอนที่มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ${}_{5}^{11}\text{B}$ มีการจัดอิเล็กตรอนตามระดับพลังงานอย่างไร
 - 2, 3
 - 2, 4
 - 2, 4, 5
 - 2, 8, 1
- ธาตุใดมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากที่สุด
 - ${}_{9}^{19}\text{F}$
 - ${}_{11}^{23}\text{Na}$
 - ${}_{16}^{32}\text{S}$
 - ${}_{20}^{40}\text{Ca}$
- ข้อใดไม่ใช่โลหะทรานซิชัน
 - Mn (manganese)
 - Mg (magnesium)
 - Mo (molybdenum)
 - Md (mendelevium)
- ธาตุที่เลขอะตอมใดมีสมบัติแตกต่างจากพวกมากที่สุด
 - 12
 - 20
 - 36
 - 56
- ธาตุที่มีเลขอะตอมต่อไปนี้ มีสิ่งใดเหมือนกัน
1 9 19 37 55
 - มีจำนวนอนุภาคมูลฐานเท่ากัน
 - มีระดับพลังงานเท่ากัน
 - มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน
 - มีเลขมวลเท่ากัน
- ข้อใดเป็นไอโซโทปกับ ${}_{11}^{23}\text{Na}$
 - ${}_{10}^{23}\text{Ne}$
 - ${}_{11}^{24}\text{Na}$
 - ${}_{7}^{14}\text{N}$
 - ${}_{12}^{23}\text{Mg}$
- ข้อใดคือธาตุที่เป็นโลหะ
 - โซเดียม
 - ออกซิเจน
 - คลอรีน
 - ฮีเลียม
- ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับตารางธาตุ
 - ตารางธาตุในปัจจุบันเรียงลำดับตามเลขอะตอม
 - เลขมวล แสดงน้ำหนักของอะตอม
 - เลขอะตอม แสดงจำนวนโปรตอนซึ่งจะมีค่าเท่ากับจำนวนนิวตรอน
 - จำนวนโปรตอนเป็นเอกลักษณ์ของธาตุ
- ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสัญลักษณ์นิวเคลียร์
 - ${}_{5}^{10}\text{A}$ มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ ${}_{5}^{11}\text{B}$
 - ${}_{6}^{12}\text{C}$ มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ ${}_{6}^{13}\text{D}$
 - ${}_{7}^{14}\text{E}$ มีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ ${}_{8}^{15}\text{F}$
 - ${}_{8}^{16}\text{G}$ มีน้ำหนักเท่ากับ ${}_{8}^{17}\text{H}$
- ธาตุในข้อใดมีจำนวนนิวตรอนมากที่สุด
 - ${}_{11}^{23}\text{Na}$
 - ${}_{20}^{40}\text{Ca}$
 - ${}_{17}^{38}\text{Na}$
 - ${}_{19}^{39}\text{K}$

12. ข้อใดไม่ใช่สารประกอบไอออนิก
 1) CaO 2) NaCl 3) CH₄ 4) KNO₃
13. หากทิ้งโคบอลต์ -60 จำนวน 1 กรัมไว้ เมื่อเวลาผ่านไป 15.9 ปี จะเหลืออยู่ที่กี่กรัม (โคบอลต์ -60 มีครึ่งชีวิต เท่ากับ 5.3 ปี)
 1) 0.5 2) 0.25 3) 0.33 4) 0.125
14. หาก A เป็นธาตุในหมู่ IA และ B เป็นธาตุในหมู่ 7A ข้อใดผิด
 1) มักพบโลหะ B ในรูป B₂
 2) พบออกไซด์ของ A ในรูป AO
 3) เกิดสารประกอบไอออนิก AB ได้
 4) ไม่ควรให้โลหะ A สัมผัสน้ำเนื่องจากเกิดปฏิกิริยารุนแรง
15. ข้อใดผิดเกี่ยวกับธาตุหมู่ 8A
 1) เชื่อยต่อปฏิกิริยา 2) พบในรูปอะตอมอิสระ
 3) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 4) มีสถานะเป็นของเหลวหรือแก๊ส

ข้อมูลในตารางนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 16-17

							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
(1)	(2)	(3)				(4)	(5)

16. แรงแระหว่างธาตุ (1) กับ (4) น่าจะเป็นแบบใด
 1) พันธะโคเวเลนต์ 2) พันธะไฮโดรเจน 3) พันธะไอออนิก 4) แรงแวนเดอร์วาลส์
17. ข้อใดผิด
 1) ธาตุหมายเลข (3) จัดเป็นกึ่งโลหะ 2) ธาตุหมายเลข (5) เกิดปฏิกิริยาได้ยาก
 3) ธาตุหมายเลข (1) มีจุดเดือดสูง 4) ธาตุหมายเลข (4) อยู่เป็นอะตอมอิสระ
18. ธาตุในข้อใดสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรง
 1) โซเดียม 2) แมกนีเซียม 3) คลอรีน 4) ฮีเลียม
19. ข้อใดคือโลหะเฮไลต์
 1) MgO 2) KNO₃ 3) NaCl 4) CaSO₄

เฉลย

1. 4) 2. 1) 3. 1) 4. 2) 5. 3) 6. 3) 7. 2) 8. 1) 9. 3) 10. 4)
11. 3) 12. 3) 13. 4) 14. 2) 15. 4) 16. 3) 17. 4) 18. 1) 19. 3)

1. เฉลย 4) มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 20

เลขด้านบน คือ เลขมวล จะแสดงจำนวนโปรตอนรวมกับนิวตรอน

เลขด้านล่าง คือ เลขอะตอม จะแสดงจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอน

ดังนั้น จำนวนอิเล็กตรอน เท่ากับ 19

2. เฉลย 1) 2, 3

จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์

เลขด้านบน คือ เลขมวล แสดงจำนวนโปรตอนรวมกับนิวตรอน

เลขด้านล่าง คือ เลขอะตอม แสดงจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอน

${}_{5}^{11}\text{B}$ เลขมวล = 11 เลขอะตอม = 5

แสดงว่า จำนวนโปรตอน = 5

จำนวนอิเล็กตรอน = 5 (การจัดเรียง = 2, 3)

จำนวนนิวตรอน = 6

3. เฉลย 1) ${}_{9}^{19}\text{F}$

เลขอะตอม แสดงจำนวนอิเล็กตรอน

การจัดเรียงอิเล็กตรอน คือ 2, 8, 8/18, 8/18/32, ..., ไม่เกิน 8 (เวเลนซ์อิเล็กตรอน)

เวเลนซ์อิเล็กตรอน คือ อิเล็กตรอนวงนอกสุด จะมีค่าเท่ากับหมู่ของธาตุ

- 1) เลขอะตอม 9 มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2, 7
- 2) เลขอะตอม 11 มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 1
- 3) เลขอะตอม 16 มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 6
- 4) เลขอะตอม 20 มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 8, 2

4. เฉลย 2) Mg (magnesium)

Mg คือ แมกนีเซียม เป็นธาตุหมู่ที่ 2

5. เฉลย 3) 36

- 1) เลขอะตอม 12 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 2 (เวเลนซ์อิเล็กตรอน = 2)
- 2) เลขอะตอม 20 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 8, 2 (เวเลนซ์อิเล็กตรอน = 2)
- 3) เลขอะตอม 36 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 18, 8 (เวเลนซ์อิเล็กตรอน = 8)
- 4) เลขอะตอม 56 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 18, 18, 8, 2 (เวเลนซ์อิเล็กตรอน = 2)

6. เฉลย 3) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน

เลขอะตอม คือ จำนวนอิเล็กตรอน เมื่อจัดอิเล็กตรอนจะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุด หรือเวเลนซ์-อิเล็กตรอนเท่ากัน

7. เฉลย 2) ${}_{11}^{24}\text{Na}$
ไอโซโทป หมายถึง ธาตุชนิดเดียวกันที่มีเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีเลขมวลต่างกัน
8. เฉลย 1) โซเดียม
โซเดียม เป็นโลหะหมู่ 1 มีสมบัติเป็นโลหะ
9. เฉลย 3) เลขอะตอม แสดงจำนวนโปรตอนซึ่งจะมีค่าเท่ากับจำนวนนิวตรอน
10. เฉลย 4) ${}_{8}^{16}\text{G}$ มีน้ำหนักเท่ากับ ${}_{8}^{17}\text{H}$
น้ำหนัก หรือเลขมวล คือ เลขที่อยู่ด้านบนของสัญลักษณ์นิวเคลียร์
เพราะฉะนั้น G มีเลขมวล = 16 จะต้องเบากว่าธาตุ H ซึ่งมีเลขมวล = 17
11. เฉลย 3) ${}_{17}^{38}\text{Na}$
จำนวนนิวตรอน หาได้จาก เลขมวล - เลขอะตอม
12. เฉลย 3) CH_4
สารประกอบไอออนิก คือ สารที่ประกอบด้วยโลหะและอโลหะ
โลหะ ได้แก่ หมู่ 1 Li Na K Rb Cs Fr
หมู่ 2 Be Mg Ca Sr Ba Ra
ข้อ 3) C เป็นธาตุหมู่ 4, H เป็นธาตุหมู่ 7 เป็นอโลหะทั้งคู่
13. เฉลย 4) 0.125
ครึ่งชีวิต คือ ระยะเวลาที่ทำให้ธาตุมีปริมาณลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง
โคบอลต์ -60 มีครึ่งชีวิต เท่ากับ 5.3 ปี
แสดงว่า เมื่อเวลาผ่านไป 15.9 ปี โคบอลต์ -60 มี 3 ครึ่งชีวิต
1 กรัม \rightarrow 0.50 กรัม \rightarrow 0.25 กรัม \rightarrow 0.125 กรัม
14. เฉลย 2) พบออกไซด์ของ A ในรูป AO
ออกไซด์ของ A คือ ธาตุ A สร้างพันธะกับธาตุออกซิเจน จะมีสูตรเป็น A_2O เนื่องจาก A เป็นธาตุหมู่ 1 จะมีประจุเป็น +1 และธาตุออกซิเจน เป็นธาตุหมู่ 6 จะมีประจุเป็น -2 ดังนั้น เมื่อสร้างพันธะกันจึงต้องประกอบด้วย A 2 อะตอม และ O 1 อะตอม
15. เฉลย 4) มีสถานะเป็นของเหลวหรือแก๊ส
ธาตุหมู่ 8 เป็นแก๊สเฉื่อย
16. เฉลย 3) พันธะไอออนิก
ธาตุหมายเลข 1 อยู่หมู่ที่ 1 เป็นโลหะ
ธาตุหมายเลข 4 อยู่หมู่ที่ 7 เป็นอโลหะ
ดังนั้น พันธะระหว่างโลหะกับอโลหะ คือ พันธะไอออนิก
17. เฉลย 4) ธาตุหมายเลข (4) อยู่เป็นอะตอมอิสระ
ธาตุหมายเลข (4) เป็นธาตุหมู่ที่ 7 1 โมเลกุล มี 2 อะตอม
18. เฉลย 1) โซเดียม
ธาตุหมู่ 1 สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรงที่สุด
19. เฉลย 3) NaCl
โลหะเฮไลต์ คือ สารประกอบระหว่างธาตุโลหะกับธาตุหมู่ที่ 7

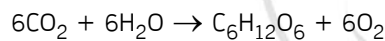
บทที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี

เกิดจากสารเข้าทำปฏิกิริยากัน เรียกว่า สารเริ่มต้น ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ มีการแตกสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ ทำให้เกิดสารชนิดใหม่ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีสมบัติต่างจากสารเริ่มต้น

- ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้ว ให้ออกพลังงานความร้อนออกมา มากกว่าพลังงานที่ได้รับเข้าไป ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น
- ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้ว ดูดพลังงานความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป แล้วทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง

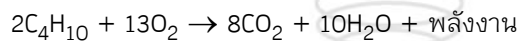
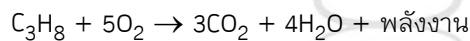
2.1 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง เกิดจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ โดยมีแสงและคลอโรฟิลล์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้กลูโคสและแก๊สออกซิเจน



- ปฏิกิริยาการเผาไหม้เชื้อเพลิง

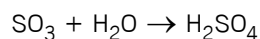
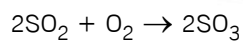
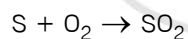
• สารประกอบไฮโดรคาร์บอน จะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ เช่น แก๊สหุงต้ม ซึ่งประกอบด้วย แก๊สโพรเพนและแก๊สบิวเทน



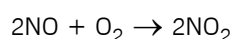
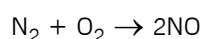
เมื่อมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในปริมาณมาก จะมีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่ถ้าเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จะเกิดเขม่าแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไอน้ำ

• เชื้อเพลิงที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์ เช่น ถ่านหินและน้ำมันดิบ จะมีกำมะถัน (S) ปนอยู่ด้วย ดังนั้น ในขณะที่กลั่นจะทำปฏิกิริยารวมตัวกับออกซิเจนได้เป็นแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนต่อไป ได้แก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3)

เมื่อ SO_3 ถูกความชื้นจะทำปฏิกิริยากับน้ำ เกิดเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) และถ้ามีปริมาณมากเมื่อฝนตกจะชะลงมาที่ฝน เรียกว่า ฝนกรด



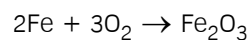
• เชื้อเพลิงที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อเผาไหม้ไนโตรเจนและแก๊สออกซิเจนจะรวมตัวเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ซึ่งสามารถรวมกับแก๊สออกซิเจนต่อไปอีก เกิดแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)



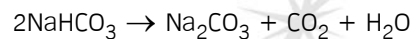
แก๊ส NO_2 สามารถรวมตัวกับน้ำ เกิดกรดไนตริก (HNO_3) ตกผลมากลายเป็นฝนกรด
 ฝนกรด ทำให้ใบไม้พอกจากสี จนสังเคราะห์แสงไม่ได้ และยังทำให้ค่า pH ของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลง
 มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังกัดกร่อนสิ่งก่อสร้างที่ทำจากหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)
 และกัดกร่อนโลหะได้

แก๊สที่ทำให้เกิดฝนกรดจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยเรื้อรัง โลหิตจาง เป็น
 อันตรายต่อปอดและระบบทางเดินหายใจ

- ปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก เกิดจากเหล็กทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนกลายเป็นสนิม (Fe_2O_3)



- ปฏิกิริยาการสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตหรือผงฟู (NaHCO_3) ด้วยความร้อนจะได้แก๊ส
 CO_2 และ H_2O

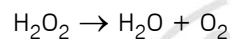


: ใช้เป็นส่วนผสมของขนม เช่น เค้ก ขนมถ้วยฟู ขนมสาลี่ เพราะ CO_2 ซึ่งแทรกตัวออกมา ทำให้
 เกิดเป็นโพรงอากาศในขนม ขนมจึงพองและฟูขึ้น

: ใช้ในการดับไฟป่า โดยใช้การปล่อยลงมาเหนือไฟป่า CO_2 ที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สที่หนักกว่าอากาศ
 จึงปกคลุมไม่ให้เชื้อเพลิงได้รับแก๊สออกซิเจน จึงช่วยลดการลุกไหม้



- ปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ใช้ฟอกสีผมและฆ่าเชื้อโรค เมื่อได้รับแสง
 และความร้อน จะสลายตัวให้ น้ำ และ O_2 ดังนั้น จึงต้องเก็บไว้ในที่มืดและเย็นหรือในภาชนะสีน้ำตาล



- ปฏิกิริยาในแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ เช่น

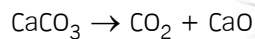
: แบตเตอรี่ในรถยนต์ เป็นปฏิกิริยาระหว่างแผ่นตะกั่ว (Pb) ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก และตะกั่วไดออกไซด์
 (PbO_2) ทำหน้าที่เป็นขั้วลบ กับกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 30-38% โดยน้ำหนัก



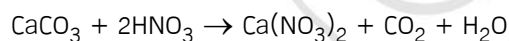
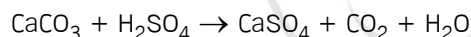
: แบตเตอรี่ปรอทมีขนาดเล็ก เบา ใช้ในเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ มีสังกะสี (Zn) เป็นขั้วบวก และปรอทออกไซด์ (HgO) เป็นขั้วลบ ในสารผลสมระหว่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) กับสังกะสีไฮดรอกไซด์ (Zn(OH)₂) และน้ำ



- ปฏิกิริยาการสลายตัวของหินปูน (CaCO₃) ด้วยความร้อน ได้แก๊ส CO₂ และปูนขาว (CaO) ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์



- ปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรดไนตริก / กรดซัลฟิวริก เกิดเป็นแคลเซียมซัลเฟต (CaSO₄) หรือแคลเซียมไนเตรด (Ca(NO₃)₂) และแก๊ส CO₂ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของสิ่งก่อสร้างที่ทำจากหินปูนหรือหินอ่อน และการเกิดหินงอกหินย้อย



2.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.2.1 การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วัดจาก ปริมาณของสารเริ่มต้นที่ลดลง ใน 1 หน่วยเวลา หรือปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ใน 1 หน่วยเวลา

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ความเข้มข้นของสารเริ่มต้น (เข้มข้นมาก > เข้มข้นน้อย)

สารที่มีความเข้มข้นมาก จะมีจำนวนอนุภาคสารมากกว่า จึงเกิดการสัมผัสกันได้มากกว่า จึงเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่าสารที่มีความเข้มข้นน้อย

2. พื้นที่ผิวสัมผัสของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา (ผ $>$ ก้อน)

สารที่เป็นผงเล็กๆ เป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสของของแข็งให้สัมผัสกับของเหลวได้มากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่าสารที่เป็นก้อนใหญ่ เช่น

ในการรับประทานอาหารควรเคี้ยวอาหารให้ละเอียด เพื่อให้สัมผัสกับกรดและเอนไซม์ ในกระเพาะอาหารได้มากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยากันได้เร็วขึ้นอาหารจึงย่อยง่าย ป้องกันการจุกเสียด ท้องอืด ท้องเฟ้อ

3. อุณหภูมิ (ร้อน $>$ เย็น)

การเพิ่มอุณหภูมิทำให้สารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น จึงเกิดการสัมผัสกันมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น เช่น

ถ้าร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส เนื้อเยื่อจะต้องการแก๊สออกซิเจนเพิ่มขึ้น 13% ทำให้อัตราการเต้นของชีพจรและการหายใจเพิ่มขึ้น

การนำผลไม้มาปมในภาชนะปิดและปกคลุมด้วยผ้า จะทำให้ผลไม้สุกได้เร็วกว่าวางไว้ที่อุณหภูมิปกติ เพราะที่อุณหภูมิสูง เอนไซม์ที่อยู่ในผลไม้จะทำงานได้เร็วขึ้น

การเก็บผลไม้ไว้ในที่เย็น จะทำให้ผลไม้คงความสดและอยู่ได้นาน เพราะช่วยลดการทำงานของเอนไซม์และแบคทีเรียให้ช้าลง

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) คือ สารที่เพิ่มเข้าไปในปฏิกิริยา แล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น

และเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลง ปริมาณและสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาจะไม่เปลี่ยนแปลง

ตัวหน่วงปฏิกิริยา (Inhibitor) คือ สารที่เติมเพิ่มเข้าไปแล้ว ทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง เช่น เมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ ลงไปในปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรด จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง ใช้ในการผลิตยาสีฟัน

5. ธรรมชาติของสาร

สารแต่ละชนิดจะมีสมบัติเฉพาะตัว จึงเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน เช่น

โลหะแมกนีเซียม + กรดไฮโดรคลอริก \rightarrow เกิดปฏิกิริยาเร็วมาก

โลหะสังกะสี + กรดไฮโดรคลอริก \rightarrow เกิดปฏิกิริยาช้า

โลหะทองแดง + กรดไฮโดรคลอริก \rightarrow ไม่เกิดปฏิกิริยา

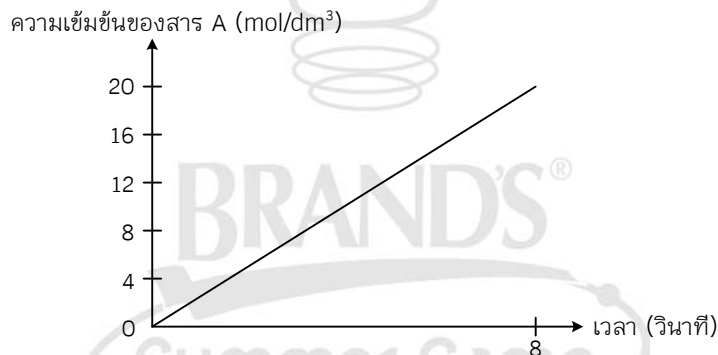
หรือ โซเดียม ทำปฏิกิริยากับน้ำ อย่างรวดเร็วมาก

แมกนีเซียม ทำปฏิกิริยากับน้ำ ได้ช้ามาก

แบบฝึกหัด

1. ข้อใดไม่ใช่วิธีการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี $Zn + 2HCl \xrightarrow{Cu} ZnCl_2 + H_2$
 - 1) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนใน 1 หน่วยเวลา
 - 2) อัตราการหายไปของโลหะสังกะสีใน 1 หน่วยเวลา
 - 3) อัตราการหายไปของโลหะทองแดงใน 1 หน่วยเวลา
 - 4) ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ลดลงใน 1 หน่วยเวลา
2. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต
 - 1) สลายตัวด้วยความร้อนให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
 - 2) ใช้ในการทำอาหาร ให้นุ่มพองหรือฟูขึ้น
 - 3) ใช้ในการดับไฟไหม้ป่า
 - 4) ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค
3. ข้อใดมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
 - 1) น้ำแข็งละลายกลายเป็นน้ำ
 - 2) แท่งแก๊วงอเมื่อได้รับความร้อน
 - 3) อากาศร้อนพวยพุ่งจากหม้อน้ำร้อน
 - 4) เมื่อบีบมะนาวลงในน้ำชา ทำให้สีเปลี่ยน

กราฟข้างล่างนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 4-5



4. การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีการวัดความเข้มข้นของสาร A ที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา ได้ผลดังกราฟ สาร A คืออะไร
 - 1) สารเริ่มต้น
 - 2) ผลิตภัณฑ์
 - 3) สารตัวกลาง
 - 4) ตัวเร่งปฏิกิริยา
5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยานี้เป็นกี่ mol/dm³ · sec
 - 1) 0.4
 - 2) 0.5
 - 3) 2
 - 4) 2.5
6. ผสมกรดเป็นผลเสียจากการใช้ถ่านหินที่มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุใดสูง
 - 1) H
 - 2) O
 - 3) S
 - 4) C

7. ข้อใดถูกต้องมากที่สุด
 - 1) สารเข้มข้นมากจะเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าสารที่มีการเจือจางด้วยน้ำ
 - 2) สารเริ่มต้นที่เป็นก้อนใหญ่จะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารเริ่มต้นที่เป็นผงละเอียด
 - 3) การทดลองที่ทำที่อุณหภูมิสูงจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า
 - 4) ปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
8. ข้อใดมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดได้ช้าลง
 - 1) ผลไม้ที่เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูง
 - 2) การเคี้ยวข้าวให้ละเอียดก่อนกลืน
 - 3) การใช้แท่งแก้วคนสารละลาย
 - 4) การเติมน้ำลงในสารละลายอีกเท่าตัว
9. แก๊สใดไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดหมอกควัน
 - 1) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
 - 2) ซัลเฟอร์ไดรอกไซด์
 - 3) ไนโตรเจนไดออกไซด์
 - 4) โอโซน
10. ทำไมก่อนกินยาบางชนิดต้องมีการเคี้ยวให้ละเอียดก่อนกลืน
 - 1) ยาบางชนิดจะละลายได้ดีในน้ำลาย
 - 2) เพื่อให้ยาเกิดการย่อยสลายอย่างช้าๆ
 - 3) เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้ยาละลายได้ดีขึ้น
 - 4) ยาบางชนิดมีฤทธิ์เป็นกรด จึงต้องเคี้ยวให้ละเอียดเพื่อป้องกันระสม

เฉลย

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

1. **เฉลย 3)** อัตราการหายไปของโลหะทองแดงใน 1 หน่วยเวลา
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วัดได้จากปริมาณสารเริ่มต้นที่ลดลงใน 1 หน่วยเวลา หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นใน 1 หน่วยเวลา
โลหะทองแดงเขียนไว้บนลูกศร แสดงว่าทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี จึงไม่สามารถนำมาวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะได้กลับคืน
2. **เฉลย 4)** ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค
โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) หรือผงฟู จะสลายตัวด้วยความร้อนให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้ในการทำอาหาร ให้ขนมพองหรือฟูขึ้นและใช้ในการดับไฟไหม้ป่า
3. **เฉลย 4)** เมื่อบีบมะนาวลงในน้ำชา ทำให้สีเปลี่ยน
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือ การเปลี่ยนแปลงจากสารเริ่มต้นเปลี่ยนเป็นสารใหม่ โดยสังเกตได้จากการเกิดสีที่เปลี่ยนแปลงไป หรือการเกิดฟองแก๊สเกิดขึ้น

4. เฉลย 2) ผลิตรัณฑ์

สาร A มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป แสดงว่า A คือ ผลิตรัณฑ์ เพราะในการเกิดปฏิกิริยา เมื่อเวลาผ่านไป สารเริ่มต้นจะเข้าทำปฏิกิริยากันทำให้มีปริมาณลดลง เนื่องจากมีการเปลี่ยนเป็นสารใหม่หรือผลิตรัณฑ์ ซึ่งจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น

5. เฉลย 4) 2.5

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{เวลาที่เปลี่ยนแปลง}} \\ &= \frac{20}{8} \\ &= 2.5\end{aligned}$$

6. เฉลย 3) S

ถ่านหิน จะมีธาตุกำมะถันหรือซัลเฟอร์ (S) ซึ่งเมื่อเผาไหม้จะทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ตามลำดับ ซึ่งจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝนกรด

7. เฉลย 3) การทดลองที่ทำที่อุณหภูมิสูงจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า

- 1) ผิด สารที่มีความเข้มข้นจะเกิดได้เร็วกว่าสารที่เข้มข้นน้อย
- 2) ผิด สารเริ่มต้นที่เป็นผงละเอียดจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารเริ่มต้นที่เป็นก้อนใหญ่
- 4) ผิด การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น

8. เฉลย 4) การเติมน้ำลงในสารละลายอีกเท่าตัว

การเติมน้ำ ทำให้สารละลายมีความเจือจางหรือมีความเข้มข้นลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง

9. เฉลย 1) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารที่ใช้ฟอกสีผมและฆ่าเชื้อโรค

10. เฉลย 3) เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้ยาละลายได้ดีขึ้น

การเคี้ยวเป็นการทำให้ยามีขนาดเล็กลง เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส

บทที่ 3 สารชีวโมเลกุล

คือ สารที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ในกระบวนการดำรงชีวิตมีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นองค์ประกอบหลัก มีโมเลกุลทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ได้แก่

1. ไชมันและน้ำมัน (C H O)
2. คาร์โบไฮเดรต (C H O)
3. โปรตีน (C H O N)
4. กรดนิวคลีอิก (C H O N P)

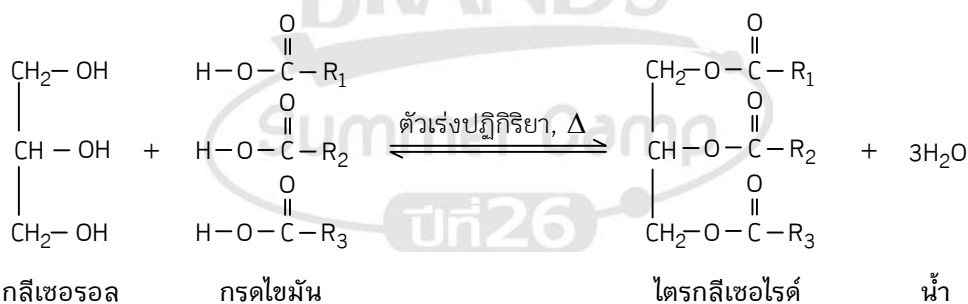
3.1 ไชมัน และน้ำมัน มีหน้าที่ดังนี้

- เป็นโครงสร้างหลักของเยื่อหุ้มเซลล์
- ป้องกันการสูญเสียน้ำ ทำให้ผิวแห้งชุ่มชื้น
- ป้องกันการสูญเสียความร้อน ช่วยให้ร่างกายอบอุ่น
- ป้องกันการกระทบต่ออวัยวะภายใน
- ช่วยทำให้ผมและเล็บมีสุขภาพดี
- ช่วยละลายวิตามิน A D E K
- ร่างกายสามารถนำไชมันที่สะสมใต้ผิวหนังมาย่อยสลายเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน ในกรณีที่

ร่างกายได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ โดยไชมัน 1 กรัม จะให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี

ไชมัน เป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวทางเคมีของกรด ไชมัน (Fatty Acids) 3 โมเลกุล กับ กลีเซอรอล (Glycerol) 1 โมเลกุล

ไตรกลีเซอไรด์ ที่มีสถานะเป็นของแข็ง เรียกว่า ไชมัน (Fat) แต่ถ้ามีสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า น้ำมัน (Oil)



โครงสร้างของกรดไชมัน ประกอบด้วย

- ส่วนที่มีธาตุคาร์บอนต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเดี่ยวหรือพันธะคู่
- ส่วนที่เป็นหมู่คาร์บอกซิล (—COOH) มีสมบัติเป็นกรด

กรดไขมันในธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- กรดไขมันอิ่มตัว เช่น กรดลอริก กรดไมริสติก กรดปาล์มมิติก กรดสเตียริก
- กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก กรดปาล์มมิตอเลอิก กรดไลโนเลอิก กรดไลโนเลนิก

| กรดไขมัน | อิ่มตัว | ไม่อิ่มตัว |
|------------------------------|---|-------------------------------|
| ชื่อ | ลงท้ายด้วย - อิก | ลงท้ายด้วย - เลอิก |
| สูตร | $C_nH_{2n+1}COOH$
(H มากกว่า) | มีได้หลายสูตร
(H น้อยกว่า) |
| จุดหลอมเหลว | สูงกว่า 25°C | ต่ำกว่า 25°C |
| สถานะ
แหล่งที่พบ | ของแข็ง
ไขมันสัตว์ / น้ำมันมะพร้าว
และปาล์ม | ของเหลว
น้ำมันพืช |
| พันธะระหว่างคาร์บอน | เดี่ยว | คู่ |
| ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา | น้อย | มาก |
| ชนิดที่พบมากที่สุด | กรดสเตียริก | กรดโอเลอิก |

ตารางตัวอย่างกรดไขมันบางชนิด

| กรดไขมัน | สูตรโครงสร้าง | จำนวน
พันธะ
คู่ | จำนวน
อะตอม
ของ
คาร์บอน | จุด
หลอมเหลว
(องศา-
เซลเซียส) | แหล่งที่พบ |
|------------------------|--|-----------------------|----------------------------------|--|-------------------------|
| กรดไขมัน
อิ่มตัว | ลอริก $CH_3(CH_2)_{10}COOH$ | 0 | 12 | 43 | มะพร้าว |
| | ไมริสติก $CH_3(CH_2)_{12}COOH$ | 0 | 14 | 54 | ลูกจันทร์เทศ |
| | ปาล์มมิติก $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ | 0 | 16 | 62 | ปาล์ม |
| | สเตียริก $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ | 0 | 18 | 69 | ไขมันสัตว์ |
| กรดไขมัน
ไม่อิ่มตัว | ปาล์มมิตอเลอิก $CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$ | 1 | 16 | 0 | เนย |
| | โอเลอิก $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ | 1 | 18 | 13 | มะกอก,
ข้าวโพด |
| | ไลโนเลอิก $CH_3(CH_2)_4(CHCH_2)_2(CH_2)_6COOH$ | 2 | 18 | -9 | ถั่วเหลือง,
ทานตะวัน |
| | ไลโนเลนิก $CH_3CH_2(CH=CHCH_2)_3(CH_2)_6COOH$ | 3 | 18 | -11 | ข้าวโพด |

ข้อมูลจาก General, Organic & Biological Chemistry ; Karen C Timberlake (ค.ศ. 2002)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในอากาศ เกิดสารใหม่ที่มีเกิดกลิ่นเหม็นหืน แสดงว่า น้ำมันพืชจะเหม็นหืนได้ง่ายกว่าน้ำมันสัตว์

แต่น้ำมันพืชมีวิตามิน E ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาหืน แต่มีไม่มากพอ ดังนั้น ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันพืช จึงต้องเติมวิตามิน E เพิ่มเข้าไป

คาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีน สามารถเปลี่ยนไปเป็นไขมันได้

การผลิตเนยเทียมหรือมาการีน

ทำได้โดย การเติมไฮโดรเจนลงในน้ำมันพืช ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ความดันสูงและมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แพลทินัม ทำให้เปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งจะมีสถานะเป็นของแข็งและมีจุดหลอมเหลวสูงขึ้น เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (Hydrogenation)

กรดไขมันที่จำเป็น (Essential Fatty Acid) คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนตั้งแต่ 2 ตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งร่างกายสังเคราะห์เองไม่ได้ เช่น กรดไลโนเลอิกและกรดไลโนเลนิก (พบมากในเมล็ดดอกคำฝอย > เมล็ดดอกทานตะวัน > ข้าวโพด)

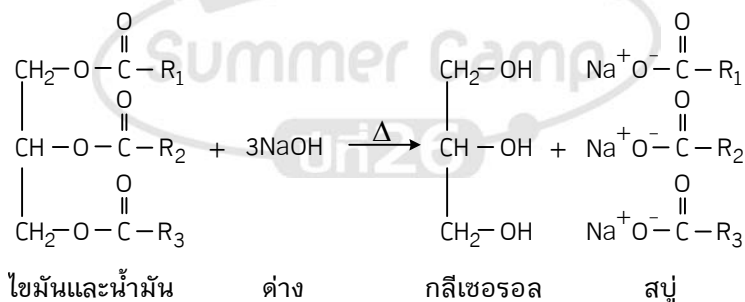
ทารกที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็น จะทำให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบ ลอกหลุด เป็นสาเหตุทำให้ติดเชื้อง่ายและแผลหายช้า

ไขมันในเลือด (คอเลสเตอรอล)

- เป็นสารเบื้องต้นในการสร้างฮอร์โมน น้ำดี และสารสเตอรอลได้ผิวหนังที่สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามิน D ได้ เมื่อได้รับแสงแดด
- เป็นฉนวนของเส้นประสาท
- ร่างกายสร้างได้เองแต่ไม่เพียงพอ พบมากในไข่แดง เครื่องในสัตว์และอาหารทะเล มีส่วนประกอบที่มาจากกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งถ้ามีมากเกินไปจะเกาะตามผนังหลอดเลือด ซึ่งอาจทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือด เกิดเป็นโรคความดันโลหิตสูง หัวใจขาดเลือด หรือถ้าเป็นหลอดเลือดในสมอง อาจทำให้เป็นอัมพาตได้

การใช้ประโยชน์จากไขมัน

- การผลิตสบู่ จากปฏิกิริยาสะaponification ได้จาก การต้มไขมันกับเบสแก่ (โซเดียมไฮดรอกไซด์ / NaOH)



- ถ้าใช้น้ำมันจากพืชและสัตว์ผสมกัน จะได้สบู่ที่มีเนื้อนุ่มนวลน่าใช้
- สบู่ผลลามาโนลิน จะช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนัง

- ไช (wax)

ในพืช จะเคลือบผิวผลไม้ ใบไม้ และก้าน

- เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ
- ป้องกันการทำลายจากเชื้อราและศัตรูพืช

ในสัตว์ จะเคลือบผิวหนังและขน

- ไชคาร์บูนาจากต้นปาล์มบราซิล และซีผึ้งจากรังผึ้งใช้เคลือบผิวเฟอร์นิเจอร์ รถยนต์
- ไชโจบาจากเมล็ดโจบา ใช้ทำเทียนไขและลิปสติก
- ไชลาโนลินจากขนสัตว์ ใช้ผสมในสบู่และครีมทาผิวเพื่อสร้างความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณ

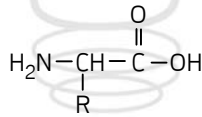
3.2 โปรตีน

โปรตีน เป็นสารประกอบที่มีขนาดใหญ่มากและโครงสร้างซับซ้อน

- เป็นองค์ประกอบหลักในร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ กระดูก ผิวหนัง เลือด เอ็น อวัยวะ เส้นผม เล็บ
- ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ
- ช่วยในรักษาสมดุลน้ำและสมดุลกรด-เบส
- เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ฮอร์โมน เลือด และภูมิคุ้มกัน
- เป็นสารอาหารที่ให้พลังงาน โดยโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี ร่างกายต้องการโปรตีน

วันละประมาณ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

- หน่วยย่อยของโปรตีน คือ กรดอะมิโน (Amino Acid) ซึ่งประกอบด้วย



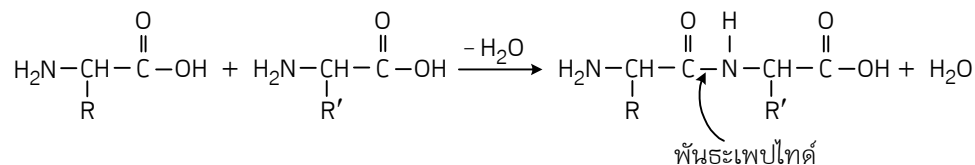
- หมู่คาร์บอกซิล ($-\text{COOH}$) มีสมบัติเป็นกรด
- หมู่อะมิโน ($-\text{NH}_2$) มีสมบัติเป็นเบส

กรดอะมิโน มีทั้งหมด 22 ชนิด แบ่งเป็น

• กรดอะมิโนที่จำเป็น เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้ ต้องกินจากอาหารเข้าไป มี 8 ชนิด ได้แก่ ไอโซลิวซีน เวลีน ทรีโตนเฟน เบนิลอะลานีน ทรีโอนีน เมไทโอนีน ไลซีน ลิวซีน สำหรับเด็กทารก ต้องการกรดอะมิโนเพิ่มอีก 2 ชนิด คือ อาร์จินีน และฮิสติดีน

- กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์ได้เอง

โปรตีน เกิดจากกรดอะมิโนจำนวนมากกว่า 50 หน่วย มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide Bond) ซึ่งเป็นพันธะระหว่างหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่งกับหมู่อะมิโนของอีกโมเลกุลหนึ่ง



โปรตีนในธรรมชาติ มีมากมายหลายล้านชนิด มีหน้าที่การทำงานเฉพาะเจาะจง เนื่องจาก

- ความแตกต่างของชนิดของกรดอะมิโน
- ลำดับการเรียงตัวของกรดอะมิโน
- สัดส่วนการรวมตัวของกรดอะมิโน

โดยแบ่งเป็น

- โปรตีนที่มีโครงสร้างเป็นก้อน เช่น ฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่พบในเซลล์เม็ดเลือดแดง
- โปรตีนที่มีโครงสร้างเป็นเกลียว 3 เส้นพันกัน เช่น เคราติน เป็นโปรตีนที่พบในเล็บ ผม ขน

คุณค่าของโปรตีน

เมื่อรับประทานโปรตีนเข้าไปในร่างกาย เอนไซม์เพปซินในกระเพาะอาหารจะย่อยสลายโปรตีนให้เล็กลง โดยการทำลายพันธะเพปไทด์จนได้เป็นกรดอะมิโน ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กที่ร่างกายสามารถดูดซึมผ่านผนังลำไส้เล็กได้ เพื่อเข้าสู่กระแสเลือด แล้วนำไปใช้ประโยชน์

- โปรตีนคุณภาพสูง คือ อาหารโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนและย่อยสลายได้ง่าย ได้แก่ โปรตีนจากสัตว์ เช่น เนื้อสัตว์ นม ไข่

- โปรตีนเกษตร คือ อาหารโปรตีนที่ได้จากพืช ซึ่งจะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นไม่ครบถ้วน เช่น ถั่วเหลือง จะขาดเมไทโอนีนและทริปโตเฟน ข้าวสาลี ข้าวเจ้า ข้าวไรซ์

- คุณค่าทางชีววิทยา หมายถึง คุณภาพของอาหารโปรตีนที่สามารถนำมาใช้สร้างเป็นเนื้อเยื่อได้ เช่น ไข่ มีคุณค่าทางชีววิทยา 100% แสดงว่า ถ้าเรารับประทานไข่เข้าไป ร่างกายสามารถนำไปสร้างเป็นเนื้อเยื่อได้หมด ร่างกายของคนแต่ละวัย ต้องการโปรตีนในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น

- เด็กอ่อน (ช่วงอายุ 3-12 เดือน) มีความต้องการโปรตีนสูงสุด (ประมาณ 2 เท่าของน้ำหนักตัว) รองลงมา คือ เด็กอายุ 1-6 ปี / 7-12 ปี และ 13-20 ปี ตามลำดับ

- หญิงมีครรภ์และหญิงให้นมบุตร ต้องการโปรตีนในปริมาณที่มากกว่าหญิงปกติทั่วไป

สารอาหารประเภทโปรตีน มีความจำเป็นต่อร่างกายและไม่สามารถทดแทนได้ด้วยสารอาหารชนิดอื่นๆ หากได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ จะเกิดโรคขาดโปรตีน ถ้าขาดโปรตีนอย่างรุนแรง จะมีลักษณะพุพอง ก้นปอด กล้ามเนื้อลีบ เจริญเติบโตช้า น้ำหนักไม่ได้เกณฑ์ ผมห้างแดงและขาดง่าย มีอาการบวม น้ำ ภูมิคุ้มกันต่ำ อ่อนล้า เชื่องซึม อ่อนเพลีย เกร็งง่าย

การแปลงสภาพโปรตีน (Denaturation of Protein) คือ กระบวนการที่ทำให้โครงสร้างทางกายภาพของโปรตีนถูกทำลายจนเปลี่ยนสภาพไป ไม่สามารถทำงานได้เหมือนเดิม เช่น เกิดการแข็งตัว ตกตะกอน ไม่ละลายน้ำ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เมื่อได้รับความร้อน เช่น เนื้อไก่ที่ผ่านการทอดจนกรอบ การต้มไข่ การทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์ โดยการใช้ความร้อนในหม้อนึ่งอัดความดันที่อุณหภูมิ 120°C

- เมื่อได้รับสารละลายกรด-เบส เช่น การที่ผิวหนังโดนกรด การบีบมะนาวใส่ในเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดตะกอนขุ่นขาว

- เมื่อได้รับไอออนของโลหะหนัก เช่น ไอออนของตะกั่ว สารหนู ปรอท แคดเมียม จึงปฐมพยาบาลเบื้องต้นโดยการกินไข่ขาวดิบหรือนมสด เพื่อช่วยแก้พิษจากการกินยาฆ่าแมลง
- เมื่อสัมผัสกับตัวทำละลายบางชนิด เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ จึงใช้เช็ดผิวหนังผู้ป่วย ก่อนฉีดยา เนื่องจากแอลกอฮอล์จะทำให้โปรตีนในแบคทีเรียเปลี่ยนแปลงสภาพ เกิดการแข็งตัว ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้อโรค

3.3 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

- เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและกระดองสัตว์
- เป็นแหล่งพลังงานหลักของร่างกายสิ่งมีชีวิต โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
- ให้ความอบอุ่นและช่วยควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่
- เป็นอาหารที่จำเป็นของเซลล์และเนื้อเยื่อในสมอง
- ช่วยป้องกันกล้ามเนื้อ
- มีสูตรทั่วไปเป็น $(\text{CH}_2\text{O})_n$ และมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า แซ็กคาไรด์

แบ่ง 3 ประเภท ดังนี้

3.3.1 มอโนแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว) แบ่งเป็น

- น้ำตาลที่มีจำนวนคาร์บอน 5 อะตอม มีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ เรียกว่า ไรโบส
- น้ำตาลที่มีจำนวนคาร์บอน 6 อะตอม มีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ แต่มีสูตรโครงสร้าง

ต่างกัน จึงมีสมบัติต่างกัน เช่น

- กลูโคส เป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กที่สุดที่ร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ทันที พบในผลไม้ เช่น ฝรั่ง อ้อย น้ำผึ้ง ข้าวและผักต่างๆ
- ฟรุคโตส (ฟรุคโทส) เป็นน้ำตาลที่มีรสหวานที่สุด (หวานกว่าน้ำตาลทราย 2 เท่า) พบในผลไม้ เช่น ส้ม แอปเปิล น้ำผึ้ง ข้าวโพด
- กาแลกโทส เป็นน้ำตาลที่มีในน้ำนม (คน 7% วัว 5%)

หมายเหตุ

- เซลล์สมองและกล้ามเนื้อต้องใช้พลังงานจากน้ำตาลกลูโคส ดังนั้น ถ้าร่างกายมีน้ำตาลกลูโคสในเลือดต่ำกว่าปกติ คือ ต่ำกว่า 90-100 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้เกิดอาการวิงเวียน อ่อนเพลีย ไม่มีแรงและถ้าต่ำมากลงไปอีก อาจเป็นลมหมดสติ
- ผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานอาหารตามปกติได้หรือผู้ป่วยก่อนและหลังผ่าตัด จะได้รับน้ำเกลือผสมสารละลายน้ำตาลกลูโคส 0.6-0.9% เข้าทางเส้นเลือด
- น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโทส เมื่อนำมาหมักกับยีสต์จะเกิดการย่อยสลายเปลี่ยนเป็นเอทิลแอลกอฮอล์หรือเอทานอล

3.3.2 ไดแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลคู่)

• เกิดจาก น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี พบมากที่สุด มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{12}H_{22}O_{11}$

- กลูโคส + กลูโคส = น้ำตาลมอลโทส พบในข้าว เมล็ดพืช ใช้ในการทำเบียร์ อาหารทารก
- กลูโคส + ฟรักโทส = น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย พบมากในอ้อย
- กลูโคส + กาแลกโทส = น้ำตาลแลกโทส พบมากในน้ำนม

หมายเหตุ : แซ็กคาไรนหรือซัณฑลกร เป็นสารให้ความหวาน 300 เท่าของน้ำตาลทราย แต่ทำให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง

3.3.3 พอลิแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลใหญ่)

เป็นคาร์โบไฮเดรต ที่ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสจำนวนมากมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ไม่ละลายน้ำ ไม่มีรสหวาน แบ่งเป็น 3 ชนิด

• แป้ง เกิดจากกลูโคสหลายพันโมเลกุลมาต่อเชื่อมกัน โดยมีโครงสร้างแบบสายยาว พบมากในพืชประเภทเมล็ดและหัว (ข้าวเจ้า 75% ข้าวโพด 50%)

- ละลายน้ำได้เล็กน้อย
- ร่างกายย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ที่มีในน้ำลาย (อะไมเลส) และน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร
- เมื่อแป้งถูกความร้อนจะสลายเป็นเด็คซ์ทริน มีรสหวานเล็กน้อย เหนียวแบบกาว

• เซลลูโลส เกิดจากกลูโคสประมาณ 50,000 โมเลกุล มาเชื่อมต่อกันแบบสายยาว แต่ละลายเรียงขนานกันและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสาย ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใย เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบมากที่สุด ในธรรมชาติและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ในพืช พบในต้นไม้หรือลำต้นพืช

- ไม่ละลายน้ำ
- ร่างกายคนไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่วัว ควาย ม้า และสัตว์กบ ในลำไส้จะมีแบคทีเรียและในกระเพาะอาหารมีเอนไซม์เซลลูเลสที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นกลูโคสได้
- ช่วยกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่เคลื่อนไหว บางชนิดดูดซับน้ำได้ดี จึงทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม จึงขับถ่ายได้ง่าย ท้องไม่ผูก ลดการเกิดโรคริดสีดวงทวาร ผนังลำไส้โป่งพอง มะเร็งลำไส้ใหญ่
- ช่วยดูดซับกลูโคสและคอเลสเตอรอล ไม่ให้ถูกดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้

• ไกลโคเจน เกิดจากกลูโคสจำนวนมากเป็นเส้นถึงล้านโมเลกุลมาต่อกัน มีโครงสร้างแบบกิ่งก้านสาขา เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดใหญ่ที่สุด โดยสะสมอยู่ในเซลล์ของสัตว์ พบมากในตับและกล้ามเนื้อ

เมื่อแป้งย่อยสลายจนได้กลูโคส และจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก เพื่อไปใช้สลายเป็นพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการ อีกส่วนหนึ่งจะถูกลำเลียงไปเก็บไว้ที่ตับ เพื่อนำไปใช้ในการรักษาระดับกลูโคสในเลือด และส่งไปเลี้ยงสมอง ส่วนที่เหลือจะถูกเก็บสะสมไว้ในรูปของไกลโคเจน ไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ

เมื่อร่างกายขาดแคลนพลังงาน ไกลโคเจนที่สะสมไว้จะถูกนำมาสลายเป็นกลูโคส โดยทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนที่หายใจเข้าไป ทำให้ได้พลังงานออกมา เรียกว่า ปฏิกิริยาการหายใจระดับเซลล์

ฮอร์โมนอินซูลิน ทำหน้าที่ปรับกลูโคสในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ คือ ถ้ามีกลูโคสในเลือดมาก อินซูลินจะกระตุ้นให้กลูโคสเปลี่ยนเป็นไกลโคเจน เก็บสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ

ดังนั้น ถ้าร่างกายขาดฮอร์โมนอินซูลิน ก็จะไม่เกิดการสร้างไกลโคเจน ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดมี ปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนที่เกินจะถูกขับออกมาทางปัสสาวะ ซึ่งก็คือ อาการของโรคเบาหวาน

กรณีที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานรุนแรง แพทย์จะทำการฉีดฮอร์โมนอินซูลินเข้าที่ใต้ผิวหนัง เพื่อกระตุ้น ให้ร่างกายได้นำกลูโคสส่วนเกินไปใช้

หมายเหตุ

- โคติน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ ที่พบในเปลือกของแมลง หอย กุ้ง ปู เป็นสารที่พบเป็นอันดับสองรอง จากเซลลูโลส นำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอางได้

- แอสปาร์แทมหรือน้ำตาลเทียม เป็นสารให้ความหวาน 160 เท่าของน้ำตาลทราย สำหรับผู้ ต้องการลดความอ้วนและผู้ต้องการควบคุมน้ำตาล

เมื่อร่างกายต้องการพลังงาน จะเกิดการสลายคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานในอันดับแรก หากพลังงาน ยังไม่เพียงพอ ร่างกายจะสลายไขมัน และโปรตีน ตามลำดับ

ดังนั้น ถ้าต้องการลดความอ้วน จึงควรงดอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งและน้ำตาล เพื่อให้ ร่างกายสลายไขมัน

การทดสอบสารชีวโมเลกุล

- โปรตีน สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ในสภาพที่เป็นเบส (โซเดียมไฮดรอกไซด์) จะให้สารที่มีสีม่วงหรือชมพู

- น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ (สีฟ้า) จะได้ตะกอนสีแดงอิฐ
- แป้ง สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน (สีน้ำตาล) จะได้สารที่มีสีน้ำเงิน
- แป้ง เดิมกรดไฮโดรคลอริก สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ จะได้ตะกอนสีแดงอิฐ

3.4 กรดนิวคลีอิก

เป็นสารชีวโมเลกุลที่โมเลกุลขนาดใหญ่มาก แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic acid : DNA) พบในนิวเคลียสของเซลล์ ทำหน้าที่ เป็นสารพันธุกรรม

- กรดไรโบนิวคลีอิก (Ribonucleic acid : RNA) พบในนิวเคลียสและไซโทพลาซึมของเซลล์ ทำหน้าที่ ในการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์

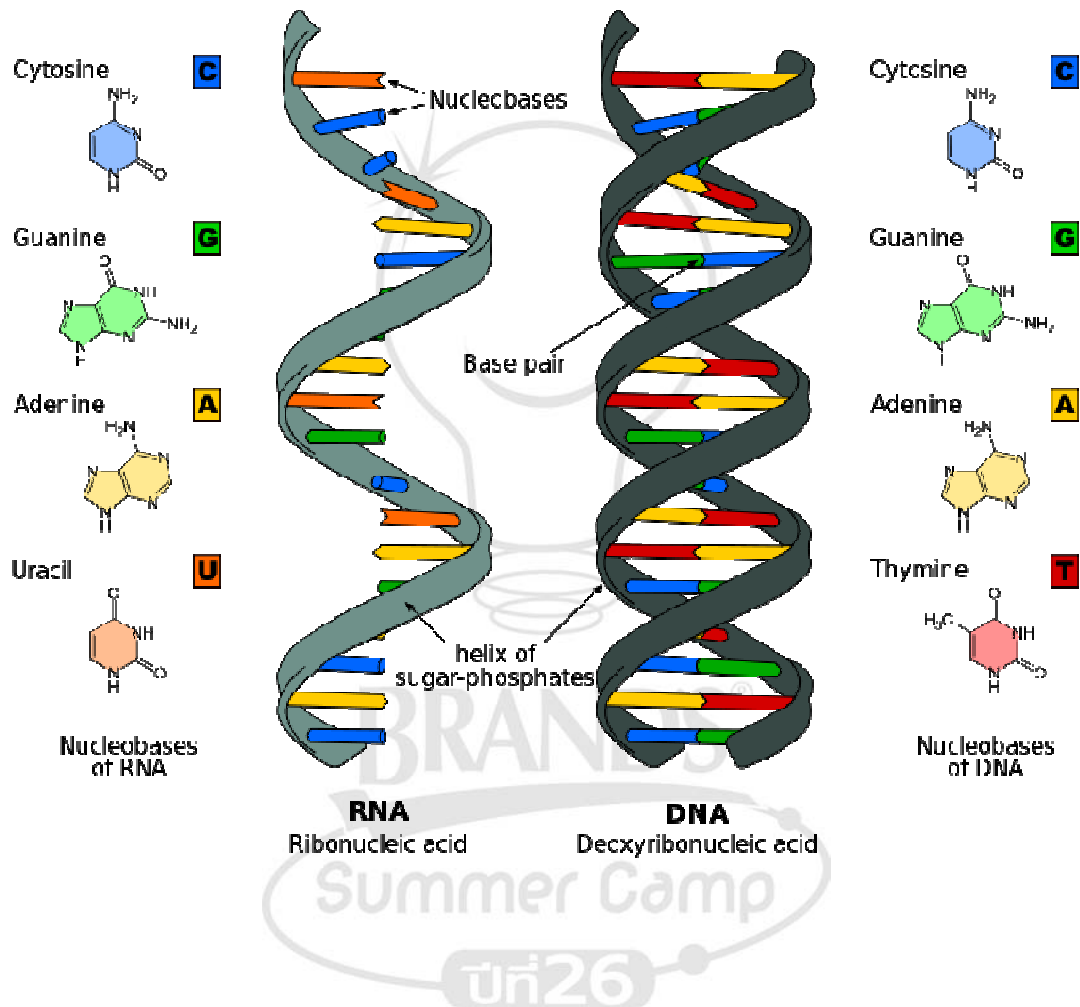
DNA และ RNA ประกอบด้วยหน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. โมเลกุลน้ำตาลไรโบส
2. ไนโตรเจน - เบส
3. หมู่ฟอสเฟต

DNA ประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์ ตั้งแต่แสนถึงหลายล้านหน่วย มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี เกิดเป็นสายยาว 2 สายพันกันเป็นเกลียว โดยเกาะกันด้วยคู่ของไนโตรเจนเบสที่เฉพาะเจาะจง คือ

- อะดีนีน (A) กับไทมีน (T)
- กวานีน (G) กับไซโตซีน (C)

RNA ประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์มาเชื่อมต่อกันเพียง 1 สาย โดยมีไนโตรเจนเบส คือ อะดีนีน (A) กวานีน (G) ไซโตซีน (C) และยูราซิล (U)



แบบฝึกหัด

พิจารณาดังต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1-2

| กรดไขมัน | สูตรโครงสร้างอย่างง่าย | จุดหลอมเหลว (°C) |
|----------|---|------------------|
| A | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$ | 63 |
| B | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$ | 70 |
| C | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | 13 |
| D | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | -9 |

1. ข้อใดไม่ใช่ข้อสรุปที่ได้จากตารางข้อมูลนี้
 - 1) กรดไขมัน A และ B เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง
 - 2) ในน้ำมันสัตว์มีกรดไขมัน A และ B มากกว่ากรดไขมัน C และ D
 - 3) กรดไขมัน C และ D เกิดกลิ่นเหม็นหืนยาก
 - 4) กรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่มากกว่าจะมีจุดหลอมเหลวน้อยกว่า หากมีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน
2. กรดไขมันใดเป็นกรดไขมันจำเป็น ซึ่งร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้
 - 1) A 2) B 3) C 4) D
3. ข้อใดผิดเกี่ยวกับบิฮินซูลิน
 - 1) เป็นโปรตีน 2) เป็นฮอร์โมน
 - 3) ใช้ฉีดให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานบางชนิด 4) กระตุ้นให้ไกลโคเจนเปลี่ยนเป็นกลูโคส
4. เซลลูโลสและแป้งเหมือนกันอย่างไร
 - 1) เป็นแหล่งพลังงานให้ร่างกาย
 - 2) ช่วยกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่เคลื่อนไหว
 - 3) ชนิดของมอนอแซ็กคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบ
 - 4) พันธะเคมีระหว่างมอนอแซ็กคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบ
5. สารในข้อใดให้สีม่วงหรือชมพูทั้งหมด เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตในสภาพที่เป็นเบส
 - 1) ข้าวสาลี กลูโคส มันฝรั่ง 2) น้ำมันพืช ไข่ดาว ขนมหั้ว
 - 3) ไข่ดาว กรดอะมิโน นมถั่วเหลือง 4) ขนมหั้ว นมถั่วเหลือง ปลา
6. กรดไขมันชนิดใดต้องใช้ไอโอดีนมากที่สุดในการทำปฏิกิริยา
 - 1) กรดโอเลอิก 2) กรดลอริก 3) กรดไลโนเลนิก 4) กรดไลโนเลอิก
7. คอเลสเทอรอลเป็นสารเบื้องต้นของสารชีวโมเลกุลใด
 - 1) ไคทิน 2) เคอราทิน 3) เอสโตรเจน 4) อิมมูโนโกลบูลิน

8. ธัญพืชใดมีคุณค่าทางชีววิทยาของโปรตีนสูงสุด
 - 1) ถั่วลิสง
 - 2) ข้าวเจ้า
 - 3) ข้าวสาลี
 - 4) ข้าวโพด
9. อะไมเลสเป็นเอนไซม์หลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทใด
 - 1) เครื่องสำอาง
 - 2) เบียร์
 - 3) ไอศกรีม
 - 4) สิ่งทอ
10. ไนโตรเจนเบสชนิดใดพบในกรดไรโบนิวคลีอิกเท่านั้น
 - 1) ไทมีน
 - 2) ยูราซิล
 - 3) กวานีน
 - 4) ไซโตซีน
11. ส่วนใดพบอยู่ด้านในสุดของเกลียวดีเอ็นเอ
 - 1) หมูฟอลเฟต
 - 2) หมูคาร์บอกซิเลต
 - 3) ไนโตรเจนเบส
 - 4) น้ำตาลเพนโตส
12. สารใดมีชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลากหลายมากที่สุด
 - 1) เซลลูโลส
 - 2) ซูโครส
 - 3) มอลโทส
 - 4) ไกลโคเจน
13. เมื่อร่างกายต้องการพลังงานจะสลายสารชีวโมเลกุลชนิดใดเป็นอันดับแรก
 - 1) คาร์โบไฮเดรต
 - 2) ไขมัน
 - 3) โปรตีน
 - 4) กรดนิวคลีอิก

เฉลย

1. 3) 2. 4) 3. 4) 4. 3) 5. 3) 6. 3) 7. 3) 8. 1) 9. 2) 10. 2)
 11. 3) 12. 2) 13. 1)

1. **เฉลย 3)** กรดไขมัน C และ D เกิดกลืนหมึ้นหีนยาก
 กรดไขมัน C และ D มีพันธะคู่ แสดงว่า เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จะสามารถทำปฏิกิริยากับ แก๊สออกซิเจนได้ง่าย ทำให้เกิดกลืนหมึ้นหีนได้ง่าย
2. **เฉลย 4) D**
 กรดไขมันจำเป็น คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป ซึ่งร่างกายจะสร้างเองไม่ได้ ถ้าร่างกายขาดจะทำให้ผิวหนังแห้ง แดง แผลหายยาก เช่น กรดไลโนเลอิกและกรดไลโนเลนิก
3. **เฉลย 4)** กระตุ้นให้ไกลโคเจนเปลี่ยนเป็นกลูโคส
 อินซูลิน เป็นฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นให้น้ำตาลกลูโคสในเลือดเปลี่ยนเป็นไกลโคเจน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง ดังนั้นถ้าขาดฮอร์โมนอินซูลิน จะทำให้เป็นโรคเบาหวาน
 ฮอร์โมนทุกชนิด เป็นสารประเภทโปรตีน
4. **เฉลย 3)** ชนิดของมอนอแซ็กคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบ
 แป้งและเซลลูโลส เกิดจากกลูโคสจำนวนมากมารวมกัน โดยแป้ง เป็นแหล่งพลังงานให้ร่างกาย ส่วนเซลลูโลสร่างกายคนย่อยสลายไม่ได้ แต่จะช่วยกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่เคลื่อนไหว มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย

5. เฉลย 3) ไช้ดาว กรดอะมิโน นมถั่วเหลือง
สารที่ให้สีม่วงหรือชมพูทั้งหมด เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ในสภาพที่เป็นเบส คือ โปรตีน
6. เฉลย 3) กรดไลโนเลนิค
กรดไขมันที่สามารถทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้มากที่สุด ต้องเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่ง กรดไลโนเลนิค เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สุด เนื่องจากมีพันธะคู่มากที่สุดและจุดหลอมเหลวต่ำที่สุด
7. เฉลย 3) เอลโทรเจน
คอเลสเตอรอลหรือไขมันในเลือด เป็นสารเบื้องต้นในการผลิตฮอร์โมนเพศ ซึ่งเอลโทรเจน เป็นฮอร์โมนเพศหญิง
8. เฉลย 1) ถั่วลิสง
คุณค่าทางชีววิทยา คือ คุณภาพของอาหารประเภทโปรตีนที่ใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อ โปรตีนจากถั่ว เป็นโปรตีนเกษตรที่มีคุณภาพที่สุด
9. เฉลย 2) เบียร์
อะไมเลส เป็นเอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล เพื่อใช้ในการหมักให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเบียร์
10. เฉลย 2) ยูราซิล
ไนโตรเจนเบส ที่พบในกรดไรโบนิวคลีอิกหรือ RNA ที่แตกต่างจากจาก DNA คือ ยูราซิล เพราะใน DNA จะเป็นชนิดไทมีน
11. เฉลย 3) ไนโตรเจนเบส
DNA ประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายพันเป็นเกลียววนขวา โดยด้านในสุดจะเกาะกันด้วย คู่ไนโตรเจนเบสที่เหมาะสม
12. เฉลย 2) ซูโครส
ซูโครส ประกอบด้วย น้ำตาล 2 ชนิด คือ กลูโคสและฟรุกโทส ส่วนเซลลูโลส มอลโทส และ ไกลโคเจน จะเกิดจากน้ำตาลกลูโคสเท่านั้น
13. เฉลย 1) คาร์โบไฮเดรต
คาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งพลังงานหลักของสิ่งมีชีวิต ซึ่งร่างกายจะสลายนำมาใช้เป็นอันดับแรก เช่น คน จะได้พลังงานหลักมาจากการรับประทานข้าว (แป้ง)

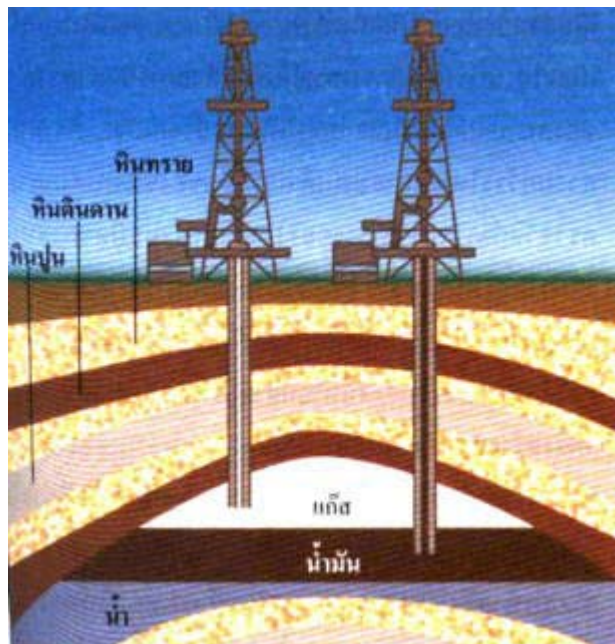
บทที่ 4 ปิโตรเลียม

4.1 การเกิดและแหล่งปิโตรเลียม

ปิโตรเลียม จัดเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลหรือเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ซากพืช ซากสัตว์ที่ตายทับถมอยู่ใต้ทรายและโคลนตมเป็นเวลานาน จนในที่สุดถูกย่อยสลายเกิดเป็นธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน เมื่อถูกกดทับอยู่ใต้เปลือกโลกที่มีความดันและอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน จะรวมตัวกันเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดปะปนกัน

- มีสถานะเป็นของเหลว คือ น้ำมันดิบหรือน้ำมันปิโตรเลียม
- มีสถานะเป็นแก๊ส คือ แก๊สธรรมชาติ

ปิโตรเลียมถูกกักเก็บภายใต้พื้นโลกในชั้นหินทรายที่อยู่ระหว่างชั้นหินดินดานที่โค้งตัวขึ้นเป็นรูปกระทะคว่ำที่ระดับความลึกประมาณ 1-3 กิโลเมตรจากผิวโลก เนื่องจาก



หินทราย เป็นหินที่มีรูพรุนจึงยอมให้น้ำและปิโตรเลียมซึมผ่านได้ง่าย ปิโตรเลียมจึงสามารถแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดทราย

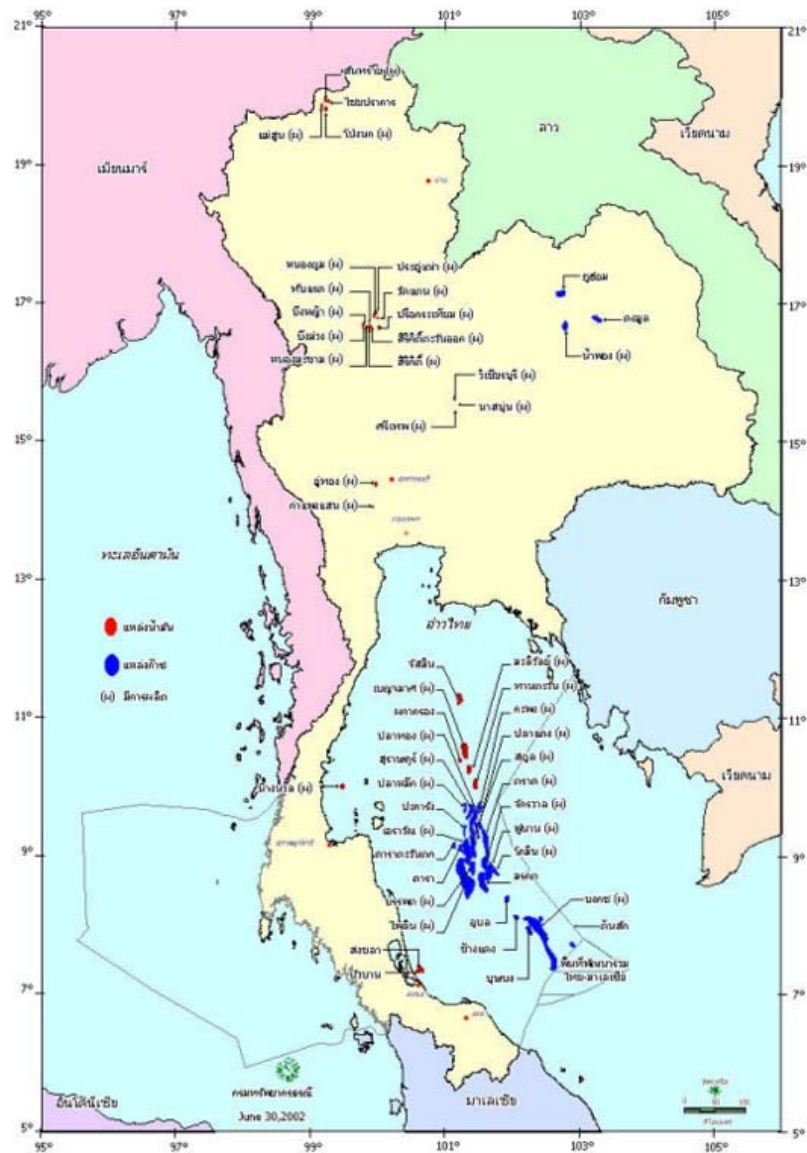
หินดินดาน เป็นหินที่บด จึงเป็นตัวกักเก็บและป้องกันการระเหยของปิโตรเลียม

การสำรวจปิโตรเลียมเบื้องต้น คือ

- การสำรวจทางธรณีวิทยา ด้วยการถ่ายภาพทางอากาศ
- การสำรวจธรณีฟิสิกส์ โดยการเก็บตัวอย่างหิน ศึกษาลักษณะของหิน วิเคราะห์ซากพืชซากสัตว์ที่อยู่ในหิน

เพื่อช่วยคาดคะเนโอกาสพบโครงสร้างและชนิดของหินที่เอื้ออำนวยต่อการกักเก็บปิโตรเลียม โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบทางธรณีวิทยา เช่น เครื่องมือวัดความเร็วของคลื่นไหวสะเทือน

- การสำรวจด้วยการวัดค่าความโน้มถ่วงของโลก เพื่อทราบชนิดของชั้นหินใต้ผิวโลก จะช่วยกำหนดขอบเขตและโครงสร้างของแอ่งใต้ผิวดิน
 - การสำรวจด้วยการวัดคลื่นไหวสะเทือน จะช่วยบอกให้ทราบตำแหน่ง รูปร่าง ลักษณะและโครงสร้างของชั้นหินใต้ดิน
 - การเจาะสำรวจ เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ
- ประเทศไทยพบแหล่งน้ำมันดิบครั้งแรกที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ (พ.ศ. 2464) ต่อมาพบที่อำเภอ ลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร เรียกว่า แหล่งสิริกิติ์ ซึ่งสามารถลั่นน้ำมันได้ประมาณ 20,000 บาร์เรลต่อวัน (1 บาร์เรล มีค่าเท่ากับ 158.987 ลิตร)



แผนที่การค้นพบปิโตรเลียมในประเทศไทย

4.2 การกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์

น้ำมันดิบส่วนมากมีสีดำหรือสีน้ำตาล มีสมบัติแตกต่างกันตามแหล่งที่พบ ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 85-90, ไฮโดรเจนร้อยละ 10-15, กำมะถันร้อยละ 0.001-7 และออกซิเจนร้อยละ 0.001-5 นอกนั้นเป็นไนโตรเจนและโลหะอื่นๆ

การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เรียกว่า การกลั่นลำดับส่วน มีหลักการ คือ

- ให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบ จนมีอุณหภูมิสูงประมาณ 350-400°C
- ฉีดน้ำมันดิบเข้าทางด้านล่างของหอกกลั่น ซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงสุด และจะมีอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ ตามความสูงของหอกกลั่น

• สารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่างๆ จะระเหยลอยขึ้นด้านบนและควบแน่นเป็นของเหลวในแต่ละช่วงของหอกกลั่น ได้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีช่วงจุดเดือดลดหลั่นลงมา ตามลำดับ ดังนี้

- ด้านบนสุดของหอกกลั่น จะได้สารที่มีสถานะเป็นแก๊สออกมา ซึ่งจะมีจุดเดือดต่ำและมีปริมาณคาร์บอนน้อย เรียงตามลำดับ คือ แก๊สมีเทน (CH₄) แก๊สอีเทน (C₂H₆) แก๊สโพรเพน (C₃H₈) แก๊สบิวเทน (C₄H₁₀)

- ตรงกลางของหอกกลั่น จะได้สารที่มีสถานะเป็นของเหลว เรียงตามลำดับ คือ น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเตา

- ด้านล่างของหอกกลั่น จะได้สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งมีจุดเดือดสูง และมีปริมาณคาร์บอนมาก เรียงตามลำดับ คือ ไย ยางมะตอย

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม สมบัติ และการใช้ประโยชน์

| ผลิตภัณฑ์ที่ได้ | จุดเดือด (°C) | สถานะ | จำนวน C | การใช้ประโยชน์ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---------|---------------------------------------|
| แก๊สปิโตรเลียม | < 30 | แก๊ส | 1-4 | ทำสารเคมี เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม |
| เนฟทาเบา | 30-110 | ของเหลว | 5-7 | ตัวทำละลาย |
| เนฟทาหนัก | 65-170 | ของเหลว | 6-12 | น้ำมันเบนซิน |
| น้ำมันก๊าด | 170-250 | ของเหลว | 10-14 | น้ำมันก๊าด เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ไอพ่น |
| น้ำมันดีเซล | 250-340 | ของเหลว | 14-19 | เครื่องยนต์ดีเซล |
| น้ำมันหล่อลื่น | > 350 | เหลวข้น | 19-35 | น้ำมันหล่อลื่น |
| น้ำมันเตา | > 400 | เหลวหนืด | 35-40 | เชื้อเพลิงเครื่องจักร |
| ไย | > 400 | กึ่งแข็งกึ่งเหลว | 40-50 | ใช้ทำเทียนไย เครื่องสำอาง จารบี |
| ยางมะตอย | > 400 | กึ่งแข็งกึ่งเหลวจนถึงแข็ง | > 50 | ยางมะตอย |

4.3 การแยกแก๊สธรรมชาติและผลิตภัณฑ์

ประเทศไทยพบในบริเวณอ่าวไทย ในปี พ.ศ. 2516 และมีปริมาณมากพอในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังพบที่อำเภอหน้าพอง จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2524

ส่วนใหญ่ประกอบด้วย สารไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 1 อะตอม เรียกว่า แก๊สมีเทน ซึ่งพบประมาณร้อยละ 80-95 นอกนั้นเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 2-5 อะตอม

การนำมาใช้ประโยชน์ต้องขุดเจาะขึ้นมา ซึ่งมีทั้งของเหลวและแก๊สผสมกัน จึงต้องแยกออกจากกัน แล้วส่งแก๊สไปกำจัดสารเจือปน เช่น ไบปรอท CO₂ และน้ำ จากนั้นผ่านแก๊สเข้าสู่หอกลั่นเพื่อแยกเป็นแก๊สชนิดต่างๆ

4.4 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

คือ สารที่ประกอบด้วยธาตุ C และ H เท่านั้น

- เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ
- เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ดี แบ่งเป็น

- สารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว คือ มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีสูตรเป็น C_nH_{2n+2} (เมื่อ n คือ จำนวนอะตอมคาร์บอน)

- สารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว คือ มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่ (C_nH_{2n}) หรือพันธะสาม (C_nH_{2n-2}) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นประเภทอิ่มตัว

หมายเหตุ : ปฏิกิริยาเผาไหม้ หมายถึง ปฏิกิริยาระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนกับแก๊สออกซิเจน แบ่งเป็น

- การเผาไหม้สมบูรณ์ คือ การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อมีแก๊สออกซิเจนเพียงพอ จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำออกมา โดยไม่มีเถ้าถ่าน แก๊สพิษ หรือฝุ่นละอองเกิดขึ้น มีสูตรทั่วไป คือ



เช่น แก๊สมีเทน จะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์จึงจัดเป็นพลังงานสะอาด เพราะไม่ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

- การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ คือ การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อมีแก๊สออกซิเจนน้อย ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นมา ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

ถ้าได้รับมากเกินไปอาจเสียชีวิต เพราะแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จะไปจับกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงทำให้เลือดลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ได้น้อยลง และรับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์มาซึ่งปอดได้น้อยลง

ในกรณีไฟไหม้ จะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เขม่าและแก๊สพิษเกิดขึ้น เมื่อเราหายใจเข้าไปจะส่งผลให้ร่างกายขาดออกซิเจน จึงควรป้องกันโดยการใช้ผ้าชุบน้ำเปียกปิดจมูกและปาก และทำตัวให้ต่ำ แล้วออกจากบริเวณนั้นโดยเร็ว

4.5 เชื้อเพลิงในชีวิตประจำวัน

- แก๊สมีเทน เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในรถยนต์ เรียกว่า แก๊สธรรมชาติสำหรับยานยนต์ : NGV (Natural Gas for Vehicles) หรือแก๊สธรรมชาติอัด : CNG (Compressed Natural Gas) เพื่อลดมลพิษจากไอเสีย

- แก๊สหุงต้ม ประกอบด้วย แก๊สโพรเพน (C_3H_8) และแก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) ที่ถูกอัดด้วยความดันสูงจนทำให้มีสถานะเป็นของเหลว หรือเรียกว่า LPG (Liquified Petroleum Gas)

- น้ำมันเบนซิน เป็นของผสมระหว่างไอโซออกเทน (C_8H_{18}) และเฮปเทน (C_7H_{16}) เป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เพราะมีส่วนผสมของไอโซออกเทนสูง

เลขออกเทน (Octane Number) เป็นตัวเลขบอกคุณภาพของน้ำมันเบนซิน โดยกำหนดให้

: ไอโซออกเทนบริสุทธิ์ มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ดี ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ เป็นเลขออกเทน 100

: นอร์มอลเฮปเทนบริสุทธิ์ มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม่ดี ทำให้เครื่องยนต์เกิดการกระตุก เป็นเลขออกเทน 0 ตัวอย่างเช่น

น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 95 หมายถึง น้ำมันเบนซินที่มีประสิทธิภาพการเผาไหม้เหมือนกับของผสมที่อัตราส่วนของไอโซออกเทน 95 ส่วน และเฮปเทน 5 ส่วน

แต่น้ำมันที่กลั่นได้มีเลขออกเทนต่ำกว่า 75 จึงต้องมีการเติมสารเพื่อเพิ่มเลขออกเทน เช่น

• สารเตตระเมทิลเลดหรือเตตระเอทิลเลด แต่เมื่อเผาไหม้จะมีไอระเหยออกมา จึงมีการห้ามใช้สารนี้ในปัจจุบัน

• เมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์ (MTBE) ปัจจุบันใช้สารนี้ เรียกว่า น้ำมันไร้สารตะกั่ว

- น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล บอกคุณภาพโดยใช้เลขซีเทน โดยเปรียบเทียบกับ

: ซีเทนบริสุทธิ์ มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ดี เป็นเลขซีเทน 100

: แอลฟาเมทิลแนฟทาซีนบริสุทธิ์ มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม่ดี เป็นเลขซีเทน 0

- เชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ ปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน ปัจจุบันมีปริมาณลดลง โดยมีการประเมินว่า ปิโตรเลียมจะมีใช้ได้อีก 50 ปี ส่วนถ่านหินจะมีใช้ได้อีก 80-90 ปี แต่เชื้อเพลิงฟอสซิลก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศมาก

- พลังงานทดแทน มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง 2 ประการ คือ

• ควรเป็นพลังงานสะอาด ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม หรือมีผลน้อยมาก

• เป็นพลังงานที่ใช้ได้อย่างยั่งยืน หรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ โดย

พลังงานความร้อนเพียง 1% ที่ส่องบนประเทศไทย สามารถนำมาแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า ได้เทียบเท่ากับการใช้น้ำมันดิบ 5-7 ล้านตันต่อปี

การผลิตเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตร เพื่อนำมาผสมกับน้ำมันเบนซิน ในอัตราส่วน 1 : 9 เรียกว่า แก๊สโซฮอลล์ จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน 95

แบบฝึกหัด

- ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม
 - 1) สารที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยๆ จะออกมาด้านล่างของหอกลั่น
 - 2) โรงกลั่นน้ำมันส่วนใหญ่ในประเทศไทย มักอยู่ใกล้แหล่งน้ำมันดิบ
 - 3) ใช้แยกสารไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ 1 ไปจนถึงมากกว่า 50 อะตอม
 - 4) เป็นการให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบ 150-200°C แล้วจึงฉีดเข้าหอกลั่นที่มีอุณหภูมิลดหลั่นกัน
- กระทรวงพลังงานส่งเสริมการใช้แก๊สธรรมชาติสำหรับรถยนต์ (เอ็นจีวี) แทนน้ำมันเบนซินโดยเฉพาะกับรถแท็กซี่ แก๊สธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์คือแก๊สอะไร
 - 1) โพรเพน
 - 2) บิวเทน
 - 3) มีเทน
 - 4) อีเทน
- ข้อใดผิดเกี่ยวกับแก๊สหุงต้ม
 - 1) ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม
 - 2) ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติ
 - 3) ขายเป็นรูปของเหลวบรรจุถังเหล็ก
 - 4) เป็นของผสมระหว่างโพรเพนและมีเทน
- ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์
 - 1) ให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และน้ำ
 - 2) ไม่มีเถ้าหรือฝุ่นละอองเกิดขึ้น
 - 3) ต้องมีปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เพียงพอ
 - 4) เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนกับออกซิเจน
- ข้อใดผิด
 - 1) การผลิตไบโอดีเซลใช้ปฏิกิริยาการเตรียมเอสเทอร์
 - 2) แก๊สโซฮอล์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอล
 - 3) เมล็ดสับจั่วเป็นส่วนหนึ่งของพืชที่นำมาเตรียมเป็นแก๊สโซฮอล์ได้
 - 4) ไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์
- ข้อใดกล่าวถึงเลขออกเทนไม่ถูกต้อง
 - 1) เป็นตัวเลขแสดงคุณภาพของน้ำมันดีเซลและเบนซิน
 - 2) น้ำมันไร้สารตะกั่วมีการเติมเมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์ เพื่อเพิ่มเลขออกเทน
 - 3) สารเตตระเมทิลเลดช่วยเพิ่มเลขออกเทน แต่การเผาไหม้จะให้ไอของตะกั่ว
 - 4) น้ำมันที่มีเลขออกเทน 95 มีประสิทธิภาพการเผาไหม้เหมือนกับของผสมที่มีไอโซออกเทน 95% และนอร์มอลเฮปเทน 5%

7. จากปฏิกิริยา $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ ข้อใดผิด
- 1) เป็นปฏิกิริยาการหมัก
 - 2) ส่วนใหญ่ใช้แบคทีเรียเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
 - 3) ได้ผลผลิตเป็นข้าวหมัก ไวน์ หรือสุราแช่
 - 4) ผลผลิตใช้เป็นส่วนผสมในการเตรียมแก๊สโซฮอล์
8. น้ำมันชนิดใดมีจุดเดือดต่ำที่สุด
- 1) น้ำมันก๊าด
 - 2) น้ำมันเบนซิน
 - 3) น้ำมันดีเซล
 - 4) น้ำมันหล่อลื่น
9. สารใดเป็นตัวประกอบของแก๊สหุงต้ม
- 1) มีเทน
 - 2) อีเทน
 - 3) เพนเทน
 - 4) บิวเทน
10. น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทนเป็น 75 มีประสิทธิภาพการเผาไหม้เหมือนของผสมของไอโซออกเทน 75 ส่วน กับสารใดอีก 25 ส่วน
- 1) เอทานอล
 - 2) เฮปเทน
 - 3) ซีเทน
 - 4) เมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์
11. องค์ประกอบหลักของแก๊สธรรมชาติคือแก๊สอะไร
- 1) มีเทน
 - 2) อีเทน
 - 3) โพรเพน
 - 4) บิวเทน



เฉลย

1. 3) 2. 3) 3. 4) 4. 1) 5. 3) 6. 1) 7. 2) 8. 2) 9. 4) 10. 2)
11. 1)

- เฉลย 3) ใช้แยกสารไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ 1 ไปจนถึงมากกว่า 50 อะตอม
การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เรียกว่า การกลั่นลำดับส่วน โดยเป็นการให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบ 350-400°C แล้วจึงฉีดเข้าหอกลิ้นที่มีอุณหภูมิลดหลั่นกัน สารที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยๆ จะออกมา ด้านบนของหอกลิ้น
โรงกลั่นน้ำมันส่วนใหญ่ในประเทศไทย มักอยู่ใกล้แหล่งแก๊ส เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งแก๊ส ที่ให้ปริมาณแก๊สมากกว่าปริมาณน้ำมันจากแหล่งน้ำมัน เช่น โรงกลั่นมาบตาพุด จ.ระยอง โรงกลั่นขอนแก่น จ.นครราชสีมา ซึ่งอยู่ใกล้แหล่งแก๊สสงขลากลางอ่าวไทย
- เฉลย 3) มีเทน
แก๊สมีเทน (CH₄) ใช้เป็นแก๊สธรรมชาติสำหรับรถยนต์ (เอ็นจีวี) แทนน้ำมันเบนซิน
- เฉลย 4) เป็นของผสมระหว่างโพรเพนและมีเทน
แก๊สหุงต้ม เป็นของผสมระหว่างโพรเพนและบิวเทน
- เฉลย 1) ให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และน้ำ
ปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนกับออกซิเจน โดยมี ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เพียงพอ ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยไม่มีเถ้าหรือฝุ่นละอองเกิดขึ้น
- เฉลย 3) เมล็ดสับดูดำเป็นส่วนของพืชที่นำมาเตรียมเป็นแก๊สโซฮอลล์ได้
ผิด เพราะเมล็ดสับดูดำเป็นส่วนของพืชที่นำมาเตรียมเป็นไบโอดีเซล
- เฉลย 1) เป็นตัวเลขแสดงคุณภาพของน้ำมันดีเซลและเบนซิน
เลขออกเทน เป็นตัวเลขแสดงคุณภาพของน้ำมันเบนซิน
เลขซีเทน เป็นตัวเลขแสดงคุณภาพของน้ำมันดีเซล
- เฉลย 2) ส่วนใหญ่ใช้แบคทีเรียเป็นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
จากสมการ เป็นปฏิกิริยาการหมักน้ำตาลด้วยยีสต์ ได้เอทานอล
- เฉลย 2) น้ำมันเบนซิน
น้ำมันที่มีจุดเดือดต่ำ จะกลั่นตัวออกมาก่อน เรียงตามลำดับ ดังนี้ น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด
น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเตา
- เฉลย 4) บิวเทน
แก๊สหุงต้ม หรือ LPG เกิดจากการผสมระหว่างแก๊สโพรเพนกับแก๊สบิวเทน
- เฉลย 2) เฮปเทน
น้ำมันเบนซิน เป็นของผสมระหว่างไอโซออกเทนกับเฮปเทน
- เฉลย 1) มีเทน
แก๊สธรรมชาติจะมีองค์ประกอบหลัก คือ แก๊สมีเทน ร้อยละ 80-95

บทที่ 5 พอลิเมอร์

คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยซ้ำ ๆ กัน จำนวนตั้งแต่หลายพันจนถึงหลายล้านหน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเรียกว่า มอนอเมอร์

- : ถ้ามอนอเมอร์เป็นสารชนิดเดียวกัน เรียกว่า โอลิโพลิเมอร์ เช่น แป้ง เซลลูโลส ยางพารา
- : ถ้ามอนอเมอร์เป็นสารต่างชนิดกัน เรียกว่า โค-พอลิเมอร์ หรือพอลิเมอร์ร่วม เช่น โพรตีน

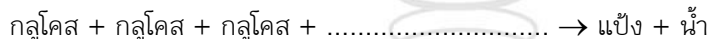
5.1 พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์

- พอลิเมอร์ธรรมชาติ คือ พอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แป้ง เซลลูโลส โพรตีน กรดนิวคลีอิก ยางพารา
- พอลิเมอร์สังเคราะห์ คือ การนำมอนอเมอร์มาทำปฏิกิริยาเคมี ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จนเกิดเป็นสารที่มีขนาดใหญ่ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ พลาสติก

5.2 การเกิดพอลิเมอร์

กระบวนการเกิดพอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) แบ่งเป็น

- พอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น เกิดจาก มอนอเมอร์รวมตัวกันทางเคมีในสภาวะที่เหมาะสม แล้วได้พอลิเมอร์และสารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำหรือสารอื่นเกิดขึ้นด้วย เช่น การเกิดแป้ง เกิดจากกลูโคสจำนวนมากมารวมตัวกันทางเคมี



นอกจากนี้ ยังมีพอลิเมอร์อื่นๆ อีก เช่น เซลลูโลส โพรตีน ไนลอน

- พอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติม เกิดจาก มอนอเมอร์รวมตัวกันทางเคมีในสภาวะที่เหมาะสม แล้วได้พอลิเมอร์เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีสารอื่นเกิดขึ้นด้วย เช่น การเกิดพอลิเอทิลีน เกิดจาก เอทิลีนจำนวนมากมารวมตัวกันทางเคมี



สารมอนอเมอร์ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการกลั่นปิโตรเลียมและการแยกแก๊สธรรมชาติ เช่น

- เอทิลีน เป็นมอนอเมอร์ที่มีขนาดเล็กที่สุดได้มาจากการแยกแก๊สธรรมชาติ ซึ่งเมื่อรวมตัวกันแบบเติมได้เป็นพอลิเอทิลีน เป็นพอลิเมอร์ที่เป็นของแข็งสีขาว มีความเหนียวและไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีนำมาหลอมแล้วขึ้นรูปได้ เช่น ถัง ขวดใส่น้ำ สายยาง พลาสติก ของเล่น ถาดทำน้ำแข็ง แผ่นฟิล์มห่อของ

- เมื่อนำเอทิลีนมาทำปฏิกิริยากับฟลูออรีน จะได้เตตระฟลูออโรเอทิลีน ซึ่งรวมตัวกันแบบเติมเกิดเป็นพอลิเมอร์ คือ พอลิเตตระฟลูออโรเอทิลีน หรือเรียกว่า เทฟลอน ใช้เคลือบภาชนะหุงต้ม ช่วยป้องกันไม่ให้อาหารติดภาชนะ

- เมื่อนำเอทิลีนมาทำปฏิกิริยากับคลอรีน จะได้ไวนิลคลอไรด์ ซึ่งรวมตัวกันแบบเติมเกิดเป็นพอลิเมอร์ คือ พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) หรือเรียกว่า PVC มีความทนทานต่อกรด-เบส และสารเคมีต่างๆ ได้ดี แต่เปราะง่ายเมื่อถูกความร้อน ใช้ทำท่อ น้ำ ฉนวนหุ้มสายไฟ กระดาษติดผนัง และภาชนะบรรจุสารเคมี

5.3 โครงสร้างพอลิเมอร์

แบ่งได้เป็น 3 แบบ

5.3.1 โครงสร้างแบบเส้น เกิดจาก มอนอเมอร์เชื่อมต่อกันเป็นโซ่ยาว โดยจะเรียงชิดกันมากที่สุด จึงมีความหนาแน่น จุดหลอมเหลวสูง มีลักษณะแข็งและขุ่นเหนียวกว่าโครงสร้างอื่นๆ เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง

5.3.2 โครงสร้างแบบกิ่ง เป็นโครงสร้างที่มีโซ่กิ่งแยกจากโซ่ยาว ทำให้ไม่สามารถจัดเรียงชิดได้ จึงมีความหนาแน่น จุดหลอมเหลวต่ำกว่าโครงสร้างแบบเส้น มีลักษณะยืดหยุ่น ความเหนียวต่ำ โครงสร้างเปลี่ยนรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น พอลิเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นต่ำ

5.3.3 โครงสร้างแบบร่างแห เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยโซ่หลักหรือโซ่กิ่ง เชื่อมโยงกันมีลักษณะคล้ายตาข่าย มีลักษณะยืดหยุ่น อ่อนตัว แต่ถ้ามีจำนวนพันธะมากจะแข็ง ไม่ยืดหยุ่น เปราะหักง่าย เมื่อขึ้นรูปแล้วไม่สามารถหลอมหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างกลับไปมาได้ เมื่อได้รับความร้อนสูงจะแตกหัก เช่น เบกาไลต์ เมลามีน

หมายเหตุ : กาว เป็นพอลิเมอร์ ที่มีโครงสร้างแบบเส้น โดยแบ่งเป็น

- กาวที่เป็นของเหลวสีขาว ทำมาจาก พอลิไวนิลเอซีเตต
- กาวที่เป็นของเหลวใส ทำมาจาก พอลิไวนิลแอลกอฮอล์

5.4 ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์

5.4.1 พลาสติก

สมบัติพิเศษ คือ แข็งแรงแต่น้ำหนักเบา ทนทานต่อน้ำ อากาศและสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อนที่ดี นำไปขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท

• เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastic) คือ พลาสติกที่มีโครงสร้างแบบโซ่ตรงหรือโซ่กิ่ง มีสมบัติดังนี้

- เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงจะกลับมาแข็งตัวเช่นเดิม
- ยืดหยุ่น และโค้งงอได้
- สามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- สมบัติไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิเตตระฟลูออโรเอทิลีน พอลิไวนิลคลอไรด์

พอลิไวนิลคลอไรด์

• เทอร์มอเซต (Thermoset) คือ พลาสติกที่มีโครงสร้างแบบร่างแห มีสมบัติดังนี้

- เมื่อได้รับความร้อนจะไม่อ่อนตัว แต่จะเกิดการแตกหัก
- มีความแข็งแรงมาก
- ไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้
- สมบัติมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เบกาไลต์ ใช้ทำด้ามจับกระทะ ด้ามจับเตารีด และปลั๊กไฟฟ้า,

พอลิยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ใช้ทำเต้าเสียบไฟฟ้า และแผ่นฟอร์ไมกา อีพอกซี ใช้ทำกาว

หมายเหตุ : โฟม เป็นพลาสติก ที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ มีน้ำหนักเบา แบ่งเป็น

- ชนิดเทอร์โมพลาสติก เช่น โฟมพอลิสไตรีน ใช้ทำกล่องน้ำแข็ง ใช้กันกระแทก ใช้ทำหมวกนิรภัย ถาดอาหาร

- ชนิดเทอร์โมเซต เช่น โฟมพอลิยูรีเทน ใช้ทำฉนวน ใช้ในรถยนต์ ใช้พันเคลือบหลังคา และผนังเพื่อกันเสียงรบกวน ใช้เคลือบสีเฟอร์นิเจอร์ไม้ เนื่องจากทนต่อการขีดข่วน ทนต่อสารเคมีและอากาศ

ตารางแสดงสมบัติบางประการของพลาสติก

| ชนิดของพลาสติก | ประเภทของพลาสติก | สมบัติบางประการ | | ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------------------------|-------------------|---|---|---|
| | | สภาพการไหม้ไฟ | ข้อสังเกตอื่น | |
| พอลิเอทิลีน | เทอร์โมพลาสติก | เปลวไฟสีน้ำเงินขอบเหลือง กลิ่นเหมือนพาราฟิน เปลวไฟไม่ดับเอง | เสียบขีดเป็นรอย ไม่ละลายในสารละลายทั่วไป ลอยน้ำ | ถุง ภาชนะ พิล์มถ่ายภาพ ของเล่นเด็ก ดอกไม้พลาสติก |
| พอลิโพรพิลีน | เทอร์โมพลาสติก | เปลวไฟสีน้ำเงินขอบเหลือง คว้นขาว กลิ่นเหมือนพาราฟิน | ขีดด้วยเล็บไม่เป็นรอย ไม่แตก | โต๊ะ เก้าอี้ เชือก พรมบรรจุภัณฑ์อาหาร ชิ้นส่วนรถยนต์ |
| พอลิสไตรีน | เทอร์โมพลาสติก | เปลวไฟสีเหลือง เขม่ามาก กลิ่นเหมือนแก๊สจุดตะเกียง | เปราะ ละลายได้ในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ และโทลูอีน ลอยน้ำ | โฟม อุปกรณ์ไฟฟ้า เหนส้ของเล่นเด็ก อุปกรณ์กีฬา เครื่องมือสื่อสาร |
| พอลิไวนิลคลอไรด์ | เทอร์โมพลาสติก | ติดไฟยาก เปลวสีเหลือง ขอบเขียว คว้นขาว กลิ่นกรดเกลือ | อ่อนตัวได้คล้ายยาง ลอยน้ำ | กระดาดติดผนัง ภาชนะบรรจุสารเคมี รองเท้า กระเบื้องปูพื้น ฉนวนหุ้มสายไฟ ท่อพีวีซี |
| ไนลอน | เทอร์โมพลาสติก | เปลวไฟสีน้ำเงินขอบเหลือง กลิ่นคล้ายเขาสัตว์ติดไฟ | เหนียว ยืดหยุ่น ไม่แตก จมน้ำ | เครื่องนุ่งห่ม ถุงน่องสตรี พรม อวน แห |
| พอลิยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ | พลาสติกเทอร์โมเซต | ติดไฟยาก เปลวสีเหลืองอ่อน ขอบฟ้าแกมเขียว กลิ่นแอมโมเนีย | แตกกร้าว จมน้ำ | เต้าเสียบไฟฟ้า วัสดุเชิงวิศวกรรม |
| อีพอกซี | พลาสติกเทอร์โมเซต | ติดไฟง่าย เปลวสีเหลือง คว้นดำ กลิ่นคล้ายข้าวคั่ว | ไม่ละลายในสารไฮโดรคาร์บอนและน้ำ | กาว สี สารเคลือบผิวหน้าวัตถุ |
| พอลิเอสเทอร์ | เทอร์โมพลาสติก | ติดไฟยาก เปลวสีเหลือง คว้นกลืนฉุน | อ่อนตัว ยืดหยุ่น | เส้นใยผ้า |
| | พลาสติกเทอร์โมเซต | ติดไฟยาก เปลวสีเหลือง คว้นดำ กลิ่นฉุน | เปราะหรือแข็ง เหนียว | ตัวถังรถยนต์ ตัวถังเรือ ใช้บุภายในเครื่องบิน |

การลดปัญหาในการกำจัดพลาสติก เช่น

- พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradable) คือ พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติหรือจุลินทรีย์
- พลาสติกที่แปรรูปเพื่อใช้ใหม่ (Recycle) คือ พลาสติกที่ใช้แล้ว สามารถนำกลับไปผ่านขั้นตอนการผลิตแล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

สัญลักษณ์แยกประเภทของพลาสติกรีไซเคิล



พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate)



พอลิเอทิลีน ที่มีความหนาแน่นสูง (high-density polyethylene)



พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride)



พอลิเอทิลีน ที่มีความหนาแน่นต่ำ (low-density polyethylene)



พอลิโพรพิลีน (polypropylene)



พอลิสไตรีน (polystyrene)



อื่นๆ

5.4.2 ยาง แบ่งเป็น

• ยางธรรมชาติ เกิดจากมอนอเมอร์ ที่เรียกว่า ไอโซพรีน (C_5H_8) จำนวน 1,500 ถึง 150,000 หน่วย มารวมตัวกันทางเคมีเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า พอลิไอโซพรีน มีสมบัติดังนี้

- มีแรงดึงดูดระหว่างโซ่ของพอลิเมอร์สูง จึงทำให้ยางยืดหยุ่น
- ทนต่อแรงดึงทนต่อการขีดถู
- เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี
- ทนน้ำ น้ำมันพืชและสัตว์ แต่ไม่ทนน้ำมันเบนซินและตัวทำละลายอินทรีย์
- เมื่อได้รับความเย็นจะแข็งและเปราะ แต่เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและเหนียว

การปรับปรุงคุณภาพยางธรรมชาติ ทำได้โดย นำยางมาคลุกกับกำมะถันและให้ความร้อนสูง จะทำให้ได้ยางที่มีความคงตัวที่อุณหภูมิต่างๆ ทนต่อแสง ความร้อน และตัวทำละลายได้ดี เรียกว่า กระบวนการวัลคาไนเซชัน ซึ่งค้นพบโดย ชาร์ล กู๊ดเยียร์

- ยางสังเคราะห์ (ยางเทียม) เช่น
 - : ยาง IR (Isoprene Rubber)
 - มีโครงสร้างเหมือนยางธรรมชาติ
 - จุดเด่น คือ มีสิ่งเจือปนน้อย คุณภาพสม่ำเสมอทั้งก้อน มีสีขาว
 - ใช้ทำจุกนมยางและอุปกรณ์การแพทย์
 - : ยาง SBR (Styrene-Butadiene Rubber)
 - ทนทานต่อการขัดถูมาก แต่ทนต่อแรงดึงต่ำ
 - ใช้ทำพื้นรองเท้า สายยาง สายพาน ยางปูพื้น

5.4.3 เส้นใย แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. เส้นใยธรรมชาติ แบ่งเป็น

- เส้นใยจากพืช เป็นสารประเภทเซลลูโลส มีมอนอเมอร์ คือ กลูโคส เช่น ฝ้าย หนุ่น ปอ ป่าน มะพร้าว
- เส้นใยจากสัตว์ เป็นสารประเภทโปรตีน มีมอนอเมอร์ คือ กรดอะมิโน เช่น ไหม ผม ขนสัตว์ต่างๆ
- เส้นใยจากแร่ธาตุ เช่น แร่ใยหิน มีสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ไม่นำไฟฟ้า ทนความร้อนสูง จึงนิยมนำมาทำชุดดับเพลิง กระเบื้องยาง ม่านเวที แต่ใยหินมีอันตรายต่อระบบหายใจ ซึ่งอาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง

2. เส้นใยกึ่งสังเคราะห์

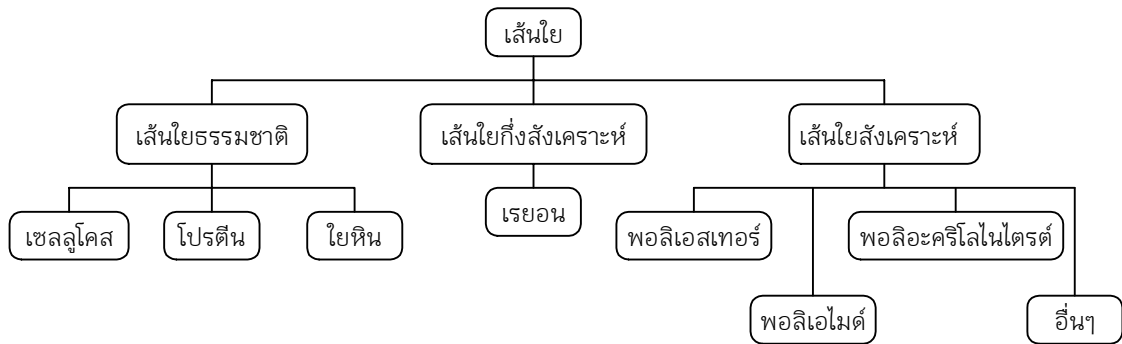
เกิดจาก เป็นการนำเส้นใยธรรมชาติ มาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น

- เส้นใยเซลลูโลสแอซีเตต เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างเซลลูโลสจากพืชกับกรดแอซีติก โดยมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ใช้ผลิตแผ่นพลาสติก ทำแผงสวิตช์และหุ้มสายไฟ
- เส้นใยควิพราโมเนียมเรยอน เตรียมได้จากการนำฝ้าย (เซลลูโลส) มาละลายในสารละลายแอมโมเนีย แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับสารคอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต จะเกิดสารใหม่ มีลักษณะของเหลว เหนียวและข้น เมื่อนำมาอัดผ่านรูเล็กๆ ที่จุ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริก จะได้เส้นใยที่ยาว นำมาย้อมสี และปั่นให้เป็นเส้นที่มีความยาวตามต้องการ

3. เส้นใยสังเคราะห์

เช่น ไนลอน โอรอน ดาครอนหรือโทเรทโทรอน พอลิเอสเตอร์ อะคลิไลนไตรต์ มีสมบัติที่ต่างจากเส้นใยธรรมชาติ ดังนี้

- ไม่ดูดน้ำ ชักง่าย แห้งเร็ว
- ทนเชื้อราและจุลินทรีย์
- ทนต่อสารเคมี
- ไม่ยับง่าย



หมายเหตุ : พอลิเมอร์ ที่ผลิตจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบ่งเป็น

- ไฮโดรคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น พลาสติก ยางสังเคราะห์ เส้นใย
- ไฮโดรคาร์บอนที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2)

เมื่อนำ SiO_2 มาทำปฏิกิริยากับสารอัลคิลคลอไรด์ (RCl) จะได้มอนอเมอร์ ที่นำมาผลิตพอลิเมอร์ที่เรียกว่า ซิลิโคน

ซิลิโคนมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับมอนอเมอร์ตั้งต้น มีลักษณะคล้ายยาง แต่ทนต่อความร้อนและสารเคมีได้ดีกว่า ไม่เปียกน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้า และไม่ทำปฏิกิริยากับร่างกายมนุษย์ จึงนิยมใช้ทำอวัยวะเทียม ทำแบบหล่อผลิตภัณฑ์ ใช้ประสานกระจกกันน้ำ



แบบฝึกหัด

- มอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ A-B-A-B-A-B-A- คืออะไร
1) A 2) B 3) A-B 4) A-B-A
- ข้อใดจับคู่ มอนอเมอร์ : พอลิเมอร์ ไม่ถูกต้อง
1) กรดอะมิโน : โพรตีน 2) ฟรักโทส : เซลลูโลส
3) ไอโซพรีน : ยางธรรมชาติ 4) เตตระฟลูออโรเอทิลีน : เทฟลอน
- ข้อใดไม่ใช่พอลิเมอร์ที่สำคัญในสิ่งมีชีวิต
1) แป้ง 2) ดีเอ็นเอ 3) เซลลูโลส 4) คอเลสเตอรอล
- การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในข้อใดไม่ควรทำ
1) ฤดูร้อนคัดแยกประเภทขยะก่อนทิ้ง
2) มารศรีใช้ถุงผ้าไปจ่ายตลาดแทนการใช้ถุงพลาสติก
3) เกตุวดีนิยมซื้อขนมที่ห่อด้วยใบตองมากกว่าบรรจุในถาดโฟม
4) สุดสงวนนำขวดพลาสติกใสบรรจุน้ำดื่มมาใช้ใส่น้ำอีกหลายครั้ง
- ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของเสื้อผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์
1) ยับยาก 2) ซักง่ายแห้งเร็ว
3) อากาศผ่านได้ดี 4) ทนต่อเชื้อราและจุลินทรีย์อื่นๆ
- ผลิตภัณฑ์ชนิดใดที่ผลิตจากพลาสติกประเภทที่แตกต่างจากชนิดอื่น
1) โฟม 2) กาว 3) อวน 4) ฟิล์มถ่ายภาพ
- พลาสติกชนิดใดมีความเปราะมากที่สุด
1) พอลิสไตรีน 2) พอลิไวนิลคลอไรด์ 3) พอลิเอสเตอร์ 4) พอลิเอทิลีน
- พอลิเมอร์ชนิดใดมีองค์ประกอบหลักแตกต่างจากข้ออื่น
1) เทฟลอน 2) ซิลิโคน 3) เรยอน 4) พลาสติก
- ข้อใดไม่ถูกต้อง
1) พลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกสามารถนำมาแปรรูปใช้ใหม่ได้
2) ยางธรรมชาติ ยืดหยุ่น แต่ไม่ทนความร้อน
3) ยาง IR มีคุณภาพสม่ำเสมอ จึงใช้ทำจุกนมยาง
4) เส้นใยไหม เป็นพอลิเมอร์ประเภทเซลลูโลส
- ข้อใดไม่ใช่พอลิเมอร์ธรรมชาติ
1) กรดนิวคลีอิก 2) พอลิไอโซพรีน 3) พอลิเอทิลีน 4) พอลิแซ็กคาไรด์

เฉลย

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

1. เฉลย 3) A-B

มอนอเมอร์ คือ องค์ประกอบที่มีขนาดเล็กหรือหน่วยย่อย

2. เฉลย 2) ฟรักโทส : เซลลูโลส

เซลลูโลส มีมอนอเมอร์ คือ กลูโคส

3. เฉลย 4) คอเลสเทอรอล

พอลิเมอร์ คือ สารที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากสารขนาดเล็ก (มอนอเมอร์) หลายๆ โมเลกุลมารวมกัน

คอเลสเทอรอล เป็นไขมัน เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมัน 3 โมเลกุลและกลีเซอรอล 1 โมเลกุล จึงไม่ใช่พอลิเมอร์

4. เฉลย 4) สูดสงวนนำขวดพลาสติกใสบรรจุน้ำดื่มมาใช้ใส่น้ำอีกหลายครั้ง

ขวดพลาสติกใสบรรจุน้ำดื่มมาใช้ใส่น้ำอีกหลายๆ ครั้ง อาจทำให้เกิดสารปนเปื้อนและไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อโรคทุกครั้ง

5. เฉลย 3) อากาศผ่านได้ดี

เส้นใยสังเคราะห์มีขนาดเล็ก เมื่อนำมาทอเป็นผืนจะทำให้เส้นใยชิดกันได้มาก ซึ่งจะทำให้อากาศผ่านได้ยาก

6. เฉลย 2) กาว

กาวหรืออีพอกซี เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต ที่มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อน และไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้

7. เฉลย 1) พอลิสไตรีน

พอลิสไตรีน ใช้ทำโฟม จึงมีความเปราะมากที่สุด

2) พอลิไวนิลคลอไรด์ หรือ PVC ใช้ทำท่อน้ำ

3) พอลิเอทเธอร์ ใช้ทำเส้นใย ตัวถังรถ

4) พอลิเอทิลีน ใช้ทำถุงพลาสติก ขวดน้ำ สายยาง

8. เฉลย 2) ซิลิโคน

ซิลิโคนเป็นพอลิเมอร์ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุซิลิคอน จึงไม่ว่องไว และทำปฏิกิริยากับร่างกายมนุษย์

9. เฉลย 4) เส้นใยไหม เป็นพอลิเมอร์ประเภทเซลลูโลส

เส้นใยไหม เป็นเส้นใยจากสัตว์ เป็นพอลิเมอร์ประเภทโปรตีน

10. เฉลย 3) พอลิเอทิลีน

พอลิเอทิลีน เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ประเภทพลาสติก ที่มาจากการสังเคราะห์จากมอนอเมอร์ คือ เอทิลีน ซึ่งได้มาจากแก๊สธรรมชาติ

แนวข้อสอบ

1. ธาตุ X ซึ่งมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น ${}_{37}^{85}X$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนตามระดับพลังงานอย่างไร
 1) 2, 8, 18, 9 2) 2, 8, 18, 8, 1 3) 2, 8, 18, 18, 2 4) 2, 8, 18, 32, 18, 7
2. ข้อใดไม่ใช่โลหะทรานซิชัน
 1) ทองแดง (Cu) 2) แคลเซียม (Ca) 3) โครเมียม (Cr) 4) โคบอลต์ (Co)
3. สารประกอบในข้อใดไม่เกิดพันธะไอออนิก
 1) NaCl 2) KF 3) CaO 4) CO₂
4. เมื่อนำชิ้นสังกะสีใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก วิธีทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นโดยไม่เพิ่มปริมาณสังกะสีและกรดต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง
 ก. ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่ว ข. ให้ผงสังกะสีน้ำหนักเท่ากันแทนชิ้นสังกะสี
 ค. ให้ความร้อน ง. เติมน้ำกลั่นลงไปเท่าตัว
 1) ก., ข. และ ค. เท่านั้น 2) ข., ค. และ ง. เท่านั้น
 3) ก., ค. และ ง. เท่านั้น 4) ก., ข., ค. และ ง.
5. ผลกรดเป็นผลเสียจากการใช้ถ่านหินที่มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุใดสูง
 1) H 2) O 3) S 4) C
6. ข้อใดไม่ใช่สารชีวโมเลกุล
 1) โปรตีน 2) คาร์โบไฮเดรต 3) ไขมัน 4) วิตามิน

จากตารางนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7-8

| กรดไขมัน | สูตรโครงสร้างอย่างง่าย | จุดหลอมเหลว (°C) |
|----------|---|------------------|
| A | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$ | 63 |
| B | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$ | 70 |
| C | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | 13 |
| D | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | -9 |

7. กรดไขมันใดเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ที่รวมตัวกับคอเลสเตอรอล ทำให้เกิดหลอดเลือดอุดตันได้
 1) A 2) D 3) A และ B 4) C และ D
8. หากนำกรดไขมันทั้งสี่มีความเข้มข้น 1 mol/l ปริมาตร 10 cm³ มาอุ่นให้ร้อนและหยดทิ้งเจอร์ไอโอดีนที่ละลาย จนกระทั่งสีของทิ้งเจอร์ไอโอดีนไม่หายไป สารละลายกรดไขมันใดจะใช้จำนวนหยดของทิ้งเจอร์ไอโอดีนมากที่สุด
 1) A 2) B 3) C 4) D

9. ข้อใดถูกต้อง
- 1) สบู่ผลิตการปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของไขมันและน้ำมันกับเบสแก่
 - 2) คอเลสเทอรอลเป็นสารเบื้องต้นของการสร้างวิตามินดี หากผิวหนังได้รับแสงอาทิตย์
 - 3) กรดไขมันอิ่มตัวจากการสลายตัวของน้ำมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สารที่มีกลิ่นเหม็น
 - 4) กรดไขมันที่จำเป็น ซึ่งร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้
10. ข้อใดเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่
- 1) กลูโคส
 - 2) ซูโครส
 - 3) กาแลกโทส
 - 4) ไม่มีข้อใดถูก
11. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของโปรตีนในร่างกายมนุษย์
- 1) เร่งปฏิกิริยา
 - 2) เป็นแหล่งพลังงานหลักของร่างกาย
 - 3) ลำเลียงแก๊สออกซิเจนและสารอาหาร
 - 4) เป็นโครงสร้างและให้ความแข็งแรงของเนื้อเยื่อ
- 12.

| ชนิดของสารอาหาร | สารละลายไอโอดีน | สารละลายเบเนดิกต์ | สารละลาย NaOH ผสมกับ CuSO ₄ |
|-----------------|------------------|-------------------|--|
| A | สีน้ำเงิน | ตะกอนสีแดงอิฐ | สีฟ้า |
| B | สีน้ำตาลอมเหลือง | สีฟ้า | สีม่วง |
| C | สีน้ำเงิน | สีฟ้า | สีฟ้า |
| D | สีน้ำตาลอมเหลือง | ตะกอนสีแดงอิฐ | สีฟ้า |

ถ้านักเรียนต้องดูแลคนไข้ที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 110 mg ต่อเลือด 100 cm³ และมีความดันสูง นักเรียนไม่ควรให้อาหารชนิดใดกับคนไข้

- 1) A เท่านั้น
 - 2) B เท่านั้น
 - 3) D เท่านั้น
 - 4) A และ D
13. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง
- ก. แก๊สโซฮอล์เป็นสารผสมระหว่างน้ำมันเบนซินและเมทานอล
 - ข. แก๊สหุงต้ม หรือ LPG เป็นแก๊สผสมระหว่างโพรเพนและบิวเทน
 - ค. การเผาไหม้ได้สมบูรณ์ จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- 1) ก. และ ข. เท่านั้น
 - 2) ก. และ ค. เท่านั้น
 - 3) ข. และ ค. เท่านั้น
 - 4) ทั้ง ก., ข. และ ค.
14. ข้อใดจับคู่ มอนอเมอร์ : พอลิเมอร์ ไม่ถูกต้อง
- 1) กรดอะมิโน : โปรตีน
 - 2) ฟรักโทส : แป้ง
 - 3) ไอโซพรีน : ยางธรรมชาติ
 - 4) เตตระฟลูออโรเอทิลีน : เทฟลอน
15. ข้อใดเป็นสมบัติที่นิยมใช้ในการจำแนกประเภทของพลาสติก
- 1) ความหนาแน่น
 - 2) ลักษณะการติดไฟ
 - 3) การหลอมขึ้นรูปใหม่
 - 4) การละลายในสารอินทรีย์

เฉลย

1. 2) 2. 2) 3. 4) 4. 1) 5. 3) 6. 4) 7. 3) 8. 4) 9. 2) 10. 2)
11. 2) 12. 4) 13. 3) 14. 2) 15. 3)

1. เฉลย 2) 2, 8, 18, 8, 1

ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ เลขด้านล่าง คือ เลขอะตอม แสดงจำนวนอิเล็กตรอน
ดังนั้น ธาตุ X มี 37 อิเล็กตรอน มีการจัดเรียงเป็น 2, 8, 18, 8, 1

2. เฉลย 2) แคลเซียม (Ca)

แคลเซียม (Ca) เป็นธาตุหมู่ 2

โลหะทรานซิชัน ได้แก่ Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn

3. เฉลย 4) CO₂

สารประกอบที่จะเกิดพันธะไอออนิก จะต้องเกิดจากโลหะกับอโลหะ

4. เฉลย 1) ก., ข. และ ค. เท่านั้น

วิธีทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วหรือช้า มี 5 ปัจจัย ดังนี้

1. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น (เข้มข้น > เจือจาง)
2. พื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้น (ผก > ก้อนใหญ่)
3. อุณหภูมิ (ร้อน > เย็น)
4. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี
5. ธรรมชาติของสาร

5. เฉลย 3) S

ในถ่านหิน จะมีกำมะถัน ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้จะทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน เกิดเป็น
แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และเมื่อแก๊สนี้ไปทำปฏิกิริยากับน้ำ จะเกิดเป็นกรดกำมะถันหรือกรดซัลฟิวริก
ซึ่งเป็นสาเหตุการเกิดฝนกรด

6. เฉลย 4) วิตามิน

สารชีวโมเลกุล จะประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก มี 4 ชนิด
คือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก

7. เฉลย 3) A และ B

กรดไขมัน A และ B เป็นกรดไขมันอิ่มตัว เพราะโมเลกุลมีเฉพาะพันธะเดี่ยว และมี
จุดหลอมเหลวมากกว่า 25°C ซึ่งจะมีสถานะเป็นของแข็ง สามารถรวมตัวกับคอเลสเตอรอล ทำให้เกิดการ
อุดตันในหลอดเลือด

8. เฉลย 4) D

กรดไขมัน D เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากที่สุด เพราะมีพันธะคู่มากที่สุดและมีจุดหลอมเหลวต่ำที่สุด จึงสามารถทำปฏิกิริยากับทิงเจอร์ไอโอดีน โดยใช้จำนวนหยดมากที่สุด

9. เฉลย 2) คอเลสเทอรอลเป็นสารเบื้องต้นของการสร้างวิตามินดี หากผิวหนังได้รับแสงอาทิตย์

- 1) สบู่ เกิดจาก ปฏิกิริยาสะaponิฟิเคชัน
- 3) การหมิ่นหืน เกิดจาก กรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน
- 4) กรดไขมันที่จำเป็น ต้องมีพันธะคู่ตั้งแต่ 2 ตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้

10. เฉลย 2) ซูโครส

น้ำตาลโมเลกุลคู่ ได้แก่ มอลโทส ซูโครส แลกโทส

11. เฉลย 2) เป็นแหล่งพลังงานหลักของร่างกาย

แหล่งพลังงานหลักของร่างกาย คือ คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้งและน้ำตาล

โปรตีน เป็นส่วนประกอบของ เนื้อเยื่อ ฮอร์โมน เอนไซม์ (เร่งปฏิกิริยา) เลือด (ลำเลียงแก๊สออกซิเจนและสารอาหาร) และภูมิคุ้มกัน

12. เฉลย 4) A และ D

สารละลายไอโอดีน ใช้ทดสอบแป้ง จะได้สีน้ำเงิน

สารละลายเบเนดิกต์ ใช้ทดสอบน้ำตาล จะได้ตะกอนสีแดงอิฐ

สารละลาย CuSO_4 ใน NaOH ใช้ทดสอบโปรตีน จะได้สีม่วง

ดังนั้น คนไข้คนนี้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง จึงควรงดน้ำตาล

13. เฉลย 3) ข. และ ค. เท่านั้น

แก๊สโซฮอล์เป็นสารผสมระหว่างน้ำมันเบนซินกับเอทานอล

14. เฉลย 2) พรักโทส : แป้ง

มอนอเมอร์ คือ สารที่เป็นหน่วยย่อย ซึ่งเมื่อรวมตัวกันทางเคมีมากขึ้นๆ จะกลายเป็นสารที่มีขนาดใหญ่ เรียกว่า พอลิเมอร์ ดังนั้น มอนอเมอร์ของแป้ง คือ กลูโคส

15. เฉลย 3) การหลอมขึ้นรูปใหม่

พลาสติก แบ่งเป็น 2 ประเภท

- เทอร์มอพลาสติก เป็นพลาสติกที่หลอมได้ และสามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้
- เทอร์โมเซต เป็นพลาสติกที่หลอมไม่ได้ จึงไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้



BRANDS ซัมเมอร์แคมป์ ปีที่ 26

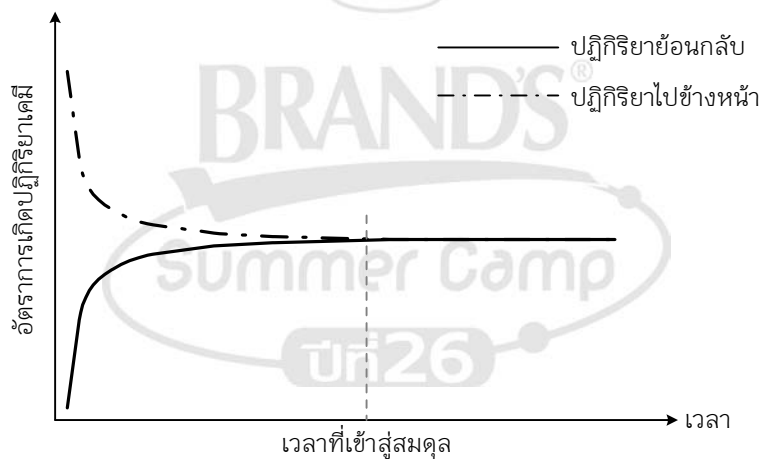


เอกสารประกอบคำบรรยาย
วิชา **PAT 2**
เคมี

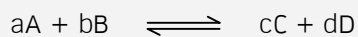
โดย ผศ.ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ

สมดุลเคมี

ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (Reversible Reaction) คือ ปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไปเป็นสารตั้งต้นได้ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ไม่สมบูรณ์ แต่จะเป็นของผสมของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ตลอดเวลาเมื่อเริ่มเกิดปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะสูง ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเล็กน้อยอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าต่ำ แต่เมื่อเวลาผ่านไปเมื่อถึงที่สุดอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเท่ากัน ณ จุดนี้จะทำให้ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ และสารตั้งต้นคงที่ เรียกจุดนี้ว่าจุดสมดุล



ที่สภาวะสมดุล



$$K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

K_{eq} = ค่าคงที่สมดุล (Equilibrium Constant) เป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิคงที่หนึ่งๆ

การคำนวณค่าคงที่สมดุล

1. สารละลายใช้หน่วยเป็นโมลาร์
2. ของแข็ง และของเหลวที่ไม่ละลายในปฏิกิริยา ไม่มีความเข้มข้น : ไม่ต้องนำมาคำนวณค่าคงที่สมดุลเคมี
3. ตัวทำละลายมีความเข้มข้นสูงประมาณได้ว่าคงที่ตลอดปฏิกิริยา : เป็นค่าคงที่รวมอยู่ในค่า K_{eq}
4. แก๊สใช้ความดันแทนได้ตามสมการ $P = CRT$
 ดังนั้นจะได้ว่า $K_p = K_c(RT)^{(b-a)}$
 หรือ $K_c = K_p(RT)^{(a-b)}$

ตัวอย่างการคำนวณค่าคงที่สมดุลเคมี

ตัวอย่างที่ 1 ที่ 25°C หาก I_2 และ Cl_2 ทำปฏิกิริยาในภาชนะปิดได้ ICl ด้วยค่า $K_p = 81$
 ถ้าเริ่มต้นจาก I_2 และ Cl_2 อย่างละ 0.1 atm จะได้ ICl ที่สภาวะสมดุลเท่ากับเท่าไร

| | $\text{I}_2(\text{g})$ | + | $\text{Cl}_2(\text{g})$ | \rightleftharpoons | $2\text{ICl}(\text{g})$ |
|-----------------------|------------------------|---|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| ความดันเริ่มต้น (atm) | 0.1 | | 0.1 | | 0 |
| ความดันที่เปลี่ยนไป | -a | | -a | | +2a |
| ความดันที่สมดุล | $0.1 - a$ | | $0.1 - a$ | | 2a |

$$K_p = \frac{P_{\text{ICl}}^2}{P_{\text{I}_2} \cdot P_{\text{Cl}_2}}$$

จะได้ว่า $81 = \frac{(2a)^2}{(0.1 - a) \cdot (0.1 - a)}$

ถอดรากที่สองทั้งสองสมการ $9 = \frac{2a}{(0.1 - a)}$

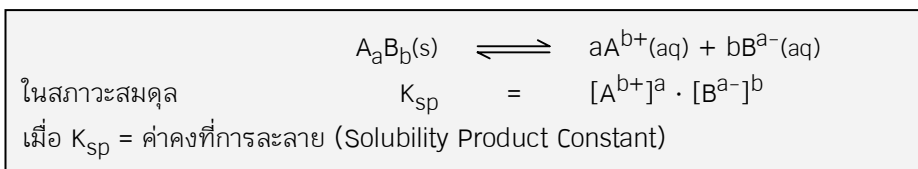
$$a = 0.08$$

| | $\text{I}_2(\text{g})$ | + | $\text{Cl}_2(\text{g})$ | \rightleftharpoons | $2\text{ICl}(\text{g})$ |
|-----------------|------------------------|---|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| ความดันที่สมดุล | $0.1 - a$ | | $0.1 - a$ | | 2a |
| คิดเป็น | 0.02 | | 0.02 | | 0.16 |

(ตอบ $P_{\text{ICl}} = 0.16 \text{ atm}$)

การละลายของตะกอน

เกลือไอออนิกบางชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำมากจึงพบว่าเป็นตะกอนค้างอยู่ เมื่อเกิดการละลายและแตกตัวออกเป็นไอออนบวกและลบแล้ว ไอออนทั้งสองชนิดกลับมาจับตัวกันตกเป็นตะกอนใหม่



ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับการละลายของตะกอน

ตัวอย่างที่ 1 ที่ 25°C BaCO₃ มี K_{sp} = 8.1 × 10⁻⁹ นำ BaCO₃ หนัก 3.94 มก. ละลายในน้ำ 100 ลบ.ซม. ในสารละลายจะมี Ba²⁺ อยู่ที่ ppm (มวลอะตอมเฉลี่ยของ Ba = 137, O = 16 และ C = 12)

| | BaCO ₃ (s) | ⇌ | Ba ²⁺ (aq) | + | CO ₃ ²⁻ (aq) |
|-------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---|------------------------------------|
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | ไม่คิด | | 0 | | 0 |
| ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป | ไม่คิด | | +a | | +a |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด | | a | | a |

จากสมการค่า K_{sp} จะได้ว่า

$$8.1 \times 10^{-9} = a^2$$

ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า

$$a = 9 \times 10^{-5}$$

สารละลาย 10³ ลบ.ซม. มี Ba²⁺ ละลายอยู่ = 9 × 10⁻⁵ โมล

สารละลาย 10⁶ ลบ.ซม. มี Ba²⁺ ละลายอยู่ = 9 × 10⁻² โมล

Ba²⁺ จำนวน 1 โมล มีน้ำหนัก = 137 กรัม

Ba²⁺ จำนวน 9 × 10⁻² โมล มีน้ำหนัก = (9 × 10⁻² × 137) กรัม

ดังนั้นความเข้มข้นของ Ba²⁺ เท่ากับ 12.33 ppm

ตัวอย่างที่ 2 จากตัวอย่างที่ 1 หากนำ BaCO₃ ดังกล่าวไปละลายในสารละลาย Na₂CO₃ เข้มข้น 10 mM ปริมาตร 100 ลบ.ซม. ความเข้มข้นของ Ba²⁺ ในสารละลายจะเท่ากับกี่ ppm

| จากการละลาย Na ₂ CO ₃ | Na ₂ CO ₃ (s) | → | 2Na ⁺ (aq) | + | CO ₃ ²⁻ (aq) |
|---|-------------------------------------|---|-----------------------|---|------------------------------------|
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.01 | | 0.00 | | 0.00 |
| ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป | -0.01 | | +0.02 | | +0.01 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0.01 | | 0.02 | | 0.01 |

CO₃²⁻ ที่ได้มานั้นจะเข้าไปรบกวนการละลายของ BaCO₃ ดังนี้

| | BaCO ₃ (s) | ⇌ | Ba ²⁺ (aq) | + | CO ₃ ²⁻ (aq) |
|-------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---|------------------------------------|
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | ไม่คิด | | 0 | | 0.01 |
| ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป | ไม่คิด | | +a | | +a |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด | | a | | 0.01 + a |

เนื่องจากค่า K_{sp} มีค่าน้อยมาก แสดงว่าแตกตัวได้น้อย ทำให้ประมาณได้ว่า (0.01 + a) ≈ 0.01 จะได้ว่า

$$8.1 \times 10^{-9} = (0.01)(a)$$

ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า

$$a = 8.1 \times 10^{-7} \text{ ซึ่ง } (0.01 + a) \approx 0.01 \text{ จริง}$$

สารละลาย 10³ ลบ.ซม. มี Ba²⁺ ละลายอยู่ = 8.1 × 10⁻⁷ โมล

สารละลาย 10⁶ ลบ.ซม. มี Ba²⁺ ละลายอยู่ = 8.1 × 10⁻⁴ โมล

Ba²⁺ จำนวน 8.1 × 10⁻⁴ โมล มีน้ำหนัก = (8.1 × 10⁻⁴ × 137) กรัม

คิดเป็นน้ำหนัก = 1.11 กรัม

ตัวอย่างที่ 3 จากตัวอย่างที่ 1 นำ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปริมาตร 50 ลบ.ซม. ผสมสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.4 โมลาร์ ปริมาตร 50 ลบ.ซม. สารละลายใหม่จะมี Ba^{2+} ในสารละลายกี่ nM

| การละลายของ Na_2CO_3 | $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ | \longrightarrow | $2\text{Na}^+(\text{aq})$ | + | $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ |
|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------|---|-------------------------------|
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.4 | | 0.0 | | 0.0 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0.0 | | 0.8 | | 0.4 |

สารละลาย 10³ ลบ.ซม. มี CO_3^{2-} ละลายอยู่ = 0.4 โมล

สารละลาย 50 ลบ.ซม. มี CO_3^{2-} ละลายอยู่ = $(50 \times 0.4) \div 1000$ โมล

| การละลายของ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ | \longrightarrow | $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$ | + | $2\text{NO}_3^-(\text{aq})$ |
|--|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.2 | | 0.0 | | 0.0 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0.0 | | 0.2 | | 0.4 |

สารละลาย 10³ ลบ.ซม. มี Ba^{2+} ละลายอยู่ = 0.2 โมล

สารละลาย 50 ลบ.ซม. มี Ba^{2+} ละลายอยู่ = $(50 \times 0.2) \div 1000$ โมล

= 0.01 โมล

เมื่อผสมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน จะเกิดเป็นตะกอนของ BaCO_3 ตามสมการต่อไปนี้

| | $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$ | + | $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ | \longrightarrow | $\text{BaCO}_3(\text{s})$ |
|----------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|-------------------|---------------------------|
| ปริมาณเริ่มต้น (โมล) | 0.01 | | 0.02 | | 0.00 |
| ปริมาณสุดท้าย | 0.00 | | 0.01 | | 0.01 |

เนื่องจากสารละลายผสมมีปริมาตร = 50 + 50 = 100 ลบ.ซม.

สารละลาย 100 ลบ.ซม. มี CO_3^{2-} เหลืออยู่ = 0.01 โมล

ถ้า สารละลาย 1000 ลบ.ซม. จะมี CO_3^{2-} ละลายอยู่ = 0.1 โมล

CO_3^{2-} ที่ได้มานั้นจะเข้าไปรบกวนการละลายของตะกอน BaCO_3 ที่เกิดขึ้นมาดังนี้

| | $\text{BaCO}_3(\text{s})$ | \rightleftharpoons | $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$ | + | $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | ไม่คิด | | 0 | | 0.1 |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด | | a | | 0.1 + a |

เนื่องจาก K_{sp} มีค่าน้อย ทำให้ประมาณได้ว่า $(0.1 + a) \approx 0.1$ จากสมการค่า K_{sp} จะได้ว่า

$$8.1 \times 10^{-9} = (0.1)(a)$$

ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า

$$a = 8.1 \times 10^{-8} \text{ ซึ่ง } (0.1 + a) \approx 0.1 \text{ จริง}$$

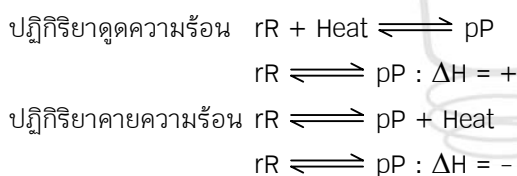
ดังนั้นสารละลายสุดท้ายจะมีความเข้มข้นของ Ba^{2+} เท่ากับ 8.1×10^{-8} โมลาร์ หรือคิดเป็น 81 nM

การรบกวนสมดุลตามหลักของ Le Châtelier

สมดุลเคมีถูกรบกวนได้ แต่จะผันตัวเองเข้าสู่สภาวะสมดุลใหม่ โดยมีค่า K_{eq} เท่าเดิม ถ้าอุณหภูมิคงที่ ถ้าสารละลายไม่อยู่ในสภาวะสมดุล อัตราส่วนความเข้มข้นนี้จะแทนด้วยค่า Q

| | | |
|---|--|--------------------------------|
| $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ | | |
| ในสภาวะสมดุล $K_{eq} = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ นอกสภาวะสมดุล $Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ | | |
| ถ้าค่า $Q > K_{eq}$ | ผลิตภัณฑ์ที่มีมากไป สารตั้งต้นมีน้อยไป
ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดเร็วไป ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดช้าไป | เคลื่อนไปซ้ายเพื่อเข้าสู่สมดุล |
| ถ้าค่า $Q < K_{eq}$ | ผลิตภัณฑ์มีน้อยไป สารตั้งต้นมีมากไป
ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดช้าไป ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดเร็วไป | เคลื่อนไปขวาเพื่อเข้าสู่สมดุล |

| การรบกวนสมดุล | ค่า Q | การเคลื่อนตัวเพื่อเข้าสู่สมดุล |
|--------------------------|--------------|--------------------------------------|
| เพิ่ม [A] และ / หรือ [B] | $Q < K_{eq}$ | $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ |
| ลด [C] และ / หรือ [D] | | |
| ลด [A] และ / หรือ [B] | $Q > K_{eq}$ | $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ |
| เพิ่ม [C] และ / หรือ [D] | | |



| การรบกวนสมดุล | ความร้อน | ค่า K_{eq} ใหม่ | การเคลื่อนตัวเพื่อเข้าสู่สมดุล |
|---------------|-------------|-------------------|--------------------------------|
| เพิ่มอุณหภูมิ | ดูดความร้อน | เพิ่มขึ้น | $rR \rightleftharpoons pP$ |
| | คายความร้อน | ลดลง | $rR \rightleftharpoons pP$ |
| ลดอุณหภูมิ | ดูดความร้อน | ลดลง | $rR \rightleftharpoons pP$ |
| | คายความร้อน | เพิ่มขึ้น | $rR \rightleftharpoons pP$ |

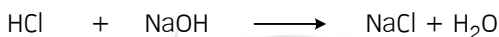
กรด-เบส

ทฤษฎีกรด-เบสของ Arrhenius เสนอโดย Svante August Arrhenius ชาวสวีเดน ในปี 1884 ให้นิยามกรดและเบสไว้ดังต่อไปนี้ว่า

กรด : สารที่แตกตัวให้ H^+ ในน้ำ

เบส : สารที่แตกตัวให้ OH^- ในน้ำ

ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส



กรด

เบส

ความแรงของกรดและเบส

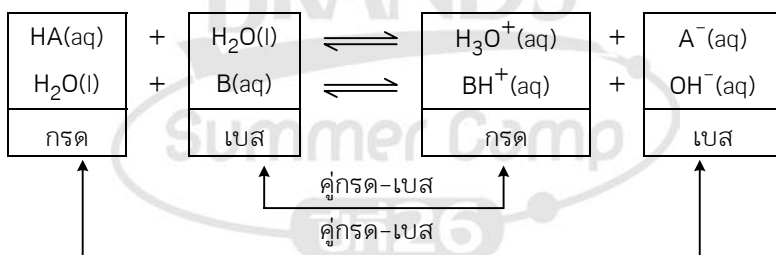
ความแรงของกรดและเบส ขึ้นอยู่กับความเสถียรของ A^- และ B^+ ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประจุ ถ้ามีความหนาแน่นประจุมากก็จะจับตัวกับประจุตรงข้ามได้ดี

กรดไฮโดรที่มีขนาดใหญ่จะเป็นกรดแก่ เพราะแตกตัวได้ A^- ที่เสถียร

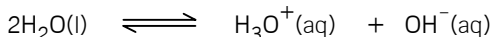
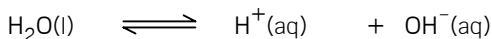
กรดออกซีที่มีออกซิเจนมากจะเป็นกรดแก่ เพราะแตกตัวแล้ว Resonance ได้มาก คือ พันธะ $A=O$ มาก

| | | | | | | |
|-----------------|----------|----------|---------|----------|-----------|--------|
| ความแรงของกรด : | | | | | | |
| กรดไฮโดร : | HI | HBr | HCl | H_2Te | HF | H_2S |
| กรดออกซี : | $HClO_4$ | $HClO_3$ | HIO_3 | $HClO_2$ | H_2CO_3 | HClO |

คูกรดและคูเบสของกรดและเบสอ่อน

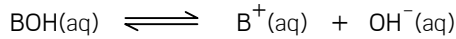


การแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ



$$K_w = [H^+][OH^-] = [H_3O^+][OH^-]$$

ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K_b = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]}$$

กำหนดให้ $\text{pX} = -\log X$ ดังนั้นจะได้ว่า

| | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| $-\log(K_w) = \text{p}K_w = 14$ | $-\log(K_a) = \text{p}K_a$ | $-\log(K_b) = \text{p}K_b$ |
| | $-\log[\text{H}^+] = \text{pH}$ | $-\log[\text{OH}^-] = \text{pOH}$ |

เมื่อทราบสมมูลด้วย H^+ จากกรด หรือ OH^- จากเบส เป็นผลให้ค่า pH และ pOH เปลี่ยนไป ดังต่อไปนี้

| | |
|-----------------------|---|
| ในสารละลายกรด | $\text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด $> 10^{-7}$ $< 10^{-7}$ |
| $-\log$ (ความเข้มข้น) | < 7 > 7 |
| | $\therefore \text{pH} < 7$ $\therefore \text{pOH} > 7$ |

| | |
|-----------------------|---|
| ในสารละลายเบส | $\text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด $< 10^{-7}$ $> 10^{-7}$ |
| $-\log$ (ความเข้มข้น) | > 7 < 7 |
| | $\therefore \text{pH} > 7$ $\therefore \text{pOH} < 7$ |

ตัวอย่างที่ 1 ค่า pH และ pOH ของสารละลายกรด NaOH เข้มข้น 10 โมลาร์ มีค่าเท่ากับเท่าไร

| | |
|-------------------------|---|
| | $\text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 10 0 0 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0 10 10 |

OH^- ที่ได้มานั้นจะเข้าไปรบกวนการแตกตัวของ H_2O ดังนี้

| | |
|-------------------------|---|
| | $\text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | ไม่คิด 0 10 |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด a 10 + a |

เนื่องจากค่า K_w มีค่าน้อยมาก แสดงว่าแตกตัวได้น้อย ทำให้ประมาณได้ว่า $(10 + a) \approx 10$

จากสมการค่า K_w จะได้ว่า $10^{-14} = (10)(a)$
 ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า $a = 10^{-15}$ ซึ่ง $(10 + a) \approx 10$ จริง

| | | | | | |
|-----------------------|-----------|----------------------|----------------------|---|-----------------------|
| | $H_2O(l)$ | \rightleftharpoons | $H^+(aq)$ | + | $OH^-(aq)$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | ไม่คิด | | 10^{-15} | | 10 |
| $-\log$ (ความเข้มข้น) | | | 15 | | -1 |
| | | | $\therefore pH = 15$ | | $\therefore pOH = -1$ |

ตัวอย่างที่ 2 ค่า pH และร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อน HA เข้มข้น C โมลาร์ มีค่าเท่ากับเท่าไร ถ้าค่าคงที่การแตกตัวของกรดนี้มีค่าน้อยมาก และเท่ากับ K_a

| | | | | | |
|-------------------------|----------|----------------------|-----------|---|-----------|
| | $HA(aq)$ | \rightleftharpoons | $H^+(aq)$ | + | $A^-(aq)$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | C | | 0 | | 0 |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | C - a | | a | | a |

เนื่องจากค่า K_a มีค่าน้อยมาก แสดงว่าแตกตัวได้น้อย ทำให้ประมาณได้ว่า $(C - a) \approx C$

$$K_a = \frac{(a)^2}{C}$$

$$a = \sqrt{K_a C}$$

ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า

| | | | | | |
|---------------------|----------|----------------------|----------------|---|----------------|
| | $HA(aq)$ | \rightleftharpoons | $H^+(aq)$ | + | $A^-(aq)$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | C | | $\sqrt{K_a C}$ | | $\sqrt{K_a C}$ |

กรดอ่อนที่มีค่าคงที่การแตกตัว K_a มีความเข้มข้น C จะมี

$$\text{ค่า pH} = -\log \sqrt{K_a C}$$

$$\text{ร้อยละการแตกตัว} = 100 \times \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

ตัวอย่างที่ 3 สารละลายผสมกรดอ่อน HA เข้มข้น 1 โมลาร์กับ HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จะมีค่า pH และค่าความเข้มข้นของ A^- ในสารละลายที่สมดุลมีค่าเท่ากับเท่าไร ถ้าค่าคงที่การแตกตัวของกรดนี้มีค่าเท่ากับ 10^{-6}

| | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------------|-----------|---|------------|
| | $HCl(aq)$ | \longrightarrow | $H^+(aq)$ | + | $Cl^-(aq)$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.1 | | 0.0 | | 0.0 |
| ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป | -0.1 | | +0.1 | | +0.1 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0.0 | | 0.1 | | 0.1 |

| | | | | | |
|-------------------------|---------|----------------------|---------------------|---|---------------------|
| HA ถูกปรับด้วย HCl | HA(aq) | \rightleftharpoons | H ⁺ (aq) | + | A ⁻ (aq) |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 1.0 | | 0.1 | | 0.0 |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | 1.0 - a | | 0.1 + a | | a |

เนื่องจากค่า K_a มีค่าน้อยมาก แสดงว่าแตกตัวได้น้อย ทำให้ประมาณได้ว่า $(0.1 + a) \approx 0.1$
และ $(1.0 - a) \approx 1.0$

$$10^{-6} = 0.1a \div 1$$

ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า

$$a = 10^{-5} \quad \text{ซึ่ง } (0.1 + a) \approx 0.1 \text{ จริง}$$

$$\text{และ } (1.0 - a) \approx 1.0 \text{ จริง}$$

| | | | | | |
|---------------------|--------|----------------------|---------------------|---|---------------------|
| | HA(aq) | \rightleftharpoons | H ⁺ (aq) | + | A ⁻ (aq) |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | 1.0 | | 0.1 | | 10^{-5} |

ดังนั้น $\text{pH} = -\log(0.1) = 1$

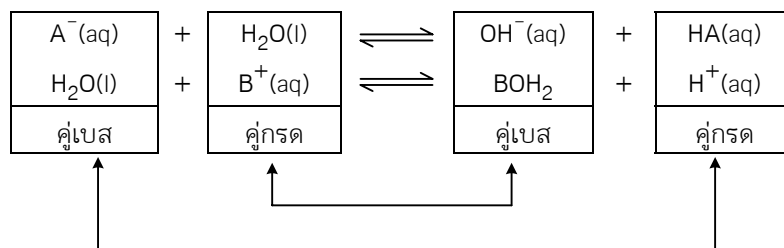
ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส



ความเป็นกรดและเบสของเกลือเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยา Hydrolysis ของไอออนบวกและไอออนลบของเกลือ

| ความแรงของกรด | ความแรงของเบส | ความเป็นกรด-เบสของเกลือ |
|---------------|---------------|-------------------------|
| กรดแก่ | เบสแก่ | กลาง |
| กรดแก่ | เบสอ่อน | กรดอ่อน |
| กรดอ่อน | เบสแก่ | เบสอ่อน |
| กรดอ่อน | เบสอ่อน | กลาง ($K_a = K_b$) |
| | | กรด ($K_a > K_b$) |
| | | เบส ($K_a < K_b$) |

ปฏิกิริยา Hydrolysis ของเกลือ ค่าคงที่ปฏิกิริยา Hydrolysis



$$K_H(A^-) = \frac{[OH^-][HA]}{[A^-]}$$

$$K_H(B^+) = \frac{[H^+][BOH]}{[B^+]}$$

$$K_H(A^-) = \frac{K_w}{K_a} \quad \text{และ} \quad K_H(B^+) = \frac{K_w}{K_b}$$

ตัวอย่างที่ 4 pH ของ CH_3CO_2Na เข้มข้น 0.5 โมลาร์ มีค่าเท่ากับเท่าไร ถ้า K_a ของ $CH_3CO_2H = 1.8 \times 10^{-5}$

| | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|---|------------|
| | $CH_3CO_2Na(aq)$ | \longrightarrow | $CH_3CO_2^-(aq)$ | + | $Na^+(aq)$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.5 | | 0.0 | | 0.0 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0.0 | | 0.5 | | 0.5 |

| | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|---|-----------|----------------------|-----------------|---|------------|
| | $CH_3CO_2^-(aq)$ | + | $H_2O(l)$ | \rightleftharpoons | $CH_3CO_2H(aq)$ | + | $OH^-(aq)$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.5 | | ไม่คิด | | 0.0 | | 0.0 |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | 0.5 - a | | ไม่คิด | | a | | a |

เนื่องจากค่า K_H มีค่าน้อยมาก แสดงว่าแตกตัวได้น้อย ทำให้ประมาณได้ว่า $(0.5 - a) \approx 0.5$

จากสมการค่า $K_H = K_w \div K_a$ จะได้ว่า

$$(10^{-14}) \div (1.8 \times 10^{-5}) = (a)^2 \div 0.5$$

$$(10^{-8}) \div 36 = a^2$$

ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า

$$a = (1/6) \times 10^{-4} \quad \text{ซึ่ง} \quad (0.5 - a) \approx 0.5 \quad \text{จริง}$$

| | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|---|-----------|----------------------|------------------------|---|------------------------|
| | $CH_3CO_2^-(aq)$ | + | $H_2O(l)$ | \rightleftharpoons | $CH_3CO_2H(aq)$ | + | $OH^-(aq)$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | 0.5 | | ไม่คิด | | $(1/6) \times 10^{-4}$ | | $(1/6) \times 10^{-4}$ |
| $-\log(\text{ความเข้มข้น})$ | | | | | | | $4 - \log(1/6)$ |

$$\therefore pOH = 3.22$$

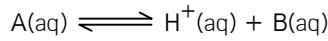
$$\therefore pH = 10.78$$

Buffer สำหรับระบบ กรด-เบส

คือ สารละลายที่สามารถควบคุม pH ให้ค่าคงที่ได้ แสดงว่าระบบกำจัด H^+ ที่เข้ามาหรือควบคุมได้ด้วยเบสที่อยู่ในระบบ และกำจัด OH^- ที่เข้ามาหรือควบคุมได้ด้วยกรดที่อยู่ในระบบ ดังนั้น

Buffer คือ สารละลายผสม HA / A^- หรือ สารละลายผสม BOH / B^+

pH ของ Buffer สำหรับระบบกรด-เบส



หาก A เป็นกรดอ่อน HA แล้ว B จะเป็นไอออน A^- ซึ่งเป็นคู่เบส

หาก B เป็นเบสอ่อน BOH แล้ว A จะเป็นไอออน B^+ ซึ่งเป็นคู่กรด

| | | | | | |
|-------------------------|---------|----------------------|-----------|---|---------|
| | $A(aq)$ | \rightleftharpoons | $H^+(aq)$ | + | $B(aq)$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | a | | 0.0 | | b |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | a - c | | c | | b + c |

เนื่องจากค่า K มีค่าน้อยมาก ทำให้ประมาณได้ว่า $(a - c) \approx a$ และ $(b + c) \approx b$

$$K = bc \div a$$

ดังนั้นจะหาค่า $[H^+]$ ได้ว่า

$$c = K \times \frac{a}{b}$$

| | | | | | |
|---------------------|---------|----------------------|------------------------|---|---------|
| | $A(aq)$ | \rightleftharpoons | $H^+(aq)$ | + | $B(aq)$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | a | | $K \times \frac{a}{b}$ | | b |

$$pH = -\log\left(K \times \frac{a}{b}\right)$$

ตัวอย่างที่ 5 ผสมกรดอ่อน HA เข้มข้น 2.0 โมลาร์ กับ NaOH เข้มข้น 0.4 โมลาร์ ชนิดละ 100 ลบ.ซม.

สารละลายที่ได้มี pH เท่าไร ถ้า K_a ของ HA เท่ากับ 10^{-4} (กำหนดให้ $\log 4 = 0.6$)

| | | | | |
|-------------------|-------------|-----------|-------------------------------------|-----|
| สารละลาย HA | 1000 ลบ.ซม. | มี HA | อยู่ = 2.0 | โมล |
| ถ้า สารละลาย HA | 100 ลบ.ซม. | จะมี HA | อยู่ = $(2.0 \times 100) \div 1000$ | โมล |
| | | | = 0.2 | โมล |
| สารละลาย NaOH | 1000 ลบ.ซม. | มี NaOH | อยู่ = 0.4 | โมล |
| ถ้า สารละลาย NaOH | 100 ลบ.ซม. | จะมี NaOH | อยู่ = $(0.4 \times 100) \div 1000$ | โมล |
| | | | = 0.04 | โมล |

| | | | | | | | |
|----------------------|----------|---|------------|-------------------|-----------|---|------------|
| | $HA(aq)$ | + | $NaOH(aq)$ | \longrightarrow | $NaA(aq)$ | + | $H_2O(aq)$ |
| ปริมาณเริ่มต้น (โมล) | 0.20 | | 0.04 | | 0.00 | | 0.00 |
| ปริมาณหลังปฏิกิริยา | 0.16 | | 0.00 | | 0.04 | | 0.04 |

| | | | | |
|-----------------|-------------|----------|--------------------------------------|--------|
| สารละลายผสม | 200 ลบ.ซม. | มี HA | อยู่ = 0.16 | โมล |
| ถ้า สารละลายผสม | 1000 ลบ.ซม. | จะมี HA | อยู่ = $(0.16 \times 1000) \div 200$ | โมล |
| | | | = 0.8 | โมลาร์ |
| สารละลายผสม | 200 ลบ.ซม. | มี NaA | อยู่ = 0.04 | โมล |
| ถ้า สารละลายผสม | 1000 ลบ.ซม. | จะมี NaA | อยู่ = $(0.04 \times 1000) \div 200$ | โมล |
| | | | = 0.2 | โมลาร์ |

| | |
|-------------------------|---|
| | $\text{NaA(aq)} \longrightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$ |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.2 0.0 0.0 |
| ความเข้มข้นสุดท้าย | 0.0 0.2 0.2 |

| | |
|------------------------------|--|
| | $\text{HA(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$ |
| HA ถูกרבกวณด้วย A^- | |
| ความเข้มข้นเริ่มต้น (M) | 0.8 0.0 0.2 |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | $0.8 - a$ a $0.2 + a$ |

เนื่องจากค่า K_a มีค่าน้อยมาก แสดงว่าแตกตัวได้น้อย ทำให้ประมาณได้ว่า $(0.8 - a) \approx 0.8$
และ $(0.2 + a) \approx 0.2$

จากสมการค่า K_a จะได้ว่า $10^{-4} = (0.2)a \div (0.8)$
ดังนั้นจะหาค่า a ได้ว่า $a = 4 \times 10^{-4}$ ซึ่ง $(0.8 - a) \approx 0.8$ จริง
และ $(0.2 + a) \approx 0.2$ จริง

| | |
|---------------------|--|
| | $\text{HA(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$ |
| ความเข้มข้นที่สมดุล | 0.8 4×10^{-4} 0.2 |

ดังนั้น $\text{pH} = -\log(4 \times 10^{-4}) = 4 - \log 4 = 3.4$

Indicator สำหรับระบบกรด-เบส

คือ สารละลายที่ตอบสนองต่อความเป็นกรด หรือเบสได้ ซึ่งแสดงว่า indicator มีฤทธิ์เป็นกรดหรือเบสด้วย เพื่อทำปฏิกิริยากับ H^+ และ OH^- ได้ โดยคู่กรด-คู่เบสของ indicator มีสีที่แตกต่างกัน

กำหนดให้ HIn เป็นแทน indicator รูปกรด และ In^- แทนรูปเบส



$$K_{\text{In}} = \frac{[\text{H}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

| อัตราส่วนความเข้มข้น | สีที่แสดง |
|---|---------------------|
| $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} > 10$ | สีของ HIn |
| $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} < 10$ | สีของ In^- |
| $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} \approx 10$ | สีผสม |

จากสมการค่า K_{In} จะได้ว่า

$$K_{In} = \frac{[H^+][In^-]}{[HIn]}$$

จะแสดงสีของ HIn เด่นชัดเมื่อ

$$[H^+] > 10K_{In}$$

หรือ เมื่อใส่ $-\log$ เข้าไปจะได้ว่า

$$pH < pK_{In} + 1$$

จะแสดงสีของ In^- เด่นชัดเมื่อ

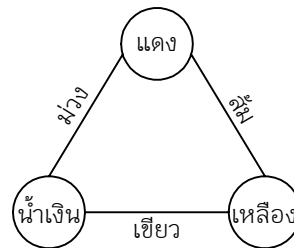
$$[H^+] < 0.1K_{In}$$

หรือ เมื่อใส่ $-\log$ เข้าไปจะได้ว่า

$$pH > pK_{In} + 1$$

$$pH \text{ range} = pK_{In} \pm 1$$

สีผสมที่ได้จาก Indicator ในรูปคู่กรดและคู่เบสต่างๆ กัน
จะได้ออกมาดังวงจรสีที่แสดงทางด้านขวามือนี้



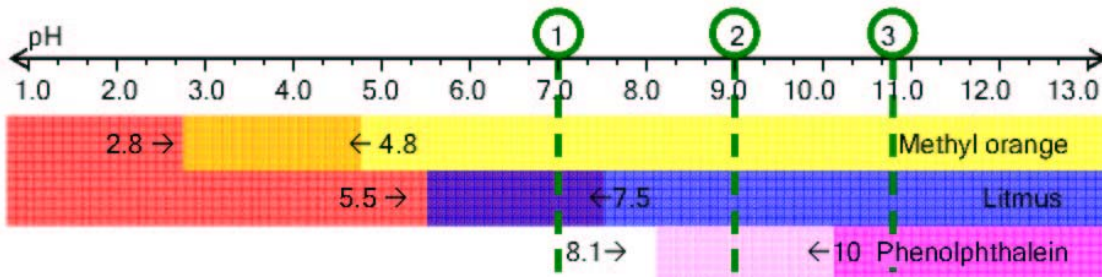
ตัวอย่างที่ 6 indicator สำหรับกรด-เบส สามชนิดมีค่า pK_{In} และสีของคู่กรดและคู่เบส ดังแสดง
ในตารางด้านล่าง ถ้าหยด indicator ต่างๆ ลงในสารละลายต่อไปนี้ จะได้สีอะไรบ้าง

1. $pH = 7.0$

2. $pH = 9.0$

3. $pH = 10.8$

| Indicator | pK_{In} | สีของคู่กรด | สีของคู่เบส |
|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| Methyl orange | 3.8 | แดง | เหลือง |
| Litmus | 6.5 | แดง | น้ำเงิน |
| Phenolphthalein | 9.1 | ไม่มีสี | บานเย็น |



แบบฝึกหัด

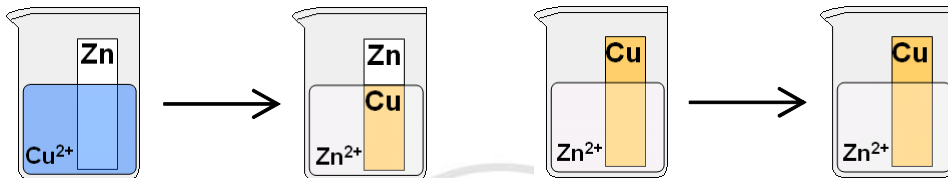
1. ข้อใดถือเป็นคู่กรดของ HPO_4^{2-}
 - 1) H_3PO_4
 - 2) H_2PO_4^-
 - 3) PO_4^{3-}
 - 4) ทั้งข้อ 1) และ 2)
2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - 1) ค่า K_w มีค่าเท่ากับ 10^{-14} เสมอ
 - 2) สารละลาย pH 8 มีค่า pOH เท่ากับ 6 เสมอ
 - 3) สารละลายกรดแก่ที่สุดจะมีค่า pH = 0
 - * 4) pH ของสารละลายขึ้นกับอุณหภูมิด้วย
3. สารละลาย NaOH เข้มข้น 10^{-8} โมลาร์ จะมีค่า pH เท่ากับเท่าไร
 - 1) 8
 - 2) 7.02
 - 3) 7
 - 4) 6
4. ค่า pH ของสารละลายเกลือ NaA เข้มข้น 0.1 โมลาร์มีค่าเท่ากับเท่าไร ถ้าค่า K_a ของกรด HA มีค่าเท่ากับ 10^{-5}
 - 1) 3
 - 2) 5
 - * 3) 9
 - 4) 11
5. สารละลายผสมในข้อใด ที่มีความสามารถในการรักษาระดับ pH ของตนให้คงที่ได้ดีที่สุด
 - 1) CH_3COOH กับ CH_3COONa ชนิดละ 0.1 โมลาร์ เทพสมกัน
 - 2) HCl กับ NaCl ชนิดละ 0.1 โมลาร์ เทพสมกัน
 - 3) NH_4OH กับ NH_4Cl ชนิดละ 0.2 โมลาร์ เทพสมกัน
 - * 4) NH_4OH 0.5 โมลาร์ กับ HCl 0.25 โมลาร์ เทพสมกัน
6. indicator สำหรับกรด-เบส สองชนิดมีค่า pK_{In} และสีของคู่กรดและคู่เบส ดังแสดงในตารางด้านล่าง ถ้าหยด indicator ผสม ลงในสารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 8 จะได้สีอะไร

| Indicator | pK_{In} | สีของคู่กรด | สีของคู่เบส |
|---------------|-------------------------|-------------|-------------|
| Methyl orange | 3.8 | แดง | เหลือง |
| Litmus | 6.5 | แดง | น้ำเงิน |

- 1) แดง
- 2) เหลือง
- 3) น้ำเงิน
- * 4) เขียว

ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี

ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างสารที่ทำปฏิกิริยากัน มีอะตอมที่จ่ายอิเล็กตรอน และอะตอมที่เสียอิเล็กตรอน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของอะตอมเหล่านั้นเช่น



รูปที่ 1 Cu^{2+} รับผิดชอบจาก Zn ได้

รูปที่ 2 Zn^{2+} รับผิดชอบจาก Cu ไม่ได้

Cu^{2+} รับผิดชอบจาก Zn ได้ทำให้สีน้ำเงินของ Cu^{2+} จางลง และเกิดโลหะ Cu เคลือบบนผิว Zn ส่วน Zn^{2+} รับผิดชอบจาก Cu ไม่ได้จึงไม่เกิดปฏิกิริยา แสดงว่า Cu^{2+} รับผิดชอบได้ดีกว่า Zn^{2+} และ Zn จ่ายอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Cu

| | |
|-----------|---|
| oxidation | $\text{Zn}^0(\text{s}) \longrightarrow 2\text{e}^- + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ |
| reduction | $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}^0(\text{s})$ |
| redox | $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ |

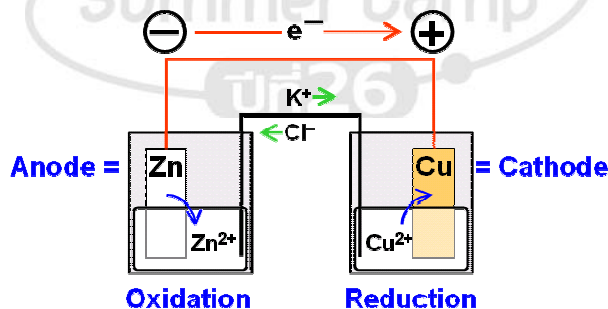
Zn เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยมี Cu^{2+} เป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidising Agent) หรือ

Cu^{2+} เกิดปฏิกิริยารีดักชัน โดยมี Zn เป็นตัวรีดิวซ์ (Reducing Agent)

Zn เป็นตัวรีดิวซ์ที่แรงกว่า Cu และ Cu^{2+} เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงกว่า Zn^{2+}

เซลล์กัลวานิก

เนื่องจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างสาร จึงสามารถดึงอิเล็กตรอนออกมาใช้ได้ เป็นเซลล์กำเนิดไฟฟ้า ตัวอย่างเซลล์ไฟฟ้านี้ ใช้ปฏิกิริยาในรูปที่ 1 ซึ่งมีสมการดังแสดงไว้ข้างต้น



ภาพปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและการเคลื่อนที่ของสารภายในเซลล์กำเนิดไฟฟ้าจากสังกะสีและทองแดง

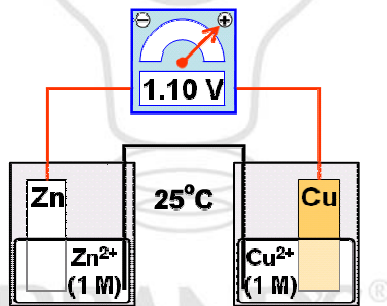
จากสมการแสดงว่าเมื่อ Zn จ่ายอิเล็กตรอนไปจะได้ Zn^{2+} ละลายลงมา อิเล็กตรอนที่จ่ายออกเคลื่อนผ่านสายไฟไปยังขั้วไฟฟ้า Cu ทำให้ Cu^{2+} ในสารละลายมารับอิเล็กตรอนเกิดเป็น Cu เกาะติดอยู่บนขั้ว Cu ต่อไปโดยจะมีสะพานเกลือซึ่งบรรจุสารละลายอิมตัวของ KCl อยู่ เพื่อรักษาสสมดุลของประจุในสารละลายทั้งสอง โดยเมื่อมี Zn^{2+} เพิ่มขึ้น จะมี Cl^- เข้ามาสมดุล และเมื่อมี Cu^{2+} ลดลง จะมี K^+ เข้ามาแทนที่

| | | |
|------------------|---------------------|--------------------------|
| ขั้วไฟฟ้าที่เกิด | ปฏิกิริยาออกซิเดชัน | เป็น ขั้วแอโนด (Anode) |
| ขั้วไฟฟ้าที่เกิด | ปฏิกิริยารีดักชัน | เป็น ขั้วแคโทด (Cathode) |
| ขั้วไฟฟ้าที่ | จ่ายอิเล็กตรอน | เป็น ขั้วไฟฟาลบ |
| ขั้วไฟฟ้าที่ | รับอิเล็กตรอน | เป็น ขั้วไฟฟ้าบวก |

ดังนั้น Zn เป็นขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนออกไปด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน Zn จึงเป็น ขั้วแอโนด และเป็น ขั้วลบ ส่วน Cu เป็นขั้วที่รับอิเล็กตรอนเข้ามาด้วยปฏิกิริยารีดักชัน Cu จึงเป็น ขั้วแคโทด และเป็น ขั้วบวก

ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ที่ $25^{\circ}C$ โดยความเข้มข้นของ Zn^{2+} และ Cu^{2+} เท่ากับ 1 โมลต่อลิตร โวลต์มิเตอร์แสดงว่า Cu เป็นขั้วบวก และ Zn เป็นขั้วลบ มีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 1.10 โวลต์แสดงว่า Cu^{2+} รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Zn^{2+} อยู่ 1.10 โวลต์ และ Zn จ่ายอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Cu อยู่ 1.10 โวลต์



ภาพการหาศักย์ไฟฟ้าของเซลล์

| | |
|---------------------|--|
| ปฏิกิริยาออกซิเดชัน | $Zn^0(s) \longrightarrow 2e^- + Zn^{2+}(aq)$ |
| ปฏิกิริยารีดักชัน | $Cu^0(s) \longrightarrow 2e^- + Cu^{2+}(aq)$ |

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน Zn ไปเป็น Zn^{2+} เกิดได้ดีกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน Cu ไปเป็น Cu^{2+} อยู่ 1.10 โวลต์ หรือกล่าวได้ว่าศักย์ไฟฟ้าออกซิเดชันของ Zn ไปเป็น Zn^{2+} มีค่ามากกว่าของ Cu ไปเป็น Cu^{2+} อยู่ 1.10 โวลต์

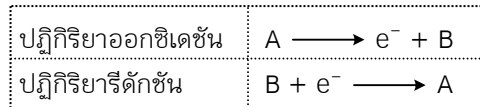
| | |
|-------------------|--|
| ปฏิกิริยารีดักชัน | $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn^0(s)$ |
| ปฏิกิริยารีดักชัน | $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu^0(s)$ |

ปฏิกิริยารีดักชัน Cu^{2+} ไปเป็น Cu เกิดได้ดีกว่าปฏิกิริยารีดักชัน Zn^{2+} ไปเป็น Zn อยู่ 1.10 โวลต์ หรือกล่าวได้ว่าศักย์ไฟฟารีดักชันของ Cu^{2+} ไปเป็น Cu มีค่ามากกว่าของ Zn^{2+} ไปเป็น Zn อยู่ 1.10 โวลต์

กำหนดให้

ที่สภาวะมาตรฐาน หรือ 25°C ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 1 โมลต่อลิตร และความดันของแก๊ส 1 บรรยากาศ

ศักย์ไฟฟ้าออกซิเดชันมาตรฐาน (Standard Oxidation Potential) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ E_{ox}°
ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐาน (Standard Reduction Potential) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ E_{red}°

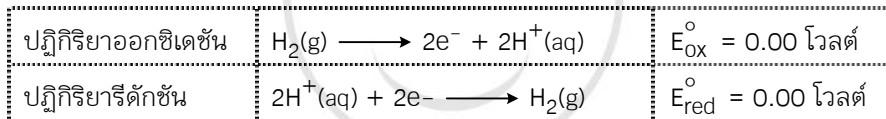


จะได้ว่า

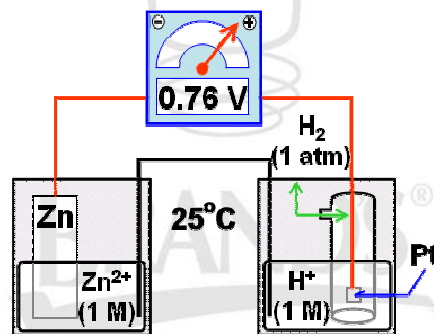
$$E_{\text{ox}}^{\circ} (A \rightarrow B) = -E_{\text{red}}^{\circ} (B \rightarrow A)$$

ขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจนมาตรฐาน

กำหนดให้



เมื่อมีศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานแล้ว จะวัดค่าความต่างศักย์กับขั้วไฟฟ้าอื่นต่อไป



ภาพเซลล์ไฟฟ้าสังกะสี และไฮโดรเจน

จากภาพแสดงว่า Zn เกิดออกซิเดชันปล่อยอิเล็กตรอนไปเป็น Zn^{2+} จึงเรียกว่า Zn เป็นขั้วแอโนด และ H^+ เกิดรีดักชันรับอิเล็กตรอนไปเป็น H_2 จึงเรียกว่า Pt เป็นขั้วแคโทด



ค่าศักย์ไฟฟ้าออกซิเดชันของ Zn ไปเป็น Zn^{2+} จะมีค่ามากกว่าของ H_2 ไปเป็น H^+ อยู่ 0.76 โวลต์ หรือ ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันของ H^+ ไปเป็น H_2 จะมีค่ามากกว่าของ Zn^{2+} ไปเป็น Zn อยู่ 0.76 โวลต์

$$E_{cell}^{\circ} = E_{re}^{\circ} (\text{Cathode}) - E_{re}^{\circ} (\text{Anode})$$

$$E_{cell}^{\circ} = E_{ox}^{\circ} (\text{Anode}) - E_{ox}^{\circ} (\text{Cathode})$$

$$E_{cell}^{\circ} = E_{ox}^{\circ} (\text{Anode}) + E_{re}^{\circ} (\text{Cathode})$$

ดังนั้น $E_{re}^{\circ} (Zn^{2+} \rightarrow Zn) = -0.76$ โวลต์

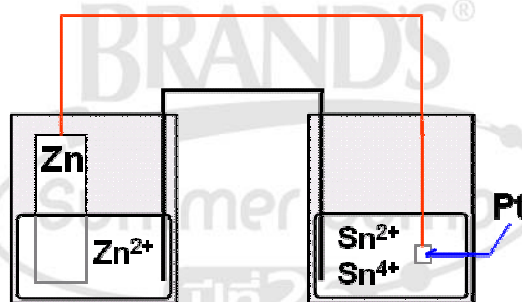
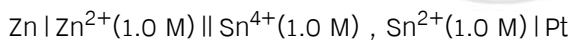
$$E_{ox}^{\circ} (Zn \rightarrow Zn^{2+}) = 0.76$$
 โวลต์

การเขียนแผนภาพเซลล์ไฟฟ้าอย่างย่อ

เป็นการเขียนที่ทำให้สื่อถึงเซลล์ไฟฟ้าออกมาได้ง่ายๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการเขียนต่อไปนี้

1. แยกครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน และออกซิเดชันออกจากกันด้วยเครื่องหมาย ||
2. ปฏิกิริยาออกซิเดชันเขียนไว้ทางด้านซ้ายของเครื่องหมาย || ส่วนปฏิกิริยารีดักชันเขียนไว้ทางด้านขวาของเครื่องหมาย ||
3. ระหว่างสารแต่ละชนิดในวัฏภาค (Phase) เดียวกันให้คั่นด้วยเครื่องหมาย , ระหว่างสารแต่ละชนิดในวัฏภาค (Phase) เดียวกันให้คั่นด้วยเครื่องหมาย |
4. สารตั้งต้นของแต่ละครึ่งปฏิกิริยาเขียนไว้ทางซ้าย ผลิตภัณฑ์เขียนไว้ทางขวา โดยระบุความเข้มข้น ความดัน หรือสถานะต่างๆ ลงไปในวงเล็บข้างท้ายสารแต่ละชนิด
5. ขั้วแอโนดเขียนไว้ริมซ้ายสุดของแผนภาพ ขั้วแคโทดเขียนไว้ริมขวาสุดของแผนภาพ

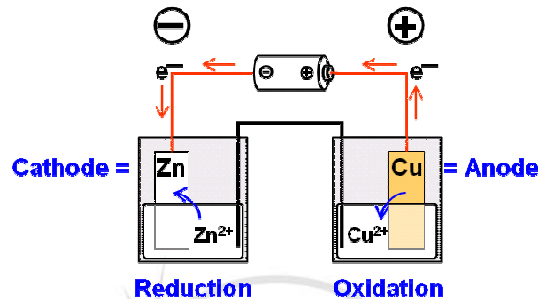
เขียนแผนภาพแทนเซลล์กำเนิดไฟฟ้าจากปฏิกิริยาระหว่าง Zn และ Sn^{4+} ดังภาพ ได้ว่า



ภาพเซลล์กำเนิดไฟฟ้าระหว่างทองแดงและดีบุก

เซลล์อิเล็กโทรไลซิส

ปฏิกิริยาอิเล็กโทรไลซิสนั้นขับเคลื่อนด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าภายนอก สามารถเคลื่อนอิเล็กตรอนให้ถ่ายเทย้อนกลับจากทิศทางหนึ่งไปยังทิศทางตรงกันข้ามได้



ภาพปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีและทองแดงที่เกิดย้อนกลับด้วยการขับเคลื่อนจากความต่างศักย์ภายนอก

การจะย้อนปฏิกิริยานั้นสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าภายนอกจะต้องมีความต่างศักย์สูงกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าในเซลล์ เช่นในกรณีของปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับทองแดง

ขั้วแอโนดและแคโทด คือ ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันเช่นเดียวกับกัลวานิก แต่การระบุขั้วบวก-ลบจะระบุขั้วตามขั้วที่ต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนปฏิกิริยา โดยขั้วที่ต่ออยู่กับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้านี้จะเรียกว่าขั้วบวก และขั้วที่ต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้านี้จะเรียกว่าขั้วลบ

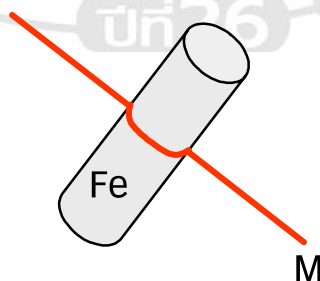
เซลล์ไฟฟ้าเคมีและการนำไปใช้

การป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก

การเกิดการผุกร่อนของเหล็กนั้น เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ออกไซด์ของเหล็ก ซึ่งหลุดร่อนออกเป็นผงทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อไปได้เรื่อยๆ จนผุกร่อนลงทั้งหมด

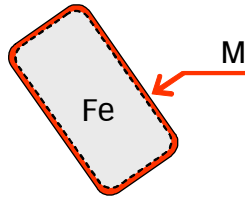
| ปฏิกิริยาออกซิเดชัน | ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) |
|--|--------------------|
| $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^-$ | +0.04 |
| $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ | +0.44 |

หากต้องการไม่ให้เหล็กเกิดออกซิเดชัน จะต้องหาโลหะอื่นมาให้อิเล็กตรอนกับเหล็ก แล้วออกซิเดชันแทนเหล็ก โลหะนั้นจึงต้องมีค่า $E_{(ox)}^{\circ} > 0.44$ โวลต์ และเสถียรพอสมควร เช่น แม้ว่า Na มีศักย์ออกซิเดชันสูงถึง 2.71 โวลต์ แต่ก็ใช้ไม่ได้เพราะเกิดปฏิกิริยากับน้ำหรือความชื้นได้เร็วมาก



ภาพการป้องกันการเกิดสนิมเหล็กด้วยลวดโลหะ

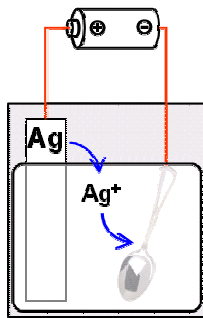
นอกจากนั้นอาจใช้การเคลือบทับก็ได้ โลหะที่นิยมนำมาเคลือบผิวมากคือโครเมียม เนื่องจากออกไซด์ของโครเมียมจะไม่หลุดร่อนออกจากผิวของโครเมียม แต่จะยังคงเคลือบติดอยู่ที่ผิวหน้า ทำให้ไม่เกิดการผุกร่อน และยังมีควมมันวาวเหมือนโลหะอีกด้วย



ภาพการป้องกันการเกิดสนิมเหล็กโดยการเคลือบ

การเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

การชุบโลหะ (Electroplating) จะใช้ความต่างศักย์ภายนอกบังคับให้อิออนของโลหะที่ต้องการจะใช้เคลือบจับบนผิวของวัสดุที่ต้องการ โดยโลหะที่ต้องการจะใช้เคลือบต่อเป็นขั้วบวก และวัสดุที่จะถูกเคลือบต่อเป็นขั้วลบ เพื่อให้ไอออนบวกเข้ามาเกาะที่ผิวได้

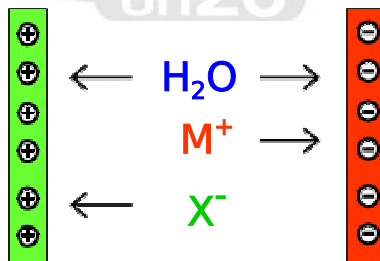


ภาพการเคลือบผิวโลหะ

การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

ปฏิกิริยาแยกน้ำออกเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นลบ จึงต้องนำศักย์ไฟฟ้าภายนอกมาบังคับให้เกิดปฏิกิริยา และนำไฟฟ้าได้น้อยมากจึงต้องเพิ่มการนำไฟฟ้าด้วยเกลือไอออนิก แต่เกลือนั้นต้องไม่เกิดปฏิกิริยาแทน

ที่ขั้วลบ (แคโทด) น้ำและไอออนบวกแพร่เข้ารับอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยารีดักชันที่ขั้วบวก (แอโนด) ไอออนลบ และน้ำแพร่เข้าจ่ายอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน



ภาพการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

| ปฏิกิริยารีดักชันที่แคโทด | $E_{(red)}^{\circ}$ (โวลต์) |
|--|-----------------------------|
| $2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2H_2(g) + 2OH^-$ | -0.83 |

| ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่แอโนด | $E_{(ox)}^{\circ}$ (โวลต์) |
|--|----------------------------|
| $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ | -1.23 |
| $2H_2O \longrightarrow H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$ | -1.77 |

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำที่เกิดต้องมีค่า $E_{(ox)}^{\circ}$ มากกว่า คือ -1.23 โวลต์ ปฏิกิริยารวมจึงเป็น

| ปฏิกิริยารวม | $E_{(cell)}^{\circ}$ (โวลต์) |
|---|------------------------------|
| $6H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4OH^- + 2H_2$ | -2.06 |
| $6H_2O \longrightarrow O_2 + 4H_2O + 2H_2$ | |
| $2H_2O \longrightarrow O_2 + 2H_2$ | |

ดังนั้นปฏิกิริยานี้เกิดด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้าภายนอกมากกว่า 2.06 โวลต์ เกิดแก๊สออกซิเจนที่แอโนด และเกิดแก๊สไฮโดรเจนที่แคโทด

ส่วนเกลือไอออนิกที่ใช้ ไอออนบวกต้องรับอิเล็กตรอนแยกจากน้ำ ($E_{(red)}^{\circ} < -0.83$ V) ส่วนไอออนลบต้องจ่ายอิเล็กตรอนดีกว่าน้ำ ($E_{(ox)}^{\circ} < -1.23$ V)

การสมดุลสมการรีดอกซ์

ขั้นตอนในการสมดุลสมการรีดอกซ์ อาจสามารถเรียงเป็นระเบียบได้โดยคร่าวๆ ดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

1. แยกพิจารณาทีละครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน
2. สมดุลเฉพาะจำนวนอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน
3. สมดุลจำนวนอิเล็กตรอนเฉพาะอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยเติมอิเล็กตรอนไว้ในสมการ
4. รวมสองครึ่งปฏิกิริยา ให้อิเล็กตรอนที่จ่ายและรับเท่ากัน มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระเป็นศูนย์
5. สมดุลอะตอมที่เหลืออยู่ ที่ไม่ได้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์

ตัวอย่างที่ 1 สมดุลสมการต่อไปนี้ให้ถูกต้อง $HNO_3 + I_2 \longrightarrow HIO_3 + NO_2 + H_2O$

1. แยกพิจารณาทีละครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน

| | | |
|-----------------|--|--|
| สมการออกซิเดชัน | $I_2 \xrightarrow{0} HIO_3 \xrightarrow{+5}$ | |
| สมการรีดักชัน | $HNO_3 \xrightarrow{+5} NO_2 \xrightarrow{+4}$ | |

2. สมดุลเฉพาะจำนวนอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน

| | | |
|-----------------|--|--|
| สมการออกซิเดชัน | $I_2 \xrightarrow{0} 2HIO_3 \xrightarrow{+5}$ | |
| สมการรีดักชัน | $HNO_3 \xrightarrow{+5} NO_2 \xrightarrow{+4}$ | |

3. สมดุลจำนวนอิเล็กตรอนของเฉพาะอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยการเติมอิเล็กตรอนเข้าไปในสมการ

| | | |
|-----------------|--|--|
| สมการออกซิเดชัน | $\overset{0}{\text{I}_2} \longrightarrow \overset{+5}{2\text{HIO}_3} + 10\text{e}^-$ | |
| สมการรีดักชัน | $\text{e}^- + \overset{+5}{\text{HNO}_3} \longrightarrow \overset{+4}{\text{NO}_2}$ | |

4. รวมสองครึ่งปฏิกิริยา โดยสมดุลให้อิเล็กตรอนที่จ่ายออกและรับเข้าเท่ากัน มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระเป็นศูนย์

| | | |
|-----------------|--|--------|
| สมการออกซิเดชัน | $\text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{e}^-$ | (× 1) |
| สมการรีดักชัน | $\text{e}^- + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NO}_2$ | (× 10) |
| สมการรีดอกซ์ | $10\text{HNO}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | |

5. สมดุลอะตอมที่เหลืออยู่ ที่ไม่ได้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์

| | | |
|----------|---|--|
| สมการรวม | $10\text{HNO}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ | |
|----------|---|--|

ถ้าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดในสารละลายกรดหรือเบส จะสามารถเติม H_2O , H^+ และ OH^- ในสมการเพื่อให้สมดุลได้ ขั้นตอนจึงเพิ่มขึ้นอีก 1 ชั้น

- แยกพิจารณาที่ละครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน
- สมดุลเฉพาะจำนวนอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน
- สมดุลจำนวนอิเล็กตรอนเฉพาะอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยเติมอิเล็กตรอนไว้ในสมการ
- รวมสองครึ่งปฏิกิริยา ให้อิเล็กตรอนที่จ่ายและรับเท่ากัน มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระเป็นศูนย์
- เติม H^+ หรือ OH^- ลงไป เพื่อสมดุลประจุของสมการรวมให้เท่ากัน
- สมดุลอะตอมที่เหลืออยู่ ที่ไม่ได้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยเติม H_2O เข้าช่วยสมดุลได้

ตัวอย่างที่ 2 สมดุลสมการต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (ในสภาวะกรด) $\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cr}^{3+}$

1. แยกพิจารณาที่ละครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน หรือ ออกซิเดชัน

| | | |
|-----------------|---|--|
| สมการออกซิเดชัน | $\overset{+2}{\text{Fe}^{2+}} \longrightarrow \overset{+3}{\text{Fe}^{3+}}$ | |
| สมการรีดักชัน | $\overset{+6}{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \longrightarrow \overset{+3}{\text{Cr}^{3+}}$ | |

2. สมดุลเฉพาะจำนวนอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือออกซิเดชัน

| | | |
|-----------------|---|--|
| สมการออกซิเดชัน | $\overset{+2}{\text{Fe}^{2+}} \longrightarrow \overset{+3}{\text{Fe}^{3+}}$ | |
| สมการรีดักชัน | $\overset{+6}{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \longrightarrow \overset{+3}{\text{Cr}^{3+}}$ | |

3. สมดุลจำนวนอิเล็กตรอนของเฉพาะอะตอมที่เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยการเติมอิเล็กตรอนเข้าไปในสมการ

| | | |
|-----------------|---|--|
| สมการออกซิเดชัน | $\overset{+2}{\text{Fe}^{2+}} \longrightarrow \overset{+3}{\text{Fe}^{3+}} + e^-$ | |
| สมการรีดักชัน | $\overset{+6}{6e^-} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \overset{+3}{2\text{Cr}^{3+}}$ | |

4. รวมสองครึ่งปฏิกิริยา โดยสมดุลให้อิเล็กตรอนที่จ่ายออกและรับเข้าเท่ากัน มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระเป็นศูนย์

| | | |
|-----------------|--|-------|
| สมการออกซิเดชัน | $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$ | (× 6) |
| สมการรีดักชัน | $6e^- + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}$ | (× 1) |
| สมการรีดอกซ์ | $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+}$ | |

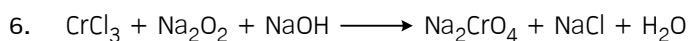
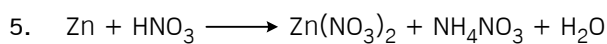
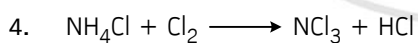
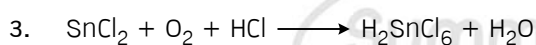
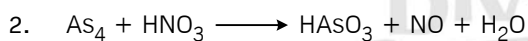
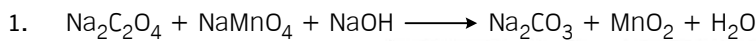
5. เติม H^+ หรือ OH^- ลงไป เพื่อสมดุลประจุของสมการรวมให้เท่ากัน

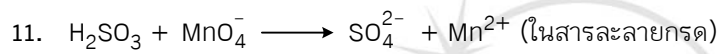
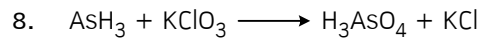
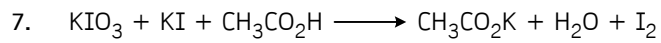
| | | |
|------------------------|---|-----|
| สมการรีดอกซ์ | $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+}$ | |
| ประจุรวม | 10+ | 24+ |
| สมดุลด้วย H^+ | $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+}$ | |

6. สมดุลอะตอมที่เหลืออยู่ ที่ไม่ได้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยเติม H_2O เข้าช่วยสมดุลได้

| | |
|----------|---|
| สมการรวม | $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ |
|----------|---|

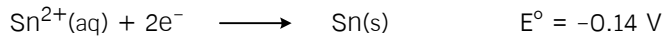
สมดุลสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์





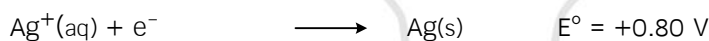
แบบฝึกหัด

1. ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้



การกระทำในข้อใดไม่ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์

- 1) จุ่มโลหะ Fe ลงในสารละลาย Sn^{2+}
 - 2) จุ่มโลหะ Fe ลงในสารละลาย Sn^{4+}
 - * 3) จุ่มโลหะ Sn ลงในสารละลาย Fe^{2+}
 - 4) จุ่มโลหะ Sn ลงในสารละลาย Fe^{3+}
2. ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้



การสลายตัวของ H_2O_2 ไปเป็น O_2 เกิดขึ้นเองได้เมื่อใด

- 1) เมื่อสัมผัสกับโลหะ Ag
 - 2) เมื่อสัมผัสกับโลหะ Ni
 - * 3) เมื่อสัมผัสกับสารละลาย Ag^+
 - 4) เมื่อสัมผัสกับสารละลาย Ni^{2+}
3. ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้



และจากสมการ $E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^\circ - \frac{0.060}{n} \log Q$

โดยที่ n คือจำนวนอิเล็กตรอนที่ถ่ายโอนในเซลล์ไฟฟ้าเคมี

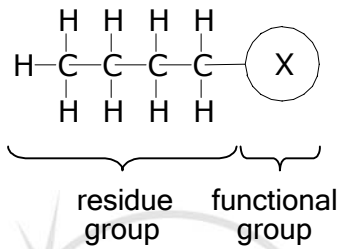
และ Q คืออัตราส่วนความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ต่อสารตั้งต้น ตามหลักการของค่าคงที่สมดุล

ค่า Q ที่ถูกต้อง ที่ทำให้เซลล์นี้มีค่า E_{cell} เท่ากับ +0.54 V คือข้อใด

- 1) $Q = [\text{X}^+] / [\text{Y}^{2+}] = 10$
- 2) $Q = [\text{X}^+]^2 / [\text{Y}^{2+}] = 10$
- 3) $Q = [\text{X}^+] / [\text{Y}^{2+}] = 100$
- * 4) $Q = [\text{X}^+]^2 / [\text{Y}^{2+}] = 100$

สารประกอบอินทรีย์

โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบอินทรีย์



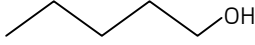
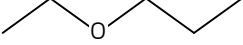
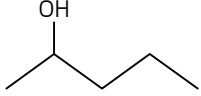
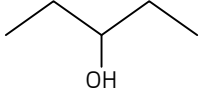
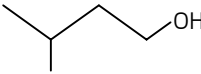
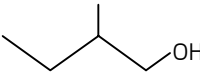
| | ประเภทของสารประกอบอินทรีย์ | โครงสร้างทั่วไป | ชื่อของ Functional Group |
|----|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1 | Hydrocarbon | | |
| | 1.1 Alkane | R-H | - |
| | 1.2 Alkene | R=R | - |
| | 1.3 Alkyne | R≡R | - |
| | 1.4 อนุพันธ์ของ Benzene | R-C ₆ H ₅ | Aryl Group |
| 2 | Alcohol | R-OH | Hydroxyl Group |
| 3 | Ether | R-O-R | Oxy Group |
| 4 | Amine | R-NH ₂ | Amino Group |
| 5 | Carboxylic acid | R-COOH | Carboxylic Group |
| 6 | Ester | R-COO-R | Oxycarbonyl Group |
| 7 | Amide | R-COONH ₂ | Amide Group |
| 8 | Aldehyde | R-CHO | Formyl Group |
| 9 | Ketone | R-CO-R | Carbonyl Group |
| 10 | etc. | | |

Isomerism

Isomer คือ สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้สารนั้นมีสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีที่แตกต่างกันไปด้วย สามารถแบ่งประเภทของ isomer ได้ดังต่อไปนี้

- | | |
|-----------------|--|
| 1. Stereoisomer | 2. Constitutional isomer (structural isomer) |
| Enantiomer | Functional isomer |
| Diastereoisomer | Positional isomer |
| | Skeletal isomer |

ในที่นี้จะสนใจเฉพาะ constitutional isomer หรือไอโซเมอร์เชิงโครงสร้างเท่านั้น โดยจะยกตัวอย่างจากโมเลกุล C₅H₁₂O โดยจะแสดงโครงสร้างบางโครงสร้างที่เป็นไอโซเมอร์กันได้ดังต่อไปนี้

| | | |
|---|--|---|
| Functional isomer
: มี functional group แตกต่างกัน |  |  |
| Positional isomer
: มีตำแหน่งของ functional group แตกต่างกัน |  |  |
| Skeletal isomer
: มี residue group แตกต่างกัน |  |  |

สมบัติทางกายภาพของสารประกอบอินทรีย์

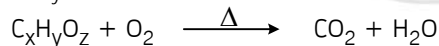
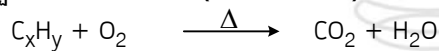
สมบัติทางกายภาพโดยทั่วไป จะหมายรวมถึง สถานะ จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความสามารถในการละลาย เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นผลมาจากแรงระหว่างโมเลกุลทั้งสิ้น

1. กลุ่มที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ : amide > carboxylic > alcohol > amine
2. กลุ่มที่เป็นโมเลกุลมีขั้วสูง เกิดแรงระหว่างขั้วยึดเหนี่ยวกัน : ketone > aldehyde > ester > ether
3. กลุ่มที่มีขั้วต่ำ หรือไม่มีขั้ว ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงลอนดอน : alkyne > alkane > alkene

จุดเดือดของสารกลุ่มแรกย่อมสูงที่สุดและกลุ่มสุดท้ายจะต่ำที่สุด ส่วนการละลายน้ำนั้นสารในกลุ่มที่ 1 และ 2 สามารถละลายน้ำได้ดีเมื่อมีขนาดโมเลกุลเล็ก และค่อยๆ ลดลงไปเมื่อขนาดของโมเลกุลใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ

ปฏิกิริยาเคมีสารประกอบอินทรีย์

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Combustion)

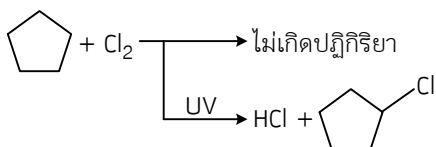


การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเหลือเขม่าและควันดำ (C) ไว้และมี CO ปนออกมาเกิดได้จาก

1. สารอินทรีย์ที่มี C=C หรือ C≡C หรือ วงเบนซีน ซึ่งแข็งแรง ทำให้สลายพันธะได้ไม่หมด
2. ปริมาณ O₂ น้อยเกินไป เช่นการเผาในภาชนะปิดที่มี O₂ เป็นจำนวนจำกัด
3. สารอินทรีย์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่มากระเหยยาก O₂ เข้าแทรกทำปฏิกิริยาได้ยาก

2. ปฏิกิริยาการแทนที่ (Substitution)

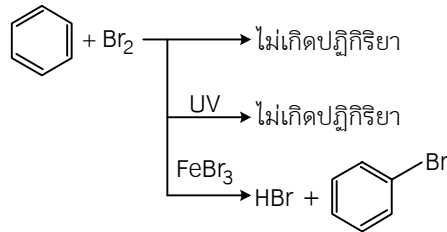
2.1 ปฏิกิริยา halogenation ของ alkane



alkane ไม่มีขั้วและเฉื่อยต่อปฏิกิริยา ต้องอาศัยสารที่ไม่เสถียร ว่องไวต่อปฏิกิริยา เข้ามาทำให้เกิดปฏิกิริยา โดย halogenation ของ alkane เป็นการแทนที่ระหว่าง H และ halogen โดยต้องมี UV กระตุ้นให้เกิด free radical หรืออนุภาคที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวของ halogen เช่น $\cdot\ddot{C}l\cdot$ ซึ่งว่องไวมาก จึงสามารถทำปฏิกิริยากับ alkane ได้

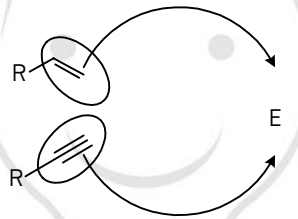
2.2 ปฏิกิริยา halogenation ของ benzene

benzene เสถียรมาจาก resonance จึงเฉื่อยต่อปฏิกิริยาต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจึงเกิดปฏิกิริยาแทนที่กับ halogen ได้



3. ปฏิกิริยาการเติม (Addition)

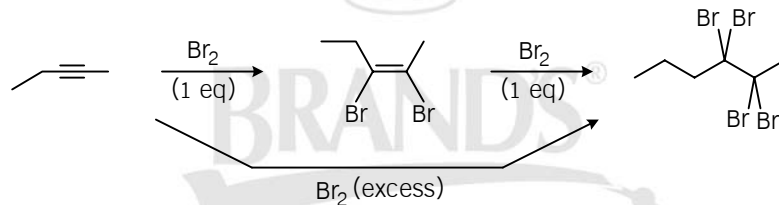
เกิดกับพันธะคู่และพันธะสามซึ่งมีอิเล็กตรอนหนาแน่น ถูกเติมด้วยสารที่ดึงอิเล็กตรอนได้ดี



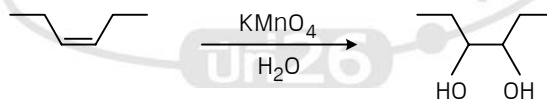
เมื่อ E (Electrophile) คือ

1. ธาตุที่มีค่า EN สูงมากๆ
2. อนุภาคประจุบวก เช่น กรด (H⁺)

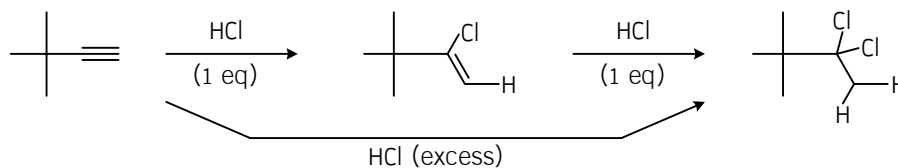
3.1 ปฏิกิริยา halogenation ของ alkene และ alkyne



3.2 ปฏิกิริยา oxidation ของ alkene และ alkyne



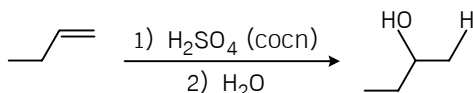
3.3 ปฏิกิริยา hydrohalogenation ของ alkene และ alkyne



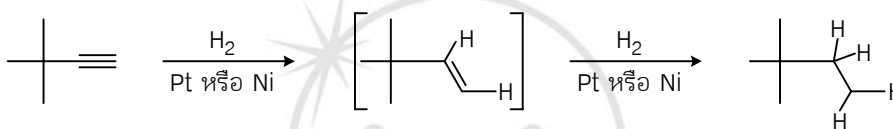
ตัวอย่าง ระบุผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ที่ได้จากปฏิกิริยานี้



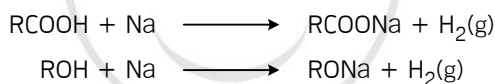
3.4 ปฏิกิริยา hydration ของ alkene และ alkyne



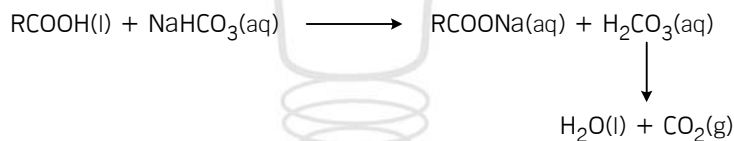
3.5 ปฏิกิริยา hydrogenation ของ alkene และ alkyne



4. ปฏิกิริยา Redox กับโลหะโซเดียม



5. ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรด-เบส (Acid-Base Neutralisation)



เมื่อรวมกับปฏิกิริยา redox ด้วย Na แล้วจะสามารถใช้ในการวิเคราะห์ว่าสารอินทรีย์ที่สงสัย เป็น carboxylic acid หรือ alcohol หรือไม่ ได้ดังตาราง

| | โลหะ Na | สารละลาย NaHCO ₃ |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| สารอินทรีย์ทั่วไป | - | - |
| ROH | H ₂ (g) | - |
| RCOOH | H ₂ (g) | CO ₂ (g) |

5.1 ปฏิกิริยาสะเทินของ amine



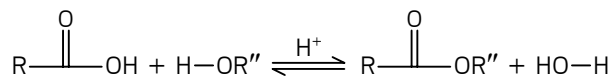
สังเกตการละลายของแอมมีนในน้ำเมื่อถูกทำปฏิกิริยากับกรด จะสามารถใช้ตรวจสอบหมู่ function นี้ได้

ตัวอย่าง สารประกอบอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเป็น CH₃ON มีสมบัติต่อไปนี้

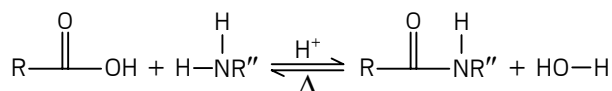
1. ไม่ทำปฏิกิริยากับ Na
 2. ไม่ละลายในสารละลาย HCl
- ดังนั้น CH₃ON จะมีโครงสร้างเป็นอย่างไรได้บ้าง (ตอบ formamide)

6. ปฏิกิริยาควบแน่น และปฏิกิริยาการแยกออกด้วยน้ำ (Condensation-Hydrolysis)

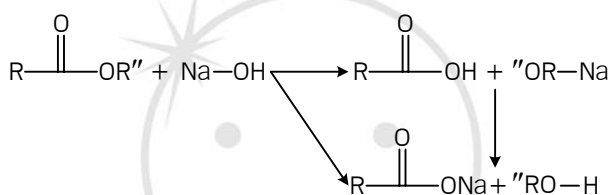
6.1 esterification และ hydrolysis



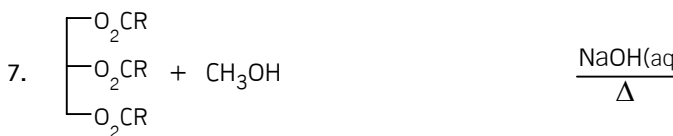
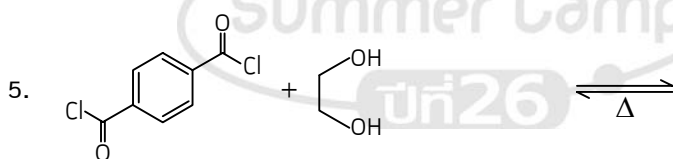
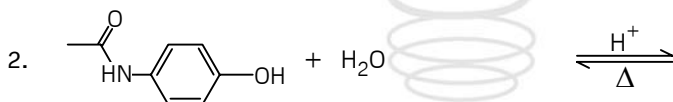
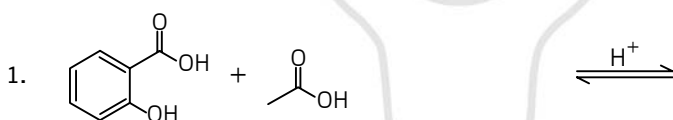
6.2 amidation และ hydrolysis



6.3 saponification

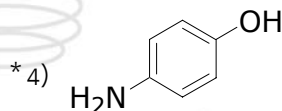
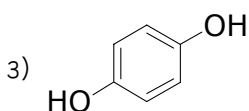
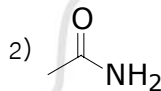
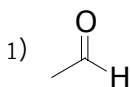


ตัวอย่าง ระบุโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

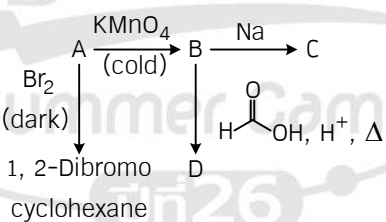


แบบฝึกหัด

- C_7H_8O มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยวง benzene 1 วง รวมก็ไอโซเมอร์
 - 1) 2
 - 2) 3
 - 3) 4
 - * 4) 5
- สารประกอบประเภทใดที่น่าจะมีจุดเดือดสูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างอิมตัวที่มีมวลใกล้เคียงกัน
 - * 1) เอไมด์
 - 2) เอมีน
 - 3) แอลดีไฮด์
 - 4) อีเทอร์
- สารชนิดใดที่สามารถนำมาใช้ทำปฏิกิริยาบอกความแตกต่างระหว่างเอมีน และเอไมด์ที่มีคาร์บอน 6 ตัวเท่ากันได้ดีที่สุด
 - 1) Na(s)
 - 2) $NaHCO_3(aq)$
 - 3) $NaOH(aq)$
 - * 4) $HCl(aq)$
- ยาพาราเซตามอลมีโครงสร้างดังแสดงต่อไปนี้ การทำปฏิกิริยา hydrolysis ในการละลายกรด จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใดต่อไปนี้



- พิจารณาแผนภาพปฏิกิริยาต่อไปนี้ ระบุโครงสร้างของสาร A ถึง D มาให้สมบูรณ์



สารประกอบชีวโมเลกุล

คือ สารประกอบอินทรีย์ตามธรรมชาติ ที่มีอยู่ในกระบวนการ metabolism ของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ได้ ดังต่อไปนี้ Carbohydrates, Proteins, Nucleic acids, Lipids, อื่นๆ

Carbohydrate

คือ สารชีวโมเลกุลที่ประกอบขึ้นจาก polyhydroxy aldehyde หรือ polyhydroxy ketone แบ่งออกเป็นประเภทย่อยๆ ได้ดังนี้

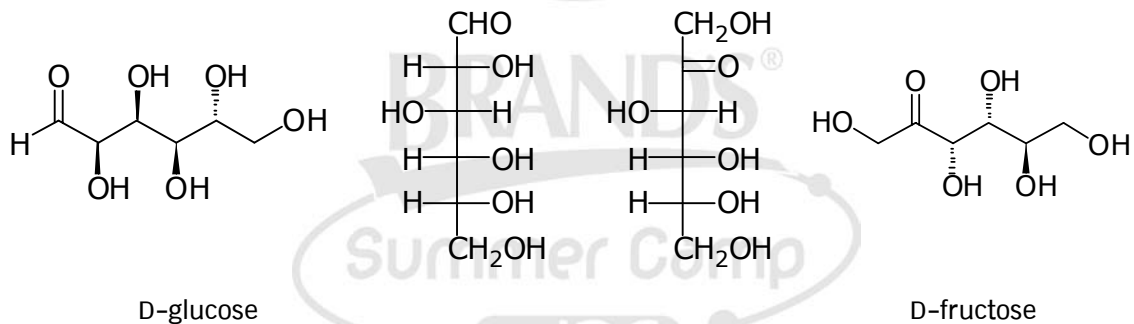
1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว : เป็นมอนอเมอร์ของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น
 2. น้ำตาลโมเลกุลคู่ : เป็นไดเมอร์ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เกิดจากน้ำตาลชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน
 3. พอลิแซ็กคาไรด์ : เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เป็นโฮโมพอลิเมอร์ หรือโคพอลิเมอร์ก็ได้
- ทั้งนี้ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวแบ่งออกได้อีกเป็นชนิดย่อยๆ ตามหมู่ฟังก์ชัน หรือจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล

1. น้ำตาลแอลโดส (aldose sugar : น้ำตาลที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นแอลดีไฮด์)
2. น้ำตาลคีโตส (ketose sugar : น้ำตาลที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นคีโตน)

หรือ

1. น้ำตาลไตรออส (triose sugar คือ น้ำตาลที่มี 3 คาร์บอน : จัดเป็นน้ำตาลที่มีขนาดเล็กที่สุด)
2. น้ำตาลเทโทรส (tetrose sugar คือ น้ำตาลที่มี 4 คาร์บอน)
3. น้ำตาลเพนโทส (pentose sugar คือ น้ำตาลที่มี 5 คาร์บอน)
4. น้ำตาลเฮกโซส (hexose sugar คือ น้ำตาลที่มี 6 คาร์บอน)

เช่น

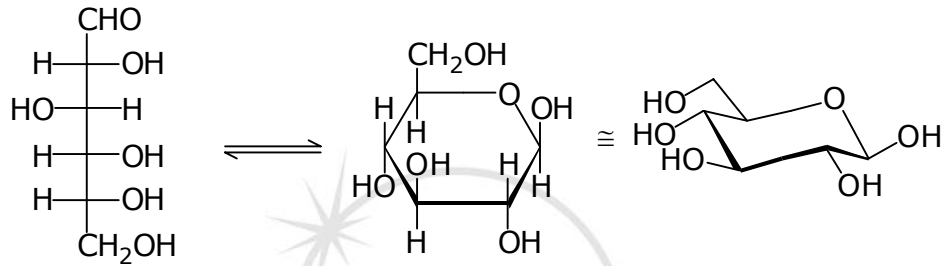
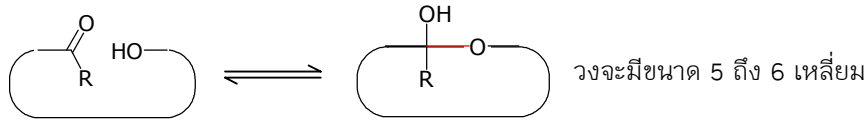


D-glucose

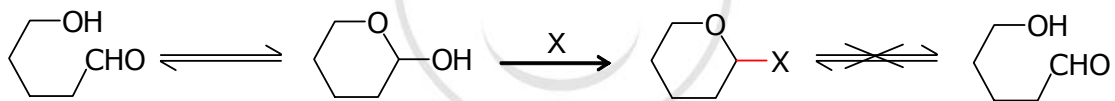
D-fructose

ปฏิกิริยาเคมีของน้ำตาล

1. Cyclisation (การปิดวงน้ำตาล)



2. การเกิดไกลโคไซด์ (Glycoside Formation)



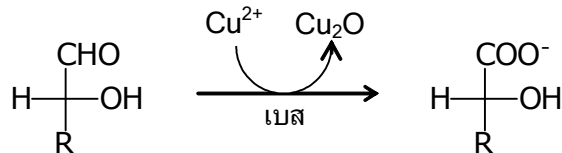
เรียกผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่า ไกลโคไซด์ ซึ่งจะไม่สามารถเปิดวงกลับไปเป็นคาร์บอนิลแบบเดิมได้อีก น้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือพอลิแซ็กคาไรด์ ก็จัดเป็นสารประกอบในกลุ่มไกลโคไซด์เช่นเดียวกัน



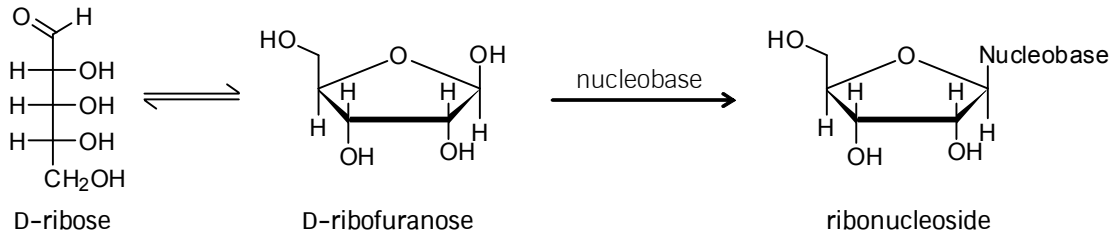
α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glucose (maltose) α -D-glucopyranosyl-(1 \leftrightarrow 2)- β -D-fructofuranoside (sucrose หรือ saccharose)

3. ออกซิเดชัน

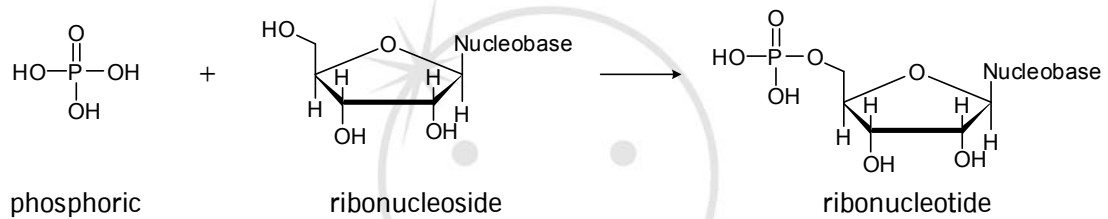
การทดสอบเบเนดิกต์ (Benedict test) และ การทดสอบเฟห์ลิงก์ (Fehling test)



2. nucleoside

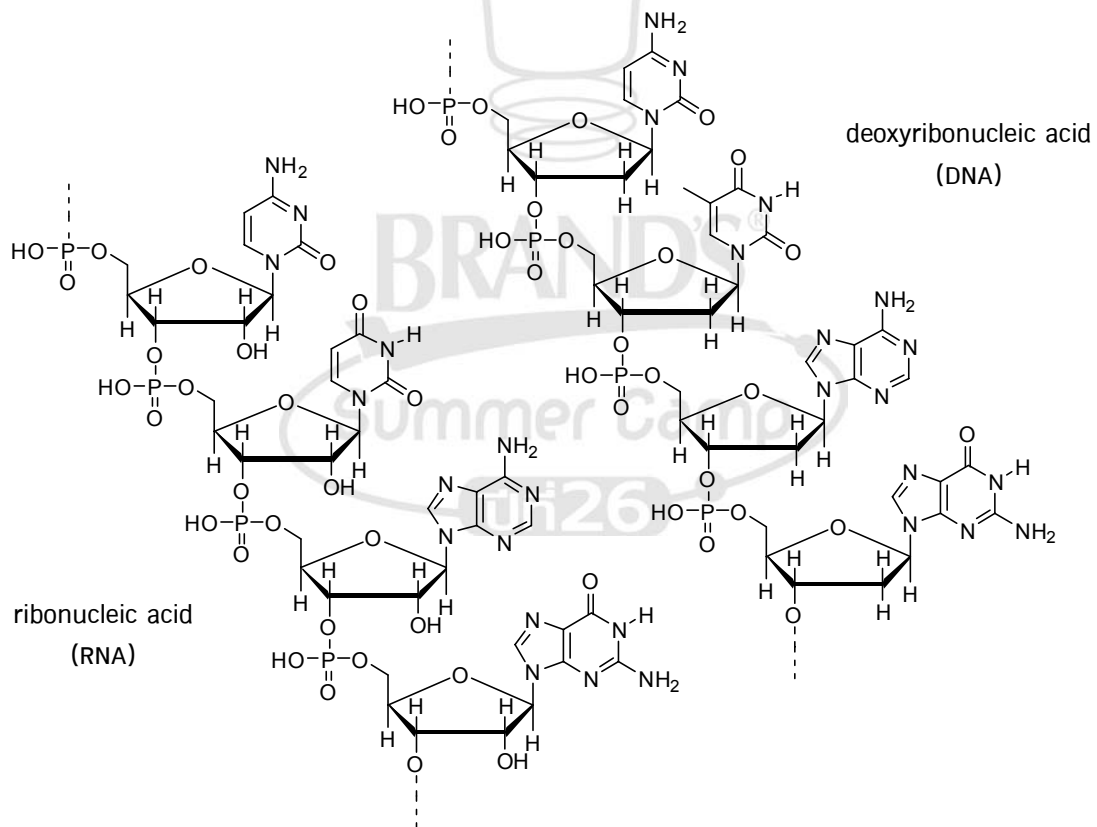


3. nucleotide



4. polynucleotide (nucleic acid)

เป็น polyester ที่มี monomer เป็น nucleotide มีสองชนิด คือ RNA และ DNA

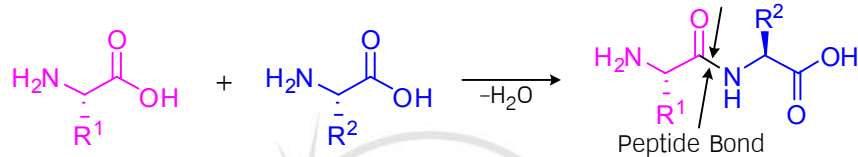


Protein



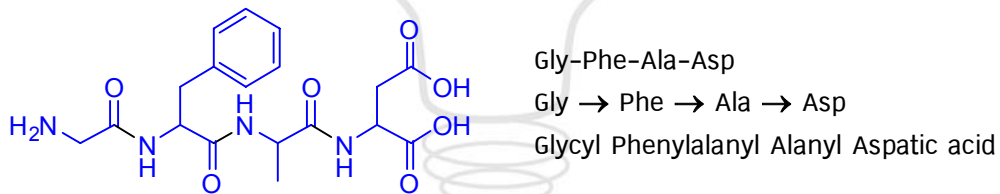
พันธะใน Protein

1. peptide bond

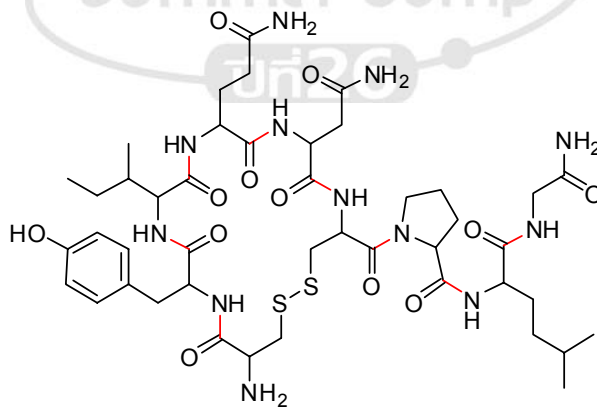
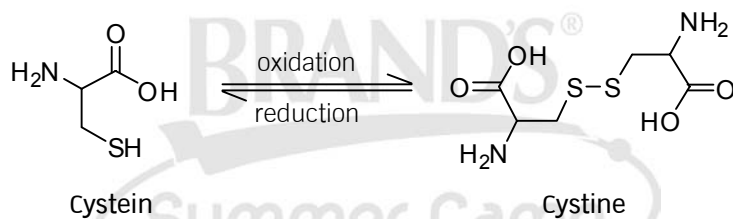


| | | | | |
|----------------------------------|-----------|------------|--------------|--------------------|
| จำนวน amino acid ที่เป็น monomer | 2 (dimer) | 3 (trimer) | 4 (tetramer) | จำนวนมาก (polymer) |
| ชื่อสารประกอบ peptide | dipeptide | tripeptide | tetrapeptide | polypeptide |

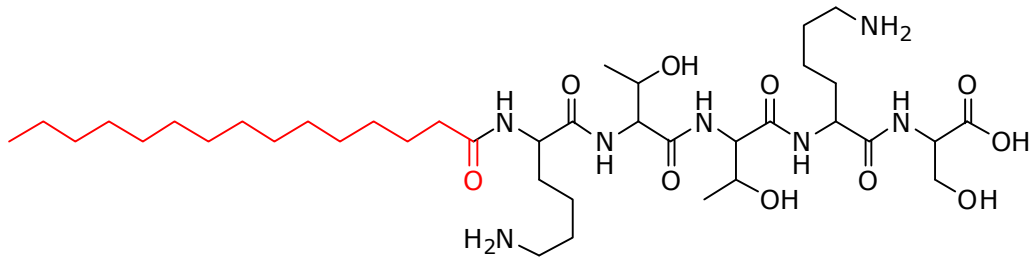
กำหนดให้ปลายด้าน amino เป็นต้นสาย เรียกว่า N-terminus และปลายด้าน carboxylic เป็นปลายสาย เรียกว่า C-terminus แล้วอ่านชื่อ amino acid เรียงกันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้



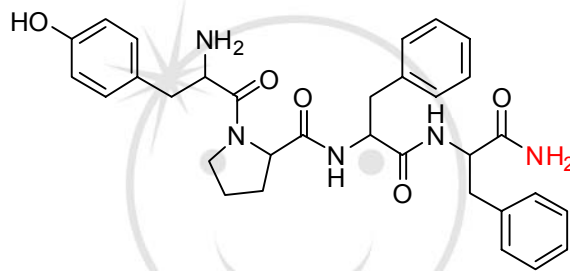
2. disulfide bond



3. modified N และ C-terminus

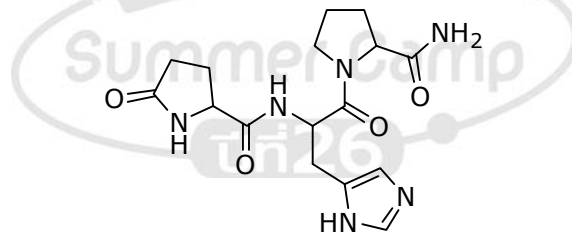


Matrixyl PAL•Lys-Thr-Thr-Lys-Ser



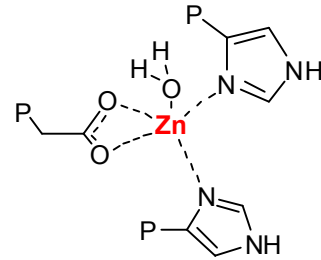
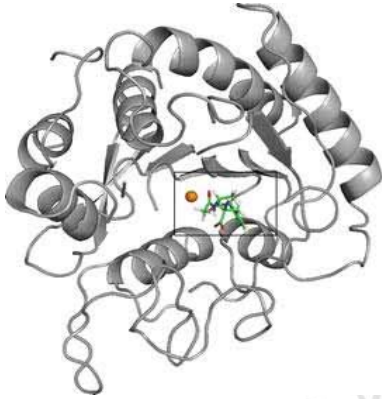
Endomorphin Tyr-Pro-Phe-Phe•NH₂

amino acid บางชนิดยังเกิดปฏิกิริยาเป็นวงในตัวเอง เช่น glutamic acid ได้เป็น pyroglutamic acid (pGlu)



Thyrotropic hormone releasing factor pGlu-His-Pro•NH₂

4. พันธะ coordination กับ metal ion

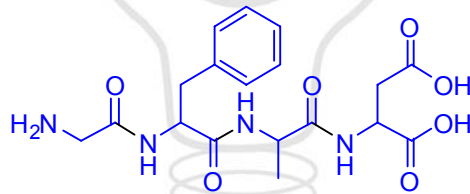


ภาพโครงสร้างของ carboxy peptidase A

ภาพโครงสร้าง active site ของ carboxy peptidase A

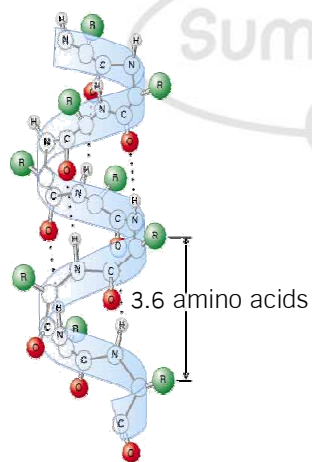
โครงสร้างของ Protein

1. โครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure) หมายถึง ลำดับของ amino acid ที่เรียงกันในสาย peptide จากปลายด้าน N- ไปยัง C-terminus โดยไม่พิจารณาการบิดตัวพับตัวใดๆ ในสามมิติ เช่น



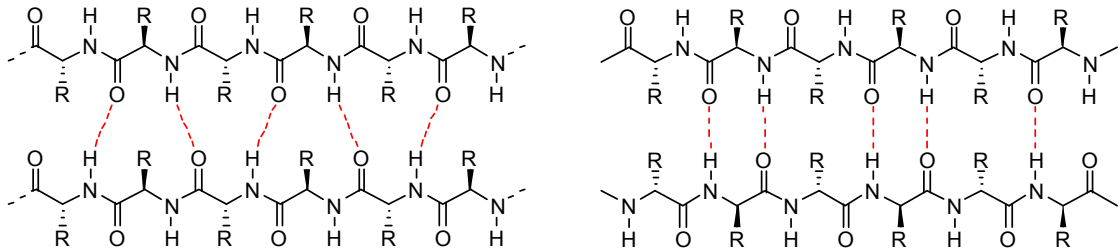
Gly-Phe-Ala-Asp หรือ Gly → Phe → Ala → Asp
Glycyl Phenylalanyl Alanyl Aspartic acid

2. โครงสร้างทุติยภูมิ (secondary structure) คือ hydrogen bond ระหว่าง peptide linkage (—CONH—) ที่มีซ้ำๆ อย่างเป็นระเบียบในโครงสร้าง มีระยะห่างเท่าๆ กัน ทำให้เกิดโครงสร้างสามมิติที่เป็นระเบียบขึ้นได้ โดยมี 2 ลักษณะหลัก ได้แก่

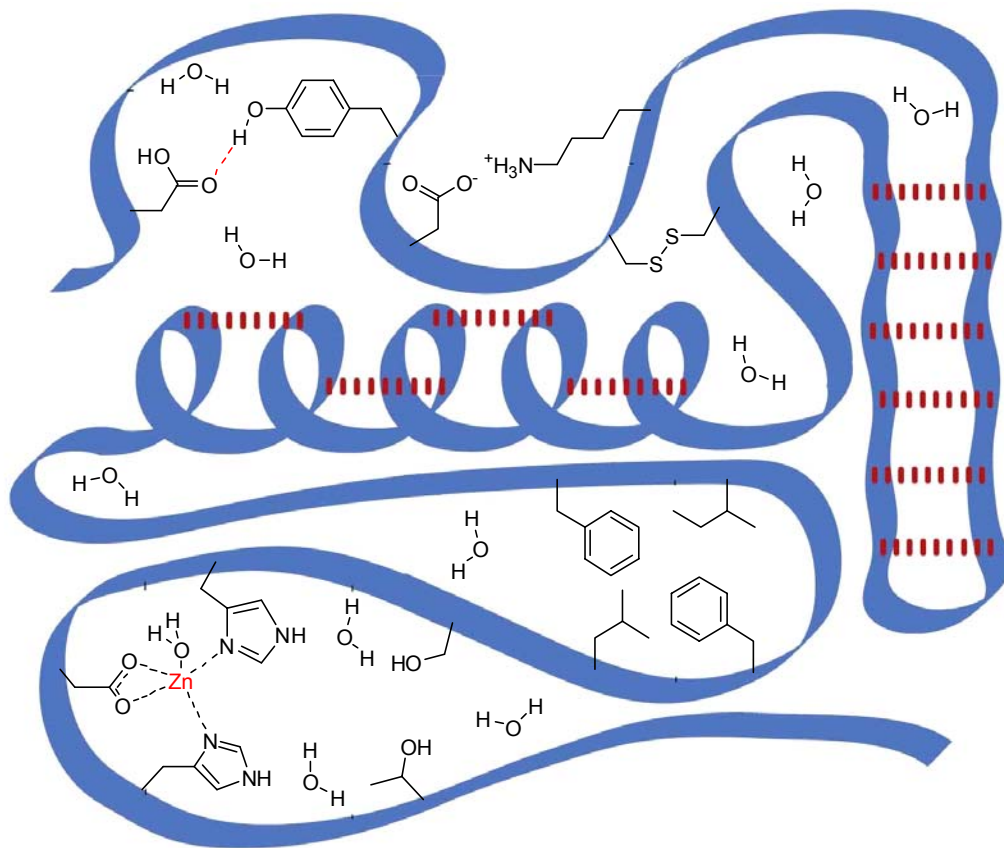


α -helix เป็นโครงสร้างที่บิดเป็นเกลียว จากการสร้าง hydrogen bond ระหว่าง amino acid โดยใช้ CO ของหมู่ที่ 1 ไปจับกับ NH ของ amino acid ในอีก 5 หมู่ถัดไป เช่นนี้ซ้ำๆ เรื่อยไป โดยหันหมู่ R ออกไปด้านนอก และเนื่องจาก peptide bond ปรากฏขึ้นซ้ำๆ กัน อย่างเป็นระเบียบ ดังนั้นโครงสร้าง α -helix ที่ได้จึงมีขนาดเกลียว และความถี่ของเกลียวคงที่ โดยแต่ละเกลียวจะยาวเท่ากับ amino acid จำนวน 3.6 หน่วย

β -sheet เป็นโครงสร้างที่เรียงต่อกันเป็นแพจจากการพับตัวไปมาของสาย peptide เรียงขนานกัน เป็นระนาบ จากการสร้าง hydrogen bond ระหว่าง amino acid โดยใช้ CO ของ amino acid หมู่หนึ่ง ไปจับกับ NH ของ amino acid อีกหมู่หนึ่งบนสายที่ขนานกันไปตลอดแนวความยาว โดยหันหมู่ R ออกไปด้านบน และด้านล่างของระนาบ β -sheet

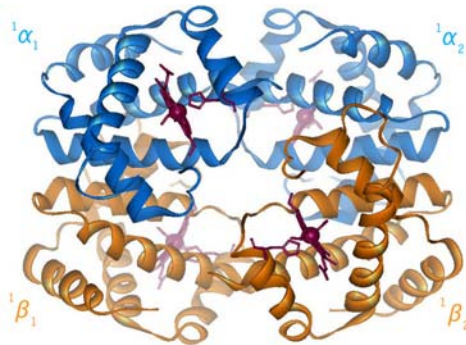


3. โครงสร้างตติยภูมิ (tertiary structure)

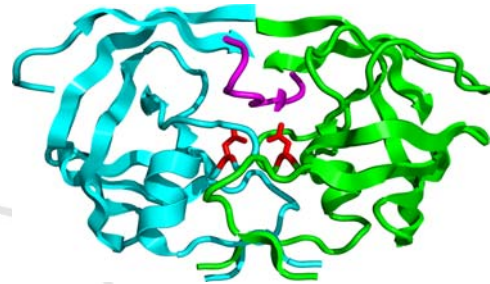


4. โครงสร้างจตุตถภูมิ (quaternary structure)

บางครั้ง protein จะปรากฏในลักษณะที่เกิดจากสาย peptide มากกว่า 1 สายมาเกาะรวมอยู่ด้วยกัน ซึ่งโครงสร้างอันเกิดมาจาก protein มากกว่า 1 สายมาจับตัวรวมกันนี้เรียกว่า โครงสร้างจตุตถภูมิ เช่น



haemoglobin



HIV-1 protease

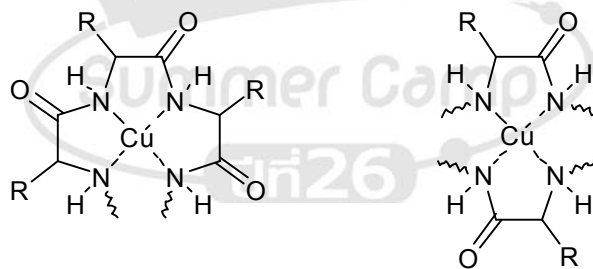
การเสียสภาพธรรมชาติของ protein (protein denaturisation)

การทำงานของ protein ขึ้นอยู่กับรูปร่างในสามมิติ เมื่อโครงสร้างเสียไปจะทำงานตามปกติไม่ได้ โครงสร้างในสามมิติของโปรตีนเกิดจาก non-covalent interaction ที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น

1. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอันตรกิริยาต่างๆ ทั่วไป
2. การเปลี่ยนแปลง pH มีผลต่อระบบ hydrogen bond โดยตรง
3. การเปลี่ยนตัวทำละลาย เนื่องจาก peptide ถูกสังเคราะห์ในน้ำจึงมีน้ำพองโครงสร้างเอาไว้จำนวนมาก
4. การเกิดสารเชิงซ้อนกับโลหะ ทำให้สาย peptide ล้อมตัวรอบโลหะนั้นๆ ไว้
5. การเกิดปฏิกิริยา redox มีผลต่อหลายพันธะโดยเฉพาะอย่างยิ่ง disulfide bond
6. การเกิดปฏิกิริยาอื่นๆ มีผลต่อหมู่ function บางหมู่เป็นการเฉพาะ

ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบ peptide

1. การเกิดสารเชิงซ้อนกับ Cu^{2+} (Biuret Test)



2. ปฏิกิริยา hydrolysis (การย่อย protein)

ปฏิกิริยา hydrolysis คือ ปฏิกิริยาที่ตัดพันธะ amide หรือ peptide ออกด้วยอาศัยการเร่งปฏิกิริยาด้วยกรดหรือ enzyme อาจจะตัดย่อยได้อย่างสมบูรณ์จนเป็น amino acid หรือตัดย่อยบางส่วน

พิษของงู Bothrops Jararaca เป็นสาย nonapeptide ที่มีฤทธิ์ยับยั้ง angiotensin เมื่อนำมาทำ partial hydrolysis ด้วยกรดแล้ว พบว่าได้สาย peptide สั้นๆ ออกมามากมาย โดยสาย peptide จำนวนหนึ่งมี primary structure เป็นดังนี้

สายที่ 1 : Tyr-Trp-Pro

สายที่ 2 : Pro-Pro-Gln

สายที่ 3 : Pro-Gln-Ile

สายที่ 4 : Pro-Arg-Pro

สายที่ 5 : Gln-Ile-Pro

สายที่ 6 : Trp-Pro-Arg

ดังนั้นสาย nonapeptide นี้มีลำดับ amino acid อย่างไร

Lipid

คือ สารประกอบชีวโมเลกุลที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดนิวคลีอิก และไม่ละลายน้ำ จึงมีหลากหลายประเภทย่อย เช่น กรดไขมัน, ไข (wax), ไขมันและน้ำมัน (triglyceride), ฟอสโฟลิปิด, sphingolipid, prostaglandin, terpenoid, polyketide แต่ในที่นี้จะสนใจเพียงกรดไขมันและ triglyceride เท่านั้น

1. กรดไขมัน (fatty acid)

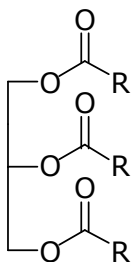
คือ กรดคาร์บอกซิลิกขนาดใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำแบ่งเป็น

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid)
2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid)

2. ไขมันและน้ำมัน (triglyceride)

เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน กับ glycerol ได้เป็นไตรเอสเทอร์แบ่งเป็นสองชนิดได้แก่

1. ไขมัน (fat) : มีสถานะเป็นของแข็ง
2. น้ำมัน (oil) : มีสถานะเป็นของเหลว



เช่น



tristearin

สมบัติทางกายภาพของลิปิด

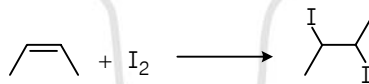
ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของสายแอลคิลเป็นหลัก ด้วยผลต่อการจัดเรียงโมเลกุล ถ้าโครงสร้างมีพันธะคู่แบบ *cis*— จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ เนื่องจากไม่สามารถเรียงตัวให้อยู่ชิดกันได้ดีเท่ากับกรดไขมันแบบอิ่มตัว

| | ชื่อ | โครงสร้าง | จุดหลอมเหลว (°C) |
|---|------------------|--|------------------|
| 1 | palmitic acid | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ | 63.0 |
| 2 | palmitoleic acid | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | -0.1 |
| 3 | stearic acid | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ | 69.6 |
| 4 | elaidic acid | <i>trans</i> — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | 46.5 |
| 5 | oleic acid | <i>cis</i> — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | 13.0 |
| 6 | linoleic acid | <i>cis, cis</i> — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | -5.0 |

ปฏิกิริยาของกรดไขมัน ไขมัน และน้ำมัน

1. แฮโลจีเนชัน (halogenation)

ใช้ทดสอบความไม่อิ่มตัวของ triglyceride โดยอาศัยปฏิกิริยาการเติมเกิดการฟอกจางสีของสารละลาย



iodine number เท่ากับ น้ำหนักของไอโอดีนที่ถูกฟอกด้วยสารทดสอบปริมาณ 100 กรัม

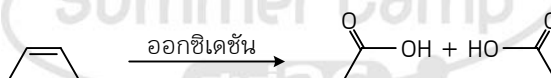
2. ไฮโดรจีเนชัน (hydrogenation)

เปลี่ยน C=C ในน้ำมันพืช ให้เป็นไขมันอิ่มตัวที่เรียกว่า เนยเทียม

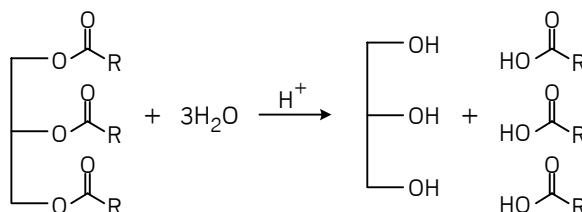


3. ออกซิเดชัน (การหืน : rancidification)

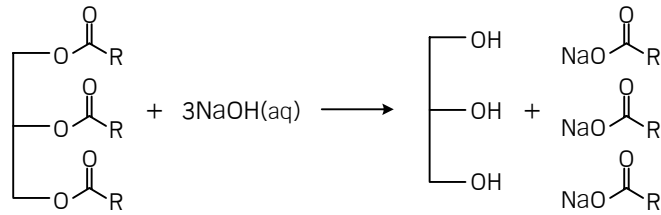
เกิดกับ C=C ด้วย O_2 และความชื้นในอากาศ อย่างช้าๆ ผ่านอนุมูลอิสระเกิดเป็นกลิ่นหืน



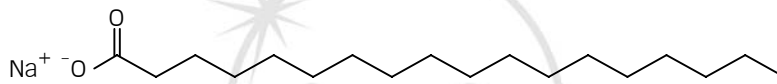
4. ไฮโดรไลซิส (hydrolysis)



5. สaponification (saponification)

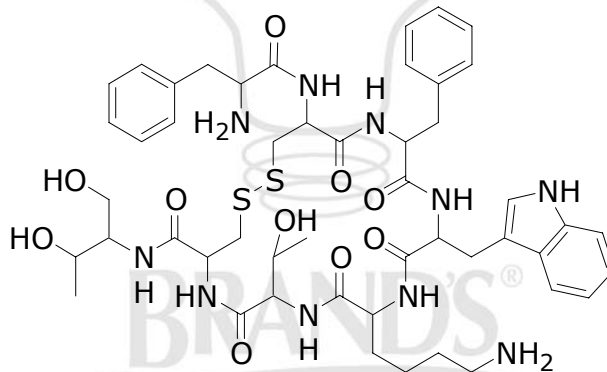


ปริมาณของ NaOH เป็นมิลลิกรัมต่อ triglyceride จำนวน 1 กรัมเรียกว่า saponification number
ผลิตภัณฑ์เกลือคาร์บอกซิเลตส่วนหัวเป็นไอออนละลายในน้ำได้ดี ส่วนสายไฮโดรคาร์บอนละลายกับ
น้ำมันได้ดี จึงใช้เป็นสารซักล้าง และลดแรงตึงผิว



แบบฝึกหัด

1. Carbohydrate ชนิดใดต่อไปนี่ที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยากับ Benedict ได้
 - 1) Glyceraldehyde
 - 2) Lactose
 - * 3) Glycogen
 - 4) ทุกข้อรวมกัน
2. ปฏิกิริยาระหว่าง NaOH(aq) กับสารในข้อใด ที่ไม่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวได้
 - 1) ไขมัน
 - 2) กรดไขมัน
 - 3) กรด alkylsulfonic
 - * 4) ไม่มีคำตอบ
3. Octreotide เป็นสาย oligopeptide ที่มีโครงสร้างดังแสดงด้านล่าง สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้เป็น inhibitor ของ hormone บางชนิด เช่น growth hormone, glucagon และ insulin



- จากโครงสร้างดังกล่าวโมเลกุลนี้เป็นโมเลกุลประเภทใด และมีพันธะ peptide กี่พันธะ
- 1) hexapeptide, 5 peptide bonds
 - 2) hexapeptide, 6 peptide bonds
 - * 3) heptapeptide, 6 peptide bonds
 - 4) heptapeptide, 7 peptide bonds
4. การกระทำในข้อใดต่อไปนี่ ที่ทำลายโครงสร้างของ protein โดยที่ primary structure ไม่เสียหาย
 - 1) ต้มในสารละลายกรด
 - 2) hydrolysis ด้วย pepsin
 - * 3) เติมน้ำลงไป
 - 4) เติมน้ำลงไป

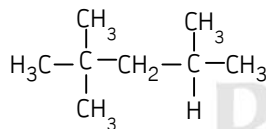
ปิโตรเคมี

ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมกันของซากสิ่งมีชีวิตกลายเป็นปิโตรเลียม หรือน้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ แบ่งออกได้หลายประเภทเมื่อกลั่นแยกตามจุดเดือด

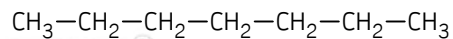
| จุดเดือด (องศาเซลเซียส) | ขนาดโมเลกุล (จำนวนคาร์บอน) | การนำไปใช้ |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| น้อยกว่า 30 | 1-4 | แก๊สธรรมชาติ |
| 30-60 | 5-7 | ปิโตรเลียมอีเทอร์ (ตัวทำละลาย) |
| 60-180 | 5-10 | น้ำมันเบนซิน |
| 180-250 | 10-12 | น้ำมันก๊าด |
| 250-350 | 13-18 | น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา |
| มากกว่า 300 | มากกว่า 18 | น้ำมันหล่อลื่น |
| มากกว่า 300 | มากกว่า 21 | ไฮพาราฟิน (สำหรับเทียนไข) |
| มากกว่า 300 | มากกว่า 38 | ยางมะตอย |

Octane Number

คือ ตัวเลขแสดงความต้านทานการน็อคของน้ำมันเบนซิน น้ำมันที่มีเลขออกเทน 95 หมายถึง น้ำมันที่สามารถต้านทานการน็อคเท่ากับน้ำมันเชื้อเพลิงมาตรฐานที่มีส่วนประกอบของ iso-octane 95% โดยปริมาตร และ n-heptane 5% โดยปริมาตร



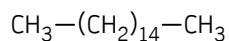
iso-octane



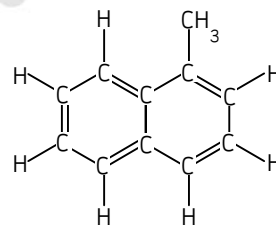
n-heptane

Cetane Number

เป็นสมบัติของน้ำมันดีเซลเหมือนกับเลขออกเทน แต่ใช้สารมาตรฐานแตกต่างกัน คือ กำหนดให้สารประกอบ cetane และ α -methyl-naphthalene มีเลขซีเทนเป็น 100 และ 0 ตามลำดับ



cetane



α -methyl-naphthalene

พอลิเมอร์

เป็นโมเลกุลใหญ่ที่เกิดจากการรวมตัวกันของโมเลกุลเล็กๆ ที่เรียกว่า มอนอเมอร์ (monomer) แบ่งเป็น

- แบ่งตามการสังเคราะห์

1. พอลิเมอร์ธรรมชาติ
2. พอลิเมอร์สังเคราะห์

- แบ่งตามสถานะ

1. พอลิเมอร์ของเหลว : มีขนาดโมเลกุลไม่ใหญ่มาก แรงระหว่างโมเลกุลน้อย
2. ยาง : เป็นของแข็งแต่ยืดหยุ่นได้ดี
3. พลาสติก
 - 3.1 เทอร์โมพลาสติก : สามารถหลอมเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน นำมารีไซเคิลได้
 - 3.2 เทอร์โมเซตติงพลาสติก : ไม่สามารถหลอมเหลวได้ มักมีโครงสร้างแบบร่างแห
4. ไฟเบอร์ : ขึ้นรูปเป็นเส้นใยได้ นำไปทอเป็นผ้า

- แบ่งตามโครงสร้าง

1. พอลิเมอร์แบบเส้น : ถ้าโมเลกุลขนาดใหญ่พอจะเป็นของแข็ง
2. พอลิเมอร์แบบกิ่ง : เป็นของแข็งที่แรงระหว่างโมเลกุลน้อย สามารถดึงให้ยืดออกได้ง่าย
3. พอลิเมอร์แบบร่างแห : มีความแข็งแรงสูงและทนความร้อนได้ดีโดยไม่หลอมเหลว

- แบ่งตามมอนอเมอร์

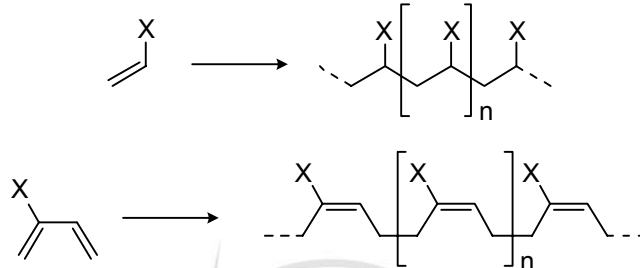
1. โฮโมพอลิเมอร์ : เกิดจากมอนอเมอร์ชนิดเดียว
2. โคพอลิเมอร์ : เกิดจากมอนอเมอร์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
 - 2.1 โคพอลิเมอร์แบบสลับหว่าง
 - 2.2 โคพอลิเมอร์แบบบล็อก
 - 2.3 โคพอลิเมอร์แบบสุ่ม

- แบ่งตามปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน

1. พอลิเมอร์แบบเติม : เกิดจากปฏิกิริยาการเติมมอนอเมอร์เป็นแอลคีน
2. พอลิเมอร์แบบควบแน่น : เกิดจากปฏิกิริยาควบแน่นของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ

พอลิเมอร์แบบเติม

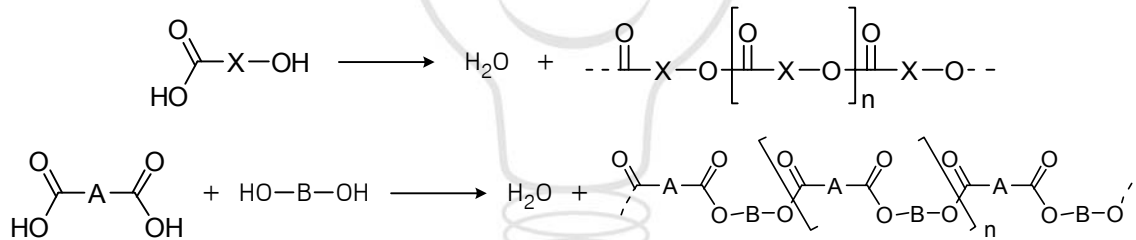
เกิดจากปฏิกิริยาการเติมของสารประกอบที่มี C=C อย่างน้อย 1 ตำแหน่ง แบ่งออกได้คร่าวๆ เป็น 2 แบบ ดังนี้ (โดยแบบที่ 2 จะได้พอลิเมอร์ที่มีลักษณะยืดหยุ่นได้เหมือนยาง)



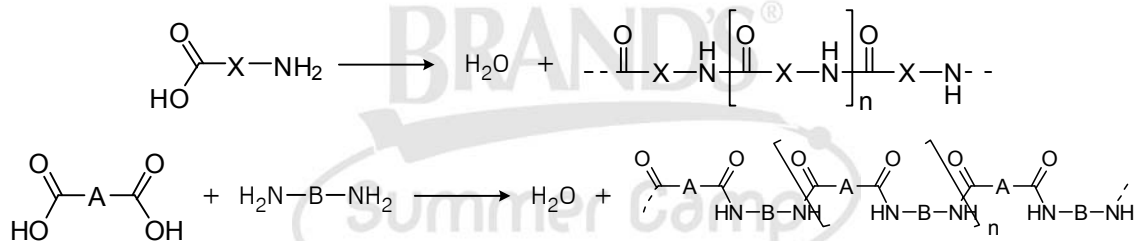
พอลิเมอร์แบบควบแน่น

เกิดจากปฏิกิริยาควบแน่นของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทย่อยตามพันธะที่เชื่อมต่อกันระหว่างหน่วยซ้ำแต่ละหน่วย เช่น

พอลิเอสเทอร์



พอลิเอไมด์

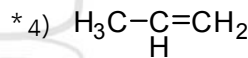
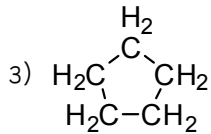
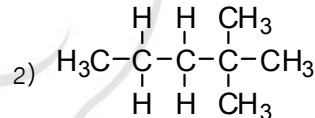
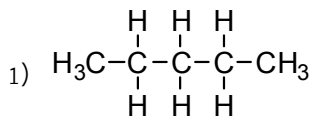


แบบฝึกหัด

1. หลักการกลั่นลำดับส่วนสำหรับแยกน้ำมันปิโตรเลียมข้อใดไม่ถูกต้อง
 - 1) เป็นการแยกน้ำมันปิโตรเลียมที่มีองค์ประกอบหลายชนิดตามจุดเดือดที่แตกต่างกัน
 - * 2) เป็นการทำให้สารผสมให้เป็นสารบริสุทธิ์ นำไปใช้งานต่างๆ เช่น เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง
 - 3) หอกลั่นที่มีความสูงมากก็เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกลั่นแยก
 - 4) ที่ชั้นบนของหอกลั่นสารที่แยกออกมาจะมีจุดเดือดต่ำ
2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติ เมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเรียงจากน้อยไปมากได้ตามข้อใด

- * 1) CNG LPG ดีเซล
- 2) CNG เบนซิน LPG
- 3) ดีเซล LPG เบนซิน
- 4) น้ำมันก๊าด ดีเซล เบนซิน

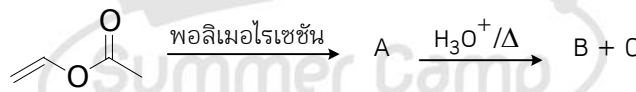
3. สารชนิดใดน่าจะแยกออกมาจากหอกลั่นน้ำมันที่ชั้นสูงกว่าข้ออื่น



4. polymer ข้อใดแข็งที่สุดถ้ามี repeating unit เท่ากัน

- 1) PE
- 2) PP
- * 3) PS
- 4) PTFE

5. จากสมการ



ข้อใดไม่ถูกต้อง เมื่อกำหนดให้ B มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า C

- 1) กระบวนการพอลิเมอไรเซชันที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาการเติม
- 2) สาร A เป็นพอลิเมอร์แบบเส้นตรง
- * 3) สาร B และ C ไม่เป็นพอลิเมอร์
- 4) สาร C มีฤทธิ์เป็นกรด

BRANDS ซัมเมอร์แคมป์ ปีที่ 26



เอกสารประกอบคำบรรยาย
วิชา **PAT 2**
เคมี

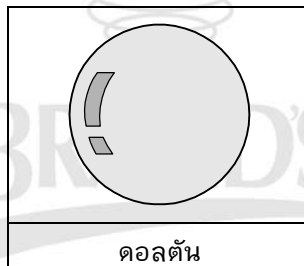
โดย อ.กฤษณ์ ชื่นเป็นนิจ
สถาบันกวดวิชาเคมี เคมีก้า

โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ

โครงสร้างอะตอม

แบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ

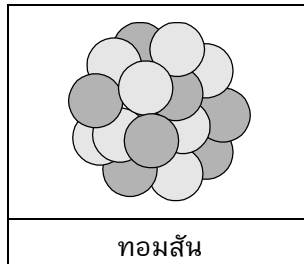
แบบจำลองอะตอมของดอลตัน



ดอลตัน

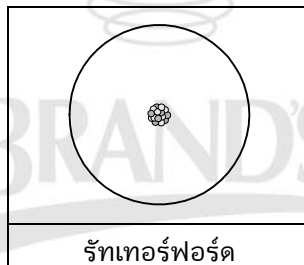
- สสารทั้งหลายเกิดขึ้นจากอะตอม
- อะตอมไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ หรือถูกทำลายลงได้
- อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีลักษณะเหมือนกัน และมีลักษณะต่างกันในธาตุต่างชนิดกัน
- ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นโดยการจัดเรียงตัวกันใหม่ของอะตอม
- สารประกอบเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของอะตอมของธาตุองค์ประกอบ
- แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นเพียงแนวคิด โดยไม่มีการทดลองยืนยันหลักคิดของตนเอง

แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



- ทอมสันนำหลอดรังสีแคโทดมาปรับปรุงแล้วค้นพบรังสีแคโทด หรืออิเล็กตรอน
- ทอมสันสามารถหาค่าประจุต่อมวลของรังสีแคโทดซึ่งเป็นค่าคงที่เท่ากับ 1.76×10^8 c/g
- มิลลิแกนใช้การทดลองหยดน้ำมันเพื่อหาค่าประจุของอิเล็กตรอน (1.6×10^{-19} c) และนำค่าประจุที่ได้ไปคำนวณหามวลของอิเล็กตรอนได้ (9.1×10^{-27} g) โดยใช้ค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนของทอมสัน
- แบบจำลองอะตอมของทอมสันเป็นรูปแบบ Plum pudding model ซึ่งอธิบายว่าอะตอมประกอบด้วยกลุ่มประจุลบที่ฝังอยู่ในเนื้ออะตอมที่มีกลุ่มประจุบวก
- รังสีบวก (รังสีแอนโนด) ที่ถูกค้นพบโดยโกลด์ชไตน์ก่อนหน้าการทดลองของทอมสัน ไม่ใช่โปรตอน แต่เป็นไอออนบวกที่เกิดจากการที่อะตอมถูกพลังงานไฟฟ้าทำให้แตกออกเป็นอิเล็กตรอน (รังสีแคโทด) และไอออนบวก ยกเว้นในกรณีที่ใช้แก๊สด้านในหลอดรังสีแคโทดเป็นแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งจะทำให้รังสีบวกที่ได้เป็นโปรตอน (H^+)

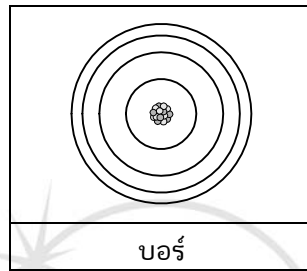
แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด



- การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด คือ การทดลองยิงรังสีแอลฟาใส่แผ่นทองคำบาง ซึ่งสิ่งที่รัทเทอร์ฟอร์ดคาดการณ์แต่แรก คือ รังสีทั้งหมดน่าจะทะลุผ่านแผ่นทองคำบางไปทั้งหมด แต่ผลการทดลองกลับไม่เป็นไปตามนั้นเพราะมีรังสีแอลฟาบางส่วนที่เบี่ยงเบนทิศทางและสะท้อนกลับได้
- การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดทำให้พบว่า อะตอมประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่มีความหนาแน่นสูงมาก (นิวเคลียส) และส่วนที่เป็นที่ว่าง (พื้นที่ของอิเล็กตรอน) โดยส่วนที่เป็นที่ว่างจะกินพื้นที่ขนาดกว้างกว่า
- แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดเป็นลักษณะที่ประจุบวกอัดรวมตัวกันแน่นอยู่ตรงกลาง (นิวเคลียส) และมีอิเล็กตรอนโคจรอยู่บริเวณที่ว่างรอบนิวเคลียส

- รัทเทอร์ฟอร์ดเป็นผู้ค้นพบโปรตอนจากการทดลองยิงรังสีแอลฟาใส่แก๊สไฮโดรเจน แล้วตรวจพบประจุบวก ซึ่งก็คือ โปรตอน (H^+) และเจมส์ แชดวิก ได้ค้นพบนิวตรอน โดยเขาได้ทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของธาตุแบริลเลียม ($Be-9$)

แบบจำลองอะตอมของบอร์



- บอร์ทำการทดลองผ่านการตรวจสอบสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งเป็นผลให้ค่าตัวเลขที่ได้จากการทดลองทั้งหมดเป็นของธาตุไฮโดรเจน
- บอร์อาศัยความรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงาน ความถี่ ความยาวคลื่น จากสมการของแพลงค์ ดังนี้

$$E = h\nu$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

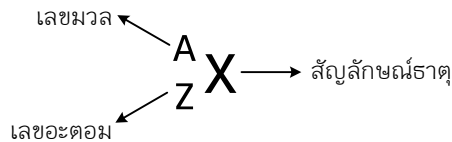
- บอร์อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดเส้นสเปกตรัม โดยการที่อิเล็กตรอนถูกกระตุ้นจากสถานะพื้นไปสภาวะกระตุ้น หลังจากนั้นจะพยายามกลับลงที่สถานะพื้นอีกครั้งด้วยการคายพลังงานในรูปของแสง
- บอร์อธิบายเกี่ยวกับระยะห่างระหว่างระดับพลังงาน โดยการใช้ไฮโดรเจนเป็นรูปแบบหลัก ซึ่งทำให้เราพบว่า ระยะห่างระหว่างระดับพลังงานจะมีค่าน้อยลงไปเรื่อยๆ ดังรูป



- จากการทดลองของบอร์ ทำให้เกิดการตรวจสอบชนิดของสารโดยการดูสีเปลวไฟ และสเปกตรัมของสารประกอบได้ โดยสามารถใช้ได้ดีกับกลุ่มธาตุที่เป็นโลหะ (เนื่องจากให้เส้นสเปกตรัมในช่วงแสงที่มองเห็นได้)
- แบบจำลองอะตอมของบอร์มีลักษณะใกล้เคียงกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด เพียงแต่เพิ่มส่วนอธิบายการโคจรของอิเล็กตรอนที่มีลักษณะเป็นชั้นๆ คล้ายกับระบบสุริยะจักรวาล

สัญลักษณ์นิวเคลียร์

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ สัญลักษณ์ที่ใช้บอกชนิดของธาตุ ตลอดจนจำนวนอนุภาคมูลฐานทั้งหมดของธาตุนั้นๆ โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่



1. เลขอะตอม (Atomic Number, Z) คือ ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส เป็นตัวบ่งชี้ชนิดและสมบัติเฉพาะตัวของธาตุนั้นๆ

2. เลขมวล (Mass Number, A) คือ ตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอน และนิวตรอนในนิวเคลียส

ไอโซโทป (Isotope) คือ อะตอมของธาตุเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันหรืออนุภาคที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน ซึ่งอนุภาคที่เป็นไอโซโทปกันจะมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกัน แต่สมบัติทางกายภาพบางประการต่างกัน โดยธาตุหนึ่งๆ อาจมีได้หลายไอโซโทป

ไอโซบาร์ (Isobar) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มีเลขมวลเท่ากัน

ไอโซทอน (Isotone) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน

ไอโซอิเล็กทรอนิก (Isoelectronic) คือ อะตอมหรือไอออนของสารที่มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน

ไอออน คือ อนุภาคที่เกิดการสูญเสียเสถียรภาพทางไฟฟ้า ทำให้เกิดธาตุที่มีประจุไฟฟ้า เพราะมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากับจำนวนโปรตอน โดยถ้าหากว่าจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า “ไอออนลบ” และถ้าหากว่ามีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า “ไอออนบวก”

การจัดเรียงอิเล็กตรอน

การจัดเรียงอิเล็กตรอน เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มของอิเล็กตรอนโดยใช้สภาวะและบริเวณที่อิเล็กตรอนแต่ละตัวอยู่ เพื่อบอกตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ อีกทั้งยังสามารถอธิบายพฤติกรรมบางอย่างได้จากการจัดเรียงอิเล็กตรอน โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งการจัดเรียงอิเล็กตรอนได้เป็น 2 วิธี ได้แก่

1. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก (Core Shell Electron Configuration)

2. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย (Sub Shell Electron Configuration)

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก เป็นกระบวนการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่ค่อนข้างสะดวกเหมาะสำหรับการบอกตำแหน่งในตารางธาตุเท่านั้น ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดของพฤติกรรมต่างๆ ของอะตอมได้ชัดเจนเหมือนกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย ซึ่งการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักจะให้ข้อมูลเพียง 2 ชนิด ดังนี้

1. ระดับพลังงาน

2. จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนั้นๆ

มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. หาจำนวนอิเล็กตรอนที่สามารถจุได้ในระดับพลังงานต่างๆ โดย

จำนวนอิเล็กตรอนที่สามารถจุได้ในระดับพลังงาน = $2n^2$ โดย n = ระดับพลังงานที่ n

ดังนั้น ที่ระดับพลังงาน $n = 1$ สามารถจุอิเล็กตรอนได้ = $2 \times 1^2 = 2$

ที่ระดับพลังงาน $n = 2$ สามารถจุอิเล็กตรอนได้ = 8

ที่ระดับพลังงาน $n = 3$ สามารถจุอิเล็กตรอนได้ = 18

ที่ระดับพลังงาน $n = 4$ สามารถจุอิเล็กตรอนได้ = 32

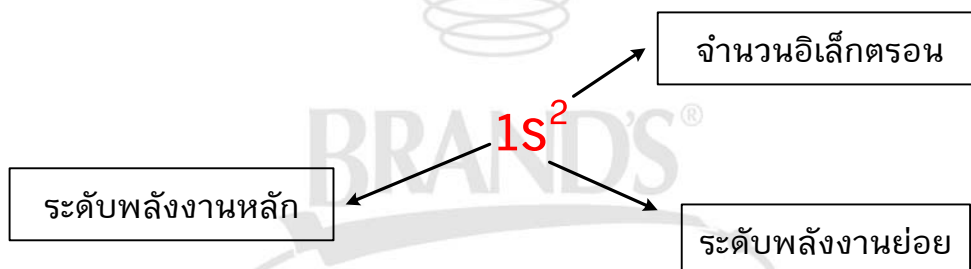
2. อิเล็กตรอนในระดับพลังงานชั้นนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน มีได้ไม่เกิน 8 อนุภาค (ตามเลขหมู่)

3. จำนวนระดับพลังงานบอกเลขที่คาบ (ธาตุในแถวบน) จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนบอกเลขที่หมู่ (ธาตุในแนวตั้ง) ได้เฉพาะธาตุพวกเรพรีเซนเตตีฟ (ธาตุพวก A) ส่วนธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 ส่วนใหญ่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 2 ยกเว้นบางธาตุที่เป็น 1 (Cr และ Cu) และอิเล็กตรอนในระดับพลังงานรองสุดท้ายเป็น 9 ถึง 18

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

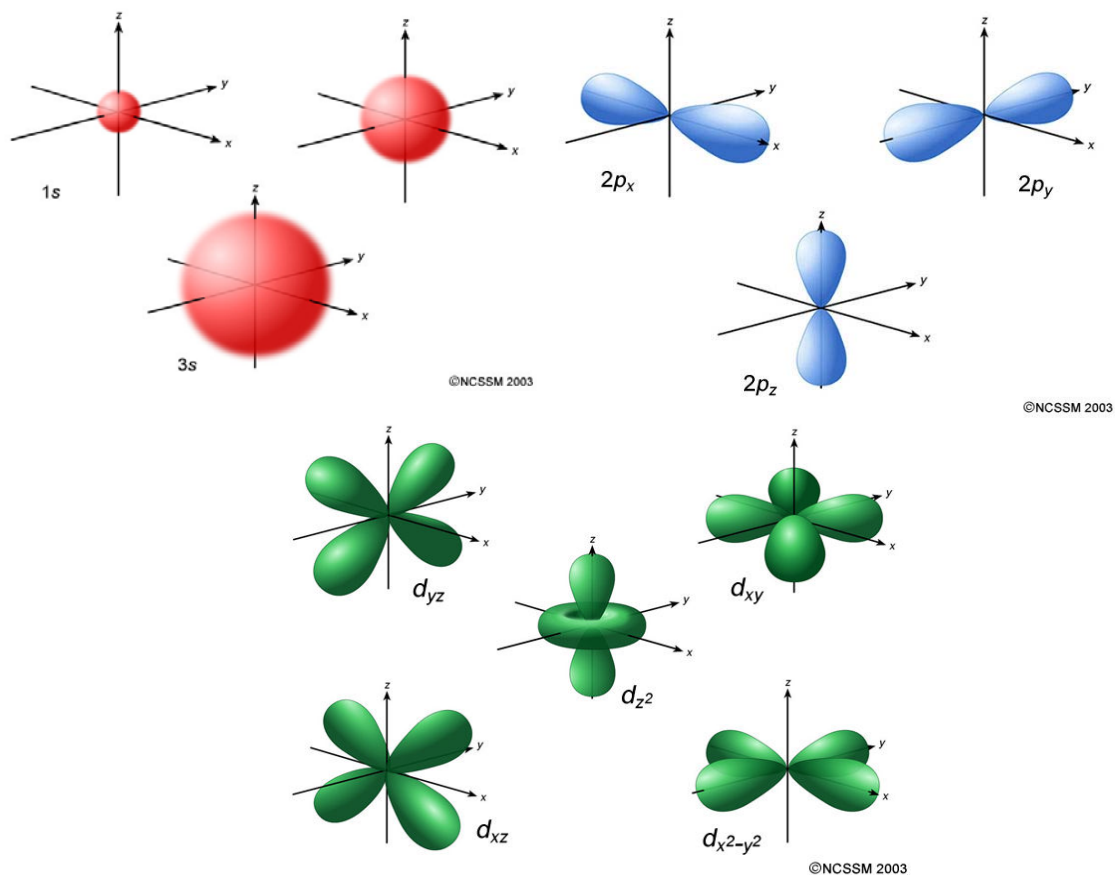
การจัดเรียงอิเล็กตรอนในรูปแบบนี้จะมีการบอกละเอียดของอิเล็กตรอนอยู่ 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ระดับพลังงาน
2. ออร์บิทัล
3. จำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานและออร์บิทัลนั้นๆ



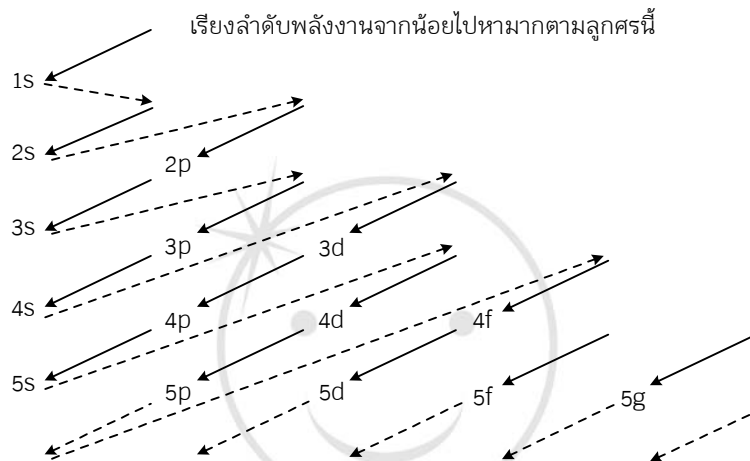
โดยความแตกต่างระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและในระดับพลังงานย่อย คือ “ออร์บิทัล (Orbital)” ซึ่งหมายถึง บริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอน ซึ่งออร์บิทัลจะพบได้หลายลักษณะเป็นรูปทรงต่างๆ ตามระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นพลังงานจลน์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสและการหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน โดยแต่ละระดับพลังงานย่อยและออร์บิทัลมีรูปแบบเป็นดังนี้

| ระดับพลังงานย่อย | จำนวนออร์บิทัล | ออร์บิทัล | จำนวนอิเล็กตรอนที่บรรจุได้ | ลักษณะเส้นสเปกตรัม |
|------------------|----------------|---|----------------------------|------------------------|
| s | 1 | s | 2 | เส้นบางเล็ก (sharp) |
| p | 3 | p_x, p_y และ p_z | 6 | เส้นหนาชัด (principal) |
| d | 5 | $d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}, d_{(x^2-y^2)}$ และ d_{z^2} | 10 | สว่างกระจาย (diffuse) |
| f | 7 | - | 14 | สว่างกระจาย (diffuse) |
| g | 9 | - | 18 | สว่างกระจาย (diffuse) |



ทั้งนี้ ในการจัดเรียงธาตุที่มีเลขอะตอมสูงมากๆ (เลขอะตอมมากกว่า 120) อาจจะมีพบ g-orbital และ h-orbital

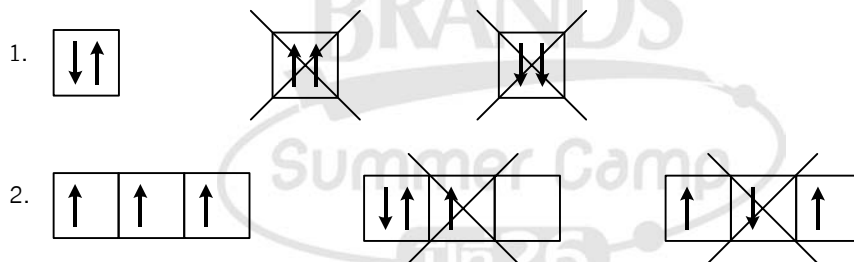
เนื่องจากการที่ระดับพลังงานมีค่าไม่เท่ากันและมีการเรียงที่ซ้อนกันในออร์บิทัลต่างๆ ทำให้อิเล็กตรอนนั้นจะต้องถูกบรรจุอยู่ในระดับพลังงานและออร์บิทัลที่มีพลังงานต่ำที่สุดก่อนเพื่อความเสถียร ดังนั้นการจัดเรียงอิเล็กตรอนสามารถทำได้โดยจัดตามลำดับต่อไปนี้



หรือเรียงลำดับได้ตามนี้ : 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, ...

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยจะมีประโยชน์มากในการศึกษาวิชาเคมีในระดับสูง เพราะสามารถนำการจัดเรียงอิเล็กตรอนรูปแบบนี้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ของอะตอมได้ โดยสามารถนำไปสร้างแผนภาพออร์บิทัล (Orbital Diagram) เพื่อขยายภาพพฤติกรรมของอิเล็กตรอนที่ชัดเจนมากขึ้น

ข้อควรระวังในการสร้างแผนภาพออร์บิทัล



ความสัมพันธ์ระหว่างตารางธาตุและการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| H
1s ¹ | | | | | | | | | | | He
1s ² | | | | | | |
| Li
2s ¹ | Be
2s ² | ตารางธาตุ | | | | | | | | | | B
2p ¹ | C
2p ² | N
2p ³ | O
2p ⁴ | F
2p ⁵ | Ne
2p ⁶ |
| 3s | | ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งและการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย
(แสดงเฉพาะโครงสร้างอิเล็กตรอนออร์บิทัลสุดท้ายที่สามารถบ่งชี้ถึงตำแหน่งได้) | | | | | | | | | | 3p | | | | | |
| 4s | Sc
3d ¹ | Ti
3d ² | V
3d ³ | Cr
3d ⁴ | Mn
3d ⁵ | Fe
3d ⁶ | Co
3d ⁷ | Ni
3d ⁸ | Cu
3d ⁹ | Zn
3d ¹⁰ | 4p | | | | | | |
| 5s | 4d | | | | | | | | | | 5p | | | | | | |
| 6s | 5d | | | | | | | | | | 6p | | | | | | |
| 7s | 6d | | | | | | | | | | 7p | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| La
4f ¹ | Ce
4f ² | Pr
4f ³ | Nd
4f ⁴ | Pm
4f ⁵ | Sm
4f ⁶ | Eu
4f ⁷ | Gd
4f ⁸ | Tb
4f ⁹ | Dy
4f ¹⁰ | Ho
4f ¹¹ | Er
4f ¹² | Tm
4f ¹³ | Yb
4f ¹⁴ |
| 5f | | | | | | | | | | | | | |

ตารางธาตุ

แนวโน้มคุณสมบัติทั่วไปของธาตุในตารางธาตุ

โดยทั่วไปจะแบ่งคุณสมบัติที่น่าสนใจของธาตุต่างๆ ออกเป็น 5 คุณสมบัติ ได้แก่

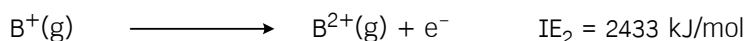
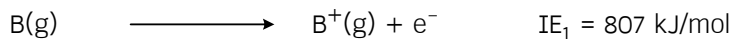
1. ขนาดอะตอม และขนาดไอออน

คือ ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของอะตอมกับผิวของอะตอม ซึ่งก็คือ อิเล็กตรอนวงนอกสุด ถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันมาก จะทำให้อิเล็กตรอนอยู่ใกล้นิวเคลียส อะตอมจะมีขนาดเล็ก ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดอะตอม ได้แก่

- 1.1 ระดับพลังงานชั้นนอกสุด : ถ้าอยู่ระดับพลังงานสูงก็จะมีขนาดใหญ่
- 1.2 จำนวนโปรตอน : ถ้ามีมากก็จะดึงอิเล็กตรอนให้เข้าใกล้นิวเคลียส อะตอมจะมีขนาดเล็ก
- 1.3 จำนวนอิเล็กตรอน : ถ้ามีมากก็กระจายตัวรอบอะตอมไกลขึ้น อะตอมจะมีขนาดใหญ่

2. ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy : IE)

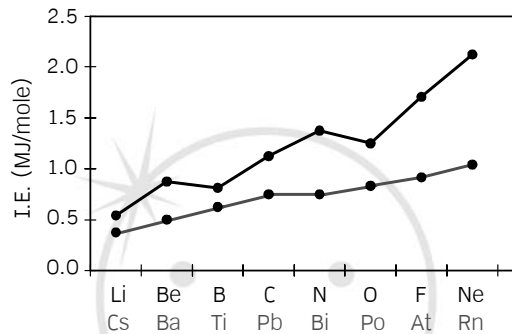
พลังงานไอออไนเซชัน คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส โดยทำให้ธาตุเปลี่ยนแปลงเป็นไอออนบวก ถ้าอิเล็กตรอนตัวแรกหลุดเรียกพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่หนึ่ง (IE₁) พลังงานที่ทำให้อิเล็กตรอนในลำดับต่อไป มาหลุดมีค่าเป็น IE₂, IE₃, ... ตามลำดับ เช่น



จะพบว่าในธาตุชนิดเดียวกัน $IE_1 < IE_2 < IE_3 < \dots < IE_n$

*** ข้อควรระวัง ***

ธาตุในหมู่ IIA และหมู่ VA มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยออร์บิทัลสุดท้ายเป็น ns^2 และ np^3 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบดังกล่าวทำให้ธาตุหมู่ IIA มีลักษณะเป็น Full-fill orbital และของหมู่ VA เป็น Half-fill orbital ซึ่งทำให้ธาตุนั้นมีความเสถียรมากเป็นพิเศษ จึงทำให้ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุใน 2 หมู่นี้มีลักษณะมากกว่าที่ควรจะเป็นตามแนวโน้ม แต่กรณีดังกล่าวจะมีผลน้อยลงสำหรับธาตุที่อยู่ในคาบสูง เนื่องจากประเด็นเรื่องการบดบังของอิเล็กตรอน ดังกราฟ



3. ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity : EA)

สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน คือ พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่ออะตอมของธาตุในสถานะแก๊สได้รับอิเล็กตรอน 1 อนุภาคแล้วกลายเป็นไอออนลบในสถานะแก๊ส พลังงานนี้มักจะอยู่ในรูปคายพลังงานเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียสของอะตอมกับอิเล็กตรอนตัวใหม่ เช่น



ทั้งนี้ธาตุที่มีค่า EA สูง หมายความว่า ธาตุนั้นรับอิเล็กตรอนได้ดีและเกิดเป็นไอออนลบที่เสถียร (ยิ่งลบมากยิ่งเสถียร) แต่ถ้าค่า EA เป็นบวก แสดงว่าธาตุนั้นจะเป็นไอออนลบที่ไม่เสถียรและเกิดการรับอิเล็กตรอนไม่ได้

*** ข้อควรระวัง ***

คล้ายกับกรณีของพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1

4. ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี (Electronegativity : EN)

อิเล็กโทรเนกาติวิตี คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถของอะตอมของธาตุในการดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอมของธาตุอื่น ขณะสร้างพันธะเพื่อรวมเป็นสารประกอบ ค่า EN ของธาตุไม่มีหน่วย เนื่องจากเป็นค่าที่เกิดจากการเปรียบเทียบ โดยค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของธาตุหนึ่งๆ จะมีความสัมพันธ์กับค่าไอออไนเซชันและค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนด้วย ซึ่งการหาอิเล็กโทรเนกาติวิตีนั้นจะต้องใช้ตัวแปรสำคัญในการเปรียบเทียบ คือ พลังงานพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างธาตุที่ต้องการกับธาตุที่มี EN สูงที่สุดในตารางธาตุอย่างฟลูออรีน (F) ดังนั้น หากธาตุใดไม่สามารถสร้างพันธะกับฟลูออรีนได้ ก็ไม่สามารถหาค่า EN ได้

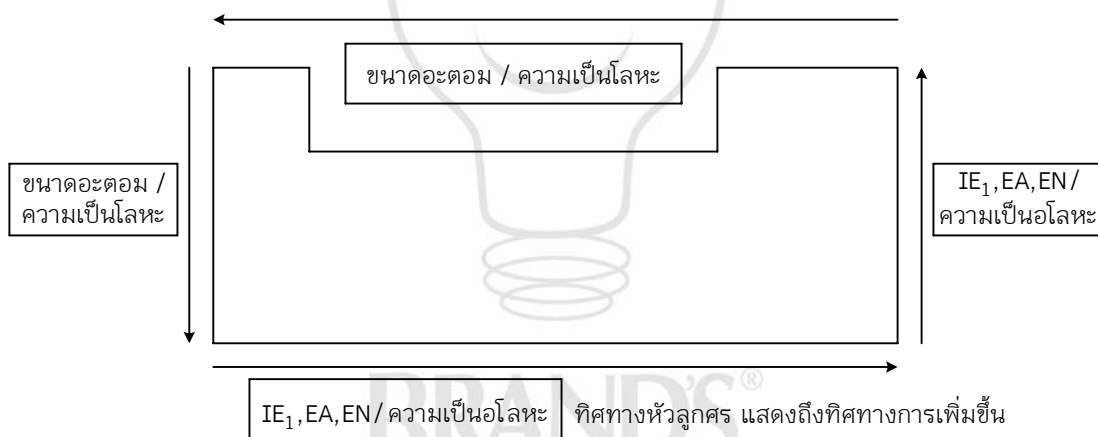
5. ความเป็นโลหะ และความเป็นอโลหะ

ความเป็นโลหะ คือ มีความว่องไวในการจ่ายอิเล็กตรอน (ตัวรีดิวซ์) ดังนั้น ความว่องไวจะขึ้นกับความ เป็นโลหะของธาตุนั้นๆ โดยยิ่งธาตุที่เป็นโลหะมาก ก็จะสามารถจ่ายอิเล็กตรอนได้ดี ความเป็นโลหะเพิ่มขึ้นจาก บนลงล่างในหมู่เดียวกันและลดลงจากซ้ายไปขวาในคาบเดียวกัน โดยสังเกตได้จากค่าพลังงานไอออไนเซชัน ยิ่งมี ค่าน้อย ยิ่งจ่ายอิเล็กตรอนได้ง่าย และยิ่งมีความเป็นโลหะมาก

ความเป็นอโลหะ คือ มีความว่องไวในการรับอิเล็กตรอน (ตัวออกซิไดซ์) ดังนั้น ความว่องไวจะขึ้นกับ ความเป็นอโลหะของธาตุนั้นๆ โดยยิ่งธาตุที่เป็นอโลหะมาก ก็จะสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดี ความเป็นอโลหะ เพิ่มขึ้นจากล่างขึ้นบนในหมู่เดียวกันและเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวาในคาบเดียวกัน โดยสังเกตได้จากค่าสัมพรรคภาพ อิเล็กตรอนยิ่งมีค่ามาก (เป็นลบมาก) ยิ่งรับอิเล็กตรอนได้ดี และยิ่งมีความเป็นอโลหะมาก

เพิ่มเติม สำหรับหมู่ที่ VIIIA ความว่องไวในการทำปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง (ไม่เหมือน อโลหะหมู่อื่นๆ) เนื่องจากระดับพลังงานที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้อิเล็กตรอนที่ชั้นนอกสุดอยู่ห่างจากนิวเคลียสเพิ่ม มากขึ้น จึงทำให้เกิดการสร้างพันธะโคเวเลนต์ได้

สรุปแนวโน้มคุณสมบัติที่น่าสนใจทั้ง 5 ได้ดังนี้



ตัวอย่าง อะตอมของไฮโดรเจน 2 โมล ได้รับพลังงาน 2,551 kJ พบว่าอิเล็กตรอนทั้งหมดเปลี่ยนระดับพลังงานไปที่ $n = 6$ หลังจากนั้นอิเล็กตรอนคายพลังงาน ได้เส้นสเปกตรัมในช่วงที่ตามองเห็น 4 เส้น ดังนี้

| เส้นสเปกตรัม | ความยาวคลื่น (nm) | ปริมาณอิเล็กตรอนที่คายพลังงาน (โมล) |
|--------------|-------------------|-------------------------------------|
| สีม่วง | 400 | 0.025 |
| สีน้ำเงิน | 420 | 0.5 |
| สีฟ้า | 500 | 0.025 |
| สีแดง | 660 | 0.5 |

ข้อใดถูก ($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- 1) แสงสีแดงมีความเข้มสูงสุด
- 2) แสงสีน้ำเงินมีความเข้มสูงสุด
- 3) พลังงานของแสงสีฟ้าที่ได้ออกมาทั้งหมดมีค่าต่ำสุด
- 4) พลังงานของแสงสีม่วงที่ได้ออกมาทั้งหมดมีค่าสูงสุด

เฉลย 3) พลังงานของแสงสีฟ้าที่ได้ออกมาทั้งหมดมีค่าต่ำสุด

ตัวอย่าง ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- 1) ออร์บิทัลชนิด d จะเริ่มมีในระดับพลังงาน $n = 3$
- 2) ระดับพลังงานย่อย f ในระดับพลังงาน $n = 3$ มีจำนวน 7 ออร์บิทัล
- 3) ในระดับพลังงาน $n = 3$ มีจำนวนออร์บิทัลทั้งหมด 9 ออร์บิทัล
- 4) ในระดับพลังงาน $n = 4$ มีจำนวนระดับพลังงานย่อยอยู่ 4 ระดับ

เฉลย 2) ระดับพลังงานย่อย f ในระดับพลังงาน $n = 3$ มีจำนวน 7 ออร์บิทัล

ตัวอย่าง ข้อใดถูกที่สุด

- 1) ธาตุหมู่ 18 ทุกชนิดไม่มีค่า EN
- 2) ธาตุหมู่ 18 ทุกชนิดเสถียรแล้ว จึงไม่มีค่า EA และ EN
- 3) ค่า IE เป็นค่าบวก แต่ค่า EA เป็นค่าลบ
- 4) ธาตุที่ไม่มีค่า EN คือ ธาตุที่ไม่สร้างพันธะกับธาตุอื่น

เฉลย 4) ธาตุที่ไม่มีค่า EN คือ ธาตุที่ไม่สร้างพันธะกับธาตุอื่น

ตัวอย่าง พิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุสมมติต่อไปนี้

| ธาตุ | การจัดเรียงอิเล็กตรอน |
|------|---|
| A | [Ar] 4s ¹ |
| D | [Ar] 4s ² 3d ⁵ |
| E | [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁴ |
| G | [Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵ |

จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดผิด

- 1) เลขออกซิเดชันของ D มีค่าสูงสุดเป็น +5
- 2) ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนของ $G > E > A$
- 3) ธาตุ A เมื่อเกิดสารประกอบกับคาร์บอนได้สูตรเป็น A_4C
- 4) ธาตุ E สามารถเกิดสารประกอบไอออนิกกับ A ได้สารที่มีสูตรเป็น A_2E

เฉลย 1) เลขออกซิเดชันของ D มีค่าสูงสุดเป็น +5

ตัวอย่าง เมื่อพิจารณาจากการจัดเรียงอิเล็กตรอน ไอออนที่น่าจะมีความเสถียรมากที่สุดคือชนิดใด

- 1) H^+
- 2) He^+
- 3) He^{2+}
- 4) Li^+

เฉลย 4) Li^+



พันธะเคมี

พันธะเคมี คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร เช่น ระหว่างอะตอมกับอะตอม หรือไอออนกับไอออน เป็นต้น เราสามารถแบ่งชนิดของพันธะเคมีได้ 3 ชนิด คือ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

พันธะโคเวเลนต์

เป็นพันธะที่เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอม เนื่องจากแต่ละอะตอมที่เกิดพันธะโคเวเลนต์นั้นมักจะมีค่า Electronegativity (EN) สูง จึงทำให้เกิดการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน

ตัวอย่างธาตุที่รวมกันแล้วสร้างพันธะโคเวเลนต์ ได้แก่

1. อโลหะกับอโลหะ เช่น CH_4 , HCl , H_2O , I_2 , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ เป็นต้น
2. กึ่งอโลหะกับอโลหะ เช่น BCl_3 , GeCl_4 , SiCl_4 เป็นต้น
3. โลหะบางชนิด เช่น Be, Sn กับอโลหะ เช่น BeCl_2 , SnCl_4 เป็นต้น
4. โลหะทรานซิชันกับอโลหะในไอออนเชิงซ้อน เช่น MnO_4^- , CrO_4^{2-} , $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ เป็นต้น

หมายเหตุ ธาตุบางชนิดจะเกิดสารประกอบโคเวเลนต์แบบโครงผลึกร่างตาข่ายที่มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างไป ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

1. การเขียนสูตรโมเลกุล

- เรียงลำดับธาตุให้ถูกต้องตามหลักสากลได้ดังนี้

B Si C Sb As P N H Te Se S At I Br Cl O F ตามลำดับ

- สัดส่วนการรวมตัวไม่แน่นอน เนื่องจากอโลหะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาก เมื่อรวมตัวกันสามารถรวมตัวกันได้หลายอัตราส่วน เช่น N_2O , NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_5 เป็นต้น

2. การอ่านชื่อ

- โมเลกุลที่เกิดจากธาตุ 2 ชนิด A_xB_y

A อ่านชื่อธาตุตามปกติ

B อ่านชื่อธาตุ แต่เปลี่ยนคำลงท้ายเป็น -ide

- บอกจำนวนธาตุองค์ประกอบ

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|----|-----|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| คำอ่าน | mono | di | tri | tetra | penta | Hexa | hepta | octa | nona | deca |

หมายเหตุ

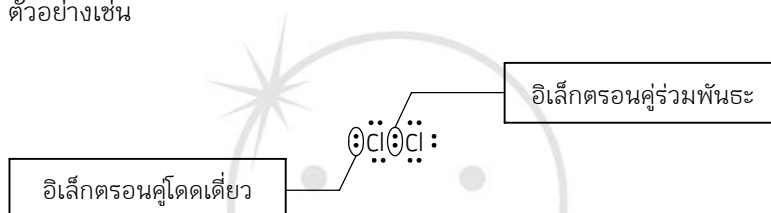
- ถ้าอะตอมหน้าที่มีจำนวนเท่ากับ 1 ไม่ต้องอ่านเลขห้อยไว้
- สารประกอบไฮโดรเจนไม่ต้องอ่านเลขห้อยที่กำกับมา

ชนิดของพันธะโคเวเลนต์

ในการเกิดสารประกอบโคเวเลนต์ อะตอมของธาตุในโมเลกุลโคเวเลนต์ จะนำเอาเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้แต่ละอะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ซึ่งเป็นไปตามกฎออกเตต ซึ่งเราจะเรียกคู่อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันนี้ว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (Shared Pair Electrons) ซึ่งพันธะโคเวเลนต์ แบ่งออกได้ 3 ชนิด

1. พันธะเดี่ยว (Single Bond) เกิดจากอะตอมใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 1 คู่ เช่น H_2
2. พันธะคู่ (Double Bond) เกิดจากอะตอมใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ เช่น O_2
3. พันธะสาม (Triple Bond) เกิดจากอะตอมใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ เช่น N_2

ส่วนคู่อิเล็กตรอนบนอะตอมที่ไม่ได้เกิดการใช้ร่วมกันกับอะตอมอื่นเรียกว่า อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (Lone Pair Electrons) ตัวอย่างเช่น



โคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ (Coordinated Covalent)

ยังมีพันธะอีกชนิดที่ใช้คู่อิเล็กตรอนของอะตอมเพียงอะตอมเดียวมาสร้างพันธะ แทนที่จะให้อิเล็กตรอนจากแต่ละอะตอมร่วมกัน เราเรียกพันธะเช่นนี้ว่า พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ (Coordinated Covalent Bond) เช่น O_3

การเขียนสูตรโครงสร้าง

- ในการเขียนสูตรเราต้องหอะตอมกลางก่อน โดยทั่วไปธาตุที่มีค่า EN ต่ำกว่ามักจะเป็นอะตอมกลาง ยกเว้นไฮโดรเจน

- ทดลองวางตำแหน่งอะตอมของธาตุต่างๆ
- เขียนสูตรแบบเส้น หรือแบบจุด โดยเน้นให้แต่ละอะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 8 (ถ้าทำได้)
- กรณีที่เป็นไอออน

ไอออนบวก หมายถึง ผลรวมของอิเล็กตรอนทั้งหมดจะมีการเสียอิเล็กตรอนไปตามจำนวนของไอออนบวก เช่น หากเป็นไอออน +1 แสดงว่า อิเล็กตรอนรวมทั้งหมดจะมีการสูญเสียไป 1 อิเล็กตรอน

ไอออนลบ หมายถึง ผลรวมของอิเล็กตรอนทั้งหมดจะมีการรับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามาตามจำนวนของไอออนลบ เช่น หากเป็นไอออน -2 แสดงว่า อิเล็กตรอนรวมทั้งหมดจะมีการรับเพิ่มเข้ามา 2 อิเล็กตรอน

ลักษณะของสูตรโครงสร้าง

1. โมเลกุลที่เป็นไปตามกฎออกเตต อะตอมของธาตุจะใช้คู่อิเล็กตรอนร่วมกัน เพื่อให้มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดเป็นไปตามกฎออกเตต ซึ่งอะตอมของธาตุเหล่านั้นจะมีความเสถียรเหมือนอะตอมของธาตุหมู่ VIIIA เช่น H_2O C_3H_6 S_8 เป็นต้น

2. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

2.1 โมเลกุลที่เกินออกเตต ธาตุที่จะมีอิเล็กตรอนเกินออกเตตนั้นจะต้องอยู่ตั้งแต่คาบ 3 ลงมา เนื่องจากธาตุที่อยู่คาบดังกล่าวจะมี d ออร์บิทัลที่สามารถรับอิเล็กตรอนที่เกินมาได้ และธาตุที่เป็นอะตอมกลางจะต้องมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ต่ำกว่าอะตอมปลาย เช่น PF_5 H_2SO_4 เป็นต้น

2.2 โมเลกุลที่ไม่ครบออกเตต

- โมเลกุลที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนรอบอะตอมใดอะตอมหนึ่งน้อยกว่าออกเตต (ไม่ครบ 8)
- บางโมเลกุลอาจมีอิเล็กตรอนเดี่ยวซึ่งมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยา ซึ่งพบในโมเลกุลที่มีผลรวมเวเลนซ์อิเล็กตรอนทุกอะตอมในโมเลกุลเป็นเลขคี่

ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ความยาวพันธะ ก็คือ ระยะห่างระหว่าง 2 นิวเคลียสของอะตอมที่สร้างพันธะกัน โดยที่ระยะห่างนี้จะทำให้โมเลกุลมีความเสถียรมากที่สุด ซึ่งอะตอมในสารแต่ละชนิดก็就会有ความยาวพันธะต่างๆ กันไป แม้ว่าจะเป็นอะตอมชนิดเดียวกันก็ตาม เช่น ความยาวพันธะระหว่าง $\text{C}=\text{O}$ ในสาร H_2CO และ CO_2 ก็จะมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้น โดยทั่วไปเราจึงใช้ค่าความยาวพันธะเฉลี่ย เราสามารถเรียงลำดับความยาวพันธะได้ดังนี้ คือ พันธะเดี่ยว > พันธะคู่ > พันธะสาม

พลังงานพันธะ คือ พลังงานที่อะตอมใช้ยึดเหนี่ยวกัน หรือพลังงานที่ใช้ในการทำลายพันธะระหว่างอะตอมในสถานะแก๊ส ซึ่งแม้จะเป็นอะตอมชนิดเดียวกัน สารแต่ละชนิดก็就会有พลังงานพันธะที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเราจะใช้พลังงานพันธะเฉลี่ยในการคำนวณ ซึ่งในอะตอมชนิดเดียวกันเราสามารถเรียงลำดับพลังงานพันธะได้ดังนี้ คือ พันธะสาม > พันธะคู่ > พันธะเดี่ยว

การสลายพันธะและการเกิดพันธะ

เมื่ออะตอมสองอะตอมเกิดพันธะโคเวเลนต์จะคายพลังงานออกมา ดังนั้นหากต้องการแยกอะตอมทั้งสองออกจากกันจะต้องใช้พลังงานค่าหนึ่ง ซึ่งพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะเรียกว่า พลังงานการสลายพันธะ (Bond Dissociation Energy) เป็นการดูดพลังงาน ซึ่งจะมีค่าเป็นบวก ในทางตรงกันข้าม พลังงานที่คายออกมาจากการเกิดพันธะ จะมีค่าเป็นลบ เราสามารถคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) ได้ โดยที่การเกิดปฏิกิริยาจะต้องสลายพันธะเก่าของสารตั้งต้นซึ่งจะเกิดการดูดพลังงานเข้าไป และสร้างพันธะใหม่ของผลิตภัณฑ์ที่จะคายพลังงานออกมา ดังนั้น หากเราทราบชนิดและจำนวนพันธะที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา เราจะสามารถคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยาได้ ดังนั้น เมื่อพิจารณาในพลังงานของปฏิกิริยา เราสามารถแบ่งปฏิกิริยาเคมีออกเป็น 2 ประเภท

1. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน (Endothermic Reaction) คือ ปฏิกิริยาซึ่งใช้พลังงานในการสลายพันธะเดิมมากกว่าพลังงานที่คายออกมาเมื่อเกิดพันธะใหม่ ดังนั้นจึงเป็นปฏิกิริยาที่พลังงานถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ และกำหนดให้การดูดพลังงานมีเครื่องหมายของพลังงาน (ΔH) เป็นบวก

2. ปฏิกิริยาคายพลังงาน (Exothermic Reaction) คือ ปฏิกิริยาซึ่งใช้พลังงานในการสลายพันธะเดิมน้อยกว่าพลังงานที่คายออกมาเมื่อเกิดพันธะใหม่ ดังนั้นจึงเป็นปฏิกิริยาที่พลังงานถ่ายเทจากระบบเข้าสู่สิ่งแวดล้อม และกำหนดให้การคายพลังงานมีเครื่องหมายของพลังงาน (ΔH) เป็นลบ

รูปร่างของโมเลกุล

โครงสร้างของโมเลกุลโคเวเลนต์ใน 3 มิติ นั้น สามารถพิจารณาได้จากการผลักรันของอิเล็กตรอนที่มีอยู่รอบๆ อะตอมกลางเป็นสำคัญ ทฤษฎีที่ใช้ทำนายรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ คือ ทฤษฎีการผลักรันของคู่อิเล็กตรอนวงนอกสุด (Valence Shell Electron Pair Repulsion : VSEPR) ซึ่งเราสามารถแบ่งรูปร่างได้ดังนี้

| จำนวนคู่อิเล็กตรอน | อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว | โครงสร้าง | ชื่อ | ขนาดของมุม | ตัวอย่าง |
|--------------------|------------------------|-----------|---|-------------|-------------------|
| 1 | 0 | X—X | เส้นตรง
Linear | 180 | HCl |
| 2 | 1 | —X— | เส้นตรง
Linear | 180 | BeCl ₂ |
| 3 | 0 | | สามเหลี่ยมแบนราบ
Trigonal Planar | 120 | BF ₃ |
| | 1 | | มุมงอ
Bend (V-shape) | < 120 | SO ₂ |
| 4 | 0 | | ทรงเหลี่ยมสี่หน้า
Tetrahedron | 109.5 | CH ₄ |
| | 1 | | พีระมิด
Pyramid | < 109.5 | NH ₃ |
| | 2 | | มุมงอ
Bend (V-shape) | << 109.5 | H ₂ O |
| 5 | 0 | | พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม
Trigonal Bipyramid | 120, 90 | PCl ₅ |
| | 1 | | ไม้กระดก
Irregular Tetrahedron
(Seesaw) | < 120, < 90 | SF ₄ |
| | 2 | | รูปตัวที
T-shape | < 90 | ClF ₃ |
| 6 | 0 | | ทรงเหลี่ยมแปดหน้า
Octahedron | 90 | SF ₆ |
| | 1 | | พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม
Square Pyramid | 90 | IF ₅ |
| | 2 | | สี่เหลี่ยมแบนราบ
Square Planar | 90 | XeF ₄ |

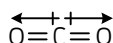
สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

ขั้วของพันธะนั้นสามารถพิจารณาได้จากความแตกต่างของค่า EN เช่น

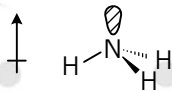
H—H จัดเป็นพันธะที่ไม่มีขั้ว

H—F จัดเป็นพันธะที่มีขั้ว

ซึ่งอาศัยขั้วของพันธะนั้นเองเป็นตัวบ่งชี้ถึงขั้วของโมเลกุล โดยการรวมเวกเตอร์ของขั้วต่างๆ ที่มีอยู่ในโมเลกุลเข้าด้วยกัน เพื่อหาเวกเตอร์ผลลัพธ์ที่จะบอกถึงขั้วของโมเลกุลนั้น จึงต้องทราบถึงโครงสร้างในสามมิติของโมเลกุลเสียก่อน เช่น



คาร์บอนไดออกไซด์มีขั้วรวมเป็นศูนย์ เพราะขั้วลบของพันธะชี้ออกไปทางออกซิเจนเท่าๆ กันใน 2 ทิศทางที่ตรงข้ามกันพอดี



แอมโมเนียมีขั้วลบชี้ขึ้นตรงๆ ทางด้านบน เพราะขั้วของพันธะมาเสริมกันในแนวแกน z แต่ในระนาบหักล้างกันหมดไป

โมเลกุลที่ไม่มีขั้ว ได้แก่

1. โมเลกุลของธาตุชนิดเดียวกัน เนื่องจากมีค่า EN เท่ากัน เช่น H_2 , O_2 , S_8 , P_4 , N_2 เป็นต้น
2. โมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิด มีจำนวนอะตอม 3 อะตอมขึ้นไป อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รูปร่างโมเลกุลจะเป็นลักษณะสมมาตรทำให้สภาพขั้วหักล้างกัน เช่น CO_2 , BeH_2 , CF_4 , PH_5 , SCl_6 เป็นต้น
3. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น CH_4 , C_2H_6 , C_6H_6 เป็นต้น

โมเลกุลที่มีขั้ว ได้แก่

1. โมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมของธาตุที่ต่างกัน 2 อะตอม เช่น HCl , CO , NO เป็นต้น

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

โมเลกุลโคเวเลนต์โดยปกติจะไม่เชื่อมต่อกันแบบร่างแหอย่างพันธะโลหะ หรือไอออนิก แต่จะมีขอบเขตที่แน่นอน จึงต้องพิจารณาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลด้วย ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้อธิบายสมบัติทางกายภาพของโมเลกุลโคเวเลนต์ อันได้แก่ ความหนาแน่น, จุดเดือด, จุดหลอมเหลว หรือความดันไอ ได้โดยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลนั้น เกิดจากแรงดึงดูดเนื่องจากความแตกต่างของประจุเป็นสำคัญ แรงต่างๆ เหล่านี้ เช่น

แรงลอนดอน (London force)

เป็นแรงที่เกิดจากการดึงดูดทางไฟฟ้าของโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว ซึ่งแรงดึงดูดทางไฟฟ้านั้นเกิดได้จากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอย่างเสียสมดุล ทำให้เกิดขั้วขึ้นเล็กน้อย และขั้วที่เกิดขึ้นชั่วคราวนี้เอง จะเหนี่ยวนำกับโมเลกุลข้างเคียงให้มีแรงยึดเหนี่ยวเกิดขึ้น ดังนั้นยิ่งโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ ก็จะมีโอกาสที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เสียสมดุลได้มาก จึงอาจกล่าวได้ว่า แรงลอนดอน แปรผันตรงกับขนาดของโมเลกุล เช่น F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 และ CO_2 เป็นต้น

แรงไดโพล-ไดโพล (Dipole-Dipole Interaction)

เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดระหว่างโมเลกุลที่มีขั้วสองโมเลกุลขึ้นไป เป็นแรงดึงดูดทางไฟฟ้าที่แข็งแรงกว่าแรงลอนดอน เพราะเป็นขั้วไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอย่างถาวร โมเลกุลจะเอาด้านที่มีประจุตรงข้ามกันหันเข้าหากัน ตามแรงดึงดูดทางประจุ เช่น H_2O , HCl , H_2S และ CO เป็นต้น

พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond)

เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่มีค่าสูง โดยเกิดระหว่างไฮโดรเจนกับธาตุขนาดเล็กที่มีค่า EN สูง และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ ซึ่งได้แก่ F, O และ N โดยสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวชนิดนี้จะต้องมีพันธะระหว่าง H กับธาตุ F, O หรือ N ดังกล่าวจึงจะสามารถเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่เป็นพันธะไฮโดรเจนได้ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้พันธะไฮโดรเจนเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่มีค่าสูง คือ ไฮโดรเจนที่ขาดอิเล็กตรอน อันเนื่องมาจากถูกส่วนที่มี EN สูงในโมเลกุลดึงไป จนกระทั่งไฮโดรเจนนั้นมีสภาพเป็นบวกสูง และจะต้องมีธาตุที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ และมีความหนาแน่นอิเล็กตรอนสูงพอให้ไฮโดรเจนที่กำลังขาดอิเล็กตรอนนั้น เข้ามาสร้างแรงยึดเหนี่ยวด้วยได้ เช่น H_2O , HF และ NH_3 เป็นต้น ส่วน HCl นั้นไม่สามารถเกิดได้เพราะอิเล็กตรอนไม่หนาแน่นพอที่จะให้ไฮโดรเจนเข้ามาสร้างแรงยึดเหนี่ยวได้

สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์

1. สถานะ สารประกอบโคเวเลนต์มีสถานะเป็นได้ทั้ง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค โดยที่ของแข็งจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าของเหลวและแก๊ส ตามลำดับ

2. จุดเดือด-จุดหลอมเหลว โดยทั่วไปแล้วสารประกอบโคเวเลนต์ส่วนมากจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารประกอบที่เกิดจากพันธะอื่นๆ เนื่องจากการเดือดและการหลอมเหลวทำลายที่แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ไม่ได้ทำลายที่พันธะโคเวเลนต์นั่นเอง

แต่ถ้าเปรียบเทียบกับสารประกอบโคเวเลนต์ด้วยกันเองพบว่า หากมีขนาดโมเลกุลใกล้เคียงกันจุดเดือดและจุดหลอมเหลวจะเพิ่มตามแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่เพิ่มขึ้น

3. การละลาย โดยปกติแล้วสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวชนิดเดียวกันจะสามารถละลายซึ่งกันและกันได้ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า โมเลกุลที่มีขั้วจะละลายกับโมเลกุลที่มีขั้ว และโมเลกุลที่ไม่มีขั้วจะละลายกับโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว โดยโมเลกุลที่ไม่มีขั้วส่วนมากจะไม่สามารถเข้าไปแทรกตัวละลายอยู่ในโมเลกุลที่มีขั้วได้ เพราะแรงดึงดูดระหว่างขั้วหรือแรงไดโพล-ไดโพลนั้นแข็งแรงมากกว่ามาก

4. การนำไฟฟ้า โดยทั่วไปแล้วสารประกอบโคเวเลนต์จะไม่นำไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระนั่นเอง

สารโครงผลึกร่างตาข่าย

เป็นสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดการสร้างพันธะต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ แบบสามมิติเกิดเป็นลักษณะคล้ายโครงตาข่าย ซึ่งสารชนิดนี้จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงมาก ตัวอย่างเช่น เพชร แกรไฟต์

สมบัติของสารโคโรนาร่างตาข่าย

1. ในภาวะปกติมีสถานะเป็นของแข็งที่แข็งมาก ยกเว้นแกรไฟต์
2. บางชนิดไม่นำไฟฟ้า เช่น เพชร บางชนิดนำไฟฟ้าได้ เช่น แกรไฟต์
3. มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง เนื่องจากการเดือดหรือการหลอมเหลวต้องทำลายพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรงมาก
4. ไม่ละลายน้ำ
5. ไม่มีสูตรโมเลกุล มีแต่สูตรอย่างง่าย

พันธะไอออนิก

พันธะไอออนิกเกิดจากอะตอมของธาตุที่มีค่า EN ต่างกันมากๆ เช่น อะตอมของโลหะกับอโลหะมารวมตัวกัน โดยที่อะตอมที่มีค่า EN ต่ำจะเสียอิเล็กตรอนให้อะตอมที่มีค่า EN สูง เกิดเป็นไอออนบวกขึ้น ส่วนอะตอมที่มีค่า EN สูงรับอิเล็กตรอนมากก็จะกลายเป็นไอออนลบ ไอออนที่มีประจุตรงกันข้ามนี้จะดึงดูดกันด้วยแรงทางไฟฟ้า (Electrostatic Force)

พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก

ในการเกิดสารประกอบไอออนิกชนิดหนึ่งๆ จะเกิดผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จะมีขั้นตอนดังนี้

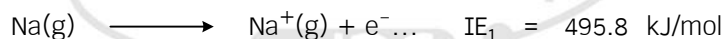
1. โลหะโซเดียมที่อยู่ในสถานะของแข็งจะเกิดการดูดพลังงานเข้าไป เพื่อเปลี่ยนสถานะให้กลายเป็นไอโซเดียม ด้วยกระบวนการระเหิด เราเรียกพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะนี้ว่า พลังงานของการระเหิด (ΔH_S : Heat of Sublimation)



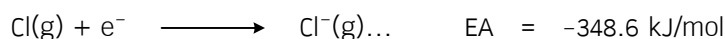
2. แก๊สคลอรีนโดยปกติจะอยู่ในรูปของโมเลกุล ดังนั้นก่อนที่จะเกิดปฏิกิริยากับโซเดียมจะต้องแตกออกเป็นอะตอมของคลอรีนก่อน โดยการดูดพลังงานเข้าไปเท่ากับพลังงานพันธะ เราเรียกพลังงานที่ใช้ว่า พลังงานการสลายพันธะ (ΔH_D : Bond Dissociation Energy)



3. อะตอมของโซเดียมในสถานะแก๊สให้อิเล็กตรอนกลายเป็นโซเดียมไอออน โดยใช้พลังงานเท่ากับพลังงานไอออไนเซชันครั้งที่ 1 (IE_1 : Ionization Energy)



4. อะตอมของคลอรีนในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอนกลายเป็นคลอไรด์ไอออน โดยคายพลังงานเท่ากับสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (EA : Electron Affinity)



5. โซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนรวมตัวกันโดยคายพลังงานที่ เรียกว่า พลังงานโครงผลึก (ΔH_L : Lattice Energy)



พลังงานการเกิดสารประกอบไอออนิก (ΔH_f) จะมีค่าเท่ากับผลรวมของการเปลี่ยนแปลงพลังงานขั้นย่อยๆ โดยที่กำหนดให้

ΔH มีค่าเป็นบวกเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบดูดพลังงาน

ΔH มีค่าเป็นลบเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน

$$\Delta H_f = \Delta H_S + \frac{1}{2} \Delta H_D + IE_1 - EA - \Delta H_L$$

การเขียนสูตร

- เขียนไอออนบวกไว้ด้านหน้าและไอออนลบไว้ด้านหลัง
- ประจุมระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของสารประกอบไอออนิกจะมีค่าเป็นศูนย์
- เขียนแสดงสัดส่วนการรวมตัวอย่างต่ำ (สูตรเอมพิริคัล) ของแต่ละไอออนห้อยไว้ด้านล่าง เช่น NaCl มีสัดส่วน $Na^+ : Cl^- = 1 : 1$ (หากสัดส่วนเป็นเลข 1 จะไม่แสดงเป็นตัวเลข) $CaCl_2$ มีสัดส่วน $Ca^{2+} : Cl^- = 1 : 2$ เป็นต้น

การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

- การเรียกชื่อจะเรียกชื่อไอออนบวกตามด้วยไอออนลบแล้วลงท้ายด้วย -ide, -ate หรือ -ite แล้วแต่ชนิดของไอออนลบนั้นๆ
- โลหะทรานซิชันที่มีประจุบวกได้หลายค่าให้ระบุค่าประจุบวก เป็นตัวเลขโรมันในวงเล็บท้ายชื่อโลหะด้วย

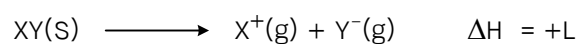
สมบัติของสารประกอบไอออนิก

- สถานะ สารประกอบไอออนิกเป็นผลึกของแข็งที่เปราะเนื่องจากเมื่อทำการทุบสารประกอบไอออนิกจะทำให้ไอออนที่มีประจุชนิดเดียวกันเลื่อนมาเจอกันจะเกิดแรงผลักขึ้นทำให้ผลึกแตกออก
- การนำไฟฟ้า สารประกอบไอออนิกในสถานะปกติจะไม่นำไฟฟ้าเนื่องจากแต่ละไอออนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ แต่จะสามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวหรือละลายน้ำ
- จุดเดือดจุดหลอมเหลว สารประกอบไอออนิกมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวที่สูงเนื่องจากต้องสลายพันธะไอออนิกซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรงมาก
- การละลาย สารประกอบไอออนิกบางชนิดละลายน้ำได้ บางชนิดไม่ละลายหรือละลายได้น้อย เมื่อสารประกอบไอออนิกละลายน้ำ ไอออนบวกและไอออนลบจะแยกออกจากกัน โดยมีน้ำมาล้อมรอบไอออนทั้งสอง น้ำจะหันขั้วบวกเข้าหาไอออนลบ และจะหันขั้วลบเข้าหาไอออนบวก

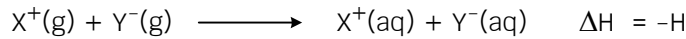
พลังงานกับการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

การละลายของสารประกอบไอออนิกจะมีพลังงานที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ชนิด คือ พลังงานแลตทิส และ พลังงานไฮเดรชัน

- ในขั้นแรกโมเลกุลของน้ำจะดึงดูดกับไอออนในสารประกอบไอออนิก โดยจะต้องใช้พลังงานในการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนภายในโครงผลึกเท่ากับพลังงานที่ไอออนยึดเหนี่ยวกัน ซึ่งก็คือ พลังงานแลตทิส นั่นเอง



2. เมื่อไอออนหลุดออกมา น้ำก็จะเข้าไปล้อมรอบไอออนนั้นไว้ โดยที่จะทำการคายพลังงานออกมา ซึ่งพลังงานที่คายออกมา ก็คือ พลังงานไฮเดรชัน



เมื่อพิจารณาผลต่างของการเปลี่ยนแปลงพลังงานทั้งสองขั้นจะได้ว่า

1. ถ้าพลังงานแลตทิซมากกว่าพลังงานไฮเดรชัน ($L > H$) การละลายน้ำจะเกิดการดูดพลังงาน ทำให้สารละลายเย็นลง

2. ถ้าพลังงานแลตทิซน้อยกว่าพลังงานไฮเดรชัน ($L < H$) การละลายน้ำจะเกิดการคายพลังงาน ทำให้สารละลายร้อนขึ้น

3. ถ้าพลังงานแลตทิซมากกว่าพลังงานไฮเดรชันมากๆ ($L \gg H$) จะไม่เกิดการละลายน้ำ เนื่องจากไอออนยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่มากจนน้ำไม่สามารถแยกไอออนออกจากกันได้

พันธะโลหะ

พันธะโลหะนั้นเกิดขึ้นจากการรวมตัวของอะตอมของโลหะหลายๆ อะตอมเข้ามาอยู่รวมกัน ซึ่งอะตอมของโลหะนั้นมีค่า EN ต่ำ จึงพยายามที่จะปลดปล่อยอิเล็กตรอนออกมา โมเลกุลที่เกิดจากพันธะโลหะไม่มีขอบเขตที่แน่นอน เพราะการเกาะตัวกันจะเกิดขึ้นโดยตลอดทั่วทั้งก้อนโลหะนั้น ทำให้โลหะไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

สมบัติของโลหะ

1. โลหะสามารถที่จะถูกดึงออกเป็นเส้น หรือตัดให้ขาดออกจากกันด้วยมีดได้ และยังมีสมบัติที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้จากแรงกระทำภายนอก เช่น การตี หรือทุบ ให้โลหะบิดงอ เปลี่ยนรูปร่างไป โดยไม่เกิดการแตกออกได้ง่ายเหมือนพันธะอื่น

2. สามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากอิเล็กตรอนสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ไปได้ทั่วทั้งก้อนของโลหะนั้น การใส่กระแสไฟฟ้าลงไป ซึ่งก็คือ การใส่อิเล็กตรอนลงไปในตัวเอง จะสามารถถ่ายเทอิเล็กตรอนเหล่านั้นไปบนก้อนโลหะได้โดยเกิดการเคลื่อนที่ (Delocalized) ของอิเล็กตรอน

3. สามารถนำความร้อนได้ดี โดยที่อิเล็กตรอนที่อยู่ตรงตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูง จะได้รับพลังงานและเคลื่อนที่ จึงสามารถถ่ายเทความร้อนให้กับส่วนอื่นๆ ได้

4. ผิวเป็นมันวาว เนื่องจากอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระนั้นจะรับและกระจายแสงออกมา

5. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง เนื่องจากพันธะโลหะเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอิเล็กตรอนอิสระทั้งหมดในก้อนโลหะกับไอออนบวก จึงมีความแข็งแรงมาก

ตัวอย่าง สารประกอบโคเวเลนต์ข้อใดมีรูปร่างเหมือนกันทั้งหมด

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1) CCl_4 NH_4^+ XeF_4 | 2) BF_3 NH_3 PCl_3 |
| 3) BrF_5 PCl_5 IF_5 | 4) H_2O SO_2 O_3 |

เฉลย 4) H_2O SO_2 O_3

ตัวอย่าง การเกิดพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคภายในผลึกต่อไปนี้

- ก. ผลึกแอมโมเนียเกิดพันธะไฮโดรเจน
- ข. ผลึกกำมะถันเกิดแรงดึงดูดระหว่างขั้ว
- ค. แกรไฟต์เกิดพันธะโลหะ
- ง. เพชรเกิดพันธะโคเวเลนต์
- จ. ผลึก ZnS เกิดพันธะไอออนิก
- ฉ. ซิลิกา (SiO₂) เกิดพันธะไอออนิก

ข้อใดถูก

- 1) ก., ง. และ จ.
- 2) ก., จ. และ ฉ.
- 3) ข., ค. และ ง.
- 4) ข., ง. และ ฉ.

เฉลย 1) ก., ง. และ จ.

ตัวอย่าง ปฏิกิริยาใดต่อไปนี้เกิดขึ้นไม่ได้อย่างแน่นอน

- 1) $\text{ClF} + \text{F}_2 \longrightarrow \text{ClF}_3$
- 2) $\text{PF}_3 + \text{F}_2 \longrightarrow \text{PF}_5$
- 3) $\text{SF}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow \text{SF}_4$
- 4) $\text{SiF}_4 + \text{F}_2 \longrightarrow \text{SiF}_6$

เฉลย 4) $\text{SiF}_4 + \text{F}_2 \longrightarrow \text{SiF}_6$

ตัวอย่าง XY เป็นสารประกอบไอออนิก เมื่อนำสารนี้ 1.00 กรัม มาละลายในน้ำ 100 กรัม ปรากฏว่าอุณหภูมิของสารละลายลดลง 0.30 องศาเซลเซียส

กำหนดให้ น้ำหนักโมเลกุลของ XY = 50

ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = 4.2 J/g · °C

พลังงานไฮเดรชันของ XY = -30.0 กิโลจูลต่อโมล

พลังงานโครงร่างผลึกของ XY มีค่ากี่กิโลจูลต่อโมล

- 1) 6.3
- 2) 7.3
- 3) 30.1
- 4) 36.3

เฉลย 4) 36.3

ตัวอย่าง พิจารณาปฏิกิริยา $\text{Ca(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CaO(s)}$ พลังงานในข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยานี้

- 1) พลังงานแลตทิซ
- 2) พลังงานการระเหิดของ Ca
- 3) พลังงานไอออนไนเซชันของธาตุออกซิเจน
- 4) พลังงานการสลายพันธะของธาตุออกซิเจน

เฉลย 3) พลังงานไอออนไนเซชันของธาตุออกซิเจน

สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปทั้งทางกายภาพและคุณสมบัติทั่วไปทางเคมีของโลหะและอโลหะ

| คุณสมบัติทางกายภาพ | | |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| สมบัติของธาตุ | โลหะ | อโลหะ |
| สถานะ | ของแข็ง ยกเว้น Hg Ga Cs Fr | มีทั้ง 3 สถานะ |
| การนำไฟฟ้า | นำไฟฟ้าได้ดี | ไม่นำ ยกเว้นแกรไฟต์ ฟอสฟอรัสดำ |
| จุดหลอมเหลว | สูง ยกเว้นปรอท | ต่ำ ยกเว้นคาร์บอน |
| ความหนาแน่น | มีทั้งสูงและต่ำ | ต่ำ ยกเว้นคาร์บอน (เพชร) |
| คุณสมบัติทางเคมี | | |
| สมบัติของธาตุ | โลหะ | อโลหะ |
| เมื่อมีการรวมตัว (ทั่วไป) | ตัวจ่ายอิเล็กตรอน (Reduce) | ตัวรับอิเล็กตรอน (Oxidize) |
| สารประกอบคลอไรด์ | กลาง | กรด |
| สารประกอบออกไซด์ | เบส | กรด |

ยกเว้น Be, B และ Al ซึ่งถือเป็นสารที่ให้สมบัติเป็นกรดหรือเบสก็ได้ (เป็นกลางไม่ได้) เรียกว่า Amphoteric

เคมีนิวเคลียร์

ธาตุกัมมันตรังสี คือ ธาตุที่มีสมบัติในการแผ่กัมมันตภาพรังสีซึ่งอาจเปลี่ยนเป็นธาตุอื่นได้ โดยเปลี่ยนจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส เช่น จำนวนโปรตอนและนิวตรอน โดยมีปัจจัยสำคัญที่ทำให้อะตอมปลดปล่อยกัมมันตรังสีออกมาก็คือ เสถียรภาพของนิวเคลียส

ปัจจัยที่ทำให้เป็นธาตุกัมมันตรังสี

1. นิวเคลียสมีขนาดใหญ่เกินไป (เลขอะตอมมากกว่า 83) (ปรับเสถียรภาพโดยการคายแอลฟา)
2. อัตราส่วน n/p มากเกินไป (ปรับเสถียรภาพโดยการคายอนุภาคเบตาออกมา)
3. อัตราส่วน n/p น้อยเกินไป (ปรับเสถียรภาพโดยการคายอนุภาคโพซิตรอนออกมาหรือรับเบตา)
4. พลังงานมากเกินไป (ปรับเสถียรภาพโดยการคายแกมมา)

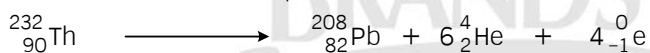
จากปัจจัยดังกล่าวจะทำให้นิวเคลียสไม่เสถียรและปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีออกมา โดยกัมมันตภาพรังสีที่ถูกปลดปล่อยออกมา ได้แก่ อนุภาค ดังนี้

| ชื่ออนุภาค | สัญลักษณ์ | สัญลักษณ์ที่ใช้ในสมการนิวเคลียร์ | คุณสมบัติทั่วไป |
|-------------|-----------|----------------------------------|---|
| 1. โปรตอน | p | ${}^1_1\text{H}$ | - |
| 2. นิวตรอน | n | ${}^1_0\text{n}$ | - |
| 3. เบตา | β^- | ${}^0_{-1}\text{e}$ | มีลักษณะเป็นอนุภาค คือ เป็นอิเล็กตรอนที่ออกจากนิวเคลียส ความเร็วสูง อำนาจเจาะทะลุมากกว่าอนุภาคแอลฟา |
| 4. โพซิตรอน | β^+ | ${}^0_{+1}\text{e}$ | คุณสมบัติทั่วไปคล้ายกับเบตา แต่มีประจุเป็นบวก |
| 5. แอลฟา | α | ${}^4_2\text{He}$ | มีลักษณะเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก มีอำนาจเจาะทะลุ น้อย |
| 6. แกมมา | γ | ${}^0_0\gamma$ | เป็นพลังงานที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีอำนาจเจาะทะลุมาก มีความยาวคลื่นสั้น |

“โดยทั่วไป ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 83 ขึ้นไปถือว่าเป็นธาตุกัมมันตรังสีและธาตุกัมมันตรังสีที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 93 ขึ้นไปเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ทั้งหมด”

สมการนิวเคลียร์ (Nuclear Equation) คือ สมการที่แสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์ สมการต้องดุลทั้งเลขมวลและเลขอะตอมทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของสมการเคมีให้เท่ากัน กล่าวคือ ผลบวกของเลขมวลและเลขอะตอมของสารตั้งต้นเท่ากับของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง สมการการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

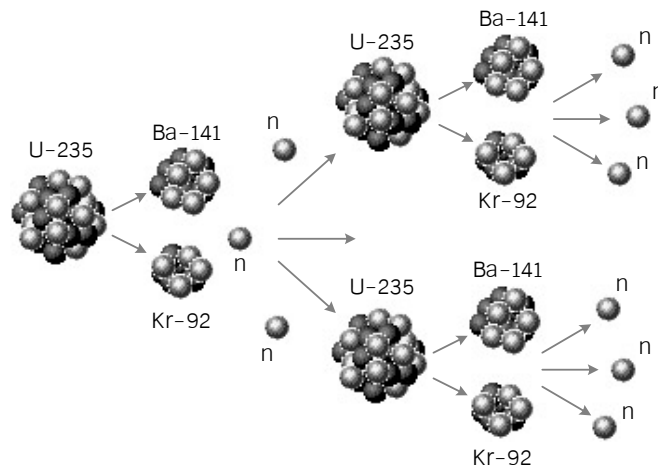


ตัวอย่าง สมการการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์



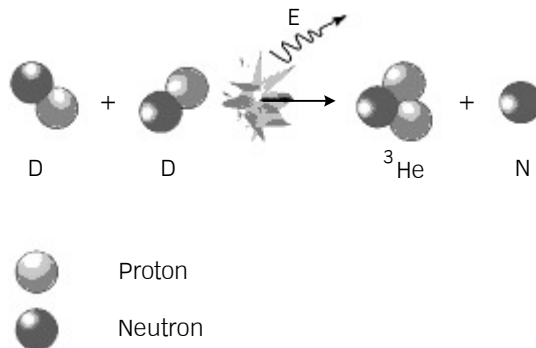
ปฏิกิริยานิวเคลียร์ คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสของอะตอมแล้วได้ นิวเคลียสของอะตอมใหม่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการคายพลังงานมหาศาล แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission Reaction) เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ของนิวเคลียสของธาตุหนัก ซึ่งเกิดจากการยิงอนุภาคนิวตรอนเข้าไปยังนิวเคลียสของธาตุหนัก แล้วทำให้นิวเคลียสของธาตุนั้นแตกออกเป็นสอง ส่วนที่มีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของนิวเคลียสเดิม พร้อมทั้งปลดปล่อยนิวตรอนออกมาอีก 2-3 อนุภาค เพื่อเข้าไปชนนิวเคลียสอื่นๆ อีก ทำให้เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ให้พลังงานสูง เช่น การทำระเบิดปรมาณู ในการเกิดปฏิกิริยานี้จำเป็นต้องมีมวลของสารที่เพียงพอต่อการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งเราเรียกมวลค่านี้ว่า “มวลวิกฤติ” (Critical Mass)



แผนภาพการเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน

2. ปฏิกิริยาฟิวชัน (Fusion Reaction) เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดจากแก่นของอะตอมเบาหลอมรวมกันเข้าเป็นแก่นอะตอมที่หนัก แล้วคายพลังงานมหาศาลออกมา โดยมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า ปฏิกิริยาฟิชชัน แต่ให้พลังงานมากกว่าปฏิกิริยาฟิชชัน ซึ่งเชื่อว่าปฏิกิริยาฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในดวงอาทิตย์ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยานี้ คือ การทำระเบิดไฮโดรเจน ในการเกิดปฏิกิริยานี้จำเป็นต้องมีอุณหภูมิของสารที่เพียงพอต่อการเกิดการหลอมนิวเคลียส ซึ่งเราเรียกอุณหภูมิค่านี้ว่า “อุณหภูมิวิกฤติ” (Critical Ignition)



แผนภาพการเกิดปฏิกิริยาฟิวชัน

ครึ่งชีวิต (Half Life)

ครึ่งชีวิต คือ ระยะเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีเปลี่ยนแปลงปริมาณไปจากเดิม โดยจะลดลงครึ่งหนึ่งในช่วงเวลานั้นๆ ใช้สัญลักษณ์ $t_{1/2}$ เช่น ^{222}Ra มีครึ่งชีวิต 40 วัน หมายถึง เมื่อเวลาผ่านไป 40 วัน Ra 1 กรัม จะเหลือ Ra เพียง 0.5 กรัมนั่นเอง โดยมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$N_t = N_0/2^n \quad n = T/t_{1/2}$$

เมื่อ N_t = ปริมาณที่เหลือ T = เวลาทั้งหมดที่ใช้
 N_0 = ปริมาณที่เริ่มต้น $t_{1/2}$ = ครึ่งชีวิตของธาตุใดๆ
 n = จำนวนครั้งที่เกิดการสลายตัว

ตัวอย่าง ผลรวมของเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันคู่ใดมีค่าต่ำที่สุด

- 1) $[\text{FeSCN}]^{2+}$ กับ $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2$
- 2) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ กับ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- 3) $\text{K}_4[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ กับ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- 4) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ กับ $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$

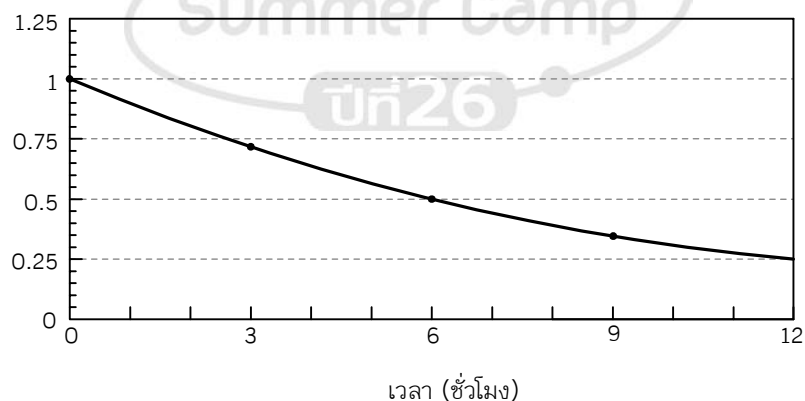
เฉลย 3) $\text{K}_4[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ กับ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

ตัวอย่าง กระบวนการสลายตัวของ $^{232}_{90}\text{Th}$ จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็น $^{208}_{82}\text{Pb}$ จะมีอนุภาคเบตาเกิดขึ้นกี่อนุภาค

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 6
- 4) 8

เฉลย 2) 4

ตัวอย่าง สารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา ดังรูป



ตัวอย่าง ถ้าโรงพยาบาลแห่งหนึ่งต้องการใช้สารนี้จำนวน 10 กรัม จะต้องให้ห้องปฏิบัติการนิวเคลียร์สังเคราะห์สารนี้ปริมาณกี่กรัมจึงจะพอดีใช้ ถ้าการขนส่งจากห้องปฏิบัติการไปยังโรงพยาบาลแห่งนี้ต้องใช้เวลา 1 วัน

- 1) 40 2) 80 3) 120 4) 160

เฉลย 4) 160

ตัวอย่าง ธาตุกัมมันตรังสี Pb-210 มีค่าครึ่งชีวิต 20 ปี ในปี พ.ศ. 2500 นาย ก ได้นำตัวอย่างของชิ้นส่วนซากสิ่งมีชีวิตที่มี Pb-210 มาวิเคราะห์หาปริมาณรังสีได้ 400 Bq/kg และได้ทำการบันทึกไว้ ต่อมา นาย ข ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณรังสีจากซากสิ่งมีชีวิตนี้อีกครั้งพบว่าได้ 6.25 Bq/kg อยากทราบว่า นาย ข ทำการวิเคราะห์ในปี พ.ศ. ไດ

- 1) 2600 2) 2601 3) 2620 4) 2621

เฉลย 3) 2620

ตัวอย่าง ไอโซโทปหนึ่งของ ${}_{90}\text{Th}$ เป็นธาตุกัมมันตรังสี สลายตัวต่อเนื่องได้รวม 10 ขั้นตอน สุดท้ายจะได้ ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เสถียร ถ้าแต่ละขั้นอนุกรมของการสลายตัวดังกล่าวปล่อยอนุภาค ${}^4_2\alpha$ และ ${}^0_{-1}\beta$ ชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น ธาตุ Th ดังกล่าวเป็นไอโซโทปที่มีเลขมวลเท่าใด

- 1) 224 2) 228 3) 230 4) 232

เฉลย 4) 232



ปริมาณสารสัมพันธ์

กำหนดให้

$^{12}_6\text{C}$ มีมวลเท่ากับ 12.000 amu (Atomic Mass Unit)

จากการทดลองพบว่า

| | | | | | |
|---------|-----------------|---------|--------------|------------------------------------|------|
| | ^{12}C | 1 อะตอม | หนัก | 19.92648×10^{-24} | กรัม |
| ดังนั้น | 12.00000 | amu | มีค่าเท่ากับ | 19.92648×10^{-24} | กรัม |
| | 1.00000 | amu | มีค่าเท่ากับ | $19.92648 \times 10^{-24} \div 12$ | กรัม |
| | | | | $= 1.66054 \times 10^{-24}$ | กรัม |

เพราะฉะนั้น

1 amu มีค่าเท่ากับ 1.66054×10^{-24} กรัม

ถ้าต้องการความแม่นยำของตัวเลขด้วยทศนิยมตำแหน่งเดียว เราจะสามารถประมาณค่าน้ำหนักของอะตอมใดๆ จำนวน 1 อะตอมในหน่วย amu และหน่วยกรัม ได้ดังต่อไปนี้

^A_ZX 1 อะตอม จะมีน้ำหนักเท่ากับ A.0 amu หรือ $A.0 \times (1.66 \times 10^{-24})$ กรัม

กำหนดให้

มวลอะตอมสัมพัทธ์ของ $^A_Z\text{X} = (\text{มวลของ } ^A_Z\text{X} \text{ 1 อะตอม}) \div \frac{1}{12} (\text{มวลของ } ^{12}_6\text{C} \text{ 1 อะตอม})$
(Relative atomic mass)

ข้อสังเกต มวลอะตอมสัมพัทธ์ เป็นค่าเปรียบเทียบ ดังนั้นจะไม่มีหน่วย แต่มวลของธาตุ หรือมวลของสาร มีหน่วยเป็นกรัม

มวลอะตอมเฉลี่ย

เนื่องจากธาตุแต่ละชนิดมีหลายไอโซโทป (Isotope) ทำให้อะตอมของธาตุที่อยู่ในสารประกอบต่างๆ มีหลายไอโซโทปปะปนกันไป และเนื่องจากแต่ละไอโซโทปมีปริมาณไม่เท่ากันในธรรมชาติ ดังนั้นเมื่อจะคำนวณจึงต้องใช้ค่าที่ได้จากการเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก เรียกอีกอย่างว่า Average atomic mass หรือ Atomic weight (น้ำหนักอะตอม)

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ } Z\text{X} = \frac{\sum [(\text{มวลอะตอมสัมพัทธ์ของแต่ละไอโซโทป}) \times (\text{ร้อยละที่พบในธรรมชาติ})]}{100}$$

มวลโมเลกุล

เนื่องจากโมเลกุลเกิดมาจากอะตอมรวมตัวกัน
เพราะฉะนั้น

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุล} &= \sum (\text{มวลอะตอม}) \\ \text{มวลโมเลกุลเฉลี่ย} &= \sum (\text{มวลอะตอมเฉลี่ย}) \end{aligned}$$

หมายเหตุ มวลอะตอมเฉลี่ยและมวลโมเลกุลเฉลี่ย ไม่มีหน่วย เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบกับธาตุมาตรฐาน และอาจเรียกอีกอย่างว่า Molecular weight หรือน้ำหนักโมเลกุล

โมล

ในการบอกจำนวนอนุภาคนั้นเรานิยมบอกเป็นหน่วยโมล เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน มากกว่าการบอกเป็นจำนวนอะตอม หรือโมเลกุล

จากมวลอะตอมเฉลี่ยจะได้ข้อสังเกตว่า

${}^6\text{C}$ มีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 12.01 แสดงว่า

${}^6\text{C}$ $12.01 \times (1.66054 \times 10^{-24})$ กรัม มีจำนวน 1 อะตอม

${}^6\text{C}$ 12.01 กรัม มีจำนวน $1 \div (1.66054 \times 10^{-24})$ อะตอม

เท่ากับ 6.02214×10^{23} อะตอม

เท่ากับ 1 โมลอะตอม

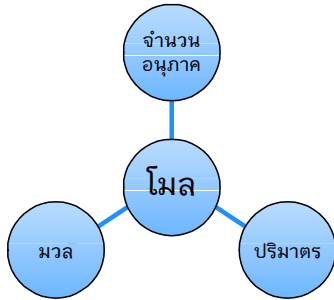
เรียกตัวเลข 6.02214×10^{23} ว่าเลขอาโวกาโดร (Avogadro Number, N_A)

เพราะฉะนั้น

“หนึ่งโมล คือ ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอนบริสุทธิ์ (${}^{12}\text{C}$) 12 กรัม”

ดังนั้น สารใดๆ ก็ตาม 1 โมล จะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

และจะเห็นได้ว่า สาร 1 โมลจะหนักเท่ากับมวลโมเลกุลเฉลี่ยหรือมวลอะตอมเฉลี่ยของสารนั้นๆ และสำหรับสารที่อยู่ในสภาวะแก๊สปริมาณ 1 โมลที่ STP (สภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน คือ 0°C, 1 atm) จะมีปริมาตร 22.4 ลิตร โดยคำนวณมาจากกฎของแก๊สในอุดมคติ ($PV = nRT$)



$$n = \frac{g}{M_w} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{V}{22.4 \text{ L}}$$

สารละลาย

สารละลาย คือ ของผสมเนื้อเดียวที่ไม่บริสุทธิ์ เกิดจากสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมารวมกัน ประกอบไปด้วยตัวทำละลาย และตัวละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย

1. ร้อยละโดยน้ำหนัก (%W/W) หมายถึง มวลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในมวลของสารละลาย 100 ส่วน

$$\%W/W = \frac{W_{\text{ตัวละลาย}}}{W_{\text{สารละลาย}}} \times 100$$

2. ร้อยละโดยปริมาตร (%V/V) หมายถึง ปริมาตรของตัวละลายที่ละลายอยู่ในปริมาตรของสารละลาย 100 ส่วน

$$\%V/V = \frac{V_{\text{ตัวละลาย}}}{V_{\text{สารละลาย}}} \times 100$$

3. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%W/V) หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในปริมาตรของสารละลาย 100 ส่วน

$$\%W/V = \frac{W_{\text{ตัวละลาย}}}{V_{\text{สารละลาย}}} \times 100$$

4. โมลาริตี (Molarity, Molar, M) หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร

$$\text{Molar} = \frac{n_{\text{ตัวละลาย}}}{V_{\text{สารละลาย}} \text{ (L)}}$$

5. โมแลลิตี (Molality, Molal, m) หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย 1 kg

$$\text{Molal} = \frac{n_{\text{ตัวละลาย}}}{W_{\text{ตัวทำละลาย}} \text{ (kg)}}$$

6. ส่วนในล้านส่วน (ppm) หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1000000 ส่วน

$$\text{ppm} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^6$$

การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. คำนวณแล้วชั่งน้ำหนักหรือปริมาตรของตัวละลายที่แน่นอน แล้วมาปรับปริมาตรให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

$$C = \frac{n \times 1000}{V}$$

2. นำมาเจือจาง

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

3. นำสารละลายตั้งแต่ 2 ความเข้มข้นขึ้นไปมาผสมกัน

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 + C_3 \times V_3 + C_4 \times V_4 + \dots$$

สมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative)

1. สารละลายจะมีจุดเดือดเพิ่มขึ้น จุดเยือกแข็งต่ำลง เมื่อเทียบกับตัวทำละลายบริสุทธิ์
2. สมบัติคอลลิเกทีฟไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลาย แต่จะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและปริมาณของตัวละลาย (ความเข้มข้น) คือ ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นในหน่วยโมลแลลเท่ากัน (ตัวทำละลายชนิดเดียวกัน) สารละลายนั้นจะมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งเท่ากัน

3. ตัวละลายต้องเป็นสารที่ระเหยยากและไม่แตกตัว (ถ้าตัวละลายแตกตัวได้ จะทำให้จุดเดือดของสารละลายเพิ่มขึ้นและจุดเยือกแข็งของสารละลายต่ำลง แต่จะไม่ใช่ไปตามสมบัติคอลลิเกทีฟ เพราะมีผลของแรงดึงดูดทางไฟฟ้าของไอออน ทำให้ไอออนเคลื่อนที่ไม่เป็นอิสระ)

$$\Delta T_b = K_b \times m$$

$$\Delta T_f = K_f \times m$$

โดยที่ ΔT_b คือ จุดเดือดที่เพิ่มขึ้น

ΔT_f คือ จุดเยือกแข็งที่ต่ำลง

K_b คือ ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด

K_f คือ ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง

m คือ ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย โมลแลล (mol/Kg)

ระบบกับสิ่งแวดล้อม

ระบบ คือ สิ่งที่เราสนใจ สิ่งแวดล้อม คือ สิ่งทีนอกเหนือไปจากระบบ

เราสามารถแบ่งระบบออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. ระบบเปิด คือ ระบบที่ยอมให้มีการแลกเปลี่ยนมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อมได้
2. ระบบปิด คือ ระบบที่ยอมให้มีการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสิ่งแวดล้อมได้ แต่ไม่มีการแลกเปลี่ยนมวล
3. ระบบโดดเดี่ยว คือ ระบบที่ไม่ยอมให้มีการแลกเปลี่ยนมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเลย

กฎทรงมวล

ในระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลสาร (ระบบปิด และระบบแยกตัว) มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาจะต้องเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา

กฎสัดส่วนคงที่

เมื่อธาตุสองธาตุขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบจะคงที่เสมอ ไม่ว่าจะเตรียมสารประกอบนั้นกี่ครั้ง หรือเตรียมด้วยวิธีการใดก็ตาม

กฎของเกย์-ลุสแซก

อัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และปริมาตรของแก๊สที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆ

กฎของอาโวกาโดร

แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน

“จากกฎทั้งสองแสดงว่าที่สภาวะภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ปริมาตรของแก๊สและโมลจะสัมพันธ์กันโดยตรง”

สูตรเคมี

สูตรอย่างง่าย (สูตรเอมพิริคัล) คือ สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำระหว่างจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

วิธีการหาสูตรอย่างง่าย (หาสัดส่วนโดยโมล)

1. ต้องรู้สัดส่วนโดยน้ำหนักของธาตุแต่ละชนิดในสารประกอบ
2. ถ้าอะตอมที่เราต้องการทราบน้ำหนักเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของโมเลกุลให้ใช้กฎสัดส่วนคงที่ช่วย
3. นำมาทำให้เป็นสัดส่วนโดยโมล โดยการหารด้วยน้ำหนักอะตอม
4. ทำให้เป็นสัดส่วนอย่างง่าย (จำนวนเต็ม)
 - : ตัวเลขควรมีจุดทศนิยมอย่างน้อย 2 ตำแหน่ง
 - : 0.2-0.8 ห้ามปัด
 - : ให้เอาเลขที่น้อยที่สุดหารตลอดแล้วเอาเลขจำนวนเต็มมาคูณจนกระทั่งปัดได้

สูตรโมเลกุล

คือ สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุล

วิธีการหาสูตรโมเลกุล

สูตรโมเลกุล = (สูตรอย่างง่าย)_n

เราจะสามารถหาค่า n ได้จาก

น้ำหนักโมเลกุล = (ผลบวกน้ำหนักอะตอมทั้งหมดของสูตรอย่างง่าย) × n

ตัวอย่าง เมื่อเผา $\text{MgCO}_3(\text{s})$ จะได้ $\text{MgO}(\text{s})$ และ $\text{CO}_2(\text{g})$ จากการนำสารผสมระหว่าง $\text{MgCO}_3(\text{s})$ และ $\text{MgO}(\text{s})$ จำนวน 16.00 กรัม มาเผาจนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ ปรากฏว่าเหลือของแข็งหนัก 11.60 กรัมมวลของ $\text{MgCO}_3(\text{s})$ ในสารผสมมีกี่กรัม

- 1) 4.4 2) 5.9 3) 7.6 4) 8.4

เฉลย 4) 8.4

ตัวอย่าง นำสาร 4 ชนิดปริมาณชนิดละ 0.001 โมล ผสมกับน้ำ 1 กิโลกรัม พบว่าสารละลายที่ได้มีจุดเดือดแตกต่างกัน สารในข้อใดให้จุดเดือดสูงที่สุด

- 1) NaCl 2) CaCl_2 3) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 4) CH_3COOH

เฉลย 2) CaCl_2

ตัวอย่าง นำผงซักฟอกชนิดหนึ่งหนัก 0.620 กรัม มาเผาจนร้อนแดงเพื่อทำลายสารอินทรีย์แล้วนำมาเติมกรด HCl ที่ร้อนจำนวนมากเกินพอ เพื่อเปลี่ยนธาตุฟอสฟอรัสให้เป็นกรด H_3PO_4 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายผสม Mg^{2+} และ NH_4^+ เพื่อให้ตกตะกอน $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ เมื่อนำตะกอนไปเผาจะเหลือของแข็ง $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ หนัก 0.222 กรัม ธาตุฟอสฟอรัสในผงซักฟอกชนิดนี้มีปริมาณร้อยละเท่าใด

- 1) 5 2) 10 3) 15 4) 20

เฉลย 2) 10



ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

แก๊ส

เป็นสถานะที่มีปริมาตรและรูปร่างที่ไม่แน่นอนขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ โดยอนุภาคของแก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวกันน้อยมาก ทำให้อนุภาคของแก๊สสามารถเกิดการแพร่และฟุ้งกระจายได้เป็นอย่างดี

ประเภทของแก๊ส

เพื่อความสะดวกในการศึกษาเรื่องแก๊ส เราได้แบ่งแก๊สออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1. แก๊สจริง (Real Gas) เป็นแก๊สที่มีอยู่จริง มีพฤติกรรมและสมบัติต่างๆ เบี่ยงเบนออกจากกฎของแก๊สและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อย่างไรก็ตามที่สภาวะอุณหภูมิสูง ความดันต่ำ แก๊สจริงจะมีสมบัติและพฤติกรรมใกล้เคียงกับแก๊สในอุดมคติ

2. แก๊สในอุดมคติหรือแก๊สสมบูรณ์แบบ (Ideal Gas) เป็นแก๊สสมมติตามทฤษฎีที่ไม่ว่าจะอยู่สภาวะแบบใดก็ตาม จะมีสมบัติหรือพฤติกรรมเป็นไปตามกฎต่างๆ ของแก๊สในอุดมคติ และยังมีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สครบทุกข้ออีกด้วย

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายสมบัติทางกายภาพของแก๊สในอุดมคติ ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมากที่มีขนาดเล็กมาก จนถือได้ว่าอนุภาคแก๊สไม่มีปริมาตรเมื่อเทียบกับขนาดภาชนะที่บรรจุ ซึ่งจะถือว่าไม่มีมวลแต่ไม่มีปริมาตร

2. โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก จนถือได้ว่าไม่มีแรงกระทำต่อกัน (ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล)

3. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วในแนวเส้นตรง เป็นอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ (แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากันในแต่ละโมเลกุล) และไม่เป็นระเบียบจนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่นหรือชนกับผนังของภาชนะจึงจะเปลี่ยนทิศทางและอัตราเร็ว

4. โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเองหรือชนกับผนังภาชนะ จะเกิดการชนแบบยืดหยุ่นโดยถ่ายโอนพลังงานให้แก่กันได้ แต่พลังงานรวมของระบบมีค่าคงที่

5. ณ อุณหภูมิเดียวกันโมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่เท่ากัน แต่จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน โดยที่พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ (เคลวิน)

ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส

จากคุณสมบัติและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ทำให้การศึกษาเกี่ยวกับแก๊สจะต้องคำนึงถึงตัวแปรเกี่ยวข้องที่สำคัญต่อไปนี้

- จำนวนโมลของแก๊ส (n)
- ปริมาตร (V)
- ความดัน (P)
- อุณหภูมิ (T)

กฎของบอยล์

“เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน”

$$P \propto \frac{1}{V}$$

กฎของชาร์ล

“เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ”

$$V \propto T$$

กฎของเกย์-ลูสแซก

“เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ”

$$P \propto T$$

กฎของอาโวกาโดร

“เมื่อความดันและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สแปรผันตรงกับจำนวนโมล”

$$V \propto n$$

จากกฎต่างๆ ทำให้เราสามารถสร้างสมการที่รวบรวมตัวแปรต่างๆ ของแก๊สได้ โดยเราเรียกสมการนี้ว่า สมการแก๊สสมบูรณ์ ดังนี้

$$PV = nRT$$

โดยสมการนี้มีการบังคับหน่วยตามค่าคงที่ของแก๊ส (ค่า R) ดังต่อไปนี้

R = ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ $0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

P = ความดัน (atm)

n = จำนวนโมล (mol)

V = ปริมาตร (L)

T = อุณหภูมิ (K)

การหาค่าความหนาแน่น

$$D = \frac{PM}{RT}$$

ให้ D = ความหนาแน่นของแก๊สมีหน่วยเป็น กรัมต่อลิตร (g/L)

M = น้ำหนักโมเลกุลของสาร

การหาค่าความเข้มข้นของแก๊ส

$$C = \frac{P}{RT}$$

ให้ C = ความเข้มข้นของสารมีหน่วยเป็น โมลต่อลิตร (mol/L)

กฎความดันย่อยของดอลตัน

“ความดันรวมของแก๊สผสมจะมีค่าเท่ากับผลรวมของความดันที่แก๊สแต่ละชนิดทำให้เกิดขึ้น”

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

จากกฎความดันย่อยของดอลตันทำให้เราทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดันของระบบและความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิดในระบบที่มีอุณหภูมิคงที่ ซึ่งสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_{\text{รวม}} V_{\text{รวม}} = P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3 + \dots$$

กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

การแพร่ หมายถึง การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากบริเวณที่มีความเข้มข้นมากไปหาบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อย การแพร่ในลักษณะนี้สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การได้กลิ่น เป็นต้น

กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม มีใจความสำคัญอยู่ว่า

“ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน อัตราการแพร่ผ่านของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของความหนาแน่นของแก๊ส”

เราสามารถสรุปเป็นสมการที่จะนำไปใช้ได้ ดังนี้

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

เมื่อ r = อัตราเร็วของการแพร่ของแก๊ส

d = ความหนาแน่นของแก๊ส

M = มวลโมเลกุลของแก๊ส

การคำนวณปริมาณสัมพันธ์ของแก๊ส

การคำนวณปริมาณสัมพันธ์ของแก๊ส คือ การคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์ของสารในกรณีที่แก๊สนั้นสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกันได้ แล้วเกิดเป็นสารตัวใหม่ ซึ่งตัวแก๊สนั้นจะมีความซับซ้อนในการคำนวณมากกว่าสารในสถานะอื่นๆ เนื่องจากตัวแก๊สนั้นมีตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อจำนวนโมลของแก๊ส โดยเราสามารถทำการคำนวณได้โดยใช้ขั้นตอนการพิจารณา ดังนี้

1. พิจารณาการทำปฏิกิริยาของสาร เขียนสมการเคมีพร้อมทั้งดุลสมการเคมีให้เรียบร้อย
2. พิจารณาการเปลี่ยนสถานะของแก๊ส เช่น ความดัน ปริมาตร หรืออุณหภูมิ
3. คำนวณหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนสถานะที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนโมล
4. พิจารณาปริมาณสารเริ่มต้น เปลี่ยนแปลง และที่เหลือ
5. รวบรวมข้อมูลทั้งหมด พร้อมตอบปัญหาในสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ตัวอย่าง แก๊สชนิดหนึ่งหนัก 1.0 กรัม ที่ 12 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ มีปริมาตร 2.0 ลิตร ถ้าแก๊สชนิดนี้หนัก 2.0 กรัม ที่ 69 องศาเซลเซียส ความดัน 608 มิลลิเมตรปรอท จะมีปริมาตรเป็นกี่ลิตร

- 1) 3.0 2) 6.0 3) 7.9 4) 14.4

เฉลย 2) 6.0

ตัวอย่าง แก๊ส X เคลื่อนที่ในหลอดนำแก๊สอันหนึ่งได้ระยะทาง 30.0 เซนติเมตรใช้เวลา 2.0 วินาที แก๊ส Y เคลื่อนที่ในหลอดนำแก๊สอันเดียวกันนี้ได้ระยะทาง 216 เซนติเมตรใช้เวลา 8.0 วินาที แก๊ส X จำนวน 10 โมเลกุลหนัก 1.34×10^{-21} กรัม มวลโมเลกุลของแก๊ส Y เป็นเท่าใด

- 1) 25 2) 50 3) 75 4) 90

เฉลย 1) 25

ตัวอย่าง ภาชนะสองใบต่อเชื่อมถึงกันใบแรกมีขนาด 2 ลิตร บรรจุแก๊ส N_2 ไว้ 3 บรรยากาศ ใบที่สองขนาด 3 ลิตร บรรจุแก๊ส O_2 ไว้ 5 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิคงที่ เมื่อเปิดวาล์วที่กั้นระหว่างภาชนะทั้งสอง จะเกิดปฏิกิริยากันจนสมบรูณ์ได้ผลิตภัณฑ์เป็นออกไซด์ชนิดหนึ่งของไนโตรเจน มีความดันเท่ากับ 1.2 บรรยากาศ โดยไม่มีสารตั้งต้นใดเหลืออยู่ สูตรออกไซด์ที่เกิดขึ้นคือข้อใด

- 1) NO_2 2) NO_3 3) N_3O_4 4) N_2O_5

เฉลย 4) N_2O_5

ตัวอย่าง แก๊ส H_2 หนัก 0.10 กรัม บรรจุในถังขนาด 400 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส แก๊ส CO_2 หนัก 0.11 กรัม บรรจุในถังอีกใบหนึ่งขนาด 200 มิลลิลิตร อุณหภูมิเท่ากัน เมื่อต่อท่อให้แก๊สทั้งสองชนิดผสมกัน โดยไม่เกิดปฏิกิริยาต่อกันและหลังการผสมอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ความดันรวมของแก๊สผสมเป็นกี่บรรยากาศ

- 1) 0.934 2) 1.541 3) 2.152 4) 3.634

เฉลย 3) 2.152

ตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกำหนดสถานะของแก๊สในข้อใดไม่เป็นเส้นตรง เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่นคงที่

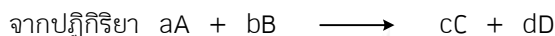
- 1) ความดันและอุณหภูมิ
2) ความดันและจำนวนโมล
3) ปริมาตรและความดัน
4) ปริมาตรและอุณหภูมิ

เฉลย 3) ปริมาตรและความดัน



อัตราการเกิดปฏิกิริยา

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{เวลาที่เปลี่ยนแปลง}}$$



ความสัมพันธ์ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะได้

$$R = \frac{1}{a} R_A = \frac{1}{b} R_B = \frac{1}{c} R_C = \frac{1}{d} R_D$$

ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารสามารถแยกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา)
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาหนึ่ง
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งหาได้ 2 วิธี
 - จากความชันที่ได้จากการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับเวลา
 - จากการหาอนุพันธ์ของสมการ (Differential Equation) ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเป็นฟังก์ชันของเวลา

แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

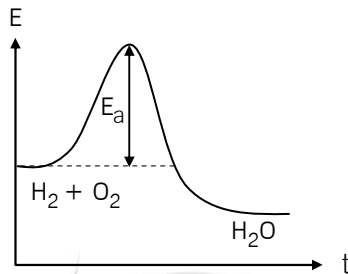
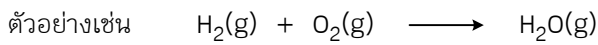
มีแนวคิดที่ใช้หลักๆ อยู่ 2 แนวคิดด้วยกันดังนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการชน

ทฤษฎีนี้มีหลักการคิดสำคัญ คือ “ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นจะต้องมีการเคลื่อนที่ชนกันก่อน” ซึ่งการชนนั้นอาจจะเกิดปฏิกิริยาหรือไม่เกิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

- ทิศทางการชน จะต้องชนด้วยทิศทางที่ถูกต้อง
- พลังงานจลน์ของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกัน คือ พลังงานที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการสลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่เกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์

พลังงานก่อกัมมันต์ (Activation Energy : E_a)



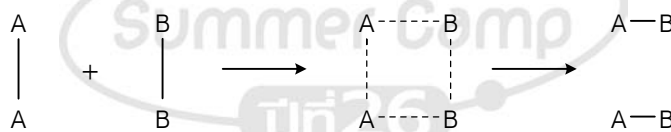
จากทฤษฎีจลน์ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ โมเลกุลของแก๊สจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราการเร็วที่ต่างกัน (ถึงแม้จะเป็นโมเลกุลของแก๊สชนิดเดียวกันก็ตาม) โมเลกุลที่เคลื่อนที่ได้ช้ามีพลังงานจลน์ต่ำ ส่วนโมเลกุลที่เคลื่อนที่ได้เร็ว มีพลังงานจลน์สูง หากโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงมาชนกันพลังงานที่ได้จากการชนก็จะสูงด้วย และถ้าพลังงานนั้นสูงพอจนทำให้ชนกัน แล้วเกิดการสลายพันธะเก่าแล้วมีการสร้างพันธะใหม่เกิดเป็นสารใหม่ขึ้นมา แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาขึ้น

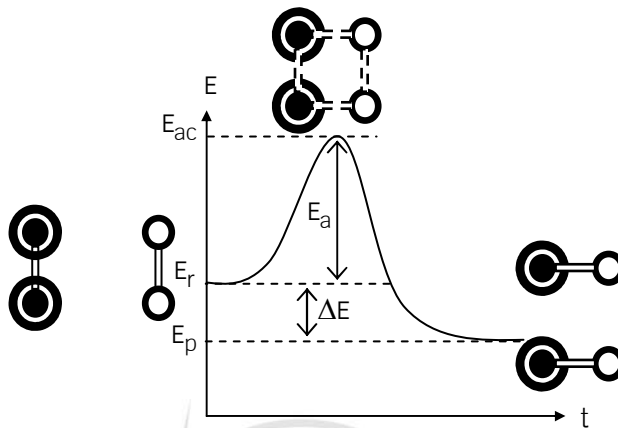
ดังนั้น พลังงานที่น้อยที่สุดที่ได้จากการชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้ เราจะเรียกว่า พลังงานก่อกัมมันต์ หรือพลังงานกระตุ้น (E_a) ค่าพลังงานกระตุ้นไม่เกี่ยวข้องกับความร้อนของปฏิกิริยา แต่ผลต่างของพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ จะเป็นตัวบอกพลังงานหรือความร้อนของปฏิกิริยา ค่าพลังงานกระตุ้นจะเป็นตัวบอกอัตราของปฏิกิริยา โดยถ้าพลังงานกระตุ้นสูงแสดงว่าปฏิกิริยาเกิดได้ช้า ส่วนพลังงานกระตุ้นต่ำ แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว

2. ทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น

ในระหว่างที่สารชนกันนั้น จะเกิดสารที่มีพลังงานสูงมากเรียกว่า สารเชิงซ้อนกัมมันต์ (Activated Complex) ซึ่งเกิดจากการที่พันธะเดิมระหว่างสารตั้งต้นยังไม่ขาดออกจากกัน ในขณะที่เดียวกันก็สร้างพันธะใหม่อยู่ สภาวะเช่นนี้ไม่เสถียรเพราะพลังงานจะสูงมาก เราเรียกสภาวะนี้ว่า สภาวะแทรนซิชัน (Transition State)

ตัวอย่างเช่น





“ผลของค่าพลังงานกระตุ้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในปฏิกิริยาเคมีต่างๆ จะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ไม่เท่ากัน”

พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา

ในระหว่างที่สารเกิดปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนแปลงทางพลังงาน ซึ่งเมื่อเราเขียนกราฟระหว่างพลังงานและการดำเนินไปของปฏิกิริยาจะได้ปฏิกิริยา 2 แบบ ดังนี้

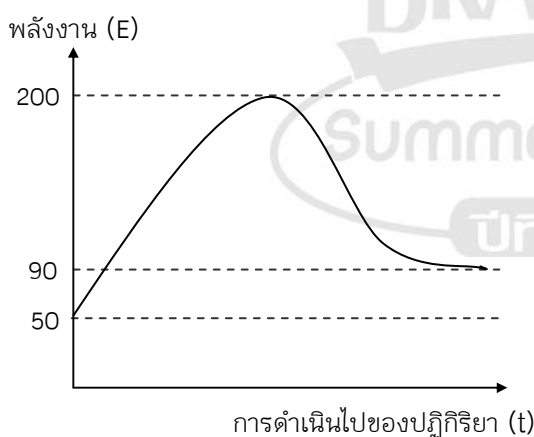
- ปฏิกิริยาดูดพลังงาน หรือปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction)

หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ ดังนั้นในปฏิกิริยาชนิดนี้สารตั้งต้นจะมีพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์

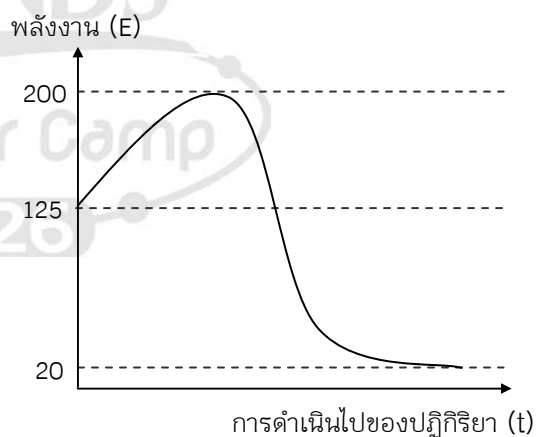
- ปฏิกิริยาคายพลังงาน หรือปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction)

หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายเทพลังงานจากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นในปฏิกิริยาคายพลังงานพลังงานสารที่เป็นผลิตภัณฑ์จะมีค่าต่ำกว่าพลังงานของสารตั้งต้น

ตัวอย่างปฏิกิริยาดูดความร้อน

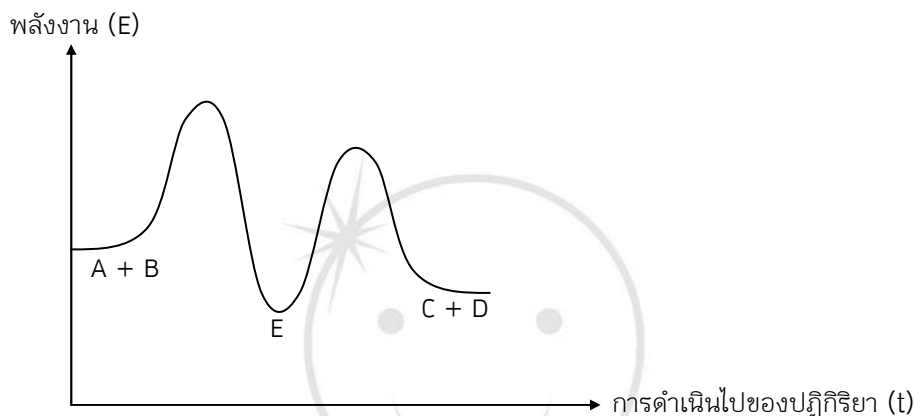


ตัวอย่างปฏิกิริยาคายความร้อน



พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีกลไกในการเกิดหลายขั้นตอน

ปฏิกิริยาเคมีโดยส่วนมากไม่ได้ชนกันแค่ครั้งเดียวก็เกิดปฏิกิริยาได้ แต่ต้องชนหลายครั้ง เกิดเป็นปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนขึ้น โดยต่อเนื่องเป็นลำดับ เราเรียก กลไกของปฏิกิริยา (Reaction Mechanism) และในระหว่างเกิดปฏิกิริยาในแต่ละขั้นจะเกิดสารที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์รวมอยู่ด้วย และมีความไม่เสถียร เรียกสารนี้ว่า สารมัธยันตร์ (Intermediate)



ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถถูกควบคุมให้มีค่ามากหรือน้อยได้โดยปัจจัย ดังต่อไปนี้

1. ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งสำหรับปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นมากกว่าหนึ่งชนิด อัตราการเกิดปฏิกิริยาอาจขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารใดสารหนึ่ง หรือทุกสารก็ได้ หรืออาจไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นเลย โดยในระยะเริ่มต้นของปฏิกิริยาเคมีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีปริมาณของสารตั้งต้นอยู่มาก โอกาสที่สารตั้งต้นชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีสูง จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งสารตั้งต้นหมด หรือปริมาณสารทุกชนิดคงที่ เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลถ้าเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

กฎอัตราและค่าคงที่อัตรา (Rate Law and Rate Constant)

จาก Law of Mass Action ซึ่งเป็นกฎที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้น ซึ่งมีใจความว่า “อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยา”



จากใจความนี้เองทำให้สามารถเขียนอธิบายปฏิกิริยาข้างบน ได้เป็น

$$R \propto [A]^n[B]^m$$

ซึ่งจะได้สมการ กฎอัตรา (Rate Law) คือ

$$R = [A]^n[B]^m$$

โดย R คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยา

[] คือ ความเข้มข้น

k คือ ค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาในปฏิกิริยาที่อุณหภูมิที่กำหนด

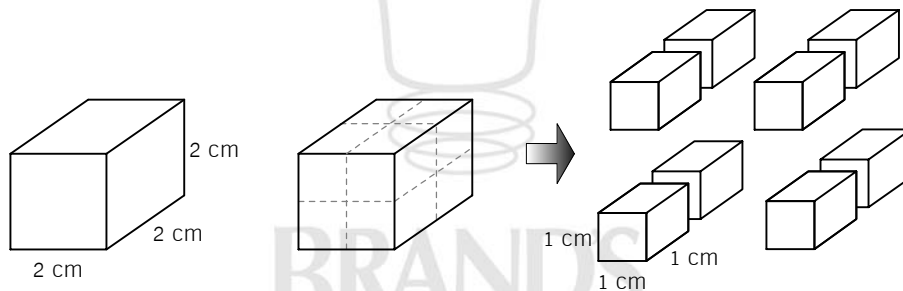
n, m คือ เลขชี้กำลังความเข้มข้น อาจจะเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบหรือเศษส่วนก็ได้

อันดับของปฏิกิริยา คือ ผลบวกของเลขชี้กำลังของความเข้มข้นของสารตั้งต้นในกฎอัตรา

กรณีปฏิกิริยาเคมีบางตัวมีกลไกหลายขั้นตอน ค่าของเลขชี้กำลังความเข้มข้น (n, m) อาจจะมีค่าไม่เท่ากับตัวเลขข้างหน้าของสารตั้งต้นในสมการเคมีขั้นสุดท้ายที่ดุลแล้ว ทั้งนี้ เพราะว่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับกลไกของขั้นตอนที่ช้าที่สุด ซึ่งเรียกว่า ขั้นตอนกำหนดอัตรา หรือ Rate Determining Step

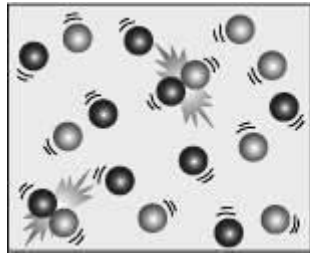
*** ดังนั้น n และ m จึงเป็นค่าที่หาได้จากการทดลอง จะเอาตัวเลขหน้าสารตั้งต้นจากสมการที่สมดุลแล้วของปฏิกิริยามาใช้ไม่ได้ ยกเว้นหากทราบแล้วว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นตอนเดียว หรือทราบกลไกของปฏิกิริยา

2. พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

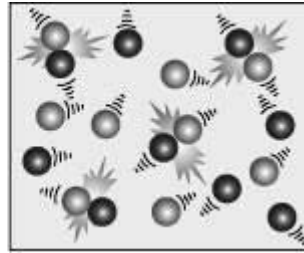


สารที่มีพื้นที่ผิวมาก ๆ จะยิ่งเพิ่มโอกาสที่สารจะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้มากกว่าสารที่มีพื้นที่ผิวน้อยๆ เมื่อพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นที่เป็นของแข็งมากปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว เพราะอนุภาคของสารตั้งต้นชนกันด้วยความถี่สูง ในทางตรงกันข้ามเมื่อสารตั้งต้นที่เป็นของแข็งมีพื้นที่ผิวน้อยปฏิกิริยาจะเกิดช้า เพราะอนุภาคของสารตั้งต้นชนกันด้วยความถี่ต่ำ โดยทั่วไปผลของการเพิ่มพื้นที่ผิวจะมากกว่าผลของการเพิ่มความเข้มข้น

3. อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

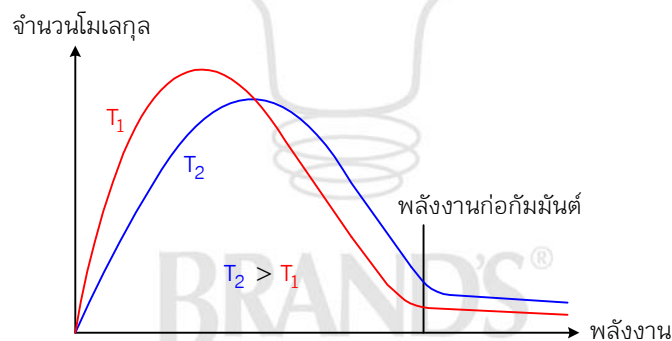


อุณหภูมิต่ำ



อุณหภูมิสูง

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบของปฏิกิริยาเคมี จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น และในทางตรงกันข้าม อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อลดอุณหภูมิลง โดยการอธิบายผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ คือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิโมเลกุลของแก๊สจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ส่งผลให้พลังงานจลน์สูงขึ้นและพบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นเพราะโมเลกุลมีโอกาสชนกันเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น แต่ต้องอาศัยทฤษฎีการกระจายพลังงานที่สูงพอ เมื่ออุณหภูมิของระบบสูงขึ้นจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์ต่ำมีจำนวนน้อย แต่จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์จึงมีจำนวนมากขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดเร็วขึ้น



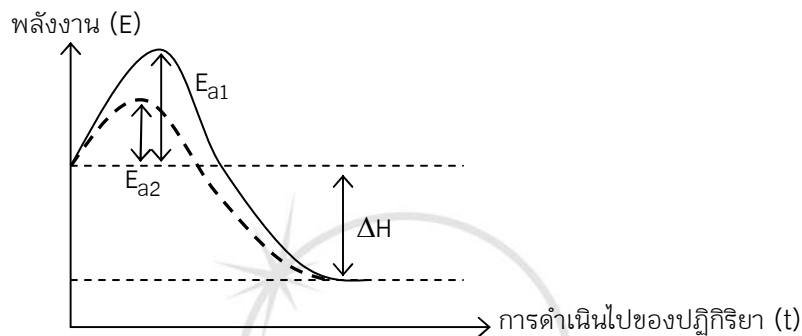
4. ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้นหรือเพิ่มขึ้นและเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นก็ยังคงแสดงสมบัติเช่นเดิม ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจจะมีส่วนร่วมในปฏิกิริยานั้น แต่เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา ตัวเร่งก็จะกลับคืนมาอย่างเดิม โดยทั่วๆ ไป แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 4.1 ตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อเดียว หมายถึง ตัวเร่งปฏิกิริยาที่อยู่ในสถานะเดียวกับสารตั้งต้น
- 4.2 ตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อผสม หมายถึง ตัวเร่งปฏิกิริยาและสารตั้งต้นอยู่ในสถานะต่างกัน

ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่อปฏิกิริยาเคมี

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใส่ลงไปช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาจะเข้าไปช่วยให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง ดังนั้นจะเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น เพราะเมื่อพลังงานก่อกัมมันต์ลดลงมีผลทำให้จำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูงพอเพิ่มมากขึ้น การชนที่เป็นผลสำเร็จจึงมากขึ้น หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

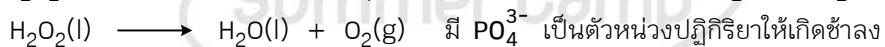


วิธีการลดพลังงานก่อกัมมันต์ของตัวเร่งปฏิกิริยา อาจเกิดขึ้นโดยวิธีต่อไปนี้

1. ตัวเร่งปฏิกิริยาจะเข้าร่วมกับสารตั้งต้นกลายเป็นสารใหม่ เพื่อทำให้โมเลกุลของสารมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น
2. ตัวเร่งปฏิกิริยาทำหน้าที่ดูดซับสารตั้งต้นไว้ที่ผิวในรูปที่ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา โดยกรณีนี้สารตั้งต้นมักจะอยู่ในสถานะแก๊ส ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในสถานะของแข็ง หรือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อผสมนั่นเอง
3. ตัวเร่งปฏิกิริยาทำหน้าที่ดูดซับสารตั้งต้นไว้ที่ผิว และทำให้สารตั้งต้นมีพันธะภายในโมเลกุลอ่อนลง โมเลกุลของสารตั้งต้นจึงสลายตัวหรือเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น (พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง) จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

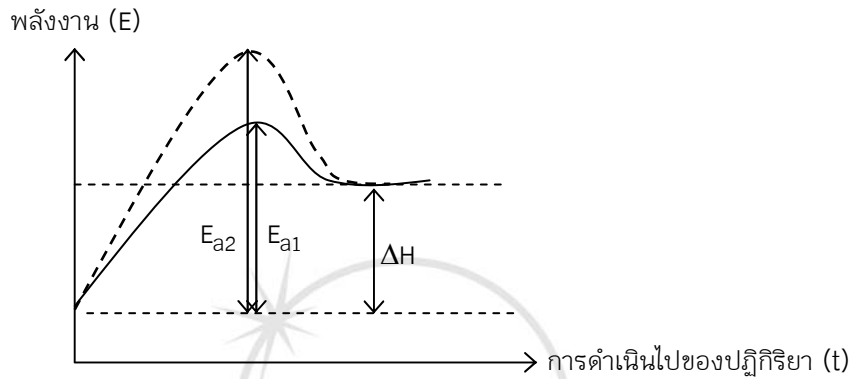
ตัวเร่งปฏิกิริยา

ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลงหรือลดลงเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นก็คืนมาเหมือนเดิม มวลคงที่ แต่สมบัติทางกายภาพอาจจะเปลี่ยน เช่น ขนาด รูปร่าง ได้แก่ ปฏิกิริยาการสลาย H_2O_2 จะเกิดช้าถ้าเติมฟอสเฟต PO_4^{3-} เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไม่ให้เกิด H_2O และ O_2 เร็ว ดังนี้



ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่อปฏิกิริยาเคมี

ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เนื่องจากจะไปทำให้พลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มขึ้น ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงช้าลง ดังรูป



*** ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่มีผลต่อค่าความร้อนของปฏิกิริยา (ΔH) ที่ดูดหรือคายออกมา และเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะต้องได้ตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวเร่งปฏิกิริยา คืนกลับมา***

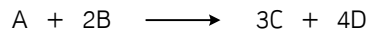
5. ธรรมชาติของสารตั้งต้น

สารต่างชนิดกันจะทำปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าต่างกัน ขึ้นอยู่กับสมบัติของสารแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น โลหะโซเดียมทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้เร็วมากและเกิดปฏิกิริยารุนแรง ในขณะที่โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้ช้า แต่เกิดได้เร็วขึ้นเมื่อใช้น้ำร้อน ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าโลหะโซเดียมมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาได้ดีกว่าโลหะแมกนีเซียม

6. ความดันสำหรับปฏิกิริยาของแก๊ส

ปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นในสถานะแก๊ส เมื่อเพิ่มความดันโดยการลดปริมาตร ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วขึ้น เพราะการเพิ่มความดันโดยการลดปริมาตร ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นที่อยู่ในสถานะแก๊สอยู่ชิดกันมากขึ้น (มีความเข้มข้นมากขึ้น) จึงชนกันด้วยความถี่สูงขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าลดความดันเพิ่มปริมาตร ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เพราะการลดความดันโดยการเพิ่มปริมาตร ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นที่อยู่ในสถานะแก๊สอยู่ห่างกันมากขึ้น (มีความเข้มข้นลดลง) จึงชนกันด้วยความถี่ลดลง

ตัวอย่าง สมการปฏิกิริยาระหว่างสาร A และสาร B



สาร A จำนวน 1 โมล ทำปฏิกิริยากับสาร B จำนวน 2 โมล ในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที เกิดสาร C ขึ้น 3 โมล ข้อใดไม่ถูก

- 1) อัตราการสลายตัวเฉลี่ยของสาร A ในช่วง 10 วินาทีแรกเท่ากับ 0.1 โมลต่อวินาที
- 2) อัตราการสลายตัวเฉลี่ยของสาร B ในช่วง 10 วินาทีแรกเท่ากับ 2.0 โมลต่อวินาที
- 3) อัตราการเกิดสาร C ในช่วง 10 วินาทีแรกเท่ากับ 0.3 โมลต่อวินาที
- 4) อัตราการเกิดสาร C จำนวน 1 โมลเท่ากับอัตราการสลายตัวของสาร B จำนวน 0.67 โมล

เฉลย 2) อัตราการสลายตัวเฉลี่ยของสาร B ในช่วง 10 วินาทีแรกเท่ากับ 2.0 โมลต่อวินาที

ตัวอย่าง การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี $2A(aq) \longrightarrow B(aq)$

พบว่าความเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร A เป็นฟังก์ชันของเวลา (t) ในหน่วยวินาทีดังสมการ

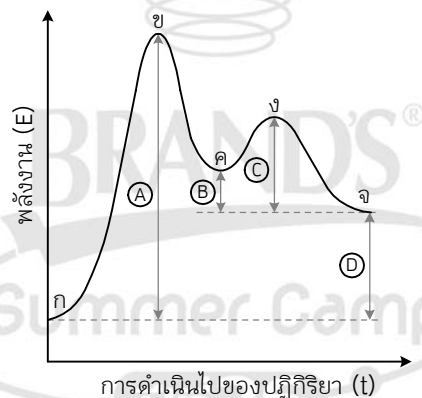
$$[A] = 4 - \sqrt{t}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 4 มีค่าเท่าใด

- 1) 0.125
- 2) 0.250
- 3) 0.375
- 4) 0.500

เฉลย 1) 0.125

ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา $ก \longrightarrow จ$ แสดงดังแผนภาพต่อไปนี้



การเปลี่ยนแปลงของพลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับคือข้อใด

- 1) A
- 2) C
- 3) A - (B + C)
- 4) A - (B + D)

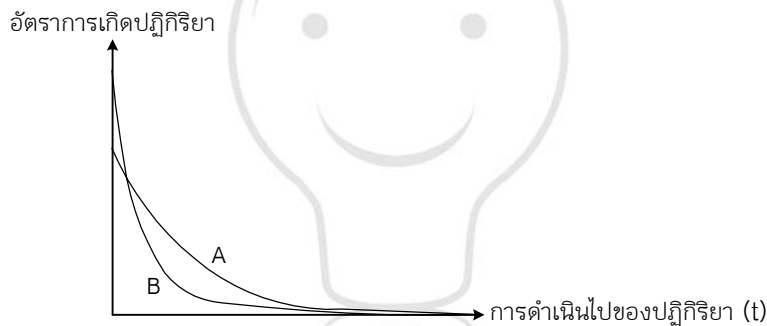
เฉลย 4) A - (B + D)

ตัวอย่าง ข้อใดถูกต้องตามทฤษฎีจลน์

- 1) ทุกครั้งที่สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม จะเกิดสารผลิตภัณฑ์
- 2) การสลายตัวของสารเชิงซ้อนกัมมันต์อาจได้สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์
- 3) สารเชิงซ้อนกัมมันต์ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยามีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์
- 4) การเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ปฏิกิริยาจะคายพลังงานออกมา ซึ่งเรียกพลังงานนี้ว่า พลังงานก่อกัมมันต์

เฉลย 2) การสลายตัวของสารเชิงซ้อนกัมมันต์อาจได้สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง ทำการทดลองวัดอัตราเร็วของการสลายตัวของสารตั้งต้นในปฏิกิริยา $R(s) \longrightarrow P(s)$ จำนวน 2 การทดลอง (การทดลอง A และ B) โดยเริ่มต้นจากความเข้มข้นของสาร R เท่ากันภายใต้ความดันเดียวกันได้ผลการทดลองดังที่แสดงในกราฟ



ข้อใดผิด

- 1) การทดลอง A เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าการทดลอง B
- 2) พลังงานก่อกัมมันต์ของการทดลอง A สูงกว่าการทดลอง B
- 3) มีการเติมสารเร่งปฏิกิริยาลงในการทดลอง B
- 4) มีการบดสารตั้งต้น R ในการทดลอง B

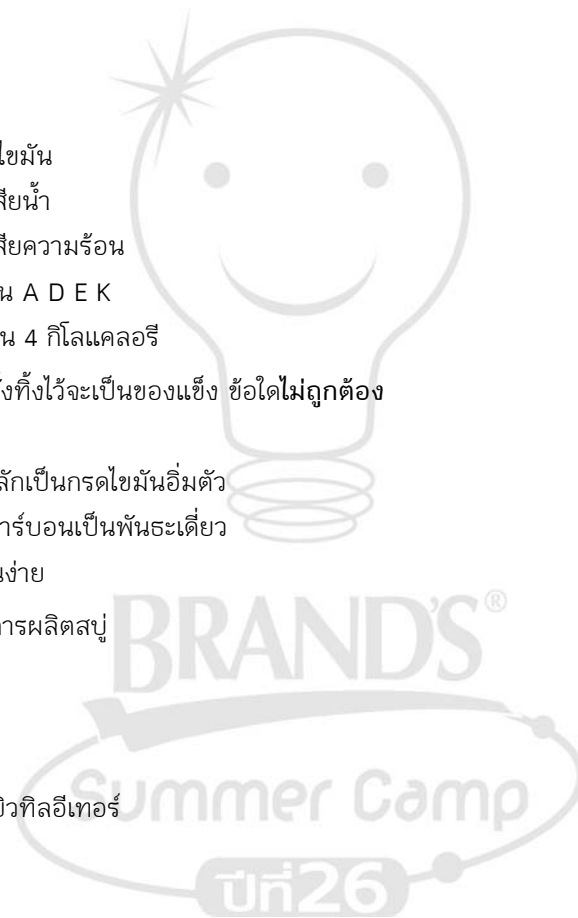
เฉลย 1) การทดลอง A เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าการทดลอง B



แก๊งข้อสอบ

ชุดที่ 1

- สารชีวโมเลกุลประกอบด้วยธาตุใดเป็นองค์ประกอบหลัก
 - 1) C, H
 - 2) C, O
 - 3) H, O
 - 4) N, O
- ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของไขมัน
 - 1) ป้องกันการสูญเสียน้ำ
 - 2) ป้องกันการสูญเสียความร้อน
 - 3) ช่วยละลายวิตามิน A D E K
 - 4) 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
- น้ำมันชนิดหนึ่งเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเป็นของแข็ง ข้อใดไม่ถูกต้อง
 - 1) เป็นไขมันสัตว์
 - 2) มีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันอิ่มตัว
 - 3) มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยว
 - 4) เกิดกลิ่นเหม็นหืนง่าย
- ปฏิกิริยาในข้อใดคือการผลิตสบู่
 - 1) ไฮโดรจิเนชัน
 - 2) สะปอนนิฟิเคชัน
 - 3) เตตระเมทิลเลด
 - 4) เมทิลเทอร์เซียร์บิวทิลอีเทอร์
- ข้อใดไม่ใช่โปรตีน
 - 1) เอนไซม์
 - 2) ฮอร์โมน
 - 3) ภูมิต้านทาน
 - 4) ดีกซ์ตริน



6. อาหารชนิดใดให้กรดอะมิโนที่จำเป็นไม่ครบถ้วน
- 1) ถั่วเหลือง
 - 2) เนื้อสัตว์
 - 3) นม
 - 4) ไข่
7. ข้อใดไม่ใช่น้ำตาลโมเลกุลคู่
- 1) มอลโทส
 - 2) ฟรักโทส
 - 3) แล็กโทส
 - 4) ซูโครส
8. ข้าวหมูทอดประกอบด้วย ข้าว 100 กรัม หมู 20 กรัม น้ำมันพืช 30 กรัม จะให้พลังงานรวมกี่กิโลแคลอรี
- 1) 550
 - 2) 650
 - 3) 750
 - 4) 850
9. ข้อใดจับคู่ไม่ถูกต้อง
- 1) ไขมัน : กรดไขมัน
 - 2) โปรตีน : กรดอะมิโน
 - 3) แป้ง : แล็กโทส
 - 4) กรดนิวคลีอิก : นิวคลีโอไทด์
10. ถ้าระดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA บนสายหนึ่งมีลำดับไนโตรเจนเบสเป็น ATGCT ลำดับนิวคลีโอไทด์ในอีกสายจะมีลำดับไนโตรเจนเบสเป็นอย่างไร
- 1) ATGCT
 - 2) TACGA
 - 3) TATAC
 - 4) GCTAG
11. ข้อใดเรียงลำดับการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันจากจุดเดือดต่ำไปสูงได้ถูกต้อง
- 1) เบนซิน ก๊าด แก๊สหุงต้ม ยางมะตอย
 - 2) ดีเซล เบนซิน ก๊าด แก๊สหุงต้ม
 - 3) ยางมะตอย หล่อลื่น เบนซิน ดีเซล
 - 4) แก๊สหุงต้ม เบนซิน ก๊าด ดีเซล

12. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

- 1) เกิดเมื่อมีแก๊สออกซิเจนน้อย
- 2) ได้แก๊ส CO_2 และ H_2O
- 3) ไม่มีเถ้าถ่าน แก๊สพิษ เขม่า
- 4) เกิดขึ้นกับแก๊สธรรมชาติ

13. ในการทดสอบอาหารเข้าชุดหนึ่ง ได้ผลดังนี้

| | วิธีการทดสอบ | ผลที่สังเกตได้ |
|----|--|--------------------------|
| ก. | เติมสารละลายไอโอดีน | สารละลายสีน้ำเงิน |
| ข. | เติมสารละลายเบเนดิกต์ | สารละลายสีฟ้า ไม่มีตะกอน |
| ค. | เติมสารละลาย NaOH และ CuSO_4 | สารละลายสีม่วง |
| ง. | แตะบนกระดาษ | โปร่งแสง |

อาหารที่นำมาทดสอบ น่าจะเป็นอาหารชุดใดต่อไปนี้

- 1) มันทอด + น้ำอัดลม
- 2) สลัดผลไม้ + นมเปรี้ยว
- 3) มันฝรั่งบด + น้ำผลไม้
- 4) ขนมปังทาเนย + นมถั่วเหลือง

14. ข้อใดผิด

- 1) เลขออกเทน เป็นตัวเลขบอกคุณภาพน้ำมันเบนซิน
- 2) ไอโซออกเทน ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ มีเลขออกเทน 100
- 3) เฮปเทน ทำให้เครื่องกระตุก มีเลขออกเทน 0
- 4) น้ำมันไร้สารตะกั่ว มีการเติมสารเตตระเมทิลเลด เพื่อเพิ่มเลขออกเทน

15. ข้อใดไม่ใช่พอลิเมอร์

- 1) กรดนิวคลีอิก
- 2) แป้ง
- 3) ยางพารา
- 4) ซูโครส

16. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของเทอร์โมพลาสติก

- 1) เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว
- 2) ยืดหยุ่น โค้งงอได้
- 3) สามารถเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้
- 4) สมบัติมีการเปลี่ยนแปลงได้

17. ข้อใดเป็นพลาสติกแบบเทอร์โมเซต
- 1) ไนลอน
 - 2) อีพอกซี
 - 3) พอลิเอทิลีน
 - 4) พอลิสไตรีน
18. ข้อใดผิด
- 1) ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ของไอโซพรีน
 - 2) ยางเทียม Isoprene Rubber นิยมนำมาทำจุกนมยาง
 - 3) การเติมเหล็ก เป็นการปรับปรุงคุณภาพยาง ให้ทนต่อตัวทำละลายและอุณหภูมิ
 - 4) ซิลิโคนทนต่อความร้อนและสารเคมี ไม่เปียกน้ำและไม่มีปฏิกิริยากับร่างกายมนุษย์
19. สารในข้อใดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงที่สุด
- 1) มีความเข้มข้นมาก เป็นก้อนใหญ่ มีอุณหภูมิต่ำ
 - 2) มีความเข้มข้นมาก เป็นผงละเอียด มีอุณหภูมิสูง
 - 3) มีความเข้มข้นน้อย เป็นก้อนใหญ่ มีอุณหภูมิสูง
 - 4) มีความเข้มข้นน้อย เป็นผงละเอียด มีอุณหภูมิต่ำ
20. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ $^{23}_{11}\text{Na}$ ข้อใดไม่ถูกต้อง
- 1) โปรตอน 11 ตัว
 - 2) นิวตรอน 12 ตัว
 - 3) เลขมวล 23
 - 4) มีไอโซโทปเป็น $^{23}_{12}\text{Na}$
21. สารประกอบในข้อใดเป็นพันธะโคเวเลนต์
- 1) NaCl
 - 2) KF
 - 3) CaO
 - 4) CO₂
22. ข้อใดเป็นโมเลกุลไฮโดรเจน
- 1) NaCl
 - 2) CH₄
 - 3) H₂O
 - 4) CO₂

23. NGV ที่ใช้ในรถยนต์มีส่วนประกอบหลักคือแก๊สชนิดใด
- 1) มีเทน
 - 2) อีเทน
 - 3) โพรเพน
 - 4) บิวเทน
24. ธาตุไอโอดีน-131 มีครึ่งชีวิต 5.3 ปี ถ้าทิ้งธาตุไอโอดีน-131 จำนวน 10 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 15.9 ปี จะเหลือธาตุไอโอดีน-131 กี่กรัม
- 1) 5
 - 2) 2.5
 - 3) 1.25
 - 4) 0.625
25. ไช้ขาว เนื้อไก่ และหอยนางรม ในข้อต่อไปนี้มี ข้อใดที่โปรตีนไม่ถูกทำลายหรือแปลงสภาพ
- 1) ไช้ขาวดิบที่คนใช้กินเข้าไปเพื่อขจัดยาพิษ
 - 2) เนื้อที่แช่ไว้ในตู้เย็นเพื่อแกงใส่บาตร
 - 3) ไก่ที่ทอดจนเหลืองกรอบจะปลอดภัยจากไข้หวัดนก
 - 4) หอยนางรมดิบมะนาวเป็นอาหารโปรดของม้านัส
26. คาร์บอนเป็นส่วนสำคัญของสิ่งมีชีวิต สัญลักษณ์นิวเคลียร์ $^{12}_6\text{C}$ แสดงว่านิวเคลียสของคาร์บอนนี้มีอนุภาคตามข้อใด
- 1) โปรตอน 12 ตัว นิวตรอน 6 ตัว
 - 2) โปรตอน 6 ตัว อิเล็กตรอน 6 ตัว
 - 3) โปรตอน 6 ตัว นิวตรอน 12 ตัว
 - 4) โปรตอน 6 ตัว นิวตรอน 6 ตัว
27. ธาตุที่มีเลขอะตอมต่อไปนี้ มีสิ่งใดเหมือนกัน
- 1 3 11 19 37
- 1) เป็นอโลหะเหมือนกัน
 - 2) มีจำนวนอนุภาคมูลฐานเท่ากัน
 - 3) อยู่ในระบบพลังงานเดียวกัน
 - 4) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน

28. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. LPG เป็นแก๊สหุงต้มและสามารถปรับใช้แทนน้ำมันเบนซินได้
- ข. เลเซอร์ใช้บอกคุณภาพน้ำมันเบนซิน ส่วนเลขซีเทนใช้บอกคุณภาพของน้ำมันดีเซล
- ค. แก๊สโซฮอล์เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมเมทานอล (แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง) กับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วน 1 : 9
- ง. MTBE เป็นสารที่เติมลงในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้และเรียกว่าน้ำมันไร้สารตะกั่ว

ข้อใดถูก

- 1) ก. และ ข. เท่านั้น
- 2) ค. และ ง.
- 3) ก., ข. และ ค.
- 4) ก., ข. และ ง.

29. ข้อใดจัดประเภทของพลาสติกได้ถูกต้อง

| | เทอร์โมพลาสติก | พลาสติกเทอร์โมเซต |
|----|----------------|-------------------|
| 1) | โฟม | แก้วพลาสติก |
| 2) | ถุงพลาสติก | ดอกไม้พลาสติก |
| 3) | กระดาษปิดผนัง | เต้าเสียบไฟฟ้า |
| 4) | ด้ามจับเตารีด | ฟิล์มถ่ายภาพ |

30. ข้อใดเป็นกิจกรรมหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีทั้งหมด

- 1) การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลิ่นหอมที่เกิดจากยาดับกลิ่น
- 2) การเกิดหินงอก หินย้อย การเผากระดาษ
- 3) การจุดพลุดอกไม้ไฟ เมฆรวมตัวเป็นฝน
- 4) การเกิดสนิมเหล็ก การสูบลมยางล้อรถยนต์

31. ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมไม่ควรเก็บน้ำฝนไว้เพื่อบริโภคเพราะเหตุใด

- 1) มีฝุ่นละอองมากไม่เหมาะกับการบริโภค
- 2) มีตะกอนมากใช้บริโภคอาจเกิดโรคผิวหนัง
- 3) มีกรดคาร์บอนิกและกรดไฮโดรคลอริกปนอยู่
- 4) มีกรดกำมะถันและกรดไนตริกปนอยู่

32. ข้อใดเป็นการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนในอะตอมที่มีเลขมวลเท่ากับ 40 และมีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 21

- 1) 2, 8, 9
- 2) 2, 8, 8, 1
- 3) 2, 8, 18, 8, 4
- 4) 2, 8, 9, 2

33. มีคำแนะนำให้รับประทานผักบุง และเต้าหู้ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ถ้าอาหารกลางวันมื้อหนึ่ง รับประทานข้าวกับผักบุงผัดน้ำมัน และแกงจืดเต้าหู้หมูสับ อาหารมื้อนี้จะได้รับสารชีวโมเลกุล ประเภทให้พลังงานกี่ชนิด อะไรบ้าง
- 1) 2 ชนิด โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต
 - 2) 3 ชนิด ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต
 - 3) 4 ชนิด ไขมัน โปรตีน กรดนิวคลีอิก และเซลล์ลูโลส
 - 4) 4 ชนิด ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก
34. จากการทดสอบน้ำมัน 4 ชนิด ปริมาณเท่ากัน กับทิงเจอร์ไอโอดีน ได้ผลดังนี้

| ชนิดของน้ำมัน | จำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีน |
|---------------|----------------------------|
| A | 15 |
| B | 18 |
| C | 30 |
| D | 47 |

จากข้อมูลข้างต้น จงพิจารณาว่า การบริโภคน้ำมันชนิดใดมีโอกาสเป็นโรคหัวใจขาดเลือดมากที่สุด

- 1) A
 - 2) B
 - 3) C
 - 4) D
35. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
- ก. การฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกายเพื่อเพิ่มปริมาณกลูโคสในเส้นเลือด
 - ข. อินซูลินมีหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนกลูโคสเป็นไกลโคเจน
 - ค. คนที่เป็นเบาหวานแสดงว่าร่างกายมีอินซูลินมากเกินไป
 - ง. คนที่เป็นเบาหวานควรลดอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล

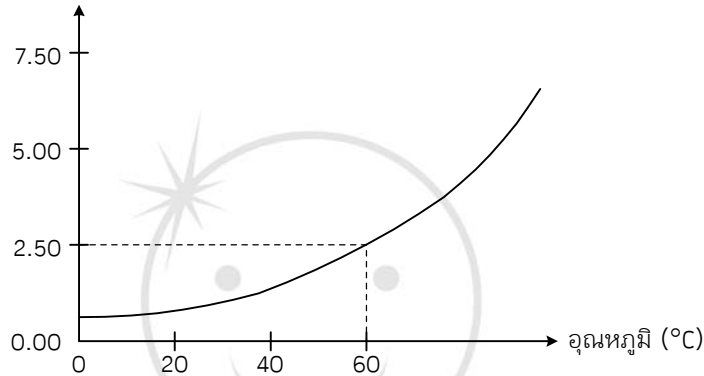
ข้อใดถูกต้อง

- 1) ก. และ ข.
- 2) ข. และ ง.
- 3) ค. และ ง.
- 4) ข. และ ค.

ชุดที่ 2

36. จากกราฟการละลายของเกลือไอออนิก AB_2 ชนิดหนึ่งดังแสดงต่อไปนี้ ค่า K_{sp} ของเกลือ AB_2 นี้ ที่อุณหภูมิ $60^\circ C$ มีค่าเท่ากับเท่าไร ถ้ามวลสูตรของสารประกอบนี้เท่ากับ 250

การละลาย (กรัม/น้ำ 100 ลบ.ซม.)



- 1) 1×10^{-3}
 - 2) 4×10^{-3}
 - 3) 1×10^{-6}
 - 4) 4×10^{-6}
37. ถ้าปฏิกิริยาการสลายตัวของ $N_2O_4(g)$ ได้เป็น $NO_2(g)$ เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบ จะเกิดอะไรขึ้น
- 1) ความเข้มข้น NO_2 เพิ่มขึ้น, ค่า K_{eq} เพิ่มขึ้น
 - 2) ความเข้มข้น NO_2 เพิ่มขึ้น, ค่า K_{eq} ลดลง
 - 3) ความเข้มข้น NO_2 ลดลง, ค่า K_{eq} เพิ่มขึ้น
 - 4) ความเข้มข้น NO_2 ลดลง, ค่า K_{eq} ลดลง
38. จากข้อ 37 ถ้าค่าคงที่ K_p ของปฏิกิริยานี้ที่อุณหภูมิตั้งที่ค่าหนึ่งเท่ากับ 4 โดยการทำให้ปฏิกิริยาในภาชนะปิดขนาด 2 ลิตร หากบรรจุ N_2O_4 และ NO_2 ลงในภาชนะด้วยความดัน 1 และ 4 atm ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่สมดุล ความดันของ NO_2 จะเป็นอย่างไร
- 1) เพิ่มขึ้น
 - 2) ลดลง
 - 3) เท่าเดิม
 - 4) ข้อมูลไม่พอ

39. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- 1) ค่า K_w มีค่าเท่ากับ 10^{-14} เสมอ
 - 2) สารละลาย pH 8 มีค่า pOH เท่ากับ 6 เสมอ
 - 3) สารละลายกรดแก่ที่สุดจะมีค่า pH = 0
 - 4) pH ของสารละลายขึ้นกับอุณหภูมิด้วย
40. ค่า pH ของสารละลายเกลือ NaA เข้มข้น 0.1 โมลาร์มีค่าเท่ากับเท่าไร ถ้าค่า K_a ของกรด HA มีค่าเท่ากับ 10^{-5}
- 1) 3
 - 2) 5
 - 3) 9
 - 4) 11
41. ข้อใดไม่ใช่ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส
- 1) การฟุรอนของรูปปั้นหินปูนโดยฝนกรด
 - 2) การทดสอบกรดอินทรีย์ด้วยโซเดียม
 - 3) การทดสอบโปรตีนด้วยสารละลาย Cu^{2+}
 - 4) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ
42. กรดไฮโดรฟลูออริกเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร มีค่า pOH ตามข้อใด
- 1) น้อยกว่า pOH ของโซเดียมคลอไรด์ 0.001 โมลาร์
 - 2) เท่ากับ pH ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.001 โมลาร์
 - 3) เท่ากับ pH ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 โมลาร์
 - 4) น้อยกว่า pOH ของกรดเกลือ 0.01 โมลาร์
43. ตารางการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ 4 ชนิด ในช่วง pH ต่างๆ และในกรด 2 ชนิด ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน

| อินดิเคเตอร์ | การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์
ในช่วง pH ต่างๆ | | การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์
ในสารละลายกรด | |
|---------------|--|----------------|--|--------|
| | pH | การเปลี่ยนสี | HA | HB |
| ฟีนอลเรด | 6.7-8.3 | เหลือง-แดง | เหลือง | เหลือง |
| เมทิลเรด | 4.4-6.0 | แดง-เหลือง | เหลือง | ส้ม |
| โบรโมไทมอลบลู | 6.0-7.6 | เหลือง-น้ำเงิน | เขียว | เหลือง |
| อะโซลิมีน | 5.0-8.0 | แดง-น้ำเงิน | ม่วง | ม่วง |

ถ้าเปรียบเทียบ pH ของสารละลายกรดและเกลือของกรดต่อไปนี้ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ข้อใดถูกต้อง

- 1) $HB > HA$
- 2) $NaA > NaB$
- 3) $NaB < HA$
- 4) $NaA < HB$

44. อินดิเคเตอร์ที่มีค่า pK_{In} เท่ากับ 8.5 ไม่เหมาะกับการไทเทรตระหว่างกรด-เบสคู่ใดที่สุด
- 1) กรดแก่ และเบสแก่
 - 2) กรดอ่อน และเบสแก่
 - 3) กรดอ่อน และเบสอ่อน
 - 4) เบสแก่ และเกลือของเบสอ่อน
45. ในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรด HCN เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 ปริมาตร 25 cm^3 กับสารละลายเบส NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 โดยการเติมสารละลาย NaOH ลงในสารละลาย HCN ดังตาราง

| จุดที่ | ปริมาตรของ HCN (cm^3) | ปริมาตรของ NaOH (cm^3) |
|--------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 25 | 20 |
| 2 | 25 | 25 |
| 3 | 25 | 40 |
| 4 | 25 | 50 |
| 5 | 25 | 60 |

ข้อสรุปต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

- 1) จุดที่ 2 เป็นจุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันแล้วเหลือ HCN เข้มข้น 0.1 mol/dm^3
 - 2) จุดที่ 3 เป็นจุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันแล้วได้สารละลายเป็นบัฟเฟอร์
 - 3) จุดที่ 4 เป็นจุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน ได้เป็นเกลือซึ่งเกิดไฮโดรลิซิสแล้วได้สารละลายที่มี $\text{pH} < 7$
 - 4) จุดที่ 5 เป็นจุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน ได้สารละลายที่มี $\text{pH} > 7$
46. ข้อใดเรียงลำดับเลขออกซิเดชันของคลอรีนในสารเคมีต่อไปนี้จากน้อยไปมากได้ถูกต้อง
- 1) $\text{Cl}_2\text{O}_7 < \text{Cl}_2\text{O}_2 < \text{Cl}_2 < \text{MgCl}_2$
 - 2) $\text{MgCl}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Cl}_2\text{O}_2 < \text{Cl}_2\text{O}_7$
 - 3) $\text{Cl}_2\text{O}_7 < \text{Cl}_2 < \text{Cl}_2\text{O}_2 < \text{MgCl}_2$
 - 4) $\text{MgCl}_2 < \text{Cl}_2\text{O}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Cl}_2\text{O}_7$
47. ธาตุไนโตรเจนสองอะตอมในสารประกอบใดที่มีค่าเลขออกซิเดชันเท่ากัน
- 1) N_2O
 - 2) N_2O_4
 - 3) NH_4NO_3
 - 4) ถูกทุกข้อ

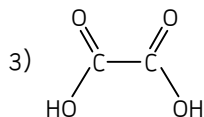
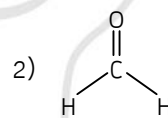
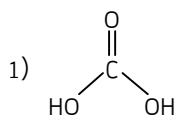
51. จากค่า E° ของครึ่งปฏิกิริยาต่อไปนี้

| ปฏิกิริยารีดักชัน | ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) |
|---|--------------------|
| $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ | -0.83 |
| $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$ | 0.00 |
| $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$ | +0.40 |
| $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-$ | +1.09 |
| $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ | +1.23 |

ปฏิกิริยาอิเล็กโทรลิซิสของสารละลาย HBr เข้มข้น 1 mol/dm^3 ให้ผลตามข้อใด

- 1) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด คือ O_2
- 2) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด คือ Br_2
- 3) ศักย์ไฟฟ้าภายนอกที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเท่ากับ 1.09 โวลต์
- 4) pH ของสารละลายจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น

52. สารประกอบใดต่อไปนี้ที่ไม่จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์



4) ไม่มีคำตอบ

53. $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยวง benzene 1 วง รวมกับไฮดรอกซิล

- 1) 2
- 2) 3
- 3) 4
- 4) 5

54. สารประกอบประเภทใดที่น่าจะมีจุดเดือดสูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างอิมัลด์ที่มีมวลใกล้เคียงกัน

- 1) เอไมด์
- 2) เอมีน
- 3) แอลดีไฮด์
- 4) อีเทอร์

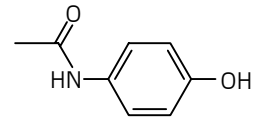
55. สารชนิดใดที่สามารถนำมาใช้ทำปฏิกิริยาออกความแตกต่างระหว่างเอมีน และเอไมด์ที่มีคาร์บอน 6 ตัวเท่ากันได้ดีที่สุด

- 1) Na(s)
- 2) $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$
- 3) NaOH(aq)
- 4) HCl(aq)

56. 1, 3-cyclopentadiene เมื่อทำปฏิกิริยากับ HCl ที่มากเกินไปแล้ว จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ไอโซเมอร์

- 1) 1
2) 2
3) 4
4) ไม่เกิดปฏิกิริยา

57. ยาพาราเซตามอลมีโครงสร้างดังแสดงต่อไปนี้ การทำปฏิกิริยา hydrolysis



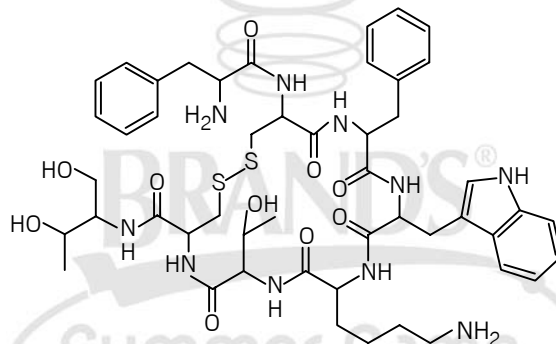
ในการละลายกรด จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารใดต่อไปนี้

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

58. Carbohydrate ชนิดใดต่อไปนี้ที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยากับ Benedict ได้

- 1) Glyceraldehyde
2) Lactose
3) Glycogen
4) ทุกข้อรวมกัน

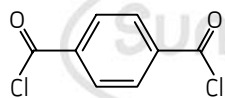
59. Octreotide เป็นสาย oligopeptide ที่มีโครงสร้างดังแสดงด้านล่าง สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้เป็น inhibitor ของ hormone บางชนิด เช่น growth hormone, glucagon และ insulin



จากโครงสร้างดังกล่าวโมเลกุลนี้เป็นโมเลกุลประเภทใด และมีพันธะ peptide กี่พันธะ

- 1) hexapeptide, 5 peptide bonds
2) hexapeptide, 6 peptide bonds
3) heptapeptide, 6 peptide bonds
4) heptapeptide, 7 peptide bonds

60. การกระทำในข้อใดต่อไปนี่ ที่ทำลายโครงสร้างของ protein โดยที่ primary structure ไม่เสียหาย
- 1) ต้มในสารละลายกรด
 - 2) hydrolysis ด้วย pepsin
 - 3) เติมน้ำ Biuret reagent ลงไป
 - 4) เติมน้ำลงไป
61. ปฏิกิริยาระหว่าง NaOH(aq) กับสารในข้อใดที่ไม่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวได้
- 1) ไขมัน
 - 2) กรดไขมัน
 - 3) กรด alkylsulfonic
 - 4) ไม่มีคำตอบ
62. ไบโอดีเซลที่ใช้กันมากในประเทศไทย สามารถเตรียมได้โดยการต้มไขมันปาล์มกับเมทานอล หรือเอทานอล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย เมื่อต้มสารในข้อใดกับสารละลาย NaOH แล้วไม่ได้สบู่
- 1) ไบโอดีเซล
 - 2) ไขมันปาล์ม
 - 3) กรดไขมัน
 - 4) กลีเซอรอล
63. จากข้อ 62 ไบโอดีเซลที่ได้มีความสามารถในการเผาไหม้ดีกว่าไขมันปาล์มซึ่งเป็นสารตั้งต้นด้วยเหตุใด
- 1) น้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า
 - 2) ขนาดโมเลกุลเล็กกว่า
 - 3) เกิดจากการเติมน้ำเข้ามาในโมเลกุล
 - 4) ถูกทุกข้อ
64. เชื้อเพลิงปิโตรเลียมข้อใดเผาไหม้ได้ดีที่สุดในสภาวะปฏิกิริยาเดียวกัน
- 1) iso-octane บริสุทธิ์ เพราะมีค่าเลขออกเทนเท่ากับ 100
 - 2) อะเซทิลีน (C_2H_2) เพราะมีสถานะเป็น แก๊ส ใช้ในการให้ความร้อนเชื่อมโลหะได้ดี
 - 3) แก๊สธรรมชาติ (CNG) เพราะมีขนาดโมเลกุลเล็ก
 - 4) ไม่สามารถเทียบกันได้ เพราะเป็นเชื้อเพลิงคนละประเภท
65. การกระทำใดที่ไม่สามารถเพิ่มความสามารถในการเผาไหม้ของน้ำมันปิโตรเลียมได้
- 1) ตัดโมเลกุลให้เล็กลง
 - 2) isomerise ให้เป็นกิ่ง
 - 3) เพิ่มพันธะคู่หรือพันธะสามลงในโมเลกุล
 - 4) เพิ่มสารที่ช่วยเพิ่มค่าความดันไอ
66. พิจารณาสารตั้งต้นสองชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกันต่อไปนี้



น้ำหนักโมเลกุล = 203

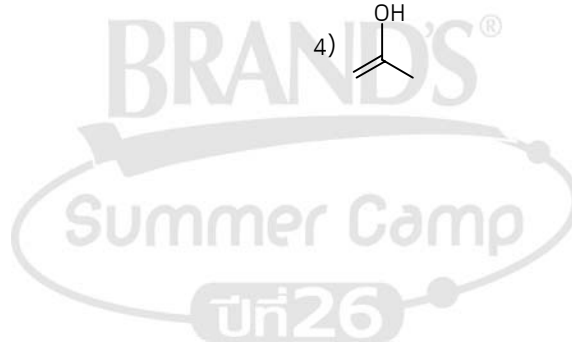
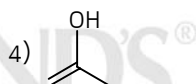
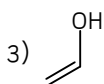
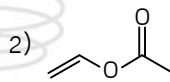
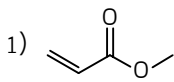
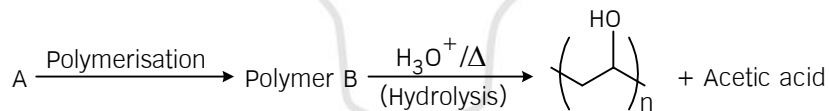


น้ำหนักโมเลกุล = 62

ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารสองชนิดนี้

- 1) ผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 265
- 2) ผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งเป็นเอสเทอร์
- 3) ผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งเป็นกรดอินทรีย์
- 4) ผลิตภัณฑ์เกิดมาจากปฏิกิริยาควบแน่น

67. ไดเมทิลโคน (Dimethicone) เป็นพอลิเมอร์ในกลุ่มซิลิโคน สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}_2$ กับ H_2O จะมีโครงสร้างของหน่วยซ้ำตามสูตรข้อใด
- 1) $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-$
 - 2) $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}-$
 - 3) $-\text{OSi}(\text{CH}_3)_2\text{O}-$
 - 4) $-\text{Si}(\text{Cl})_2\text{O}-$
68. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสารประกอบเพปไทด์
- 1) ไคเพปไทด์ คือ สารที่มีจำนวนกรดอะมิโน 2 หน่วย
 - 2) ถ้ามีกรดอะมิโน N หน่วย จะต้องมีการพันธะเพปไทด์ N-1 พันธะเสมอ
 - 3) เป็นพอลิเมอร์แบบควบแน่น
 - 4) พอลิเพปไทด์เป็นได้ทั้งพอลิเมอร์แบบเส้นตรง แบบกิ่ง และแบบวง
69. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์
- 1) HDPE และ LDPE มีสมบัติที่แตกต่างกัน เพราะ monomer ที่ใช้มีโครงสร้างต่างกัน
 - 2) พอลิเมอร์ที่ถูก cross link แล้วจะมีจุดหลอมเหลวสูงขึ้น
 - 3) กำมะถันจัดเป็นสารสำคัญในการทำการเชื่อมขวางให้พลาสติกมีความเหนียวมากขึ้น
 - 4) การลดปัญหาหมอกควันจากขยะ thermosetting plastic ทำได้โดยการนำมาหลอมขึ้นรูปใหม่
70. สมการต่อไปนี้ เป็นปฏิกิริยาการเตรียม polyvinyl alcohol สารตั้งต้น (A) ของปฏิกิริยานี้คืออะไร

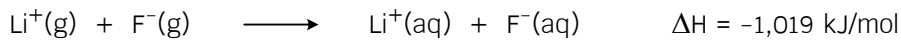


ชุดที่ 3

71. ธาตุ Q เมื่อเป็นไอออนจะมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -2 ซึ่งมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 18 ธาตุ Q มี 2 ไอโซโทป ซึ่งแต่ละไอโซโทปมีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 16 และ 17 ตามลำดับ ข้อใดคือสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่ถูกต้องของไอโซโทปของธาตุ Q ทั้งสอง
- 1) ${}_{16}^{32}\text{Q}$ และ ${}_{16}^{33}\text{Q}$
 - 2) ${}_{18}^{34}\text{Q}$ และ ${}_{18}^{35}\text{Q}$
 - 3) ${}_{20}^{36}\text{Q}$ และ ${}_{20}^{37}\text{Q}$
 - 4) ${}_{8}^{16}\text{Q}$ และ ${}_{8}^{17}\text{Q}$
72. ธาตุ निकเกิล (Ni) ในสารประกอบ Ni_2O_3 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนตามข้อใด (กำหนดให้เลขอะตอมของ Ni = 28)
- 1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$
 - 2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$
 - 3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$
 - 4) ไม่มีข้อใดถูก
73. หากพิจารณาการเกิดสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจนตามการทดลองของบอร์แล้วข้อใดถูกต้อง (กำหนดให้ $n =$ ระดับพลังงาน)
- 1) สเปกตรัมที่เกิดจาก $n = 3$ ไป $n = 1$ มีพลังงานสูงกว่า $n = 4$ ไป $n = 2$
 - 2) สเปกตรัมที่เกิดจาก $n = 4$ ไป $n = 5$ มีความถี่สูงกว่า $n = 1$ ไป $n = 2$
 - 3) สเปกตรัมที่เกิดจาก $n = 2$ ไป $n = 6$ มีความยาวคลื่นสูงกว่า $n = 6$ ไป $n = 2$
 - 4) สเปกตรัมที่เกิดจาก $n = 1$ ไป $n = 5$ มีความเข้มสูงกว่า $n = 2$ ไป $n = 6$
74. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับแนวโน้มของตารางธาตุต่อไปนี้
- ก. แก๊สฮีเลียม นีออน และอาร์กอน เป็นธาตุที่ไม่สามารถหาค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ได้
 - ข. ค่าไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (IE_1) ของธาตุในคาบเดียวกันมีค่าเพิ่มจากซ้ายไปขวาเสมอ
 - ค. ขนาดของไอออนของธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันมีค่าเพิ่มขึ้นจากบนลงล่างเสมอ
- ข้อใดถูก
- 1) ทั้ง ก. และ ข.
 - 2) ทั้ง ก. และ ค.
 - 3) ทั้ง ข. และ ค.
 - 4) ทั้ง ก. ข. และ ค.

75. ผลรวมของอนุภาคแอลฟาจากอนุกรมการสลายตัวของ U-236 ไปเป็น Pb-206 และ Th-232 ไปเป็น Pb-208 มีค่าเท่ากับเท่าใด ถ้าการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีทั้งสอง ในแต่ละขั้นจะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาหรือเบตาเท่านั้น (กำหนดให้เลขอะตอมของ Pb = 82, Th = 90 และ U = 92)
- 1) 10
 - 2) 12
 - 3) 14
 - 4) 16
76. หินชนิดหนึ่งประกอบด้วยไอโซโทปกัมมันตรังสีของธาตุ Z ได้แก่ Z-113 และ Z-115 อย่างละ 50% จงหาอัตราส่วนระหว่าง Z-113 ต่อ Z-115 เมื่อเวลาผ่านไป 48 วัน (กำหนดครึ่งชีวิตของ Z-113 เท่ากับ 12 วัน และครึ่งชีวิตของ Z-115 เท่ากับ 48 วัน)
- 1) 0.125
 - 2) 0.25
 - 3) 0.50
 - 4) 0.75
77. ชนิดของพันธะของสารประกอบในข้อใดแตกต่างจากพวก
- 1) Na กับ Cl ใน NaCl
 - 2) Mg กับ Cl ใน MgCl₂
 - 3) Al กับ Cl ใน AlCl₃
 - 4) ไม่มีข้อใดถูก
78. สารประกอบต่อไปนี้มีพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ทั้งหมด ยกเว้นข้อใด
- 1) O₃ N₂O
 - 2) SO₂ N₃⁻
 - 3) NOCl₃ H₃O⁺
 - 4) HNO₃ NH₄⁺
79. ข้อใดเรียงลำดับจุดเดือดของสารได้ถูกต้อง
- 1) CH₃OH < HCl < SiO₂ < Hg
 - 2) SiO₂ < CH₃OH < HCl < Hg
 - 3) HCl < CH₃OH < Hg < SiO₂
 - 4) CH₃OH < HCl < Hg < SiO₂

80. พิจารณาการเปลี่ยนแปลงดังนี้



เมื่อนำ LiF 0.27 กรัม มาละลายน้ำจนหมดจะดูดหรือคายพลังงานเท่าใด

(กำหนดน้ำหนักอะตอมของ Li = 7, F = 20)

- 1) ดูดพลังงาน 202 kJ
- 2) ดูดพลังงาน 14 kJ
- 3) คายพลังงาน 20.2 kJ
- 4) คายพลังงาน 0.14 kJ

81. ณ อุณหภูมิและความดันคงที่ค่าหนึ่ง พบว่าน้ำบริสุทธิ์มีอัตราการระเหยเท่ากับ 1.543 โมลต่อวินาที ถ้ามีน้ำบริสุทธิ์ปริมาตร 5 ลิตร จะใช้เวลาประมาณกี่นาทีเพื่อให้น้ำจำนวนนี้ระเหยจนหมด

(กำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักอะตอมของ H = 1 และ O = 16)

- 1) 3
- 2) 4
- 3) 5
- 4) 6

82. ของผสมระหว่าง Mg กับ MgO มีน้ำหนักรวม 10 กรัม เมื่อนำสารชนิดนี้ไปเผากับออกซิเจนมากเกินไปจนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ พบว่ามีน้ำหนักเพิ่มเป็น 14 กรัม จงหาร้อยละโดยน้ำหนักของ Mg ในสารตัวอย่าง (กำหนดน้ำหนักอะตอมของ Mg = 24 และ O = 16)

- 1) 30
- 2) 45
- 3) 60
- 4) 75

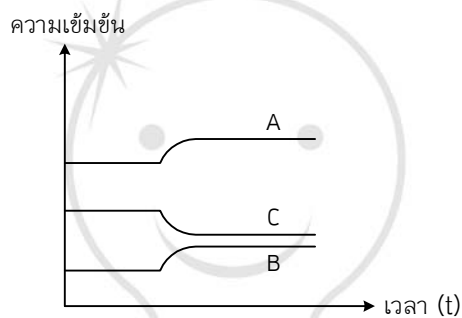
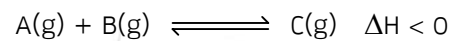
83. เมื่อนำสารประกอบต่อไปนี้ชนิดละ 0.001 โมล ละลายในน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร สารละลายในข้อใด มีจุดเยือกแข็งสูงที่สุด (กำหนดค่า K_f ของน้ำเท่ากับ 1.86°C/m)

- 1) NaCl
- 2) HCOOH
- 3) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 4) CaCl_2

84. แก๊ส X_2 ปริมาณ 8 กรัม มีปริมาตร 11.2 dm^3 ที่ STP ดังนั้น แก๊ส X_2 จำนวน 1.204×10^{24} โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- 1) 16 กรัม
 - 2) 32 กรัม
 - 3) 64 กรัม
 - 4) 128 กรัม
85. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.8 mol/dm^3 ปริมาตร 500 ml ต้องใช้สารละลายกรด HCl เข้มข้น 36.5% โดยน้ำหนักที่มีปริมาตร (กำหนดความหนาแน่นของสารละลาย HCl = 1.25 g/cm^3 น้ำหนักอะตอมของ H = 1 และ Cl = 35.5)
- 1) 24
 - 2) 32
 - 3) 40
 - 4) 48
86. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
- ก. แก๊สใดๆ ก็ตามที่ภาวะมาตรฐาน (STP) จำนวน 1 โมล จะมีปริมาณเท่ากับ 22.4 ลิตร เสมอ
 - ข. เมื่อความดันและอุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวนโมลของแก๊ส
 - ค. จากทฤษฎีจลน์ของแก๊สจะพบว่าพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สทุกชนิดเท่ากันหมดที่อุณหภูมิตีเดียวกัน
- ข้อใดถูก
- 1) ก. และ ข.
 - 2) ก. และ ค.
 - 3) ข. และ ค.
 - 4) ก., ข. และ ค.
87. ถ้าสูบลูกโป่งออกจากถังแก๊สใบหนึ่งจนเหลือความดันเพียง 7.6 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) ที่อุณหภูมิ 27°C ณ สภาวะดังกล่าวจะมีจำนวนโมเลกุลแก๊สที่เหลืออยู่ที่โมเลกุลต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) (กำหนดค่าคงที่แก๊ส = $0.08 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
- 1) 1.91×10^{17}
 - 2) 1.91×10^{20}
 - 3) 2.51×10^{17}
 - 4) 2.51×10^{20}

92. กำหนดปฏิกิริยา $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(g)$ ที่อุณหภูมิ 227°C หากเริ่มต้นนำ A และ B ที่มีความเข้มข้น 0.1 M พบว่าที่สมดุล เกิด C 0.1 M จงหาค่า K_p ของปฏิกิริยา (กำหนดค่า $R = 0.0821\text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
- 1) 0.2
 - 2) 2
 - 3) 8.21
 - 4) 82.1

93. แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับเวลาของปฏิกิริยา



จากภาพเป็นการรบกวนสมดุลด้วยวิธีใด

- 1) ลดอุณหภูมิ
 - 2) เพิ่มความเข้มข้นของ A
 - 3) เพิ่มความดัน
 - 4) ลดปริมาตร
94. ปฏิกิริยา $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ การเปลี่ยนแปลง pH ทิศทางของปฏิกิริยา และปริมาณตะกอนในข้อใดถูกต้อง

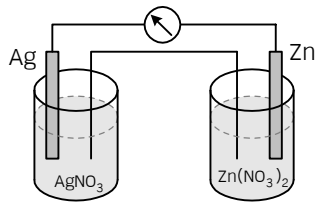
| | การเปลี่ยนแปลงค่า pH | ทิศทางของปฏิกิริยา | ปริมาณตะกอน |
|----|----------------------|--------------------|-------------|
| 1) | เพิ่มค่า pH | ขวา | มากขึ้น |
| 2) | เพิ่มค่า pH | ซ้าย | น้อยลง |
| 3) | ลดค่า pH | ซ้าย | มากขึ้น |
| 4) | ลดค่า pH | ขวา | น้อยลง |

95. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายอิมิตัว NaOH จะสามารถเตรียมได้ค่า pH มากที่สุดเท่าใด (กำหนดค่าการละลายน้ำของ NaOH 120 g / 100 cm³ ที่ 25°C และ log 3 = 0.48 น้ำหนักอะตอมของ Na = 23, O = 16 และ H = 1)
- 1) 12.52
 - 2) 14.00
 - 3) 15.48
 - 4) ไม่มีข้อใดถูก
96. จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนที่ 25°C ข้อใดเรียงลำดับ pH ของสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากันต่อไปนี้น้อยไปมากได้ถูกต้องที่สุด

| ชนิดของกรด | ค่าคงที่การแตกตัว (K _a) |
|------------------------------|-------------------------------------|
| NH ₄ ⁺ | 5.56 × 10 ⁻¹⁰ |
| CH ₃ COOH | 1.80 × 10 ⁻⁵ |
| HCN | 9.00 × 10 ⁻¹⁰ |
| HF | 6.76 × 10 ⁻⁴ |

- 1) HF > CH₃COOH > NH₄⁺ > HCN
 - 2) NH₄⁺ > HCN > CH₃COOH > HF
 - 3) F⁻ > CH₃COO⁻ > CN⁻ > NH₃
 - 4) NH₃ > CN⁻ > CH₃COO⁻ > F⁻
97. เมื่อนำกรด HCN 0.50 โมล ผสมกับกรด HCl 0.005 โมล ในสารละลายปริมาตรทั้งหมด 500 ลูกบาศก์-เซนติเมตร จากนั้นหยดอินดิเคเตอร์ Thymol blue ลงไป 2 หยด อยากทราบว่าสารละลายสุดท้ายจะมีสีใด (กำหนดช่วงการเปลี่ยนสีของ Thymol blue จากสีแดง-สีเหลือง ที่ค่า pH 1.2-2.8 และค่า K_a ของกรด HCN มีค่าเท่ากับ 5 × 10⁻¹⁰)
- 1) สีแดง
 - 2) สีน้ำเงิน
 - 3) สีส้ม
 - 4) สีเหลือง
98. เมื่อเติมสารละลาย NaOH 0.10 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลายผสมในข้อใด จะทำให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด
- 1) สารละลาย HCN 0.1 M ปริมาตร 10 มิลลิลิตร + สารละลาย CH₃COOH 0.2 M ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
 - 2) สารละลาย CH₃COOH 0.2 M ปริมาตร 20 มิลลิลิตร + สารละลาย KOH 0.2 M ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
 - 3) สารละลาย NaOH 0.3 M ปริมาตร 20 มิลลิลิตร + สารละลาย HCN 0.2 M ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
 - 4) สารละลาย HCl 0.1 M ปริมาตร 10 มิลลิลิตร + สารละลาย HCN 0.2 M ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

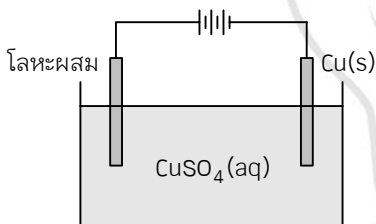
99. เซลล์กัลวานิกชนิดหนึ่งมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังภาพ



ข้อใดถูกต้อง

- 1) แผนภาพเซลล์ คือ $\text{Ag} | \text{Ag}^+ || \text{Zn}^{2+} | \text{Zn}$
- 2) Zn เป็นตัวถูกรีดิวซ์
- 3) E_{Zn}^0 มีค่าสูงกว่า E_{Ag}^0
- 4) ปฏิกิริยารีดอกซ์คือ $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$

100. ในการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยวิธีแยกด้วยไฟฟ้าหากโลหะผสมประกอบด้วย Cu, Zn, Fe, Au และ Ag แล้วจัดอุปกรณ์ ดังรูป



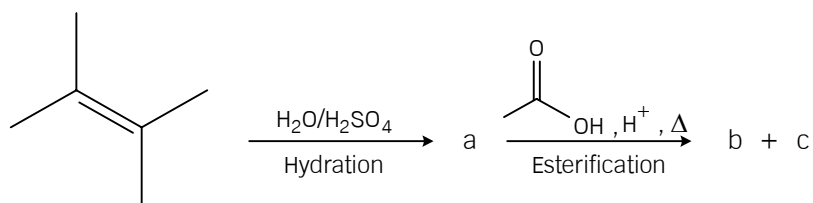
กำหนดให้

| | | |
|----------------------------------|---|-------|
| $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0$ | = | +0.34 |
| $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$ | = | -0.76 |
| $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0$ | = | -0.44 |
| $E_{\text{Au}^{2+}/\text{Au}}^0$ | = | +1.50 |
| $E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0$ | = | +0.80 |

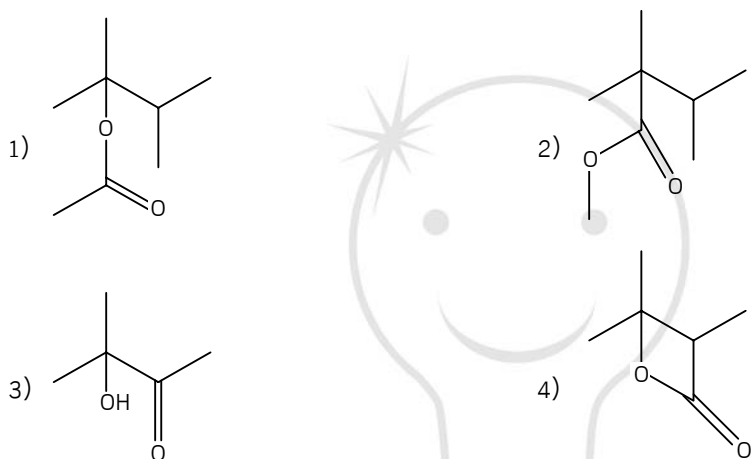
ข้อใดถูกต้อง

- 1) ตะกอนในภาชนะ คือ Zn, Fe, Au และ Ag ที่ไม่ได้ไปเกาะบนขั้วแคโทด
- 2) สารละลายประกอบด้วยไอออนบวก Cu^{2+} , SO_4^{2-} , Zn^{2+} และ Fe^{2+}
- 3) ขั้วลบเกิดปฏิกิริยา $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
- 4) ขั้วแอโนด คือ ทองแดงบริสุทธิ์

101.



หาก c เป็นน้ำ สาร b ควรมีสูตรโครงสร้างเป็นอย่างไร

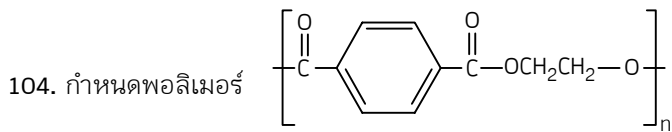


102. สารไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น C_6H_{12} จงหาไอโซเมอร์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของสารนี้ที่สามารถพอกโบรมีนได้เฉพาะในที่ที่มีแสงสว่างเท่านั้น

- 1) 6 แบบ
- 2) 8 แบบ
- 3) 10 แบบ
- 4) 12 แบบ

103. พอลิเมอร์จากมอนอเมอร์ในข้อใดที่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเติมกับ Br_2 ใน CCl_4 ได้ในที่มีด

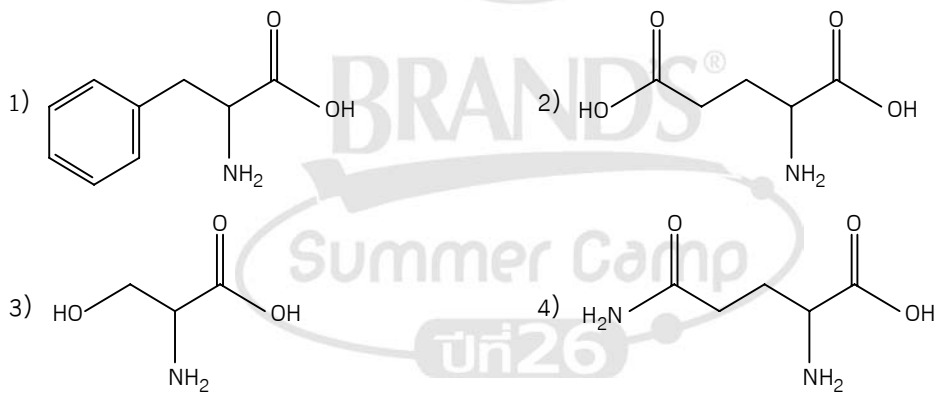




ข้อใดระบุมอนอเมอร์และชนิดของปฏิกิริยาพอลิเมอร์เซชันได้ถูกต้อง

| | มอนอเมอร์ | ชนิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์เซชัน |
|----|---|-----------------------------|
| 1) | $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}_2$ $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ | แบบเติม |
| 2) | $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}_2$ $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ | แบบควบแน่น |
| 3) | $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$ $\text{Cl}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$ | แบบเติม |
| 4) | $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$ $\text{Cl}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$ | แบบควบแน่น |

105. ในระบบที่มีค่า pH สูงๆ กรดอะมิโนในข้อใดที่มีประจุสุทธิเป็นลบมากที่สุด



เฉลย

ชุดที่ 1

1. 1) 2. 4) 3. 4) 4. 2) 5. 4) 6. 1) 7. 2) 8. 3) 9. 3) 10. 2)
11. 4) 12. 1) 13. 4) 14. 4) 15. 4) 16. 4) 17. 2) 18. 3) 19. 2) 20. 4)
21. 4) 22. 1) 23. 1) 24. 3) 25. 2) 26. 4) 27. 4) 28. 4) 29. 3) 30. 2)
31. 4) 32. 1) 33. 2) 34. 1) 35. 2)

ชุดที่ 2

36. 2) 37. 1) 38. 2) 39. 4) 40. 3) 41. 2) 42. 4) 43. 2) 44. 3) 45. 2)
46. 2) 47. 2) 48. 3) 49. 2) 50. 2) 51. 3) 52. 4) 53. 4) 54. 1) 55. 4)
56. 2) 57. 4) 58. 3) 59. 3) 60. 3) 61. 4) 62. 4) 63. 2) 64. 3) 65. 3)
66. 3) 67. 2) 68. 2) 69. 2) 70. 2)

ชุดที่ 3

71. 1) 72. 2) 73. 1) 74. 2) 75. 3) 76. 1) 77. 3) 78. 2) 79. 3) 80. 4)
81. 1) 82. 3) 83. 3) 84. 2) 85. 2) 86. 4) 87. 3) 88. 1) 89. 1) 90. 4)
91. 3) 92. 3) 93. 1) 94. 4) 95. 3) 96. 3) 97. 1) 98. 2) 99. 4) 100. 2)
101. 1) 102. 4) 103. 1) 104. 4) 105. 2)

