



ไอบูนด์ ซัมเมอร์แคมป์ 2011



จัดโดย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ร่วมกับ มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม
มูลนิธิเพื่อพัฒนาการศึกษาไทย
สนับสนุนโดย แบรินด์ซูบไก่อัสกัต

ด้วยความร่วมมือจาก

- บริษัท เซเรบอส (ประเทศไทย) จำกัด
- เครือเบทาโกร
- บริษัท ไทยยามาฮ่ามอเตอร์ จำกัด

เอกสารประกอบคำบรรยาย

วิชา เคมี

ส่วนที่ 1 (O NET).....	โดย ดร.สุรชัย ธิชัยพันธ์.....	หน้า 2-68
ส่วนที่ 2 (PAT2).....	โดย อ.บัวแก้ว รัตนกมุท.....	หน้า 69-137
ส่วนที่ 3 (PAT2).....	โดย อ.กฤษณ์ ชื่นเป็นนิจ.....	หน้า 138-192



ประสานงานอาจารย์และจัดพิมพ์โดย ชมรมบัณฑิตเนาะแนว
แจกฟรี ห้ามจำหน่าย

BRANDS ซัมเมอร์แคมป์ 2011



เอกสารประกอบคำบรรยาย
วิชา เคมี
(O NET)

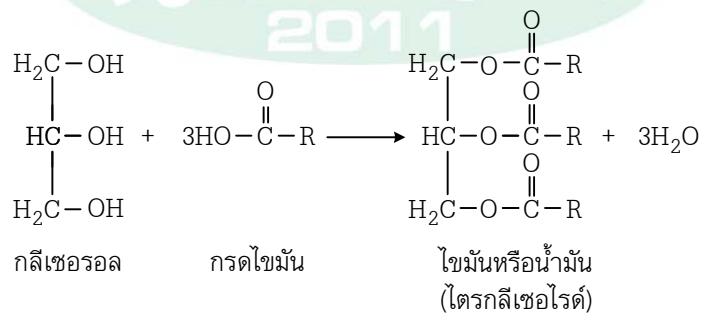
โดย ดร.สุรชัย รัชพันธ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารชีวโมเลกุล

ไขมันและน้ำมัน (Fat and Oil)

ไขมันและน้ำมันเป็นสารในกลุ่มลิพิด (Lipid) โดยไขมันเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมันเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะและสมบัติโดยทั่วไปของไขมันและน้ำมัน มีดังนี้

- เอสเทอร์โมเลกุลใหญ่
- ไม่มีขั้ว
- ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์
- พบได้ทั้งพืชและสัตว์ โดยทำหน้าที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ และแหล่งพลังงานสะสม
- มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายกัน เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอล (Glycerol) และกรดไขมัน (Fatty Acid)



- สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของไขมันและน้ำมันขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมัน



กรดไขมัน (Fatty Acid)

กรดไขมันเป็นกรดอินทรีย์มีสูตรทั่วไป คือ R-COOH

กรดไขมันแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามชนิดของหมู่ไฮโดรคาร์บอน (-R) ได้แก่

- กรดไขมันอิ่มตัว

กรดไขมันที่หมู่ -R มีความอิ่มตัว คือ ในโครงสร้างประกอบด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด โดยมีสูตรทั่วไป

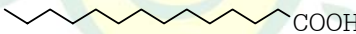
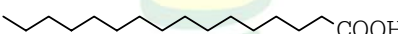
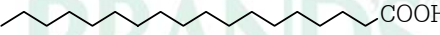
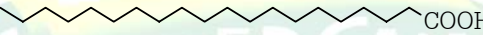
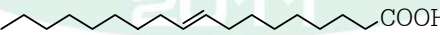
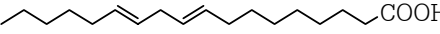
คือ $C_nH_{2n+1}COOH$

- กรดไขมันไม่อิ่มตัว

กรดไขมันที่หมู่ -R มีความไม่อิ่มตัว คือ ในโครงสร้างประกอบด้วยพันธะคู่อย่างน้อย 1 พันธะ โดยมี

สูตรทั่วไป คือ $C_nH_{2n-1}COOH$

ตารางแสดงตัวอย่างกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว

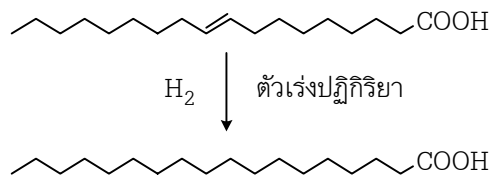
ประเภทกรดไขมัน	ชื่อ	โครงสร้าง	จุดหลอมเหลว	แหล่งที่พบ
อิ่มตัว	Myristic acid	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$ 	53.9	ลูกจันทน์เทศ
	Palmitic acid	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$ 	63.1	น้ำมันปาล์ม
	Stearic acid	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$ 	69.6	น้ำมันสัตว์
	Arachidic acid	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$ 	76.5	ถั่วลิสง
ไม่อิ่มตัว	Oleic acid	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ 	13.4	น้ำมันมะกอก
	Linoleic acid	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_2(CH_2)_6COOH$ 	-5	ถั่วเหลือง



สมบัติและปฏิกิริยาของไขมันและน้ำมัน

1. ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation)

เป็นปฏิกิริยาการเติม H_2 เข้าไปในพันธะคู่ของไขมันไม่อิ่มตัว ทำให้กลายเป็นไขมันอิ่มตัว สถานะจะเปลี่ยนจากของเหลวเป็นของแข็ง ใช้ประโยชน์ในการผลิตเนยเทียม (มาการีน : เนยที่ได้จากพืช)



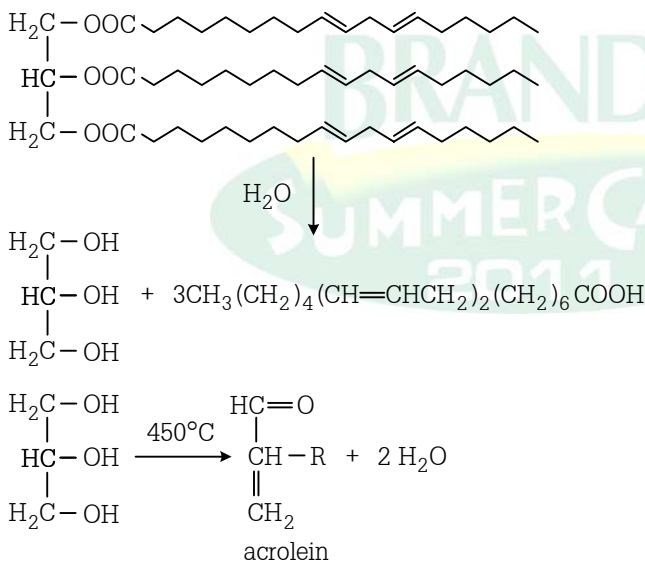
2. การเกิดกลิ่นหืน

สาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนมี 2 สาเหตุ คือ

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) : ไขมันหรือน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยมีความร้อนและแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ออกซิเจนจะเข้าทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ทำให้เกิดแอลดีไฮด์และกรดไขมันที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งระเหยง่ายและทำให้มีกลิ่นเหม็นหืน



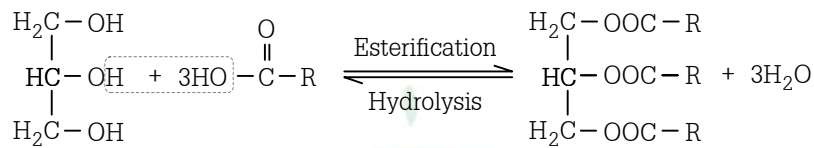
2. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis) : จุลินทรีย์ในอากาศปล่อยสารชนิดหนึ่งออกมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างไขมันกับน้ำ ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระซึ่งมีกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ กลีเซอรอลอิสระที่เกิดขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิสูง ($> 450^{\circ}C$) เป็น acrolein ซึ่งเป็นแอลดีไฮด์ที่มีกลิ่นเหม็นเช่นกัน



3. การสะสมไขมันในร่างกาย

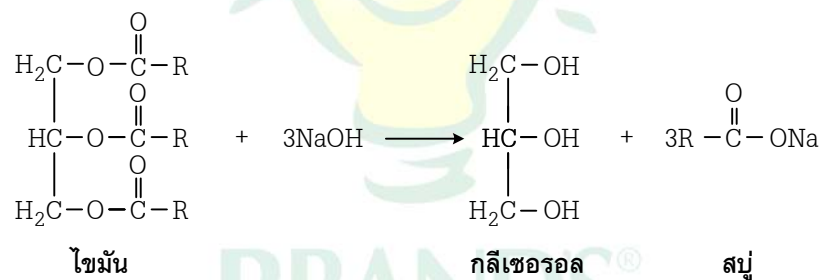
ไขมันหรือน้ำมันที่เรารับประทานเข้าไปจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กลายเป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล เพื่อให้ร่างกายดูดซึมไปใช้ แต่เมื่อถูกใช้ไม่หมดจะถูกเปลี่ยนรูปกลับเป็นไขมัน (เกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน) เพื่อสะสมในเนื้อเยื่อตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ในกรณีที่มีปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดสูง ร่วมกับคอเลสเตอรอลเป็นเวลานานอาจนำไปสู่การอุดตันของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น สมองขาดเลือด เส้นเลือดตีบตัน เส้นเลือดฝอยแตก หัวใจขาดเลือด เป็นต้น



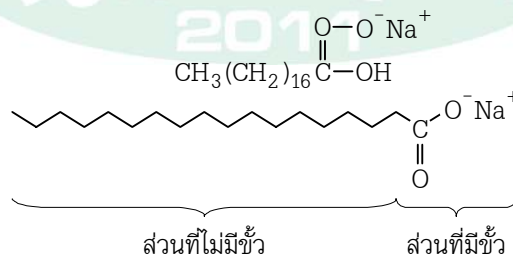
4. ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (Saponification)

คือ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของไขมันหรือน้ำมันที่เกิดในสารละลายเบส เช่น NaOH จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอล และเกลือโซเดียมของกรดไขมัน (สบู่)



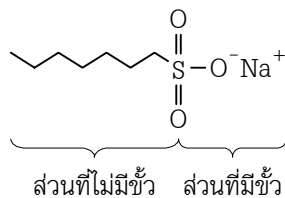
ในอุตสาหกรรมจะนำไขมันมาผสมกับ NaOH แล้วให้ความร้อนเป็นเวลาประมาณ 12-24 ชั่วโมง แล้วเติม NaCl ลงไปเพื่อแยกสบู่ออกมา จากนั้นนำมาทำให้บริสุทธิ์ แต่งกลิ่นและสีก่อนจำหน่าย

เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างจะเห็นว่า สบู่ประกอบด้วย **ส่วนที่มีขั้ว และไม่มีขั้ว** เช่น สบู่โซเดียมสเตียเรต

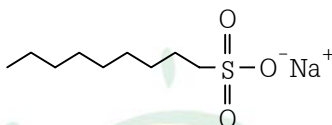


ผงซักฟอก (Detergent)

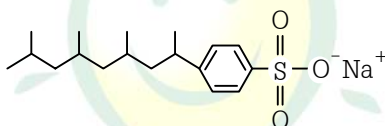
- ◆ เป็นสารพวกแอลคิลซัลโฟเนต RSO_3Na



- Linear Alkyl Sulphonate (LAS) : หมู่แอลคิลเป็นชนิดโซ่ตรง



- Alkyl Benzene Sulphonate (ABS) : หมู่แอลคิลประกอบด้วยวงเบนซีนและโซ่กิ่ง



- ◆ ถูกสังเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาใช้แทนสบู่ เนื่องจากผงซักฟอกจะไม่ตกตะกอนในน้ำที่มีไอออน Ca^{2+} และ Mg^{2+}



ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2553

ตารางธาตุ

H																	He
Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Rc	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

*Lanthanides	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**Actinides	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

1. ข้อความใดไม่ถูกต้อง
 - 1) กรดโรบิโนวคลิอิกทำหน้าที่ในการสร้างโปรตีน
 - 2) คาร์โบไฮเดรตช่วยให้การเผาไหม้ไขมันเป็นไปอย่างสมบูรณ์
 - 3) ปฏิกิริยาการเตรียมสบู่จากน้ำมัน เรียกว่า “สะปอนนิฟิเคชัน (Saponification)”
 - *4) โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานชั้นแรกของร่างกาย โดยโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
2. การทดสอบ สาร ก, สาร ข, สาร ค และ สาร ง ได้ผลดังนี้
 - ✓ หมายถึง ละลายในน้ำ หรือให้สีน้ำเงินกับไอโอดีน หรือเกิดตะกอนสีแดงอิฐกับสารละลายเบเนดิกต์
 - ✗ หมายถึง ไม่เปลี่ยนแปลง

การทดสอบ	สาร			
	ก	ข	ค	ง
การละลายน้ำ	✗	✓	✗	✓
สารละลายไอโอดีน	✓	✗	✗	✗
สารละลายเบเนดิกต์	✗	✗	✗	✓
HCl ตามด้วยสารละลายเบเนดิกต์	✓	✓	✓	✓

สาร ก, สาร ข, สาร ค และ สาร ง ควรเป็นสารใด ตามลำดับ

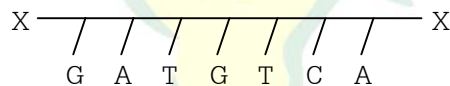
- 1) แป้งข้าวโพด น้ำเชื่อม โยโหม กลูโคส
- 2) แป้งคัดหน้า ฟรักโทส โยลาลี น้ำตาลทราย
- *3) แป้งข้าวเจ้า น้ำตาลทราย โยบวบ ฟรักโทส
- 4) แป้งสาลี แอสพาร์แทม โยแมงมุม กลูโคส

3. ปริมาณของไขมันอิ่มตัว ไขมันไม่อิ่มตัว และสารอื่นๆ ในน้ำมันเป็นดังตาราง

ชนิดน้ำมัน/ไขมัน	ไขมันอิ่มตัว (%)	ไขมันไม่อิ่มตัว (%)	อื่นๆ (%)
น้ำมันถั่วเหลือง	15	52	33
น้ำมันมะพร้าว	86	0	14
น้ำมันไก่	23	24	53
ไขมันวัว	48	2	50

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- 1) ไขมันวัวจะเหม็นหืนเร็วกว่าน้ำมันไก่
 - 2) น้ำมันถั่วเหลืองเหม็นหืนช้ากว่าน้ำมันมะพร้าว
 - 3) น้ำมันถั่วเหลืองเหมาะสำหรับทอดอาหารมากกว่าน้ำมันมะพร้าว
 - *4) ถ้าใช้น้ำมันที่มีจำนวนเท่ากัน น้ำมันถั่วเหลืองจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนโดยใช้ปริมาณมากที่สุด
4. กำหนดสาย X ของกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิกชนิดหนึ่งมีลำดับของเบสดังนี้
(A = อะดีนีน, C = ไซโตซีน, G = กวานีน, T = ไทมีน)



สาย Y ที่เป็นคู่ของสาย X จะมีลำดับเบสเป็นไปตามข้อใด

- *1) Y $\begin{array}{cccccccc} & T & G & A & C & A & T & C \\ & / & / & / & / & / & / & / \\ & & & & & & & & Y \end{array}$
- 2) Y $\begin{array}{cccccccc} & C & A & T & C & A & G & T \\ & / & / & / & / & / & / & / \\ & & & & & & & & Y \end{array}$
- 3) Y $\begin{array}{cccccccc} & C & T & A & C & T & C & A \\ & / & / & / & / & / & / & / \\ & & & & & & & & Y \end{array}$
- 4) Y $\begin{array}{cccccccc} & T & G & A & G & T & A & C \\ & / & / & / & / & / & / & / \\ & & & & & & & & Y \end{array}$

O-NET ปี 2552

5. กำหนดให้มีหลอดทดลอง 3 หลอดที่มีสารผสมต่างกัันดังนี้

หลอดที่ 1 น้ำตาลทราย 1 กรัม ในน้ำ 9 กรัม

หลอดที่ 2 น้ำตาลทราย 1 กรัม ในน้ำ 9 กรัม และเติม HCl ลงไปเล็กน้อย

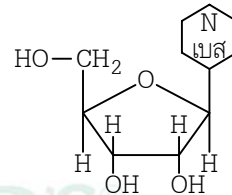
หลอดที่ 3 กลูโคส 1 กรัม ในน้ำ 9 กรัม

เมื่อนำหลอดทั้งสามไปทำปฏิกิริยาต่อไป ผลที่ได้เป็นข้อใด

- 1) เมื่อนำหลอดที่ 1 มาหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงไป แล้วนำไปต้มจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น
- *2) เมื่อนำหลอดที่ 2 ไปต้ม จะได้แต่น้ำตาลฟรักโทสที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเกิดขึ้น
- 3) เมื่อนำหลอดที่ 3 มาหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงไป แล้วนำไปต้มจะได้ตะกอนสีส้มแดงมากที่สุด
- 4) เมื่อนำหลอดที่ 2 มาหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงไปแล้วนำไปต้ม จะได้ตะกอนสีส้มแดงที่มีน้ำหนักเท่ากับที่เกิดจากหลอดที่ 3 พอดี

6. ข้อใดถูกต้อง

- 1) การทำสบู่ขมิ้นนำไขมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์มาต้มกับกรด
- *2) สบู่สมุนไพรรวมทั้งแชมพูสระผม และโลชั่นบำรุงผิวต่างก็มีส่วนผสมที่ทำมาจากไขมันทั้งสิ้น
- 3) ไนโตรซามีนใช้ในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์เพื่อให้มีสีแดง แต่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเพราะเป็นสารก่อมะเร็ง
- 4) นิวคลีโอไทด์ที่เป็นมอนอเมอร์ของ RNA มีโครงสร้างดังนี้



7. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- 1) ไกลโคเจนไม่ละลายน้ำแต่เซลลูโลสละลายในน้ำได้เล็กน้อย
- 2) มอลเทสเป็นเอนไซม์ที่สลายน้ำตาลมอลโทสให้เป็นกลูโคสและฟรักโทส
- *3) ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของกลูโคสที่ทำให้เกิดไกลโคเจนจะทำให้มีน้ำเกิดขึ้นด้วย
- 4) ฟรักโทสและไรโบสมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันและมีโครงสร้างเป็นวงขนาด 5 อะตอมเหมือนกัน

O-NET ปี 2551

8. จากการทดสอบน้ำมัน 4 ชนิด ปริมาณเท่ากัน กับทิงเจอร์ไอโอดีน ได้ผลดังนี้

ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีนที่ใช้
A	15
B	18
C	30
D	47

จากข้อมูลข้างต้น จงพิจารณาว่า

- ก. การบริโภคน้ำมันชนิดใดมีโอกาสเป็นโรคหัวใจขาดเลือดมากที่สุด และ
- ข. น้ำมันชนิดใดที่ใช้ทอดอาหารโดยใช้ไฟอ่อนๆ แต่ใช้เวลานาน แล้วผู้บริโภคจะปลอดภัยที่สุด

	ก. บริโภคแล้วมีโอกาสเป็นโรคหัวใจขาดเลือด	ข. ใช้ทอดด้วยไฟอ่อนๆ บ่อยๆ ยังปลอดภัย
*1)	A	A
2)	A	C
3)	D	B
4)	D	D

O-NET ปี 2550

9. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. กรดไขมันในร่างกายคน เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนมาก
- ข. น้ำมันสัตว์เหม็นหืนง่ายกว่าน้ำมันพืช เพราะไม่มีวิตามิน E ช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา
- ค. อาหารที่ทอดโดยใช้ไขมันเก่าจะทำให้เศษอาหารที่ตกค้างในน้ำมันไหม้เกรียมกลายเป็นสารก่อมะเร็ง
- ง. โรคหัวใจ และอัมพาตมีสาเหตุสำคัญจากการรับประทานอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง และขาดการออกกำลังกาย

ข้อใดถูก

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



10. น้ำมันพืชเกิดจากการรวมตัวของสาร 2 ชนิด โครงสร้างของน้ำมันพืชจึงประกอบด้วย 2 ส่วน พิจารณาน้ำมันพืช A และ B ต่อไปนี้

ชนิดของน้ำมันพืช	ส่วนของโครงสร้างของน้ำมันพืช	
	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2
A	X	กรดโอเลอิก : $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}_2\text{H}$
B	Y	กรดสเตียริก : $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CO}_2\text{H}$

- ก. X และ Y ของน้ำมันพืช A และ B เป็นสารชนิดเดียวกัน
 ข. กรดไขมันของน้ำมันพืช A เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว
 ค. น้ำมันพืช B สามารถเกิดปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนได้
 ง. เมื่อเติมสารละลายไอโอดีนลงในน้ำมันพืช A สีของไอโอดีนจะจางลง

ข้อใดถูก

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

O-NET ปี 2549

11. เมื่อทดลองแซ่ขวดน้ำมัน A และขวดน้ำมัน B ในตู้เย็น 1 คืน พบว่าน้ำมัน A แข็งตัว แต่น้ำมัน B ยังเป็นของเหลว พิจารณาข้อสรุปต่อไปนี้

	น้ำมัน A	น้ำมัน B
ก.	มีจุดหลอมเหลวต่ำ	มีจุดหลอมเหลวสูง
ข.	มีกรดไขมันอิ่มตัวมาก	มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก
ค.	เหม็นหืนยาก	เหม็นหืนง่าย

ข้อใดถูกต้อง

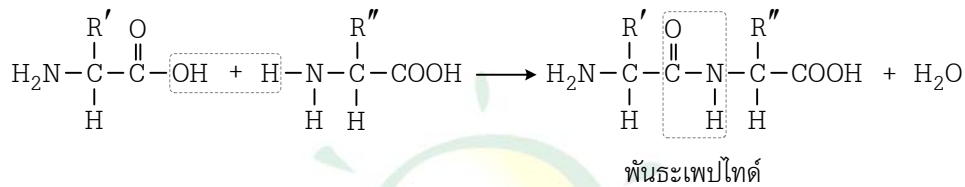
- 1) ก. เท่านั้น *2) ข. และ ค. เท่านั้น 3) ก. และ ค. เท่านั้น 4) ทั้ง ก., ข. และ ค.
12. น้ำมันพืชที่ใช้ทอดอาหารแล้วเกิดกลิ่นเหม็นหืนมากที่สุด แสดงว่ากรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันพืชนั้นมีสูตรโครงสร้างดังข้อใด

- 1) $\text{CH}_3-(\text{C}_{12}\text{H}_{24})-\text{CO}_2\text{H}$ 2) $\text{CH}_3-(\text{C}_{14}\text{H}_{26})-\text{CO}_2\text{H}$
 3) $\text{CH}_3-(\text{C}_{16}\text{H}_{26})-\text{CO}_2\text{H}$ *4) $\text{CH}_3-(\text{C}_{18}\text{H}_{24})-\text{CO}_2\text{H}$

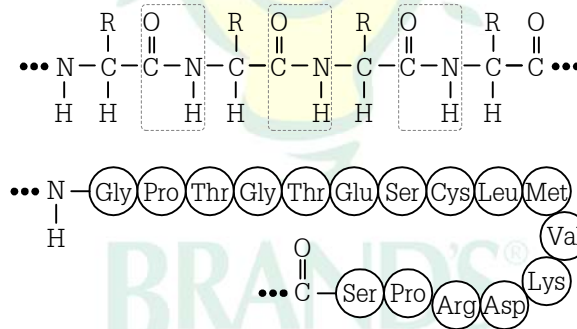
โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยธาตุ C, H, O, N โปรตีนบางชนิดอาจมีธาตุอื่นด้วย เช่น S, Fe โปรตีนมีโครงสร้างซับซ้อน ขนาดโมเลกุลใหญ่ มวลโมเลกุลสูง และมีจุดหลอมเหลวไม่แน่นอน

โครงสร้างของโปรตีนประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า กรดอะมิโน (Amino Acid) มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ ซึ่งเป็นพันธะที่เกิดจากหมู่ $-COOH$ ของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่ง เชื่อมต่อกับหมู่ $-NH_2$ ของกรดอะมิโนอีกโมเลกุลหนึ่ง

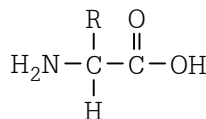


เมื่อเกิดการเชื่อมต่อนี้ระหว่างกรดอะมิโนด้วยพันธะเพปไทด์จะได้โปรตีนซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของกรดอะมิโนเป็นสายโซ่ยาว เรียกว่า พอลิเพปไทด์ (Polypeptide)



กรดอะมิโน (Amino Acids)

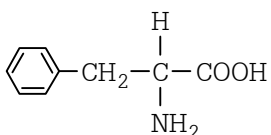
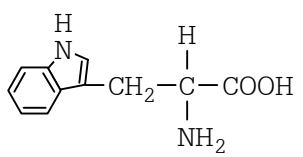
- เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิล ($-COOH$) และหมู่อะมิโน ($-NH_2$) อยู่ในโมเลกุลเดียวกัน
- หน่วยย่อยที่มาเชื่อมต่อกันเป็นโปรตีน
- มีสูตรโครงสร้างทั่วไป คือ



กรดอะมิโนที่สำคัญในสิ่งมีชีวิตมีอยู่ 20 ชนิด ประกอบด้วยชนิดที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้ 11 ชนิด และชนิดที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ 8 ชนิด เรียกว่า กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential Amino Acids) ดังตาราง ในกรณีที่เป็นเด็กทารกจะรวมฮิสทีดีน (Histidine) อีก 1 ชนิด



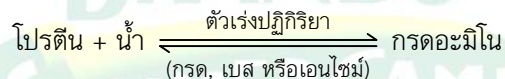
ตารางแสดงโครงสร้างของกรดอะมิโนจำเป็น

ชื่อกรดอะมิโน	สูตรโครงสร้าง	ชื่อกรดอะมิโน	สูตรโครงสร้าง
เมไทโอนีน Methionine (Met)	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$	ลิวซีน Leucine (Leu)	$(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$
ทรีโอนีน Threonine (Thr)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}-\underset{\text{NH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$	ไอโซลิวซีน Isoleucine (Ile)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$
ไลซีน Lysine (Lys)	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$	ฟีนิลอะลานีน Phenylalanine (Phe)	
แวลีน Valine (Val)	$(\text{CH}_3)_2-\text{CH}-\underset{\text{NH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$	ทริปโตเฟน Tryptophan (Try)	

สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน

1. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis)

โปรตีนเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสกับน้ำ โดยมีเบส, กรด หรือเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โปรตีนจะถูกไฮโดรไลซ์จากโมเลกุลใหญ่กลายเป็นโมเลกุลที่เล็กลง จนในที่สุดกลายเป็นกรดอะมิโนทั้งหมด ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับของการสร้างโปรตีน



2. การทดสอบไบยูเรต (Biuret Test)

เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ทดสอบโปรตีน หรือผลผลิตกันซ์ของโปรตีน โดยนำโปรตีนมาทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรต (สารละลาย CuSO_4 ในเบส NaOH) เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะให้สีต่างๆ ตั้งแต่สีน้ำเงินแกมม่วงจนถึงสีชมพู สีเหล่านี้เกิดจากสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Cu กับสารที่มีพันธะเพปไทด์

โปรตีน + สารละลายไบยูเรต \longrightarrow สีน้ำเงินแกมม่วง

ไตรเพปไทด์หรือไดเพปไทด์ + สารละลายไบยูเรต \longrightarrow สีชมพู

กรดอะมิโน + สารละลายไบยูเรต $\not\longrightarrow$ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

3. การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน

คือ การที่โครงสร้างของโปรตีนมีการเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากปกติโดยปัจจัยต่างๆ เช่น ความร้อน กรด เบส สารเคมี รังสีเอกซ์ รังสี UV หรือไอออนของโลหะหนัก ตัวอย่างเช่น โปรตีนเกิดการแข็งตัวเมื่อโดนความร้อน, โปรตีนรวมตัวกับปรอททำให้เกิดการตกตะกอน

4. คุณภาพของโปรตีน

อาหารที่จัดว่ามีโปรตีนคุณภาพสูง คือ อาหารที่มีปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นมากพอตามต้องการอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดไว้ ถ้ามีไม่ถึงแสดงว่าอาหารนั้นมีโปรตีนคุณภาพต่ำ

5. คุณค่าทางชีววิทยาของโปรตีน

โปรตีนที่มีคุณค่าทางชีววิทยาเป็น 100 คือ โปรตีนที่ร่างกายสามารถนำไปสร้างเนื้อเยื่อได้ 100% โดยทั่วไปนมและไข่จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางชีววิทยาสูง เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน

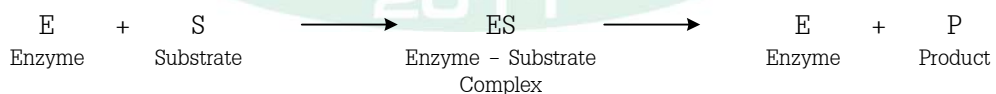
6. ประเภทโปรตีน แบ่งตามโครงสร้าง 3 มิติของโปรตีน

โครงสร้างสามมิติ	ชนิด	แหล่งที่พบ
โปรตีนเส้นใย	เคราติน (Keratin)	ขน ผม เล็บของสัตว์
	คอลลาเจน (Collagen)	โปรตีนในเนื้อเยื่อสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง
โปรตีนก้อนกลม	เอนไซม์	เซลล์ เลือด
	แอนติบอดี	ร่างกายสิ่งมีชีวิต
	ฮอร์โมน	
	ฮีโมโกลบิน	

เอนไซม์ (Enzyme)

เป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์ช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น เช่น การย่อยสลายโปรตีนเกิดที่ 37°C pH เกือบเป็นกลาง ใช้เวลาเพียง 2-4 ชั่วโมง ในร่างกาย แต่การย่อยสลายโปรตีนในห้องปฏิบัติการจะต้องต้มในกรดที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์



เอนไซม์แต่ละชนิดจะเร่งปฏิกิริยาเฉพาะตัวเท่านั้น เช่น

เอนไซม์ยูรีเอส → ย่อยสลายยูเรีย → ได้แอมโมเนีย

เอนไซม์โบรเมเลน (ในสับปะรด) → ย่อยสลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อสัตว์

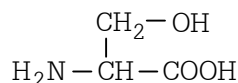
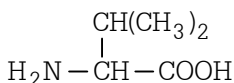
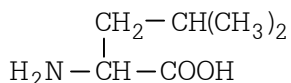
เอนไซม์ปาเปน (ในยางมะละกอ) → ย่อยสลายเจลาติน (โปรตีนอีกชนิดหนึ่งในเนื้อเยื่อ)



ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2553

1. กำหนดโครงสร้างของกรดอะมิโน A, B และ C โดย A และ B เป็นกรดอะมิโนจำเป็น

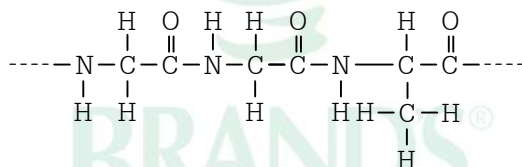


ข้อความใดถูกต้อง

- 1) เพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้ง 3 ชนิด ข้างต้นโดยไม่มีกรดที่ซ้ำกัน มีทั้งหมด 3 ชนิด
- *2) เพปไทด์ที่เกิดจากกรด A และกรด B ทำปฏิกิริยากับ CuSO_4 ในสถานะเบสให้สารสีม่วง
- 3) เพปไทด์ที่เกิดจากกรด A กรด B และกรด C เป็นไตรเพปไทด์ที่มีจำนวนพันธะเพปไทด์ 3 พันธะ
- 4) ในร่างกายมนุษย์จะไม่พบโปรตีนที่มีกรดอะมิโน A และ B เป็นองค์ประกอบ

O-NET ปี 2551

2. โปรตีนที่มีสูตรโครงสร้างต่อไปนี้

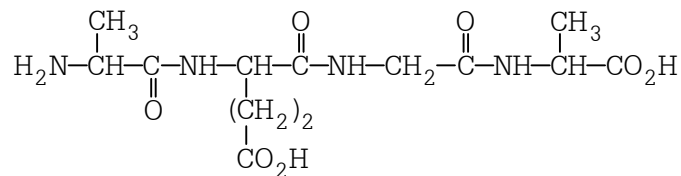


เฉพาะส่วนที่แสดงนี้ มีพันธะเพปไทด์กี่พันธะ เกิดจากกรดอะมิโนกี่โมเลกุลและมีจำนวนกรดอะมิโนกี่ชนิด

	จำนวนพันธะ	จำนวนโมเลกุล	จำนวนชนิดของกรดอะมิโน
1)	2	2	3
*2)	2	3	2
3)	3	3	2
4)	3	4	3

O-NET ปี 2550

3. จากโครงสร้างของโมเลกุลเพปไทด์ที่กำหนดให้



จำนวนพันธะเพปไทด์ และชนิดของกรดอะมิโน ข้อใดถูก

	จำนวนพันธะเพปไทด์	จำนวนชนิดของกรดอะมิโน
*1)	3	3
2)	3	4
3)	4	3
4)	4	4

O-NET ปี 2549

4. จากตารางคุณค่าทางชีววิทยาของโปรตีนจากแหล่งอาหารบางชนิด

โปรตีนจากแหล่งอาหาร	คุณค่าทางชีววิทยา
ไข่	100
ปลา	75
ถั่วลิสง	56
ข้าวสาลี	44

ข้อใดถูกต้อง

- เนื้อปลา 100 กรัม จะมีโปรตีนอยู่ 75 กรัม
 - เด็กในวัยเจริญเติบโตควรรับประทานไข่ทุกวัน เพราะมีแหล่งโปรตีนที่ร่างกายสามารถนำไปสร้างเนื้อเยื่อได้ 100%
 - อาหารมังสวิรัตประกอบด้วยถั่วลิสงและข้าวสาลีให้โปรตีนไม่ครบองค์ประกอบ เพราะมีคุณค่าทางชีววิทยาดำ
 - โปรตีนจากแหล่งอาหารปริมาณเท่ากันจะให้พลังงานจากมากไปน้อยตามลำดับ คือ ไข่ ปลา ถั่วลิสง ข้าวสาลี
5. ไข่ขาว เนื้อไก่ และหอยนางรม ในข้อต่อไปนี้ ข้อใดที่โปรตีนไม่ถูกทำลายหรือแปลงสภาพ
- ไข่ขาวดิบที่คนไข้กินเข้าไปเพื่อขจัดยาพิษ
 - เนื้อที่แช่ไว้ในตู้เย็นเพื่อแกงใส่บาตร
 - ไก่ที่ทอดจนเหลืองกรอบจะปลอดภัยจากไข่หวัดนก
 - หอยนางรมบีบมะนาวเป็นอาหารโปรดของมนุษย์



คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรต คือ สารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย C, H และ O

สูตรทั่วไป คือ $C_nH_{2n}O_n$

คาร์โบไฮเดรตมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แซคคาไรด์ (Saccharide)

ตารางแสดงตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตที่เป็นมอนอแซคคาไรด์

มอนอแซคคาไรด์ (Monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	สมบัติ	แหล่งที่พบ
ไรโบส (Ribose)	-	RNA
ดีออกซีไรโบส (Deoxyribose)	-	DNA
กลูโคส (Glucose)	ผลึกสีขาว รสหวาน ร่างกายนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องผ่านการย่อย	ผลไม้สุก อ้อย
ฟรักโทส (Fructose)	ผลึกสีขาว รสหวานจัด	น้ำผึ้ง ผลไม้
กาแล็กโทส (Galactose)	ผลึกสีขาว รสหวานน้อย ได้จากการย่อยน้ำตาลแล็กโทสในนม	-

ตารางแสดงตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตที่เป็นไดแซคคาไรด์

ไดแซคคาไรด์ (Disaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่	น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบ	แหล่งที่พบ
ซูโครส (Sucrose)	กลูโคส, ฟรักโทส	อ้อย หัวบีท
มอลโทส (Maltose)	กลูโคส, กลูโคส	ข้าวมอลต์ ข้าวบาร์เลย์
แล็กโทส (Lactose)	กลูโคส, กาแล็กโทส	น้ำนมของสัตว์

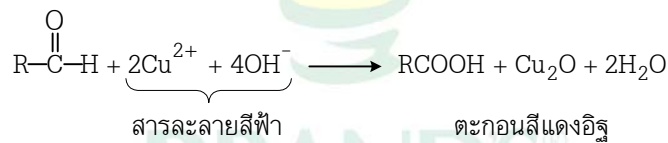
ตารางแสดงตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตที่เป็นพอลิแซคคาไรด์

พอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharides) คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่	หน้าที่	แหล่งที่พบ
แป้ง (Starch)	แหล่งสะสมอาหารในพืชในรูป อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพกติน (Amylopectin)	พืช ใบ ลำต้น ผล ราก
ไกลโคเจน (Glycogen)	แหล่งสะสมพลังงานในสัตว์	ตับ กล้ามเนื้อ
เซลลูโลส (Cellulose)	ผนังเซลล์ของพืช	เนื้อไม้ ลำไส้ ฝ้าย
ไคติน (Chitin)	เพิ่มความแข็งแรง	เขาสัตว์ กระดอง เปลือกแมลง
วุ้น (Agar)	ผนังเซลล์สาหร่าย	สาหร่ายบางชนิด

ปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต

1. ปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ (Benedict Solution)

น้ำตาลพวกมอนอแซคคาไรด์และไดแซคคาไรด์ ยกเว้นซูโครส ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ (สีฟ้า) ให้ตะกอนสีแดงอิฐของ Cu_2O



แป้ง ไกลโคเจน และเซลลูโลสไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์

2. ปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน

แป้ง + สารละลายไอโอดีน \longrightarrow สารเชิงซ้อนสีน้ำเงินเข้ม

ไกลโคเจน + สารละลายไอโอดีน \longrightarrow สารสีแดงเข้ม

เซลลูโลส + สารละลายไอโอดีน $\not\rightarrow$ ไม่เกิดปฏิกิริยา

ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2549

1. แป้ง \xrightarrow{A} มอลโทส \xrightarrow{B} C
 A, B และ C น่าจะเป็นสารใด

	A	B	C
*1)	อะไมเลส	มอลเทส	กลูโคส
2)	มอลเทส	อะไมเลส	ฟรักโทส
3)	อะไมเลส	มอลเทส	ฟรักโทส
4)	มอลเทส	อะไมเลส	กลูโคส

O-NET ปี 2550

2. การระบุชนิดของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและโมเลกุลคู่ต่อไปนี้

	น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	น้ำตาลโมเลกุลคู่
ก.	ไรโบส	แล็กโทส
ข.	กลูโคส	กาแล็กโทส
ค.	ฟรักโทส	มอลโทส
ง.	มอลโทส	ซูโครส

ข้อใดถูก

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

ตัวอย่างข้อสอบรวม

O-NET ปี 2551

- มีคำแนะนำให้รับประทานผักบุง และเต้าหู้ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ถ้าอาหารกลางวันมื้อหนึ่ง รับประทานข้าวกับผักบุงผัดน้ำมัน และแกงจืดเต้าหู้หมูสับ อาหารมื้อนี้จะได้รับสารชีวโมเลกุลประเภทให้พลังงานกี่ชนิด อะไรบ้าง
 - 2 ชนิด โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต
 - 3 ชนิด ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต
 - 4 ชนิด ไขมัน โปรตีน กรดนิวคลีอิก และเซลลูโลส
 - 4 ชนิด ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก
- 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 + น้ำอืดลม
 - 2) สลัดผลไม้ + นมเปรี้ยว
 - 3) มันฝรั่งบด + น้ำผลไม้
 - *4) ขนมปังทานเนย + นมถั่วเหลือง
- พิจารณาข้อมูลของสาร A, B และ C ต่อไปนี้

สาร	แหล่งที่พบ	โครงสร้าง	การละลายน้ำ
A	ในคนและสัตว์	โซ่กิ่ง	ไม่ละลายน้ำ
B	ในพืชเท่านั้น	สายยาว	ไม่ละลายน้ำ
C	ในพืชที่เป็นเมล็ดและหัว	โซ่ตรงและโซ่กิ่ง	ละลายน้ำได้เล็กน้อย

สาร A, B และ C น่าจะเป็นสารใด

	A	B	C
*1)	ไกลโคเจน	เซลลูโลส	แป้ง
2)	ไกลโคเจน	แป้ง	เซลลูโลส
3)	เซลลูโลส	ไกลโคเจน	แป้ง
4)	แป้ง	เซลลูโลส	ไกลโคเจน



4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. การฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกายเพื่อเพิ่มปริมาณกลูโคสในเส้นเลือด
- ข. อินซูลินมีหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนกลูโคสเป็นไกลโคเจน
- ค. คนที่เป็นเบาหวานแสดงว่าร่างกายมีอินซูลินมากเกินไป
- ง. คนที่เป็นโรคเบาหวานควรลดอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล

ข้อใดถูก

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

O-NET ปี 2551

5. พิจารณาชนิดและหน้าที่ของสารต่อไปนี้

	สาร	ชนิดของสาร	หน้าที่
ก.	ฮีโมโกลบิน	โปรตีน	ลำเลียงออกซิเจน
ข.	คอเลสเตอรอล	ไขมัน	สร้างฮอร์โมนเพศและน้ำดี
ค.	อิมมูโนโกลบูลิน	โปรตีน	ภูมิคุ้มกัน
ง.	ไตรกลีเซอไรด์	ไขมันในเลือด	ตัวทำละลายวิตามินต่างๆ

การระบุชนิดและหน้าที่ของสารในข้อใดถูก

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

6. ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีการนำวัตถุบิจจากธรรมชาติ 3 ชนิด มาทดสอบได้ผลดังตาราง

วัตถุบิจ	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมสารทดสอบ		
	สารละลาย I ₂	สารละลายเบเนดิกต์	สารละลาย NaOH และ CuSO ₄
A	ไม่เปลี่ยนแปลง	ตะกอนสีแดงอิฐ	ไม่เปลี่ยนแปลง
B	สีน้ำเงินเข้ม	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ตะกอนสีม่วง

วัตถุบิจชนิดใด เมื่อนำมาหมักกับยีสต์ จะให้ของเหลวใสติดไฟได้ ใช้ส่วนผลมในการผลิตเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์

- 1) A เท่านั้น 2) B เท่านั้น *3) A และ B 4) B และ C

O-NET ปี 2549

7. การทดสอบอาหาร A, B, C และ D ได้ผลดังตาราง

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 ต่อ 100 cm³ ของเลือด และมีความดันสูง นักเรียนไม่ควรให้อาหารชนิดใดกับคนไข้

- 1) A เท่านั้น 2) C เท่านั้น *3) A และ D 4) B และ C



ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์

ปิโตรเลียม

ปิโตรเลียม (Petroleum)

ปิโตรเลียมเป็นของผสมที่ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารอินทรีย์หลายชนิดที่เกิดตามธรรมชาติ ทั้งในสถานะของเหลวและแก๊ส ได้แก่ น้ำมันดิบ (Crude Oil) และแก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)

น้ำมันดิบ จากแหล่งต่างๆ อาจมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน เช่น มีลักษณะขุ่นเหนียว จนถึงหนืดคล้ายยางมะตอย มีสีเหลือง เขียว น้ำตาลจนถึงดำ มีความหนาแน่น $0.79-0.97 \text{ g/cm}^3$ น้ำมันดิบมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลเคน และไซโคลแอลเคน อาจมีสารประกอบของ N, S และสารประกอบออกไซด์อื่นๆ ปนอยู่เล็กน้อย

แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) มีองค์ประกอบหลัก คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 1-5 อะตอม ปริมาตรร้อยละ 95 ที่เหลือเป็นแก๊สไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ อาจมีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ปนอยู่ด้วย แก๊สธรรมชาติอาจมีสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า **แก๊สธรรมชาติเหลว (Condensate)** ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกับแก๊สธรรมชาติ แต่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนมากกว่า เมื่ออยู่ในแหล่งกักเก็บใต้ผิวโลกที่ลึกมากและมีอุณหภูมิสูงมากจะมีสถานะเป็นแก๊ส แต่เมื่อนำขึ้นถึงระดับผิวดินซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ไฮโดรคาร์บอนจะกลายเป็นของเหลว

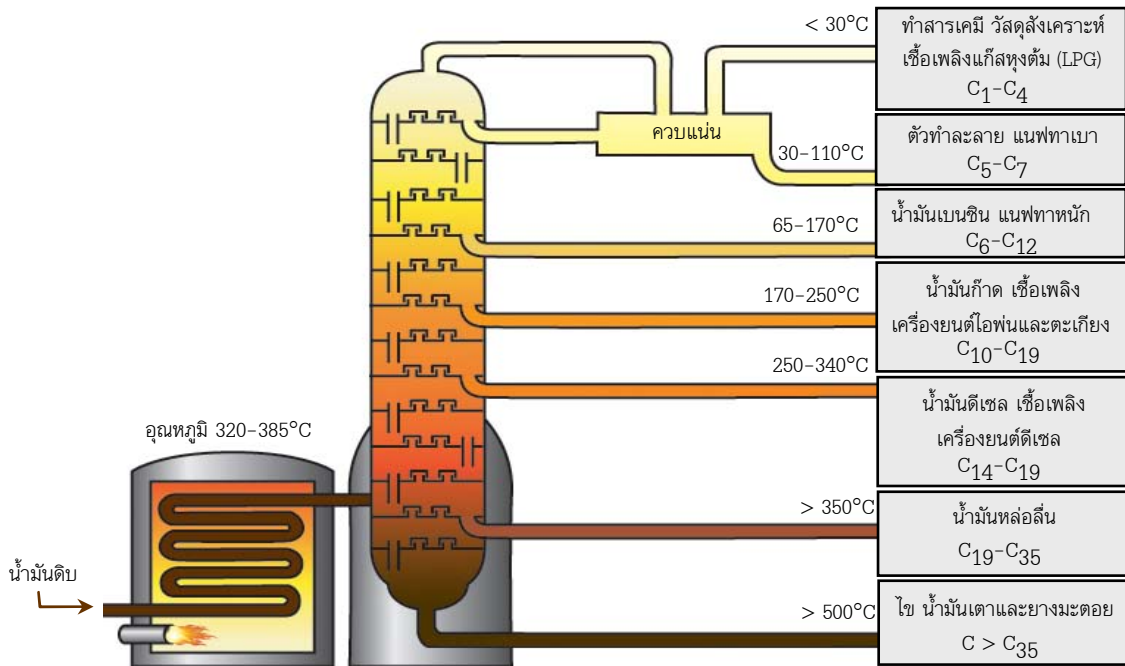
การเกิดปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมและสลายตัวของอินทรีย์สารจากพืชและสัตว์ ที่คลุกเคล้าอยู่กับตะกอนในชั้นกรวดทรายและโคลนตมใต้พื้นดิน เมื่อเวลาผ่านไปนับล้านปีตะกอนเหล่านี้จะจมตัวลงเรื่อยๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก ถูกอัดแน่นด้วยความดันและความร้อนสูง และมีปริมาณออกซิเจนจำกัด จึงสลายตัวเปลี่ยนแปลงเป็นแก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบแทรกอยู่ระหว่างชั้นหินที่มีรูพรุน

ปิโตรเลียมจากแหล่งต่างกันจะมีปริมาณของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน รวมทั้งสารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน และออกซิเจนแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของซากพืชและซากสัตว์ที่เป็นต้นกำเนิดของปิโตรเลียม และอิทธิพลของแรงที่กดทับอยู่บนตะกอน

ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม

การกลั่นแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันดิบออกจากกันทำได้โดยวิธีกลั่นลำดับส่วนในหอกลั่น เหตุผลที่ต้องใช้การกลั่นลำดับส่วนแทนการกลั่นธรรมดา เนื่องจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันดิบมีจุดเดือดใกล้เคียงกันมาก การใช้การกลั่นแบบธรรมดาไม่สามารถแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกจากกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนนี้ไม่ใช่สารประกอบบริสุทธิ์เพียงชนิดเดียว แต่จะได้ออกมาเป็นกลุ่มของผลผลิตที่ประกอบด้วยสารที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน



ตารางแสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ

สาร	จำนวนคาร์บอน	จุดเดือด (°C)	สถานะ	ประโยชน์
แก๊สปิโตรเลียม	1-4	<30	แก๊ส	เป็นเชื้อเพลิง ทำวัสดุสังเคราะห์ พลาสติก
แนฟทาเบา	5-6	0-65	ของเหลว	เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์
แนฟทาหนัก	6-10	65-170	ของเหลว	ทำสารเคมี น้ำมันเบนซิน และตัวทำละลาย
น้ำมันก๊าด	10-14	170-250	ของเหลว	เชื้อเพลิงในเครื่องบินไอพ่น น้ำมันตะเกียง
น้ำมันดีเซล	14-19	250-340	ของเหลว	เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล
น้ำมันหล่อลื่น	19-35	340-500	ของเหลว	น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง
ไคร	>35	>500	ของแข็ง	ทำเทียนไข เครื่องสำอาง ผลิตผงซักฟอก
น้ำมันเตา	>35	>500	ของแข็ง	เชื้อเพลิงเครื่องจักร (ผลิตกระแสไฟ)
บิทูเมน (ยางมะตอย)	>35	>500	ของแข็ง	ยางมะตอย วัสดุกันซึม อุดรูรั่วของหลังคา

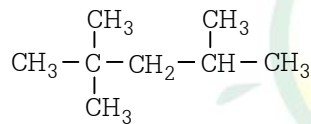
น้ำมันเบนซิน (Gasoline)

- การทำน้ำมันเบนซินให้บริสุทธิ์

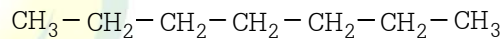
น้ำมันที่ได้จากการกลั่นนั้นยังไม่บริสุทธิ์เพียงพอสำหรับการใช้งาน เนื่องจากมีกำมะถัน และสารประกอบไม่อิ่มตัวปนอยู่ จึงต้องกำจัดกำมะถันออกเพราะเมื่อมีการเผาไหม้น้ำมันในเครื่องยนต์ กำมะถันจะรวมตัวกับออกซิเจนเป็น SO_2 ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนลูกสูบ ส่วนสารประกอบไม่อิ่มตัวจะรวมตัวในเครื่องยนต์ ได้สารเหนียวๆ ทำให้คุณภาพของน้ำมันลดลง

- คุณภาพน้ำมันเบนซินกับเลขออกเทน

คุณภาพของน้ำมันเบนซินนิยมพิจารณาจากอัตราการกระตุกของเครื่องยนต์ น้ำมันที่ทำให้เครื่องกระตุกมากเดินไม่เรียบ เป็นน้ำมันคุณภาพไม่ดี การกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซินจะกำหนดด้วยเลขออกเทน โดยใช้ไอโซเมอร์ของออกเทนที่มีชื่อสามัญว่า **ไอโซออกเทน (iso-octane)** ไอโซออกเทนเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซิน เพราะช่วยป้องกันการชิงจุดระเบิด ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่เหมาะสมเป็นเชื้อเพลิงคือ **เฮปเทน** ชนิดโซ่ตรง เพราะทำให้เครื่องยนต์เกิดการชิงจุดระเบิดได้ง่าย และกระตุก เดินไม่เรียบ



2, 2, 4-ไตรเมทิล-เพนเทน (ไอโซออกเทน)
(เลขออกเทน 100)



เฮปเทนโซ่ตรง
(เลขออกเทน 0)

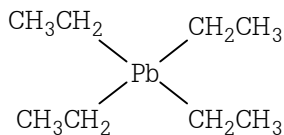
การกำหนดเลขออกเทนทำได้ ดังนี้

- น้ำมันเบนซินที่มีสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับไอโซออกเทน มีเลขออกเทน 100
- น้ำมันเบนซินที่มีสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับเฮปเทน มีเลขออกเทน 0

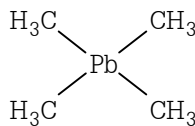
ดังนั้นน้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 95 จะมีสมบัติในการเผาไหม้เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบเป็นไอโซออกเทนร้อยละ 95 และเฮปเทนร้อยละ 5 โดยมวล

- การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน

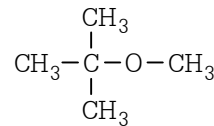
น้ำมันเบนซินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วส่วนใหญ่ยังมีค่าออกเทนต่ำกว่า 75 จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ การเพิ่มค่าออกเทนในอดีตทำได้โดยการเติมสารบางชนิดลงไป น้ำมัน เช่น เตตระเมทิลเลด หรือ เตตระเอทิลเลด แต่สารทั้งสองชนิดเมื่อเกิดการเผาไหม้จะเกิดไอของสารประกอบของตะกั่วสูบบรรยากาศ ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2539 จึงเปลี่ยนมาใช้สารเคมีอื่น เช่น เมทิลเทอร์เทียรีบิวทิลอีเทอร์ (MTBE) เอทานอล หรือเมทานอล และเรียกน้ำมันเบนซินชนิดนี้ว่า น้ำมันไร้สารตะกั่ว (ULG : Unleaded Gasoline)



เตตระเอทิลเลด



เตตระเมทิลเลด



เมทิลเทอร์เทียรีบิวทิลอีเทอร์ (MTBE)



น้ำมันดีเซล

เป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนของน้ำมันดิบ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ดีเซลหมุนเร็ว หรือโซล่า เหมาะสำหรับเครื่องยนต์รอบสูงกว่า 1000 รอบ/นาที และดีเซลหมุนช้า หรือซีไล์ เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนเรือเดินทะเล และการผลิตกระแสไฟฟ้า

คุณภาพน้ำมันดีเซลกับเลขซีเทน (Cetane Number)

การกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซล (Diesel) ที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลใช้เลขซีเทน โดยกำหนดให้ซีเทน ($C_{16}H_{34}$) มีเลขซีเทน 100 และแอลฟาเมทิลแนฟทาลีน ($C_{11}H_{10}$) มีเลขซีเทน 0 การกำหนดเลขซีเทน ทำได้ดังนี้

- น้ำมันดีเซลที่มีสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับซีเทน มีเลขซีเทน 100
- น้ำมันดีเซลที่มีสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับแอลฟาเมทิลแนฟทาลีน มีเลขซีเทน 0



การแยกแก๊สธรรมชาติ

แก๊สธรรมชาติและแก๊สธรรมชาติเหลว ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ เช่น มีเทน (CH_4) อีเทน (C_2H_6) โพรเพน (C_3H_8) บิวเทน (C_4H_{10}) เพนเทน (C_5H_{12}) กับสารที่ไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอน ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไบปรอท และไอน้ำ

แก๊สธรรมชาติและแก๊สธรรมชาติเหลวที่ขุดเจาะขึ้นมาได้ ก่อนจะนำไปใช้ต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊สก่อน เพื่อแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปะปนกันอยู่ตามธรรมชาติออกเป็นแก๊สชนิดต่างๆ โดยผ่านขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 - แยกส่วนที่เป็นแก๊สเหลวออกจากแก๊สธรรมชาติก่อน ด้วยหน่วยแยกของเหลว
- ขั้นที่ 2 - ผ่านแก๊สที่ได้ไปยังหน่วยกำจัดปรอท เพราะปรอทจะทำให้ระบบท่อแก๊สสึกกร่อน
- ขั้นที่ 3 - ผ่านแก๊สไปยังหน่วยกำจัดแก๊ส CO_2 ด้วยสารละลาย K_2CO_3 และความชื้น (H_2O) ด้วยสารดูดความชื้น เพราะแก๊สทั้งสองจะกลายเป็นของแข็งอุดตันท่อ
- ขั้นที่ 4 - แยกส่วนแก๊สไฮโดรคาร์บอน โดยการเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิ ทำให้แก๊สเป็นของเหลวทั้งหมด แล้วนำแก๊สเหลวนี้นำไปรวมกับแก๊สเหลวที่แยกไว้ในขั้นที่หนึ่ง มาผ่านหอกลั่น เพื่อกลั่นแยกแก๊ส

ตารางแสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติ

แก๊ส	ประโยชน์
มีเทน	เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า และในโรงงาน อัดในรถยนต์ เป็นวัตถุดิบทำปุ๋ย
อีเทน & โพรเพน	ใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี
ปิโตรเลียมเหลว (Liquid Petroleum Gas)	เชื้อเพลิงในครัวเรือน และรถยนต์
โซลินธรรมชาติ	ป้อนเข้าโรงกลั่นน้ำมันเพื่อผลิตน้ำมันเบนซิน ใช้ทำตัวทำละลาย และใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2553

- ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของตัวทำละลายในอุตสาหกรรมเคมีที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม
 - มีจุดเดือดสูงกว่าน้ำมันดีเซล
 - เป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่ละลายน้ำได้
 - *3) มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำและความดันปกติ
 - ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยกว่า 5 อะตอม

O-NET ปี 2552

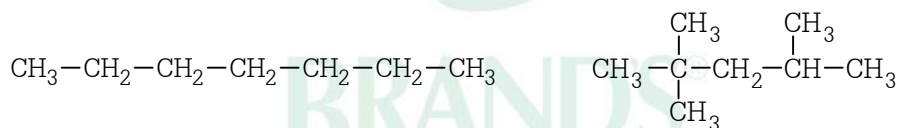
- ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - สูตรโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่เล็กที่สุดที่มีโครงสร้างเป็นโซ่ที่มีกิ่งสาขาคือ C_4H_{10}
 - สารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีโครงสร้างได้เฉพาะที่เป็นโซ่ ซึ่งอาจเป็นโซ่ตรงหรือโซ่ที่มีกิ่งสาขาก็ได้
 - *3) น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 91 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 มีการเผาไหม้ที่ให้พลังงานเท่ากัน
 - ค่าออกเทนของนอร์มอลเฮปเทนมีค่าเป็น 0 แสดงว่าการเผาไหม้ของนอร์มอลเฮปเทน ให้พลังงานน้อยมากเมื่อเทียบกับไอโซออกเทนที่มีค่าออกเทนเป็น 100
- ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแก๊สธรรมชาติไม่ทำให้เกิดแก๊สที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
 - ควันทืดำที่เกิดจากเครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์คือแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์
 - *3) เชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่พัฒนาเพื่อใช้ทดแทนปิโตรเลียมจัดเป็นทั้งพลังงานทางเลือกและเป็นพลังงานสะอาด เพราะไม่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นมลภาวะในอากาศ
 - การเผาไหม้ซึ่งมีเซลลูโลสทำให้ได้ถ่านไม้ เขียนเป็นสมการเคมี คือ $C_n(H_2O)_n \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$
- การเผาไหม้ของเอทานอลให้พลังงานน้อยกว่าน้ำมันเบนซินในปริมาตรที่เท่ากัน และเอทานอลมีค่าออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบนซิน ถ้าใช้รถคันเดียวกันเติมน้ำมันเท่ากันแล้วขับบนเส้นทางและสภาพถนนเดียวกัน จะได้ผลตามข้อใด
 - *1) การใช้แก๊สโซฮอล์จะวิ่งได้ระยะทางน้อยกว่าใช้เบนซิน แต่เครื่องยนต์ทำงานได้ดีกว่า
 - การใช้แก๊สโซฮอล์จะวิ่งได้ระยะทางมากกว่าใช้เบนซิน และเครื่องยนต์ทำงานได้ดีกว่า
 - การใช้เบนซินหรือแก๊สโซฮอล์ได้ผลเหมือนกันทั้งระยะทางและการทำงานของเครื่องยนต์
 - การใช้แก๊สโซฮอล์จะวิ่งได้ระยะทางน้อยกว่าใช้เบนซิน ส่วนเครื่องยนต์ทำงานได้เหมือนกัน

O-NET ปี 2551

5. ในการกลั่นน้ำมันดิบ ผู้ประกอบการจะใช้การกลั่นลำดับส่วนแทนที่จะใช้การกลั่นแบบธรรมดา ข้อใดคือเหตุผลหลัก
- *1) ในน้ำมันดิบมีสารที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันจึงแยกด้วยการกลั่นแบบธรรมดาไม่ได้
 - 2) การกลั่นแบบธรรมดาต้องใช้เชื้อเพลิงมากกว่าการกลั่นลำดับส่วน
 - 3) การกลั่นแบบธรรมดาจะได้สารปรอทและโลหะหนักออกมาด้วย
 - 4) การกลั่นลำดับส่วนจะไม่มีเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์
6. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
- ก. LPG เป็นแก๊สหุงต้มและสามารถปรับใช้แทนน้ำมันเบนซินได้
 - ข. เลขออกเทนใช้บอกคุณภาพของน้ำมันเบนซิน 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.

O-NET ปี 2550

7. น้ำมันเบนซิน A และ B มีเลขออกเทน 91 และ 75 ตามลำดับ มีองค์ประกอบเป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างดัง (1) และ (2)



(1)

(2)

- พิจารณาข้อความเกี่ยวกับน้ำมันเบนซิน A และ B ต่อไปนี้
- ก. น้ำมันเบนซิน A มีสาร (2) มากกว่าน้ำมันเบนซิน B
 - ข. น้ำมันเบนซิน A มีสาร (1) 91 ส่วน แต่น้ำมันเบนซิน B มีสาร (1) เพียง 75 ส่วน
 - ค. สาร (2) ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซิน A ดีกว่าน้ำมันเบนซิน B
 - ง. การเติมสาร (2) ลงในน้ำมันเบนซิน A และ B เป็นการเพิ่มคุณภาพเพราะเลขออกเทนของน้ำมันสูงขึ้น
- ข้อใดถูก
- 1) ข. เท่านั้น *2) ก., ค. และ ง. เท่านั้น
- 3) ข., ค. และ ง. เท่านั้น 4) ก., ข., ค. และ ง.

O-NET ปี 2549

8. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ซากพืชซากสัตว์ที่ถูกกักเก็บอยู่ใต้เปลือกโลกที่มีอุณหภูมิ และความดันสูงเป็นเวลานานจะเกิดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- ข. น้ำมันดิบจะถูกกักเก็บอยู่ใต้พื้นผิวโลกในชั้นหินดินดาน ซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายกระทะรองรับไว้
- ค. การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมเบื้องต้น คือ การศึกษาลักษณะของหินใต้พื้นโลก
- ง. ในประเทศไทยพบว่าแหล่งผลิตแก๊สธรรมชาติและแหล่งผลิตน้ำมันดิบเป็นแหล่งเดียวกัน

ข้อใดถูก

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

9. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. แก๊สโซฮอล์เป็นสารผสมระหว่างเอทานอลและน้ำมันเบนซิน
- ข. แก๊สหุงต้ม หรือ LPG เป็นแก๊สผสมระหว่างโพรเพนและบิวเทน
- ค. แก๊สธรรมชาติจัดเป็นพลังงานสะอาดเพราะสามารถเกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์

ข้อใดถูก

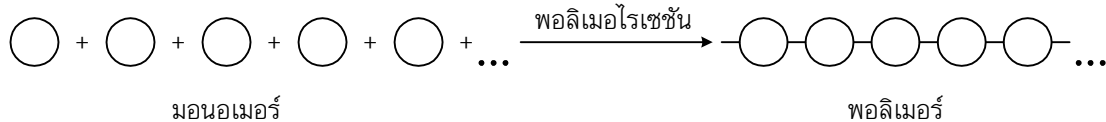
- 1) ก. และ ข. เท่านั้น 2) ก. และ ค. เท่านั้น 3) ข. และ ค. เท่านั้น *4) ทั้ง ก., ข. และ ค.



พอลิเมอร์

พอลิเมอร์ (Polymer) เป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่เกิดจากสารตั้งต้นโมเลกุลเล็ก (มอนอเมอร์) หลายๆ โมเลกุลมาต่อกันด้วยพันธะเคมี มีทั้งแบบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้น

มอนอเมอร์ (Monomer) คือ สารตั้งต้นโมเลกุลเล็กที่ใช้เตรียมพอลิเมอร์ ส่วนใหญ่เป็นสารไม่อิ่มตัว เช่น เอทิลีน ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) โพรพิลีน ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$) หรือไวนิลคลอไรด์ ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$)



พอลิเมอร์สามารถแบ่งได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ดังนี้

1. แบ่งตามการเกิดได้ 2 แบบ คือ

1.1 พอลิเมอร์ธรรมชาติ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น โปรตีน แป้ง เซลลูโลส ยางธรรมชาติ เป็นต้น

1.2 พอลิเมอร์สังเคราะห์ เป็นพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น พลาสติก ไนลอน ลูไซต์ เป็นต้น

2. แบ่งตามชนิดของมอนอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบได้ 2 แบบ คือ

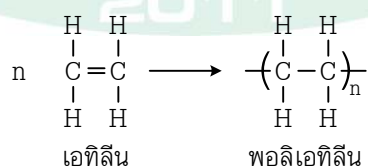
2.1 โฮโมพอลิเมอร์ (Homopolymer) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น แป้ง พอลิเอทิลีน PVC เป็นต้น

2.2 โคพอลิเมอร์ (Copolymer) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกัน เช่น โปรตีน พอลิเอสเทอร์ พอลิเอไมด์ ยาง SBR เป็นต้น

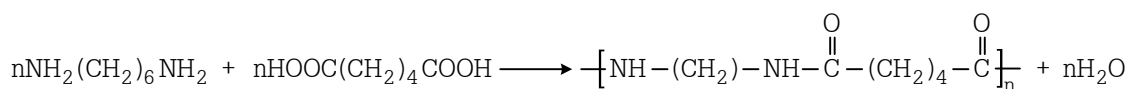
3. แบ่งตามชนิดของปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน

กระบวนการนำมอนอเมอร์หน่วยเล็กๆ มารวมกันทำให้ได้สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า “ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน” (Polymerization) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติม (Addition Polymerization) เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่หลายๆ หน่วยมาเชื่อมต่อกัน เช่น

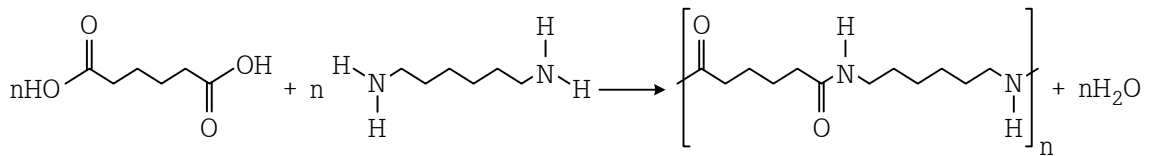


3.2 ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น (Condensation Polymerization) เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อกัน โดยมีการขจัดสารโมเลกุลเล็กออกมาด้วย เช่น H_2O , NH_3 เป็นต้น เช่น

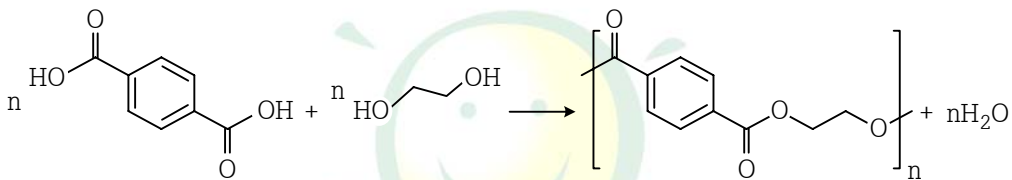


ในการเกิดพอลิเมอร์ไซโซชันแบบควบแน่นนี้พบว่า ยังสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ตามชนิดของพันธะที่เกิดขึ้น ดังนี้

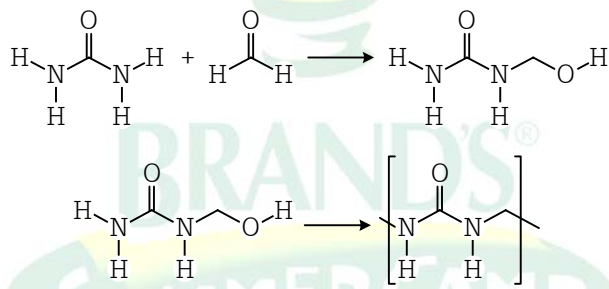
3.2.1 พอลิเอไมด์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอไมด์ (Amide Linkage) ได้แก่ ไปรติน ไนลอน 6, 6 ไนลอน 6 และ Kevlar เช่น



3.2.2 พอลิเอสเทอร์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอสเทอร์ พอลิเมอร์ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นเส้นใยและมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมผ้าไหม เช่น




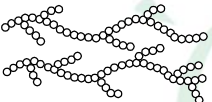

3.3.3 พอลิยูเรีย-ฟอร์ติมัลดีไฮด์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการควบแน่นของมอนอเมอร์ที่เป็นยูเรียและฟอร์ติมัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ใช้ในการทำกาวยูรีน ใช้เคลือบสาร และโฟม เช่น



โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์

โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ สามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางแสดงโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์

ประเภท	ลักษณะโครงสร้าง	คุณสมบัติ
พอลิเมอร์แบบเส้น		<ul style="list-style-type: none">พอลิเมอร์มีลักษณะเป็นสายยาว เรียงตัวชิดกันความหนาแน่นสูง จุดหลอมเหลวสูงขุ่น แข็ง เหนียวตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน (PE) พอลิสไตรีน (PS) พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)
พอลิเมอร์แบบกิ่ง		<ul style="list-style-type: none">พอลิเมอร์มีลักษณะเป็นสายที่มีกิ่ง การเรียงตัวไม่ชิดกันมากความหนาแน่นต่ำ จุดหลอมเหลวต่ำยืดหยุ่น สามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาได้ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE)
พอลิเมอร์แบบร่างแห		<ul style="list-style-type: none">พอลิเมอร์มีลักษณะเป็นโครงร่างแหแข็งแรงแต่เปราะตัวอย่างเช่น เบกาไลต์ เมลามีน

พลาสติก

พลาสติกเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน มีมวลโมเลกุลสูง บางชนิดเหนียวยืดหยุ่นได้มาก บางชนิดเหนียวและแข็ง ทั้งนี้สมบัติของพลาสติกจะขึ้นกับโครงสร้างของพลาสติกนั้น

ประเภทของพลาสติก แบ่งโดยอาศัยลักษณะการหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. พลาสติกคินรูป (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่หลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน และกลับมาแข็งตัวได้เมื่อปล่อยให้เย็น สภาพของการหลอมละลายและการแข็งตัวสามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ขึ้นกับอุณหภูมิสมบัติต่างๆ ยังคงเหมือนเดิม สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนมากเป็นพวกโซ่ตรง และโซ่กิ่ง เช่น PE, PP, PS, PVC เป็นต้น

2. พลาสติกคงรูป (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่รักษาสภาพเป็นของแข็งอย่างถาวร หลังจากได้รับความร้อนในการหลอมครั้งแรก และเย็นตัวลง พลาสติกจะแข็งตัวอย่างถาวร มีความแข็งแรงมาก ไม่สามารถหลอมกลับมาใช้ใหม่ได้ ถ้าให้อุณหภูมิสูงพอ พลาสติกจะไม่หลอมละลาย แต่จะไหม้กลายเป็นเถ้า พลาสติกชนิดนี้มักมีโครงสร้างแบบร่างแห เช่น เมลามีน, พอลิยูรีเทน เป็นต้น

เส้นใย (Fiber)

เส้นใยเป็นพอลิเมอร์ที่โครงสร้างของโมเลกุลเหมาะสมต่อการรีดหรือปั่นให้เป็นเส้นด้าย แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

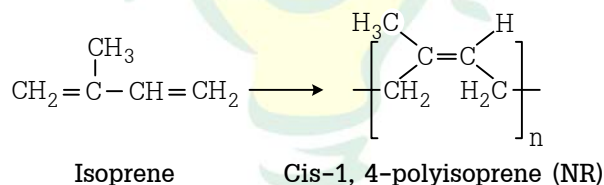
1. เส้นใยธรรมชาติ เป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากพืชและสัตว์ เช่น เซลลูโลส ไพรติน เป็นต้น
2. เส้นใยสังเคราะห์ เป็นพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น พอลิเอไมด์ ไนลอน พอลิเอสเทอร์ ดาครอน พอลิอะครีโลไนไตรด์ เป็นต้น
3. เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ เช่น เซลลูโลสอะซิเตต เป็นต้น

ยาง (Rubber)

ยางเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มีสมบัติพิเศษ คือ มีความยืดหยุ่นสูง ทำเป็นรูปต่างๆ ได้ง่าย มีความทนทานสูง มักนำไปใช้ทำยางรถยนต์ ลูกบอล พื้นรองเท้า ยางลบ ของเล่น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ยางธรรมชาติ (Natural Rubber)

ยางธรรมชาติ (มักจะหมายถึงยางพารา) เป็นพอลิเมอร์ของไฮโดรคาร์บอน ที่เรียกว่า พอลิไอโซพรีน (Polyisoprene) ซึ่งมีมอนอเมอร์เป็นไอโซพรีน

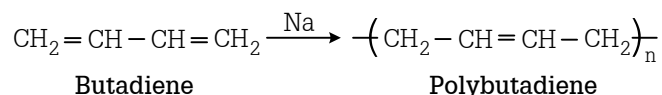


ยางดิบที่ได้จากน้ำยางยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นและความเหนียวไม่เพียงพอกับการใช้งาน จึงต้องทำการปรับปรุงสมบัติของยางโดยนำไปผ่าน **ปฏิกิริยาคัลคาไนเซชัน (Vulcanization)** ซึ่งนำยางไปเผาพร้อมกับกำมะถัน กำมะถันจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อม (Cross-link Agent) ระหว่างโมเลกุลของยาง ทำให้ยางแข็งแรง และยืดหยุ่นได้ดี เมื่อยางผ่านกระบวนการนี้จะเรียกว่า ยางสุก หรือ Vulcanized Rubber

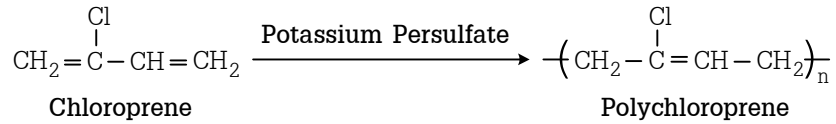
2. ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber)

เป็นยางที่ทำขึ้นเพื่อเลียนแบบสมบัติของยางธรรมชาติ มีหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่

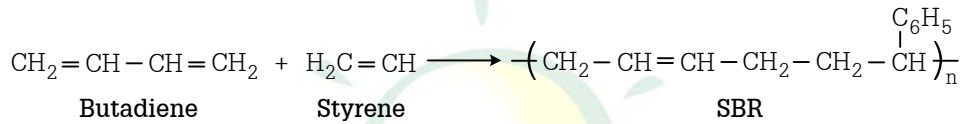
- พอลิบิวทาไดอีน (Polybutadiene) หรือ Buna Rubber เป็นยางสังเคราะห์ชนิดแรก มีมอนอเมอร์เป็นบิวทาไดอีน ใช้ทำยางรถยนต์ และยางล้อเครื่องบิน



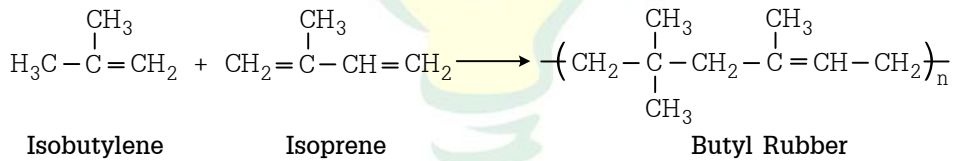
- พอลิคลอโรพรีน (Polychloroprene) ชื่อทางการค้า คือ นีโอพรีน มีคลอโรพรีนเป็นมอนอเมอร์ ทนต่อโอโซน น้ำ กรดและเบส ไม่บวมน้ำมัน จึงมักนำไปทำ Seal ตามขอบประตูหน้าต่าง หรือ Seal ในเครื่องใช้ต่างๆ



- ยางเอสบีอาร์ (SBR) หรือยางสไตรีน-บิวทาไดอีน (Styrene-Butadiene Rubber) เป็นโคพอลิเมอร์ ระหว่างบิวทาไดอีนกับสไตรีน ยาง SBR ทนต่อการขูดถู และเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ยากกว่า NR จึงนำไปใช้ ทำหน้ายางรถยนต์ สันรองเท้า ยางปูพื้น



- ยางบิวทิว (Butyl Rubber) เป็นโคพอลิเมอร์ ระหว่าง Isobutylene กับ Isoprene มีสมบัติเก็บกัก แก๊สได้ดี จึงนิยมนำไปทำยางในรถยนต์



ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2551

1. ข้อใดจัดประเภทของพลาสติกได้ถูกต้อง

	เทอร์มอพลาสติก	พลาสติกเทอร์มอเซต
*1)	โฟม	แก้วพลาสติก
2)	ถุงพลาสติก	ดอกไม้พลาสติก
3)	กระดาษปิดผนัง	เต้าเสียบไฟฟ้า
4)	ด้ามจับเตารีด	ฟิล์มถ่ายภาพ

2. โครงสร้างของพลาสติกในข้อใดที่ไม่สอดคล้องกับสมบัติของพลาสติกนั้น

	สมบัติ	โครงสร้าง		
		โซ่ตรง	โซ่กิ่ง	ตาข่าย
1)	ยืดหยุ่น โค้งงอได้	✓	✓	-
2)	นำกลับมาใช้ใหม่ได้	✓	✓	-
3)	นำมาขึ้นรูปใหม่ไม่ได้	-	-	✓
*4)	ได้รับความร้อนไม่อ่อนตัว	-	✓	✓

3. เปรียบเทียบสาร A และ B ซึ่งมีสูตรโครงสร้าง ดังนี้



ข้อสรุปใดถูก

- *1) จุดหลอมเหลวของ A น้อยกว่า B
- 2) A ละลายน้ำได้ ส่วน B ไม่ละลายน้ำ
- 3) A และ B เป็นสารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว
- 4) B เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากกว่า A 594 โมเลกุล



O-NET ปี 2550

4. พลาสติกชนิดหนึ่งมีสมบัติ ดังนี้

- ก. ประกอบด้วยมอนอเมอร์เพียงชนิดเดียว
- ข. เป็นเทอร์โมพลาสติก
- ค. เมื่อไหม้ไฟจะเกิดควันสีขาว กลิ่นคล้ายกรดเกลือ
- ง. ใช้ทำรองเท้า กระดาษติดผนัง

พลาสติกชนิดใดมีสมบัติดังกล่าว

- 1) พอลิยูเรียพอร์มาลดีไฮด์
- 2) พอลิไทริน
- 3) พอลิโพรพิลีน
- *4) พอลิไวนิลคลอไรด์

5. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ไนลอนและอีพอกซีจัดเป็นเทอร์โมพลาสติก
- ข. เอทิลีนจัดเป็นมอนอเมอร์ที่มีขนาดเล็กที่สุดในการผลิตพอลิเมอร์
- ค. ซิลิโคนที่ใช้ในงานฉลยกรรมจัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง
- ง. ยางธรรมชาติและยางเทียม IR ต่างมีไอโซพรีนเป็นมอนอเมอร์

ข้อใดถูก

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

6. ถ้ามีขยะพลาสติกที่เป็นขวดน้ำดื่ม เต้าเสียบไฟฟ้า และเครื่องโทรศัพท์ สามารถกำจัดได้โดยวิธีใด

- ก. นำมาบดให้ละเอียด หลอมให้เหลว นำไปผลิตเป็นกะละมัง
- ข. นำมาบดให้ละเอียด ผสมน้ำมันเบนซิน กวนให้เข้ากัน นำไปหล่อเป็นภาชนะ
- ค. แยกเอาส่วนที่เป็นขวดน้ำดื่มออกเพื่อนำไปหลอมผลิตเป็นถุง ส่วนที่เหลือนำมาบดให้ละเอียด ผสมกากลงไป อัดให้เป็นแผ่นปูพื้น
- ง. นำมาบดให้ละเอียด ผสมคอนกรีตทำเป็นแผ่นทางเดินเท้า

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

O-NET ปี 2549

7. ข้อใดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติทั้งหมด

- 1) แป้ง เซลลูโลส พอลิไทริน *2) โปรตีน พอลิไอโซพรีน กรดนิวคลีอิก
- 3) ยางพารา พอลิเอทิลีน เทฟลอน 4) ไกลโคเจน ไขมัน ซิลิโคน

8. พลาสติกที่ใช้ทำกล่องโฟมใส่อาหาร และยางยึดรัดของจะมีสมบัติคล้ายกับพอลิเมอร์ชนิดใด ตามลำดับ

พอลิเมอร์	ลักษณะทางกายภาพ	สภาพการไหม้ไฟ	การนำมารีไซเคิล
A	โปร่งใส เปราะ	เขม่ามาก ควันมีกลิ่นคล้ายแก๊สจุดตะเกียง	ได้
B	ยืดหยุ่น เหนียว	ควันขาว กลิ่นกรด	ได้
C	ยืดหยุ่น เหนียว	เขม่ามาก ควันดำ	ไม่ได้
D	ทึบแสง แข็ง	ติดไฟยาก ไม่หลอมเหลวแต่ไหม้เป็นเถ้าทั้งหมด	ไม่ได้

*1) A และ C

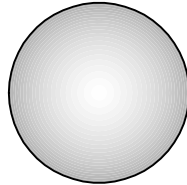
2) B และ C

3) C และ B

4) D และ B

โครงสร้างอะตอม

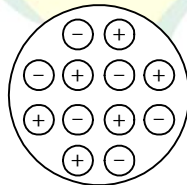
แบบจำลองอะตอมของดอลตัน



แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

- สสารแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ เรียกว่า อะตอม
- ไม่สามารถทำให้อะตอมเกิดหรือสูญหายไปได้
- อะตอมชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน และแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

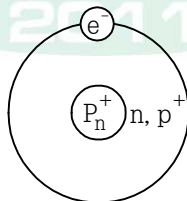
แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

- อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบด้วยโปรตอน (ประจุบวก) และอิเล็กตรอน (ประจุลบ) กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด (+ แชนดวิก)



แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

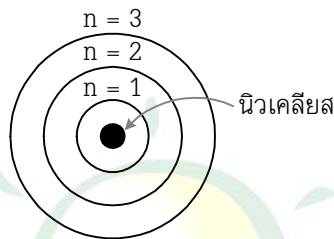
อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม มีโปรตอนกับนิวตรอนประกอบกันเป็นนิวเคลียสอยู่ตรงกลางของอะตอม และอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส นิวเคลียสมีขนาดเล็ก แต่มีมวลมาก และมีประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนจะมีมวลน้อยมาก และมีประจุลบ จำนวนอิเล็กตรอนจะมีเท่ากับจำนวนโปรตอน



มวลและประจุของอนุภาคมูลฐาน

อนุภาค	สัญลักษณ์	มวล (amu)	ประจุ
โปรตอน	p^+	1.00	+1
นิวตรอน	n	1.00	0
อิเล็กตรอน	e^-	0.0005	-1

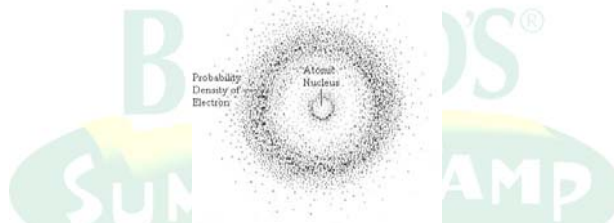
แบบจำลองอะตอมของโบร์



แบบจำลองอะตอมของโบร์

- อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนรวมตัวกันอยู่เป็นนิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนโคจรอยู่ในวงโคจรรอบนิวเคลียสเป็นชั้นๆ
- วงโคจรของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด มีพลังงานต่ำสุด ชื่อ ชั้น K ($n = 1$)
- วงโคจรถัดออกมา มีพลังงานสูงขึ้น ชื่อ L ($n = 2$), M ($n = 3$), O ($n = 4$), ...

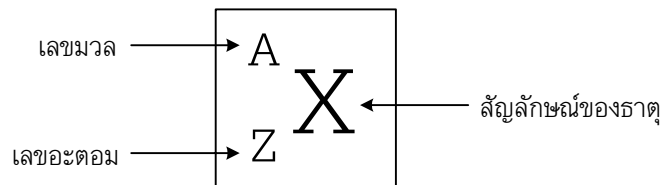
แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



ในปัจจุบันมีการศึกษาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในอะตอม พบว่าอิเล็กตรอนไม่ได้เคลื่อนที่เป็นวงกลมที่แน่นอน ทำให้มีการเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่เป็นลักษณะกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนบริเวณรอบนิวเคลียส

สัญลักษณ์นิวเคลียร์

คือ สัญลักษณ์ที่ใช้เขียนบอกรายละเอียดเกี่ยวกับอะตอมของธาตุ



เลขอะตอม (Atomic Number ; Z) = ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส ธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน

$$\text{เลขอะตอม} = \text{จำนวนโปรตอน} (= \text{จำนวนอิเล็กตรอน})$$

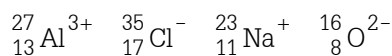
เลขมวล (Mass Number, A) = ตัวเลขแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียส

$$\text{เลขมวล} = \text{จำนวนโปรตอน} + \text{จำนวนนิวตรอน}$$

Ex. จงบอกจำนวนอนุภาคมูลฐานของธาตุต่อไปนี้



Ex. จงบอกจำนวนอนุภาคมูลฐานของไอออนต่อไปนี้



ไอโซโทป

ไอโซโทป (Isotope) คือ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มี**จำนวนโปรตอนเท่ากัน** แต่มีเลขมวลและจำนวนนิวตรอนต่างกัน เช่น ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$ หรือ ${}^{37}_{17}\text{Cl}$, ${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$

ธาตุที่เป็นไอโซโทปกันจะมีสมบัติทางเคมีเหมือนกันแต่สมบัติทางกายภาพบางอย่างแตกต่างกัน เช่น มวลอะตอม

การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม

จากการศึกษาเรื่องโครงสร้างอะตอมทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียสตามระดับพลังงานแต่ละระดับ จำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้มากที่สุดในแต่ละระดับพลังงาน คือ $2n^2$ เมื่อ n = ลำดับที่ของระดับพลังงาน เช่น

ระดับพลังงานที่ 1 (n = 1) มีอิเล็กตรอนได้มากที่สุด = 2

ระดับพลังงานที่ 2 (n = 2) มีอิเล็กตรอนได้มากที่สุด = 8

ระดับพลังงานที่ 3 (n = 3) มีอิเล็กตรอนได้มากที่สุด = 18

ระดับพลังงานที่ 4 (n = 4) มีอิเล็กตรอนได้มากที่สุด = 32

- วิธีนี้ใช้ได้ดีในชั้นต้นเท่านั้น (ถึงระดับ n = 4)
- ระดับพลังงานที่อยู่อกสุด เรียกว่า ชั้นเวเลนซ์ ส่วนอิเล็กตรอนในชั้นเวเลนซ์ เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน (โดยทั่วไปมีจำนวนไม่เกิน 8 อิเล็กตรอน)

- การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ 20 ธาตุแรก เป็นดังนี้

H	1	Li	2, 1	Na	2, 8, 1	K	2, 8, 8, 1
He	2	Be	2, 2	Mg	2, 8, 2	Ca	2, 8, 8, 2
		B	2, 3	Al	2, 8, 3		
		C	2, 4	Si	2, 8, 4		
		N	2, 5	P	2, 8, 5		
		O	2, 6	S	2, 8, 6		
		F	2, 7	Cl	2, 8, 7		
		Ne	2, 8	Ar	2, 8, 8		

- จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน → บอกหมู่ของธาตุ
- จำนวนระดับพลังงาน → บอกคาบของธาตุ



ตารางธาตุ (Periodic Table)

เนื่องจากมีการค้นพบธาตุจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการจัดธาตุเป็นกลุ่ม เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ และง่ายต่อการจดจำ โดยทั่วไปจะจัดธาตุที่มีสมบัติเหมือนกันให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน

ในปี ค.ศ. 1817 โยฮันน์ เดอเบอโรเนอร์ ได้จัดธาตุเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ธาตุตามสมบัติที่คล้ายคลึงกัน เรียกว่า ชุดสาม (Triads) โดยพบว่าธาตุที่อยู่ตรงกลางจะมีมวลอะตอมเท่ากับมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุอีก 2 ธาตุ

ในปี ค.ศ. 1864 จอห์น นิวแลนด์ส เสนอว่าถ้าเรียงธาตุตามมวลอะตอม ธาตุที่ 8 จะมีสมบัติคล้ายกับธาตุที่ 1 เสมอ (ไม่รวมไฮโดรเจนและแก๊สเฉื่อย)

ในปี ค.ศ. 1869 ยูลิวส์ โลทซ์ ไมเออร์ และดิมิทรี อิวาโนวิช เมนเดเลเยฟ ได้จัดหมวดหมู่ของธาตุ โดยเรียงตามมวลอะตอมจากน้อยไปมาก และพบว่าสมบัติของธาตุจะสัมพันธ์กับมวลอะตอมของธาตุ เรียกว่า “กฎพีริออดิก” (Periodic Law) โดยกฎนี้กล่าวไว้ว่า “สมบัติของธาตุเป็นไปตามมวลอะตอมของธาตุโดยเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงตามมวลอะตอมที่เพิ่มขึ้น” ซึ่งเมนเดเลเยฟได้จัดธาตุตามสมบัติคล้ายกันให้อยู่ในแถว (หมู่) เดียวกัน โดยพยายามเรียงตามมวลอะตอมจากน้อยไปมาก เรียกว่า “ตารางพีริออดิก”

ต่อมาในปี ค.ศ. 1913 เฮนรี ไมสส์ ได้จัดเรียงธาตุตามลำดับเลขอะตอม ซึ่งสอดคล้องกับกฎพีริออดิก ในปัจจุบัน กฎพีริออดิกมีใจความว่า “สมบัติต่างๆ ของธาตุจะขึ้นอยู่กับเลขอะตอมของธาตุนั้น และขึ้นอยู่กับการจัดอิเล็กตรอนของธาตุนั้น”

ตารางธาตุในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากการศึกษาของดิมิทรี อิวาโนวิช เมนเดเลเยฟ และยูลิวส์ โลทซ์ ไมเออร์ ตารางธาตุในปัจจุบันมีลักษณะ ดังนี้

1. การจัดเรียงธาตุเรียงตามลำดับเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้น จากซ้าย → ขวา และบน → ล่าง
2. ธาตุเรียงกันเป็นแถวตามแนวนอน เรียกว่า คาบ (period) เลขคาบบอกจำนวนระดับชั้นพลังงาน เช่น คาบที่ 1 (เริ่มจาก H) มี 1 ระดับพลังงาน คาบที่ 2 (เริ่มจาก Li) มี 2 ระดับพลังงาน
3. ธาตุเรียงในแนวตั้ง เรียกว่า หมู่ (group) เลขหมู่บอกจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน ธาตุแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ ธาตุเรฟริเซนเททีฟ (หมู่ IA - VIIIA) และธาตุแทรนซิชัน (หมู่ IIIB - IIB)

ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2553

- ไอออนบวกของไฮโดรเจน (H^+) ชาติอนุภาคมูลฐานข้อใด
 - โปรตอน
 - อิเล็กตรอน
 - นิวตรอนและอิเล็กตรอน
 - โปรตอนและอิเล็กตรอน
- ธาตุในข้อใดที่เป็นไอโซโทปกับธาตุที่มีสัญลักษณ์เป็น ${}_{5}^{11}A$
 - ${}_{5}^{12}B$
 - ${}_{6}^{12}B$
 - ${}_{5}^{11}B$
 - ${}_{6}^{11}B$
- ไอออนของธาตุ X มีจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน เท่ากับ 9, 10 และ 10 ตามลำดับ ธาตุ X มีสัญลักษณ์เป็นไปตามข้อใด
 - ${}_{9}^{19}X$
 - ${}_{9}^{21}X$
 - ${}_{11}^{20}X$
 - ${}_{11}^{21}X$
- สารบริสุทธิ์ของธาตุ X ในข้อ 3 มีสูตรโมเลกุลตามข้อใด
 - F_2
 - Cl_2
 - N_2
 - O_2

O-NET ปี 2552

- การทดลองข้อใดที่พิสูจน์ว่านิวเคลียสในอะตอมมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดของอะตอม
 - การยิงรังสีแคโทดไปยังแผ่นโลหะบาง ทำให้มีการปล่อยรังสีเอกซ์เกิดขึ้น
 - การยิงอนุภาคอัลฟาไปยังแผ่นโลหะบาง ทำให้ธาตุนั้นปลดปล่อยอนุภาคที่เป็นกลางออกมา
 - การยิงรังสีแคโทดไปยังแผ่นโลหะบาง แล้วรังสีแคโทดส่วนใหญ่ถูกแผ่นโลหะดูดกลืนเอาไว้
 - การยิงอนุภาคอัลฟาไปยังแผ่นโลหะบาง แล้วพบว่าอนุภาคส่วนใหญ่ทะลุผ่านไปได้ โดยมีเพียงส่วนน้อยที่กระเจิงออกหรือสะท้อนกลับ
- พิจารณาคำอธิบายต่อไปนี้
 - ${}_{1}^1H$ มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ ${}_{1}^2D$
 - ${}_{15}^{31}P$ มีจำนวนนิวตรอนน้อยกว่า ${}_{16}^{32}S$
 - ${}_{8}^{16}O^{-2}$ มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ ${}_{9}^{19}F^{-}$
 - ${}_{13}^{27}Al$ มีจำนวนอนุภาคมูลฐานทั้งหมด 27 ตัวข้อใดอธิบายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ได้ถูกต้อง
 - ก. และ ข.
 - ก. และ ค.
 - ข. และ ง.
 - ค. และ ง.

7. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**

- 1) ธาตุที่มีอิเล็กตรอน 36 ตัว จัดเป็นแก๊สเฉื่อย
- 2) ธาตุที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 18 7 จัดเป็นธาตุแฮโลเจน
- *3) น้ำจัดเป็นสารไอออนิกเพราะแตกตัวได้ H^+ ที่มีประจุบวกกับ OH^- ที่มีประจุลบ
- 4) ธาตุที่มีอิเล็กตรอน 12 ตัว เกิดเป็นสารประกอบไอออนิกได้โดยเสียอิเล็กตรอน 2 ตัว

8. ข้อใด**ถูกต้อง**เกี่ยวกับไอโซโทปสองไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกัน

- 1) มีจำนวนนิวคลีออนเท่ากัน
- 2) มีเลขมวลเท่ากัน
- *3) มีเลขอะตอมเท่ากัน
- 4) มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน

9. ธาตุหรือไอโซโทปในข้อใดที่**ไม่มี**ส่วนเกี่ยวข้องในปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันที่เกิดขึ้นที่ดวงอาทิตย์

- 1) ไฮโดรเจน
- 2) ดิวเทอเรียม
- *3) ทริเทียม
- 4) ฮีเลียม

O-NET ปี 2551

10. ถ้า A, B, C, D และ E เป็นสัญลักษณ์สมมติของธาตุ และมีจำนวนอนุภาคมูลฐานดังแสดงในตาราง

สัญลักษณ์	จำนวนโปรตอน	จำนวนนิวตรอน	จำนวนอิเล็กตรอน
A	9	10	9
B	9	10	10
C	10	12	10
D	11	10	11
E	11	11	10

จากข้อสรุปต่อไปนี้

- ก. A และ B เป็นไอโซโทปเดียวกัน แต่ B เป็นไอออนลบ
- ข. C มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ $^{22}_{10}C$ และ D มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ $^{21}_{11}D$
- ค. D และ E เป็นธาตุชนิดเดียวกัน แต่ D เป็นไอออนลบ
- ง. B, C และ E เป็นไอโซโทปกัน โดยที่ B มีเลขมวลน้อยที่สุดและ E เป็นไอออนบวก

ข้อใด**ถูก**

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

11. ข้อใดเป็นการจัดตัวของอิเล็กตรอนในอะตอมที่มีเลขมวล 40 และมีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 21

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



12. พิจารณาข้อมูลแสดงตำแหน่งของธาตุต่างๆ ในตาราง

ธาตุ	คาบที่	หมู่ที่
A	4	1A
B	2	4A
C	3	1A
D	3	4A

ข้อสรุปใดผิด

- 1) ธาตุ A และ C มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน
 - 2) เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุ C กับ D อยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน
 - *3) จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่สองของธาตุ A, B และ C เท่ากัน
 - 4) จำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมดในอะตอมของธาตุ A มีค่ามากกว่าของธาตุ C 8 อิเล็กตรอน
13. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

ธาตุ	A	B	C	D
เลขอะตอม	11	18	31	38

ข้อใดถูก

- 1) A และ D อยู่หมู่เดียวกัน
- 2) D มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนสูงสุด
- *3) B อยู่เป็นอะตอมเดี่ยวอย่างอิสระได้
- 4) C และ D อยู่ในคาบเดียวกัน

O-NET ปี 2550

14. ธาตุ X อยู่ในหมู่ 7A คาบที่ 5 มีเลขมวล 129 ธาตุ X เป็นไปตามข้อใด

- ก. มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น $^{129}_{53}\text{X}$
- ข. เป็นกึ่งโลหะ และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7
- ค. มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน 2 8 18 18 5
- ง. เป็นไอโซโทปกับธาตุ $^{127}_{53}\text{I}$

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

15. ถ้าสามารถดึงโปรตอน 4 ตัว อิเล็กตรอน 5 ตัว และนิวตรอน 5 ตัว ออกจากอะตอมของฟอสฟอรัส จะได้อนุภาคใดเป็นผลิตภัณฑ์ (กำหนด P มีเลขอะตอม 15, เลขมวล 31)

- *1) Na^+
- 2) Na
- 3) Mg^{2+}
- 4) Al^{3+}

16. ธาตุสมมติมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ^7_3A $^{14}_7\text{B}$ $^{32}_{16}\text{X}$ และ $^{39}_{19}\text{Y}$ ธาตุใดอยู่ในหมู่เดียวกัน

- 1) A กับ B
- 2) X กับ Y
- *3) A กับ Y
- 4) B กับ X

17. เลขอะตอมของ F และ Ca เท่ากับ 9 และ 20 ตามลำดับ ธาตุทั้งสองรวมกันเป็นสารประกอบไอออนิก การจัดเรียงอิเล็กตรอนของไอออนทั้งสองเป็นดังข้อใด

	แคลเซียมไอออน	ฟลูออไรด์ไอออน
1)	2 8 8	2 8 2
*2)	2 8 8	2 8
3)	2 8 8 2	2 7
4)	2 8 8 1	2 8 1

O-NET ปี 2549

18. A และ B เป็นธาตุไอโซโทปกัน

A มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 10 และมีเลขมวลเท่ากับ 20

B มีจำนวนนิวตรอนมากกว่า A อยู่ 2 นิวตรอน

ข้อใดเป็นสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ B

- 1) ${}_{12}^{20}\text{B}$ *2) ${}_{10}^{22}\text{B}$ 3) ${}_{8}^{12}\text{B}$ 4) ${}_{10}^{12}\text{B}$

19. ธาตุที่มีเลขอะตอมต่อไปนี้ มีสิ่งใดเหมือนกัน 1 3 11 19 37

- 1) เป็นอโลหะเหมือนกัน 2) มีจำนวนอนุภาคมูลฐานเท่ากัน
3) อยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน *4) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน



ธาตุและสารประกอบ

ธาตุ (Elements)

ธาตุ คือ สารบริสุทธิ์เนื้อเดียวที่ไม่สามารถแบ่งแยกให้เป็นสารอื่นได้โดยวิธีทางเคมีทั่วไป ธาตุแต่ละชนิดประกอบด้วยอะตอมที่เหมือนกัน ธาตุแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ โลหะ (Metal) อโลหะ (Non-Metal) และกึ่งโลหะ หรือเมทัลลอยด์ (Semi-Metal or Metalloid)

ตารางเปรียบเทียบสมบัติของโลหะกับอโลหะ

สมบัติ	โลหะ	อโลหะ
สถานะ	ของแข็ง ยกเว้นปรอทเป็นของเหลว	ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
จุดเดือด-จุดหลอมเหลว	สูง	ต่ำ
พื้นผิว	มันวาว	ไม่มันวาว
การนำไฟฟ้า-ความร้อน	ดี	ไม่ดี
ความหนาแน่น	สูง	ต่ำ
การดึงเป็นเส้นยาว	เหนียว ดึงเป็นเส้นได้	เปราะ
การตีแผ่ให้เป็นแผ่น	ได้	ไม่ได้
ปฏิกิริยากับกรด	ได้เกลือ + แก๊ส H ₂	ไม่ได้แก๊ส H ₂

ธาตุกึ่งโลหะมีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ เช่น นำไฟฟ้าได้เล็กน้อยที่ภาวะปกติ จุดเดือด-จุดหลอมเหลวสูงแต่เปราะ ได้แก่ B, Si, Ge, As, Sb, Te ธาตุกึ่งโลหะอยู่ในแนวเส้นแบ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ โดยโลหะอยู่ด้านซ้ายและอโลหะอยู่ด้านขวา

สมบัติธาตุตามหมู่

ธาตุหมู่ IA (โลหะแอลคาไล)

- สมบัติทั่วไป
- เป็นธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว
 - เป็นของแข็ง แต่เป็นโลหะอ่อน สามารถใช้มีดตัดได้
 - นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีมาก เพราะมีพันธะโลหะ
 - เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้รุนแรงมาก คายความร้อน $M + H_2O \rightarrow MOH + H_2$
 - เกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนได้รุนแรง เกิดออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบส จึงต้องเก็บไว้ในน้ำมัน นอกจากนี้ยังทำปฏิกิริยากับกรดได้
 - มักให้ e⁻ แก่อะตอมอื่น เกิดไอออนที่มีประจุ +1
 - เป็นโลหะที่เกิดสารประกอบได้ง่าย และได้สารประกอบไอออนิก
 - สารประกอบของโลหะหมู่ IA ละลายน้ำได้ดี

ธาตุหมู่ IIA (โลหะแอลคาไลเอิร์ท)

- สมบัติทั่วไป - เป็นธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 2 ตัว เกิดเป็นไอออนที่มีประจุ +2
- สมบัติอื่นๆ เหมือนธาตุหมู่ IA แต่เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะมีความรุนแรงน้อยกว่า

ธาตุหมู่ VIIA (ธาตุแฮโลเจน)

- สมบัติทั่วไป - เป็นอโลหะ มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 7
- เป็นโมเลกุลแบบอะตอมคู่ ยึดกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ และจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามหมู่
ดังนั้นในสภาวะปกติ จะพบว่า

F_2 → แก๊สสีเหลืองอ่อน

Cl_2 → แก๊สสีเขียวอ่อน

Br_2 → ของเหลวสีน้ำตาลแดง

I_2 → ของแข็งสีเทาโลหะ

- ธาตุทุกตัวเป็นพิษ
- ไม่นำความร้อนและไฟฟ้า
- ธาตุแฮโลเจนละลายน้ำได้เล็กน้อยให้สารละลายสีต่างๆ
- ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์
- ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงตามหมู่
- ทดสอบว่าสารตัวอย่างมีเฮไลด์ไอออนได้โดยทำปฏิกิริยากับ $AgNO_3$ โดย

F^- : ไม่เกิดตะกอนกับ $AgNO_3$

Cl^- : ให้ตะกอนสีขาว

Br^- : ให้ตะกอนสีเหลืองอ่อน (สีครีม)

I^- : ให้ตะกอนสีเหลือง

ธาตุทรานซิชัน

- สมบัติทั่วไป - มีเลขออกซิเดชันมากกว่า 1 ค่า ยกเว้น Sc (+3), Zn (+2), Cd (+2) จะมีเลขออกซิเดชัน
ค่าเดียว
- เป็นโลหะที่ดึงดูดกับแม่เหล็กได้ (โลหะหมู่ IA และ IIA จะไม่ดูดกับแม่เหล็ก)
 - สารประกอบของธาตุทรานซิชันส่วนใหญ่มีสี
 - จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง เพราะมีพันธะโลหะ
 - นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี
 - มักใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
 - มักเกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้



ธาตุกัมมันตรังสี (Radioactive Elements)

คือ ธาตุที่มีความสามารถในการแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง แล้วกลายเป็นอะตอมของธาตุอื่น (เนื่องจากนิวเคลียสของธาตุพวกนี้ไม่เสถียร จึงเกิดการสลายตัว)

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

ธาตุกัมมันตรังสี แผ่รังสีออกมาเพราะนิวเคลียสไม่เสถียร จึงต้องลดพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของอนุภาคหรือรังสีต่างๆ

รังสีที่เกิดจากธาตุกัมมันตรังสีมีหลายชนิดดังแสดงในตาราง

อนุภาค	สัญลักษณ์	ชนิดประจุ	มวล (amu)	สมบัติ
แอลฟา	α	+2	4.00	อำนาจทะลุทะลวงต่ำ ไม่สามารถผ่านกระดาษหรือโลหะบาง
บีตา	β	-1	~ 0	อำนาจทะลุทะลวงมากกว่า α ประมาณ 100 เท่า ความเร็วเท่าแสง
แกมมา	γ	0	0	เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความยาวคลื่นสั้นมาก ไม่มีมวลและประจุ อำนาจทะลุทะลวงสูงมาก

★ เครื่องที่ใช้ตรวจการแผ่รังสี เรียกว่า “ไกเกอร์มูลเลอร์เคาน์เตอร์”

ครึ่งชีวิตของธาตุ ($t_{1/2}$)

ครึ่งชีวิต (Half Life) คือ ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือปริมาณเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีเป็นค่าเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิหรือความดันอากาศ เช่น

C-14 มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 5730 ปี ถ้าเริ่มต้น C-14 1 กรัม

เมื่อเวลาผ่านไป 5730 ปี (1 ครึ่งชีวิต) จะเหลือ C-14 เท่ากับ 0.5 กรัม

เมื่อเวลาผ่านไปอีก 5730 ปี (รวม 11460 ปีหรือ 2 ครึ่งชีวิต) จะเหลือ C-14 เท่ากับ 0.25 กรัม

เมื่อเวลาผ่านไปอีก 5730 ปี (รวม 17190 ปีหรือ 3 ครึ่งชีวิต) จะเหลือ C-14 เท่ากับ 0.125 กรัม

ปฏิกิริยานิวเคลียร์

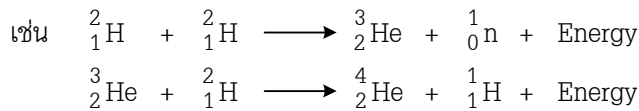
คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่นิวเคลียสของธาตุ ทำให้เกิดธาตุใหม่และให้พลังงานออกมาจำนวนมหาศาล ซึ่งมี 2 ประเภท คือ

1. ปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission Reaction)

เป็นกระบวนการที่นิวตรอนถูกยิงไปที่นิวเคลียสของธาตุหนัก ทำให้เกิดการแตกตัวออก กลายเป็นไอโซโทปของธาตุที่เบากว่า ซึ่งธาตุไอโซโทปที่ได้จะเกิดการแตกตัวต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเกิดนิวเคลียสที่เสถียร

2. ปฏิกิริยาฟิวชัน (Fusion Reaction)

ปฏิกิริยาที่เกิดจากการรวมตัวกันของไอโซโทปที่มีมวลอะตอมต่ำ ทำให้เกิดเป็นไอโซโทปที่มีมวลมากกว่าเดิมและให้พลังงานออกมาจำนวนมาก ซึ่งกระบวนการนี้จะให้พลังงานมากกว่าแบบแรก



ประโยชน์ของธาตุกัมมันตรังสี

1. ด้านพลังงาน ธาตุกัมมันตรังสี เช่น U-238 ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
2. ด้านธรณีวิทยาและโบราณคดี ธาตุกัมมันตรังสี C-14 มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์หาอายุวัตถุโบราณ
3. ด้านการแพทย์ ในทางการแพทย์มีการใช้ Co-60 และ Ra-226 ในการรักษาโรคมะเร็ง รวมถึงการใช้ I-131 ในการศึกษาความผิดปกติของต่อมไทรอยด์
4. ด้านการถนอมอาหาร ใช้รังสีแกมมาที่ได้จาก Co-60 ในการถนอมอาหาร ทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้อาหารมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เช่น แหนมฉายรังสี เป็นต้น
5. ด้านอุตสาหกรรม ใช้รังสีในการปรับปรุงคุณภาพและเปลี่ยนสีของอัญมณี ทำให้อัญมณีมีมูลค่าเพิ่มขึ้น

สารประกอบ (Compounds)

สารประกอบ คือ สารบริสุทธิ์เนื้อเดียว เกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันด้วยแรงยึดเหนี่ยว เรียกว่า พันธะเคมี เกิดเป็นสารใหม่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากธาตุเดิม เช่น น้ำ (H₂O) เกิดจากธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน

พันธะเคมี (Chemical Bonding) คือ แรงยึดเหนี่ยวทางเคมีระหว่างอนุภาคของสารหรืออะตอมเพื่อให้ อยู่เป็นโมเลกุลหรือเป็นไอออน แบ่งตามลักษณะการเกิดออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. พันธะไอออนิก (Ionic Bonding)
2. พันธะโคเวเลนต์ (Covalent Bonding)
3. พันธะโลหะ (Metallic Bonding)



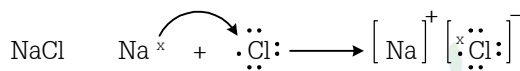
พันธะไอออนิก (Ionic Bonding)

พันธะไอออนิก เป็นแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างไอออนที่มีประจุบวกและประจุลบ

- ไอออนบวก เกิดจากอะตอมของธาตุที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำ (โลหะ) เสียอิเล็กตรอน
- ไอออนลบ เกิดจากอะตอมของธาตุที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันสูง (อโลหะ) รับอิเล็กตรอน

สารประกอบไอออนิกที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมาจากอะตอมที่มีความแตกต่างกันในการแตกตัวเป็นไอออน

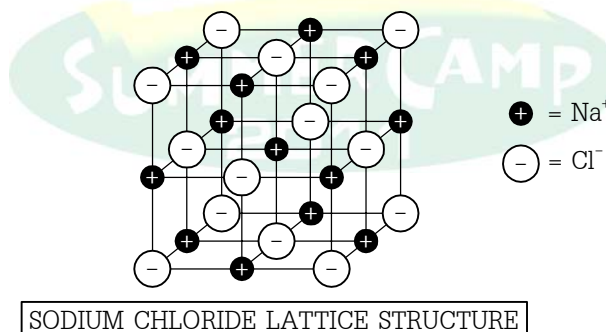
กล่าวคือ อะตอมหนึ่งเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอนได้ดีจึงกลายเป็นไอออนบวก เช่น อะตอมของธาตุโลหะในหมู่ 1A ส่วนอีกอะตอมเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอนจึงเป็นไอออนลบ เช่น อะตอมของธาตุอโลหะในหมู่ 7A เช่น NaCl, CaF₂, MgCl₂



สมบัติของสารประกอบไอออนิก

- สถานะของแข็ง
- จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง
- แข็งแต่เปราะ
- ของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่นำไฟฟ้าเมื่อเป็นของเหลวหรือสารละลาย
- สารประกอบไอออนิกส่วนมากละลายน้ำได้ดี ยกเว้นบางชนิด

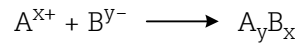
โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกเกิดจากการจัดเรียงตัวของไอออนบวกและไอออนลบเป็นผลึกที่มีขนาดใหญ่ มีรูปทรงทางเรขาคณิตที่แน่นอน เช่น ผลึกของโซเดียมคลอไรด์



การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก

การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก

- เขียนส่วนที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าก่อน แล้วตามด้วยไอออนลบ
- ระบุจำนวนไอออนด้วยอัตราส่วนเลขชี้กำลัง ดังนี้



ไอออนที่เกิดจาก					
หมู่ 1A	หมู่ 2A	หมู่ 3A	หมู่ 5A	หมู่ 6A	หมู่ 7A
Li ⁺			N ³⁻	O ²⁻	F ⁻
Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻
K ⁺	Ca ²⁺				Br ⁻
Rb ⁺	Ba ²⁺				I ⁻

ตัวอย่างของสารประกอบที่เกิดจากธาตุหมู่ต่างๆ

ธาตุหมู่ 1A รวมตัวกับธาตุหมู่ 7A จะได้สารประกอบที่มีอัตราส่วน 1 : 1 เช่น NaCl KF LiBr

ธาตุหมู่ 1A รวมตัวกับธาตุหมู่ 6A จะได้สารประกอบที่มีอัตราส่วน 2 : 1 เช่น Na₂O K₂S

ธาตุหมู่ 1A รวมตัวกับธาตุหมู่ 5A จะได้สารประกอบที่มีอัตราส่วน 3 : 1 เช่น Na₃N

ธาตุหมู่ 2A รวมตัวกับธาตุหมู่ 7A จะได้สารประกอบที่มีอัตราส่วน 1 : 2 เช่น CaBr₂ MgCl₂

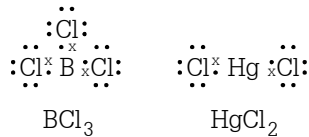
ธาตุหมู่ 2A รวมตัวกับธาตุหมู่ 6A จะได้สารประกอบที่มีอัตราส่วน 1 : 1 เช่น CaO MgS

ธาตุหมู่ 3A รวมตัวกับธาตุหมู่ 6A จะได้สารประกอบที่มีอัตราส่วน 2 : 3 เช่น Al₂O₃

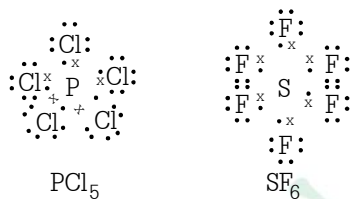


นอกจากนี้พบว่ามีสารบางโมเลกุลอาจไม่เป็นไปตามกฎออกเตต ได้แก่

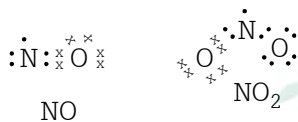
1. สารประกอบที่เกิดจากธาตุ Be, B, Al และ Hg กับธาตุหมู่ 7A ซึ่งอะตอมกลางของธาตุจะมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนไม่ครบ 8 เช่น BCl_3 , BeCl_2 , BF_3 , AlCl_3 , HgCl_2



2. สารประกอบที่อะตอมกลางของธาตุมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนมากกว่า 8 เช่น PCl_5 , SF_6



3. สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนบางชนิด เช่น NO, NO_2



สมบัติของโมเลกุลโคเวเลนต์ มีดังนี้

- ส่วนใหญ่เป็นแก๊ส และของเหลว แต่มีของแข็งบ้าง
- จุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ (ตัวกำหนด คือ แรงระหว่างโมเลกุล ซึ่งมีค่าน้อย)
- ไม่นำไฟฟ้าทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

สารโคเวเลนต์ที่เกิดเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย จะมีสมบัติต่างจากโมเลกุลโคเวเลนต์ที่กล่าวมาแล้ว เช่น

- เพชร เป็นคาร์บอน (C) ที่เกิดเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย : มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูงมาก
- แกรไฟต์ เป็นคาร์บอน (C) ที่เป็นโครงผลึกร่างตาข่ายเช่นกัน แต่เรียงตัวเป็นชั้น : เป็นสารโคเวเลนต์ชนิดเดียวที่สามารถนำไฟฟ้าได้

- ททราย เป็นซิลิกอนไดออกไซด์หรือซิลิกา (SiO_2) มีโครงผลึกร่างตาข่ายคล้ายเพชร : ใช้ทำแก้ว กระจก

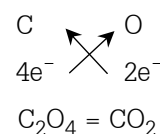
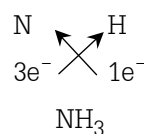
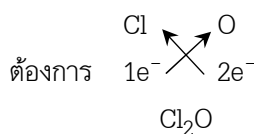
การเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์

หลักการเขียนสูตร ให้เขียนธาตุตามลำดับสากล คือ

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

จากนั้นให้ใส่จำนวนอะตอมเป็นตัวห้อยไว้ข้างหลัง ซึ่งดูจากจำนวนอิเล็กตรอนที่มันต้องการเพื่อให้ครบออกเตต

ตัวอย่าง สารประกอบโคเวเลนต์ระหว่าง



3. ไอออนของธาตุ X มีจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน เท่ากับ 9, 10 และ 10 ตามลำดับ ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับสมบัติของธาตุ X
- 1) สาร X มีสถานะเป็นแก๊ส
 - 2) ไอออนที่เสถียรของธาตุ X มีประจุ -1
 - 3) ธาตุ X พบได้ในบางส่วนของร่างกายคน
 - *4) ธาตุ X กับธาตุ Ca เกิดเป็นสารประกอบที่มีสูตรเป็น CaX

O-NET ปี 2552

4. พิจารณาธาตุและสมบัติต่างๆ ดังนี้
- ก. ธาตุ X เป็นโลหะที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะเกิดสารที่มีสูตรเป็น X_2O
 - ข. ธาตุ Y เป็นโลหะอยู่ในหมู่ 2 คาบ 3 เมื่อทำปฏิกิริยากับคลอรีนจะเกิดสารที่มีสูตรเป็น YCl_2
 - ค. ธาตุ A และ Z มีเลขอะตอมเป็น 6 และ 9 ตามลำดับ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบจะได้สารที่มีสูตรเป็น AZ_4
- ข้อใด**ถูกต้อง**
- 1) ก. และ ข. 2) ก. และ ค. 3) ข. และ ค. *4) ก., ข. และ ค.
5. ข้อความใดต่อไป**นี้ถูกต้อง**
- 1) ธาตุ ${}_6X$ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบคลอไรด์จะมีสูตรเคมีเป็น XCl_3
 - *2) ธาตุ ${}_{11}X$ ทำปฏิกิริยากับน้ำให้สารประกอบไฮดรอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจน
 - 3) ธาตุ ${}_{12}X$ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบไฮไดรด์จะมีสูตรเคมีเป็น XH
 - 4) สารประกอบออกไซด์ของธาตุ ${}_{16}X$ เมื่อละลายในน้ำจะมีสมบัติเป็นเบส
6. สารประกอบทุกตัวในข้อใดที่มีองค์ประกอบของธาตุกึ่งโลหะ
- *1) แก้ว สารส้ม 2) น้ำตาลทราย บอแรกซ์
 - 3) คอรัันดัม ดินประสี 4) เกลือแกง เกลืออนามัย
7. ข้อใดเปรียบเทียบสมบัติของธาตุ**ไม่ถูกต้อง**
- *1) โลหะโซเดียมมีขนาดอะตอมเล็กกว่าโลหะแมกนีเซียม
 - *2) โลหะโพแทสเซียมมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาน้อยกว่าโลหะโซเดียม
 - 3) เกลือของโลหะโซเดียมละลายในน้ำได้ดีกว่าเกลือของโลหะแมกนีเซียม
 - 4) สารประกอบของแมกนีเซียมเกิดปฏิกิริยาคายคลึงกับสารประกอบของแคลเซียม
8. สารแต่ละคู่ในข้อใดต่อไป**นี้มีพันธะโคเวเลนต์โมเลกุลเป็นพันธะชนิดเดียวกัน**
- *1) เพชรแท้ ซิลิกอนบริสุทธิ์ *2) คลอรีน โบรมีน
 - 3) แก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจน 4) ถ่านไม้ ถ่านแกรไฟท์



O-NET ปี 2550

12. ธาตุ A, B และ C มีเลขอะตอม 19, 34 และ 53 ตามลำดับ สูตรของสารประกอบในข้อใดถูกต้องทั้งหมด

- *1) A_2B AC BC_2 2) A_2B AC_2 B_2C
3) AB AC B_2C 4) AB A_4C BC_2

13. เกี่ยวกับธาตุกำมะถันสร้างข้อใดถูก

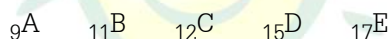
- 1) ครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 เท่ากับ 8.1 วัน หมายความว่า ไอโอดีน-131 20 g จะสลายตัวครึ่งหนึ่งในเวลา 8.1 วัน ส่วนอีกครึ่งหนึ่งจะสลายตัวหมดในเวลา 8.1 วันต่อมา
- 2) อุตสาหกรรมอัญมณีใช้รังสีแกมมาเพื่อเปลี่ยนสีและรูปร่างของอัญมณี
- *3) รังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 สามารถทำลายแบคทีเรีย จึงใช้ในการถนอมอาหาร
- 4) อัตราการแผ่รังสีของธาตุกำมะถันตรังสีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดัน

O-NET ปี 2549

14. ถ้านำสารประกอบต่อไปนี้มาละลายน้ำ สารละลายข้อใดไม่มีสี

- 1) $KMnO_4$ 2) $K_2Cr_2O_7$ *3) $MgSO_4$ 4) $[K_4Fe(CN)_6]$

15. พิจารณาธาตุสมมติต่อไปนี้



ธาตุคู่ใดทำปฏิกิริยากันได้สารประกอบไอออนิก และคู่ใดได้สารประกอบโคเวเลนต์

	สารประกอบไอออนิก	สารประกอบโคเวเลนต์
1)	A กับ B	A กับ C
2)	A กับ D	B กับ D
3)	B กับ E	B กับ D
*4)	A กับ C	A กับ E



อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ในวิชาเคมี นิยมเขียนแสดงปฏิกิริยาเคมีในรูปของสมการเคมี ซึ่งมีลักษณะทั่วไป ดังนี้

สารตั้งต้น → สารผลิตภัณฑ์

ในสมการเคมี จะเขียนสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน ซึ่งเรียกว่า สารตั้งต้น ไว้ด้านซ้ายของสมการ

ลูกศร แสดงทิศทางของปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลง

สารที่เป็นผลจากปฏิกิริยา ซึ่งเรียกว่า สารผลิตภัณฑ์ ไว้ด้านขวาของสมการ

สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์อาจมีเพียงชนิดเดียวหรือมีหลายชนิด

การเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ การเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน และทำให้เกิดสารใหม่ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างไปจากเดิม โดยทั่วไปการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้

1. การเกิดตะกอน เช่น ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3) กับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ทำให้เกิดตะกอนสีขาวของซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl)



2. การเกิดแก๊ส เช่น ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับกรดทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน



3. การเปลี่ยนแปลงสีของสาร เช่น การสลายตัวของแก๊สไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์เป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์



นอกจากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ เราสามารถสังเกตได้จากกลิ่น เช่น เมื่ออาหารเริ่มเน่าเสีย กลิ่นของอาหารจะเปลี่ยนไป เมื่อให้ความร้อนกับไข่หรือเนื้อสัตว์ ลักษณะของไข่และเนื้อสัตว์จะแข็งเป็นก้อนและมีการเปลี่ยนแปลงของสีด้วย เป็นต้น

ตัวอย่างของการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- การเผาไหม้ของสาร เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊ส ถ่านหิน ไม้ ถ่าน
- การทำอาหารโดยใช้ความร้อน เช่น ต้มไข่ ทอดปลา
- การเกิดสนิมของโลหะ
- การย่อยอาหาร
- การเน่าเสียของอาหาร ผัก ผลไม้
- การสังเคราะห์แสงของพืช
- การหมักอาหาร แอลกอฮอล์ เหล้า ไวน์ เบียร์

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานร่วมด้วย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction)

ในการเกิดปฏิกิริยาประเภทนี้จะมีการดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนจะส่งผลให้อุณหภูมิของระบบลดลง เช่น



2. ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction)

ในการเกิดปฏิกิริยาประเภทนี้จะมีการคายความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดปฏิกิริยาแบบคายความร้อนจะส่งผลให้อุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้น เช่น การเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิง



อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

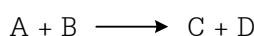
ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การติดไฟของแก๊สหุงต้ม เราพบว่า การติดไฟของแก๊สหุงต้มเกิดขึ้นในทันทีที่แก๊สหุงต้มสัมผัสกับประกายไฟ ในขณะที่การติดไฟของถ่านไม้ต้องใช้เวลานานกว่ามาก จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาเคมีแต่ละชนิดสามารถเกิดขึ้นได้เร็วช้าแตกต่างกัน ในทางเคมีจะระบุความเร็วช้าในการเกิดปฏิกิริยาในรูปของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารต่อหนึ่งหน่วยเวลา ในการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เราสามารถวัดการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเกิดขึ้นของสารผลิตภัณฑ์ เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไปขณะเกิดปฏิกิริยากับเวลาได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$$

หรือ
$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$$

ตัวอย่าง เช่น จากปฏิกิริยา



เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสาร A ที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$$

หรือ

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสาร B ที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$$

หรือ

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสาร C ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$$

หรือ

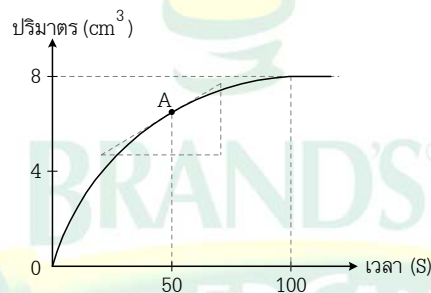
$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสาร D ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณของผลิตภัณฑ์หรือสารตั้งต้น ในช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง = อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งสามารถหาได้จากความชัน ณ จุดหนึ่งของกราฟระหว่างปริมาณสารกับเวลา

ตัวอย่าง จากปฏิกิริยา $C \rightarrow D$ พบว่า ตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนได้สาร D 8 cm^3 ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 100 วินาที โดยมีกราฟแสดงการเกิดปฏิกิริยาดังรูป จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 50 (จุด A)



- หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \frac{\text{ปริมาณสาร D ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}} \\ &= \frac{8 \text{ cm}^3}{100 \text{ s}} \\ &= 0.08 \text{ cm}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 50 (จุด A)

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \frac{\text{ปริมาณสาร D ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}} \\ &= \frac{7.5 - 4.5 \text{ cm}^3}{70 - 20 \text{ s}} \\ &= 0.06 \text{ cm}^3/\text{s}\end{aligned}$$

ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

การเกิดปฏิกิริยานั้น เป็นผลมาจากการชนกันของโมเลกุลที่มีพลังงานมากพอ และมีทิศทางที่ชนที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อมีองค์ประกอบดังนี้แล้ว อะตอมก็จะเกิดการเรียงตัวกันใหม่ มีการสลายพันธะเดิม และสร้างพันธะใหม่ขึ้นมาแทน เรียกว่า เกิดปฏิกิริยา ปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วหรือช้า จึงขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ

1. พลังงานของโมเลกุล
2. จำนวนครั้งของการชน

ถ้าพลังงานของโมเลกุลมีค่าสูง และจำนวนครั้งของการชนต่อ 1 หน่วยเวลาสูงขึ้น ปฏิกิริยาย่อมจะเกิดได้เร็วขึ้น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยา

1. ธรรมชาติของสารตั้งต้น

ปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตั้งต้นในปฏิกิริยา

2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

ในปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไป เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคในการเข้าทำปฏิกิริยา ทำให้เกิดการชนบ่อยขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น

3. พื้นที่ผิว

ในปฏิกิริยาเคมีที่มีสารตั้งต้นเป็นของแข็ง เมื่อทำให้ของแข็งมีพื้นที่ผิวมากขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้สารตั้งต้นสัมผัสกันได้มากขึ้น เพิ่มโอกาสในการชน ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น

4. ความดัน

ในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส การเพิ่มความดันจะส่งผลในลักษณะเดียวกับการเพิ่มความเข้มข้น คือ ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้าม การลดความดันจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง

5. อุณหภูมิ

การเพิ่มอุณหภูมิจะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิทำให้พลังงานจลน์ของอนุภาคที่เข้าทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น โอกาสในการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

6. ตัวเร่งปฏิกิริยา

ตัวเร่งปฏิกิริยาเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเพิ่มขึ้น

7. ตัวหน่วงปฏิกิริยา

ตัวหน่วงปฏิกิริยาหน่วงให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงลดลง

ตัวอย่างข้อสอบ

O-NET ปี 2553

- ข้อใดไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
 - การเคี้ยวข้าวก่อนกลืน
 - การพอกสบู่ในน้ำกระด้าง
 - การทำแอลกอฮอล์เคลือบผิวไม้
 - การผสมกลีเซอรอลกับเอทานอล
- ไฮโดรเจนเป็นแก๊สที่เบาที่สุด ใช้ทำให้บอลลูนลอยตัวขึ้นในอากาศได้ แต่ในทางปฏิบัติจะใช้แก๊สฮีเลียมซึ่งหนักกว่า เพราะเหตุผลหลักตามข้อใด
 - แก๊สไฮโดรเจนติดไฟได้ง่าย
 - แก๊สไฮโดรเจนมีราคาแพงกว่าแก๊สฮีเลียม
 - ต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนปริมาณมากกว่าการใช้ฮีเลียม
 - ฮีเลียมแยกได้จากธรรมชาติ แต่แก๊สไฮโดรเจนต้องผ่านกระบวนการผลิต
- ข้อใดระบุชนิดของแก๊สและกรดที่เกิดจากการนำแก๊สนั้นไปละลายในน้ำได้ถูกต้อง
 - อีเทน - กรดน้ำส้ม
 - คลอรีน - กรดเกลือ
 - ไนโตรเจน - กรดไนตริก
 - ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ - กรดซัลฟิวริก
- เมื่อนำสาร A มาเผาในบรรยากาศออกซิเจน $O_2(g)$ จะได้ไอน้ำ $H_2O(g)$ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ $CO_2(g)$ สาร A ในปฏิกิริยาข้างต้นไม่ใช่สารใดในข้อต่อไปนี้
 - แก๊สไฮโดรเจน
 - แก๊สโซลล์
 - แก๊สบิวเทน
 - แก๊สธรรมชาติ
- สารละลาย X, Y และ Z ต่างก็เป็นสารละลายใสที่ไม่มีสี เมื่อนำแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นและปริมาณเท่ากัน มาผสมกันที่อุณหภูมิเป็น $25^{\circ}C$ ได้ผลดังตาราง

การผสมสารละลาย	อุณหภูมิหลังผสม ($^{\circ}C$)	สิ่งที่สังเกตเห็น
X กับ Y	24	สารละลายสีฟ้า
Y กับ Z	25	ใส ไม่มีสี

ข้อสรุปใดไม่ถูกต้อง

- X กับ Y เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน
- Y กับ Z เป็นสารละลายชนิดเดียวกัน
- Y กับ Z ทำปฏิกิริยากันโดยไม่คายความร้อน
- Y กับ Z เป็นสารละลายต่างชนิดที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน

6. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- 1) สบู่กำจัดไขมันได้ เพราะละลายในน้ำแต่ไม่ละลายน้ำมัน
- *2) การผสมยาลดกรดในกระเพาะลงในน้ำแล้วเกิดแก๊ส แสดงว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้น
- 3) การต้มน้ำนมจะทำให้โปรตีนแปลงสภาพ ซึ่งจะกลับสู่สภาพเดิมได้เมื่อเย็นลง
- 4) แบตเตอรี่รถยนต์ที่ใช้แผ่นตะกั่วและกรดซัลฟิวริก เมื่อใช้งานแผ่นตะกั่วจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เพราะเมื่อใช้งานเสร็จแล้วแผ่นตะกั่วไม่เปลี่ยนแปลง

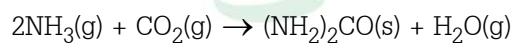
7. ข้อใดที่แสดงว่าผิวสัมผัสมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

- *1) กระดาษฟอยติดไฟได้เร็วกว่าแผ่นกระดาษ
- 2) แผ่นสังกะสีปกติทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้ช้ากว่าแผ่นสังกะสีที่มีหลอดทองแดงพันอยู่
- 3) เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมที่เป็นแท่งยาว ทำให้มีอายุการใช้งานนานกว่าที่ใช้เป็นก้อนเล็กๆ
- 4) แบตเตอรี่รถยนต์ที่มีจำนวนแผ่นตะกั่วมากกว่าให้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าที่มีจำนวนแผ่นน้อยกว่า

8. ข้อใดที่ไม่ได้แสดงว่าธรรมชาติของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- 1) กลีโอมัดูดความชื้นเร็วกว่าผลึกน้ำตาลทราย
- 2) กระดาษมีอายุการใช้งานน้อยกว่าพลาสติก
- *3) แบตเตอรี่ปรอทกับแบตเตอรี่อัลคาไลน์มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน
- 4) เหล็กที่อยู่ในอากาศและความชื้นจะผุกร่อนได้เร็วกว่าอะลูมิเนียม

9. ยูเรียเตรียมจากแก๊สแอมโมเนียและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยปฏิกิริยา ดังนี้



การทดลองในภาชนะปิดและชั่งน้ำหนักยูเรียที่เกิดขึ้นที่เวลาต่างกันได้ผลดังตาราง

เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักยูเรียที่เกิดขึ้น (กรัม)
1	1.6
2	2.6
3	4
4	4.2
5	4.2

ข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง

- 1) ปฏิกิริยาลิ้นสุดหลังจากนาทีที่ 4
- 2) อัตราปฏิกิริยาลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น
- 3) อัตราปฏิกิริยาที่นาทีที่ 4 และนาทีที่ 5 มีค่าเท่ากัน
- 4) อัตราเฉลี่ยเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดพอดีมีค่าเป็น 1.05 กรัมต่อนาที

หมายเหตุ โจทย์ไม่สมบูรณ์



10. ตามปฏิกิริยาในข้อ 9 ถ้าเริ่มต้นใช้แอมโมเนีย 3 โมล และคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล เมื่อปฏิกิริยาเกิดได้สมบูรณ์ แก๊สทุกชนิดที่อยู่ในภาชนะจะมีจำนวนโมลโดยรวมตามข้อใด
- 1) 1 โมล *2) 2 โมล 3) 3 โมล 4) 4 โมล
11. ตามปฏิกิริยาในข้อ 9 ถ้านำแก๊สที่เกิดขึ้นทั้งหมดพ่นลงในน้ำ สารละลายที่ได้เป็นสารในข้อใด
- 1) กรดคาร์บอนิก 2) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
- *3) แอมโมเนียมคาร์บอเนต 4) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และกรดคาร์บอนิก

O-NET ปี 2552

12. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
- ก. การใช้น้ำยาที่มี pH = 4 ขัดพื้นหินอ่อนจะทำให้พื้นผิวมีความมันวาว
- ข. การใส่แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ Ca(OCl)_2 ในน้ำ จะทำให้เกิดคลอรีน Cl_2 ที่ฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้
- ค. แบตเตอรี่รถยนต์ใช้โลหะตะกั่วเป็นขั้วลบและใช้ตะกั่วออกไซด์เป็นขั้วบวกโดยโลหะตะกั่วเป็นตัวให้อิเล็กตรอน
- ง. ผงโซเดียมแอซิเตทใช้ดับเพลิงได้เพราะเมื่อได้รับความร้อนจะให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- ข้อใดถูกต้อง
- 1) ก. และ ค. 2) ก. และ ง. *3) ข. และ ค. 4) ค. และ ง.
13. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้
- ก. แก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน และมีเทน
- ข. บรรยากาศที่มีสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) ในปริมาณมากจะส่งผลให้เกิดฝนกรดได้
- ค. กำหนดให้โคบอลต์-60 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่มีครึ่งอายุ 5 ปี และปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต้องไม่เกิน 0.50 กรัม ถ้ามีโคบอลต์-60 น้ำหนัก 32 กรัม จะต้องเก็บไว้ในภาชนะปิดที่ป้องกันรังสีได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 ปี ก่อนนำไปทำลายจึงจะไม่เป็นอันตราย
- ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- 1) ก. และ ข. *2) ก. และ ค. 3) ข. และ ค. 4) ก., ข. และ ค.
14. ตะกรันในกาต้มน้ำไม่ได้เกิดจากสาเหตุในข้อใด
- 1) CaCO_3 ละลายน้ำได้น้อย 2) การสะสมของตะกอน CaCO_3
- *3) กาที่ใช้ต้มน้ำทำด้วยโลหะ 4) น้ำที่ใช้ต้มน้ำเป็นน้ำกระด้าง
15. ปฏิกิริยาของแผ่นโลหะอะลูมิเนียมน้ำหนัก 10.0 กรัม กับสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.10 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ที่ 25°C ทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนขึ้นดังสมการ
- $$2\text{Al(s)} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$$
- การปรับการทดลองตามข้อใดจะทำให้อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนลดลงจากเดิม
- 1) ทำปฏิกิริยาที่ 35°C *2) เติมน้ำลงไป 10.0 มิลลิลิตร
- 3) ใช้กรดที่มีความเข้มข้น 0.12 โมลาร์ 4) ใช้ผงโลหะอะลูมิเนียมน้ำหนัก 10.0 กรัม

16. การทดลองใส่น้ำบริสุทธิ์ในบีกเกอร์ (A) และใส่น้ำหวานในบีกเกอร์ (B) ที่เหมือนกันทุกประการจนเต็ม แล้วนำบีกเกอร์ทั้งสองวางในสภาพแวดล้อมเดียวกัน และไม่มีลมพัด วัดอุณหภูมิและมวลของน้ำที่ลดลงในหน่วยกรัม (g) ทุกๆ ชั่วโมง เป็นเวลา 6 ชั่วโมงได้ผลดังนี้

บีกเกอร์	มวล (g) ที่ลดลง						
	เริ่มต้น	ชม. ที่ 1	ชม. ที่ 2	ชม. ที่ 3	ชม. ที่ 4	ชม. ที่ 5	ชม. ที่ 6
(A)	-	0.50	0.75	0.90	1.10	1.29	1.29
(B)	-	0.30	0.50	0.70	0.80	0.83	0.83
อุณหภูมิ (°C)	19	22	24	27	30	31	31

กำหนดปัจจัยที่ให้พิจารณาดังนี้

- ก. ความชื้นในอากาศ
- ข. อุณหภูมิของอากาศ
- ค. ปริมาณน้ำตาลในน้ำ
- ง. ขนาดของปากบีกเกอร์

จากผลการทดลองข้างต้น ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระเหยของน้ำเป็นไปตามข้อใด

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

O-NET ปี 2551

17. ข้อใดเป็นกิจกรรมหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีทั้งหมด

- 1) การสังเคราะห์แสงของพืช กลิ่นหอมที่เกิดจากยาคัดับกลิ่น
- *2) การเกิดหินงอก หินย้อย การเผากระดาษ
- 3) การจุดพลุดอกไม้ไฟ เมฆรวมตัวเป็นฝน
- 4) การเกิดสนิมเหล็ก การสูบลมยางล้อรถยนต์



18. จากข้อมูลการทำปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ดังตาราง

ปริมาตรแก๊ส H ₂ , cm ³	2	4	6	8	10
เวลา, s	20	45	90	140	200

มีการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลดังนี้

- อัตราเฉลี่ยของการเกิดปฏิกิริยาเท่ากับ 0.05 cm³/s
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดไม่คงที่
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาวัดจากอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส H₂ สะดวกที่สุด
- ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลดลงขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป

ผลการวิเคราะห์ข้อใดถูก

- ก. และ ข. เท่านั้น
 - ก., ข. และ ค. เท่านั้น
 - ก., ข. และ ง. เท่านั้น
 - *4) ก., ข., ค. และ ง.
19. ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมไม่ควรเก็บน้ำฝนไว้เพื่อการบริโภคเพราะเหตุใด
- มีฝุ่นละอองมากไม่เหมาะกับการบริโภค
 - มีตะกอนมากใช้บริโภคอาจเป็นโรคนี้ก็ได้
 - มีกรดคาร์บอนิกและกรดไฮโดรคลอริกปนอยู่
 - *4) มีกรดกำมะถันและกรดไนตริกปนอยู่

O-NET ปี 2550

20. พิจารณาปรากฏการณ์ต่อไปนี้

- การเกิดน้ำค้าง
- การบูรระเหิดในตู้เสื้อผ้า
- การระเบิดของดินปืน
- ไอศกรีมละลายเมื่อวางทิ้งไว้
- การสังเคราะห์แสงของพืช
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายน้ำในบีกเกอร์ แล้วบีกเกอร์ร้อนขึ้น

ข้อใดเป็นปรากฏการณ์ที่คายความร้อน

- *1) ก., ค. และ ฉ.
 - 2) ก., ง. และ จ.
 - 3) ข., ค. และ ง.
 - 4) ข., ง. และ ฉ.
21. การกระทำในข้อใดไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 1) การนำเนื้อหมูแช่ในช่องแช่แข็ง
 - 2) ใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ช่วยในการบ่มมะม่วง
 - 3) การเคี้ยวยาลดกรดชนิดเม็ดให้ละเอียดก่อนกลืน
 - *4) การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยา

22. ปฏิกิริยาเคมีระหว่างลวดแมกนีเซียมกับสารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นดังสมการ



บันทึกเวลาในการเกิดแก๊ส H_2 เริ่มต้นจนถึงปริมาตร 5 cm^3 ดังตาราง

ปริมาตร H_2 ที่เกิด (cm^3)	เวลาที่ใช้ (s)
1	4
2	6
3	9
4	14
5	20

จากข้อมูลในตาราง ข้อใดถูก

อัตราการเกิดปฏิกิริยา (cm^3/s)		
อัตราเฉลี่ย	อัตราช่วงเกิดแก๊ส H_2 ปริมาตร $3\text{-}5 \text{ cm}^3$	
1)	0.16	0.18
*2)	0.25	0.18
3)	0.50	0.25
4)	0.25	0.27

O-NET ปี 2549

23. ข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. การทำทิงเจอร์ไอโอดีน โดยผสมไอโอดีนกับเอทานอล
- ข. การหม็นหืนของน้ำมันเมื่อทิ้งไว้นานๆ
- ค. การผลิตน้ำอัดลมและน้ำโซดา
- ง. ปมมะม่วงดิบจนเป็นมะม่วงสุก

1) ก., ข. และ ค.

*2) ข., ค. และ ง.

3) ก., ข. และ ง.

4) ก., ค. และ ง.



24. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สารละลาย	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะสาร/การเปลี่ยนแปลง
A	25	สารละลายใส ไม่มีสี
B	25	สารละลายใส ไม่มีสี
C	25	สารละลายใส ไม่มีสี
A ผสมกับ B	26	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง
B ผสมกับ C	23	สารละลายสีเหลือง
A ผสมกับ C	25	ตะกอนสีขาว

ข้อสรุปใดถูก

- 1) A และ C เป็นสารเดียวกัน
 2) B ผสมกับ C เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน
 3) A ผสมกับ C เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน
 4) A และ B ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกัน

25. pH ของฝนกรด และผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อสิ่งแวดล้อมต่อไปนี้ ข้อใดถูก

pH	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
1) มากกว่า 7	สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะเสียหาย
2) มากกว่า 7	ต้นไม้ออกผลช้า
3) น้อยกว่า 7	ทำให้เกิดหินงอกและหินย้อย
*4) น้อยกว่า 7	สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยหินปูน หินอ่อน เสียหาย

26. เมื่อนำชิ้นสังกะสีใส่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก วิธีทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นโดยไม่เพิ่มปริมาณสังกะสีและกรดต่อไปนี้

- ก. ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่ว
 ข. ใช้ผงสังกะสีน้ำหนักเท่ากันแทนชิ้นสังกะสี
 ค. ให้ความร้อน
 ง. เติมน้ำกลั่นลงไปเท่าตัว

ข้อใดถูก

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



แบรนด์ซัมเมอร์แคมป์ 2011



เอกสารประกอบการบรรยาย

วิชา เคมี
(PAT 2)

โดย อ.บัวแก้ว รัตนกมุท
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

พันธะเคมี

การทำให้สารในธรรมชาติเปลี่ยนแปลงสถานะจะต้องใช้พลังงาน ซึ่งมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสาร และการสลายโมเลกุลให้เป็นอะตอมต้องใช้พลังงาน แสดงให้เห็นว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

พันธะเคมี คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมในก้อนโลหะ ในโมเลกุล หรือระหว่างไอออนในสารประกอบไอออนิก

พันธะไอออนิก คือ แรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก ซึ่งจัดเรียงตัวเป็นโครงผลึกที่มีรูปร่างแน่นอน ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติ โครงสร้างของผลึกจะขึ้นกับสัดส่วนของจำนวนประจุ และขนาดของไอออน

NaCl จะมี Na^+ และ Cl^- เรียงสลับกันไป Na^+ แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Cl^- 6 ไอออน และ Cl^- แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Na^+ 6 ไอออน จึงมีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Na^+ กับ Cl^- เป็น 1 : 1

CaF_2 พบว่า Ca^{2+} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย F^- 8 ไอออน และ F^- แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Ca^{2+} 4 ไอออน จึงมีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Ca^{2+} กับ F^- เป็น 1 : 2

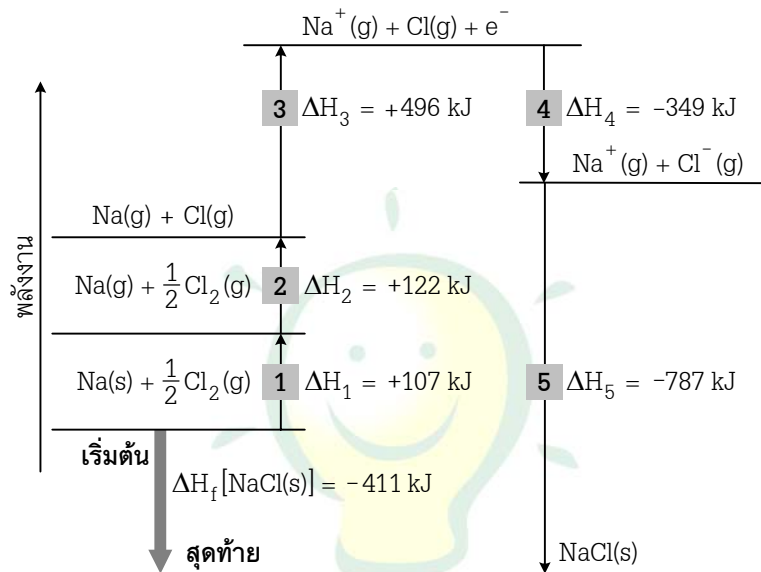
IA	IIA		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Li^+		H^+ H^-			N^{3-}	O^{2-}	F^-
Na^+	Mg^{2+}		Al^{3+}		P^{3-}	S^{2-}	Cl^-
K^+	Ca^{2+}		Ga^{3+}		As^{3-}	Se^{2-}	Br^-
Rb^+	Sr^{2+}	โลหะแทรนซิชันอาจเกิดไอออนมากกว่า 1 ชนิด เช่น Cr^{2+} Cr^{3+} Mn^{2+} Mn^{3+}	In^{3+}	Sn^{2+} Sn^{4+}	Sb^{3-}	Te^{2-}	I^-
Cs^+	Ba^{2+}	Fe^{2+} Fe^{3+} Co^{2+} Co^{3+} Cu^+ Cu^{2+}	Tl^{3+}	Pb^{2+} Pb^{4+}	Bi^{3+}		

ไอออนบวกและไอออนลบของธาตุบางธาตุในตารางธาตุ



เนื่องจากโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีไอออนบวกและไอออนลบอยู่ต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ โดยไม่แยกเป็นโมเลกุล จึงจัดเป็นสารประกอบที่ไม่มีสูตรโมเลกุล และใช้สูตรเอมพิริคัลแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบแทนสูตรโมเลกุล

การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะโซเดียมกับแก๊สคลอรีนเกิดเป็นโซเดียมคลอไรด์อาจเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานได้ดังนี้ (วัฏจักรบอร์น-ฮาร์เบอร์)



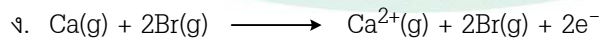
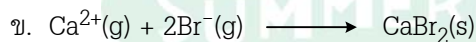
แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดโซเดียมคลอไรด์ 1 โมล

ตัวอย่างที่ 1

สมการการเกิดสารประกอบ CaBr_2



ขั้นตอนใดที่ไม่อยู่ในแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน



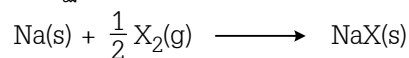
1) ก. และ ข.

2) ข. และ ค.

* 3) ก. และ ค.

4) ง.

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณาปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบต่อไปนี้



เมื่อ $\text{X} = {}_{17}\text{Cl}$ หรือ ${}_{35}\text{Br}$ หรือ ${}_{53}\text{I}$

จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดถูก

- 1) จุดหลอมเหลวของ $\text{NaCl} < \text{NaBr} < \text{NaI}$
- 2) ถ้า X เป็น ${}_{53}\text{I}$ พบว่าพลังงานที่คายออกมาจากปฏิกิริยามีค่าสูงสุด
- *3) พลังงานแลตทิซของ NaX จะขึ้นกับแรงดึงดูดระหว่าง $\text{Na}^+(\text{g})$ และ $\text{X}^-(\text{g})$
- 4) พลังงานที่คายออกมาจากปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของโลหะโซเดียมเป็นสำคัญ

วิธีคิด $\text{Na}^+(\text{g}) + \text{X}^-(\text{g}) \longrightarrow \text{NaX(s)} + \text{พลังงานโครงผลึกหรือพลังงานแลตทิซ}$

สมบัติของสารประกอบไอออนิก

เมื่อทุบผลึกของสารไอออนิกจะเกิดการเลื่อนไถลของไอออนไปตามระนาบผลึก เป็นผลให้ไอออนชนิดเดียวกันเลื่อนไปอยู่ตรงกัน จึงเกิดแรงผลักระหว่างไอออนทำให้ผลึกแตกออก ดังนั้นสารไอออนิกจึงเปราะ และแตกได้ง่าย

ตัวอย่างที่ 3 ผลึกไอออนิกแตกหักเมื่อมีแรงเข้าไปกระทำเพราะเหตุใด

- *1) ประจุชนิดเดียวกันผลักรัน
- 2) อิเล็กตรอนหลุดออกจากผลึก
- 3) จำนวนประจุบวกและลบไม่เท่ากัน
- 4) อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็วขึ้น เนื่องจากมีพลังงานจลน์มากขึ้น

สารประกอบไอออนิกที่เป็นผลึกของแข็ง ไอออนที่เป็นองค์ประกอบจะยึดเหนี่ยวกันอย่างแข็งแรง ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้จึงทำให้ไม่นำไฟฟ้า แต่ในสภาพหลอมเหลวหรือละลายอยู่ในน้ำจะนำไฟฟ้าได้ สารประกอบส่วนใหญ่ละลายในน้ำ แต่บางชนิดละลายได้น้อยหรือไม่ละลาย เมื่อละลายในน้ำจะมีการสลายพันธะระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนกับโมเลกุลของน้ำ

ตัวอย่างที่ 4 ข้อใดไม่ใช่สมการที่อยู่ในวัฏจักรพลังงานการละลายน้ำของ $\text{NaNO}_3(\text{s})$

- 1) $\text{NaNO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{NO}_3^-(\text{g})$
- 2) $\text{Na}^+(\text{g}) \longrightarrow \text{Na}^+(\text{aq})$
- 3) $\text{NO}_3^-(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- *4) $\text{NaNO}_3(\text{g}) \longrightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{NO}_3^-(\text{g})$



เมื่อผสมสารละลายของสารประกอบไอออนิกบางคู่ ไอออนอิสระจะทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกชนิดอื่น

ตัวอย่างที่ 5 การผสมสารละลายในข้อใดมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น และสามารถเขียนสมการไอออนิกสุทธิได้ทั้งคู่

	สารละลายผสม I	สารละลายผสม II
1)	NaCl กับ AgNO ₃	KI กับ Na ₂ CO ₃
2)	Ca(OH) ₂ กับ Pb(NO ₃) ₂	Li ₂ SO ₄ กับ MgCl ₂
3)	BaCl ₂ กับ Na ₂ SO ₄	NH ₄ CN กับ Na ₂ HPO ₄
*4)	AgNO ₃ กับ KBr	Mg กับ HCl

ตัวอย่างที่ 6 นักเรียนคนหนึ่งทำการวิเคราะห์สารตัวอย่าง A, B และ C ซึ่งเป็นสารประกอบไอออนิก โดยนำมาทดสอบกับสารละลาย AgNO₃, Na₂SO₄, Na₂CO₃ และ Na₂HPO₄ ซึ่งเป็นสารละลายใสไม่มีสี และสารละลาย Cl₂ ใน CCl₄ และ Br₂ ใน CCl₄ ซึ่งเป็นสารละลายใสไม่มีสีและมีสีส้ม ตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล ได้ผลดังตาราง

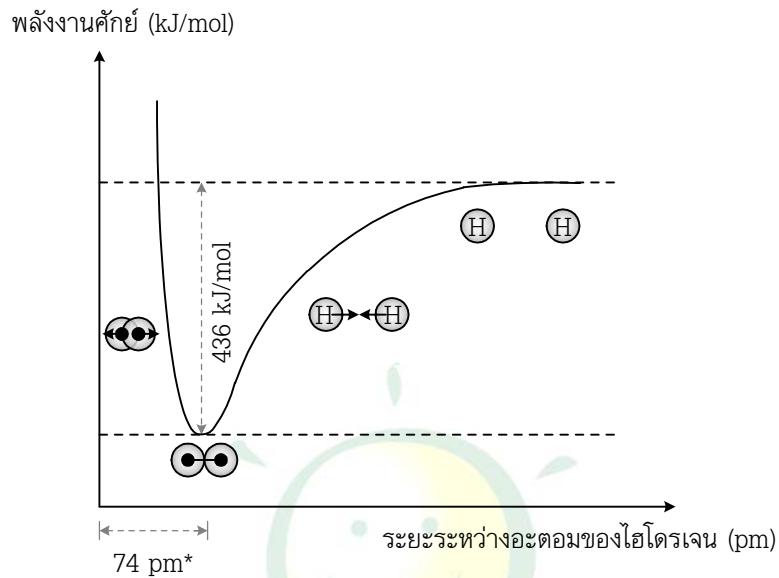
สารตัวอย่าง	ผลการทดสอบเมื่อผสมกับสารละลาย					
	AgNO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	Na ₂ HPO ₄	Cl ₂ ใน CCl ₄	Br ₂ ใน CCl ₄
A	เกิดตะกอน	ไม่มีตะกอน	เกิดตะกอน	เกิดตะกอน	สีชมพูแกมม่วง	สีชมพูแกมม่วง
B	เกิดตะกอน	เกิดตะกอน	เกิดตะกอน	เกิดตะกอน	สีส้ม	สีส้ม
C	ไม่มีตะกอน	เกิดตะกอน	เกิดตะกอน	เกิดตะกอน	ไม่มีสี	สีส้ม

จากผลการทดสอบสารตัวอย่าง A, B และ C ควรเป็นสารในข้อใด

	A	B	C
1)	MgBr ₂	CaO	SrCl ₂
2)	NH ₄ Cl	BaCl ₂	Ca(NO ₃) ₂
3)	MgCl ₂	Sr(NO ₃) ₂	(NH ₄) ₂ S
*4)	MgI ₂	CaBr ₂	Ba(NO ₃) ₂

พันธะโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอม ใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ โดยทั่วไปอะตอมจะรวมกันด้วยอัตราส่วนที่ทำให้อะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต ซึ่งกฎออกเตตใช้ทำนายอัตราส่วนจำนวนอะตอมของธาตุคู่ประกอบที่รวมกันเป็นสารโคเวเลนต์ และชนิดของพันธะโคเวเลนต์

การรวมตัวของไฮโดรเจนสองอะตอมเป็นโมเลกุลมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ดังรูป



กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดโมเลกุลไฮโดรเจน

ตัวอย่างที่ 7 ปฏิกิริยาใดต่อไปนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้แน่นอน

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

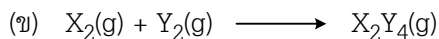
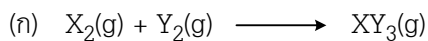
ตัวอย่างที่ 8 สมการข้อใดไม่ถูกต้อง

(กำหนดเลขอะตอม Ca = 20, N = 7, H = 1, O = 8, C = 6, Ba = 56, S = 16)

- *1) $\text{Ca(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$
- 2) $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- 3) $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{พลังงาน}} 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- 4) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$









ตัวอย่างที่ 9 กำหนดให้ X เป็นธาตุในหมู่ VA และ Y เป็นธาตุในหมู่ VIIA พลังงานพันธะของ $X_2(g)$ และ $Y_2(g)$ เท่ากับ 960 และ 240 kJ/mol ตามลำดับ เมื่อ $X_2(g)$ ทำปฏิกิริยากับ $Y_2(g)$ ในสองสถานะได้ผลิตภัณฑ์ XY_3 และ X_2Y_4 ซึ่งเป็นสารโคเวเลนต์ที่มีแต่พันธะเดี่ยวในโมเลกุลเท่านั้น ดังสมการ (ก) และ (ข) (สมการยังไม่ได้ดุล)



ปฏิกิริยา (ก) และ (ข) ที่ให้ผลิตภัณฑ์ 1 mol จะคายพลังงานเท่ากับ 600 และ 1540 kJ ตามลำดับ พลังงานพันธะ X - X และ X - Y ในผลิตภัณฑ์มีค่ากี่ kJ/mol

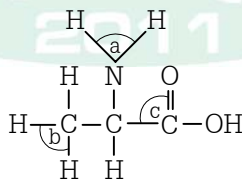
	พลังงานพันธะ X - X (kJ/mol)	พลังงานพันธะ X - Y (kJ/mol)
1)	320	665
2)	340	600
*3)	1060	480
4)	1460	380

ตารางรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

สูตร	จำนวนอิเล็กตรอน	จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	รูปร่าง	ตัวอย่าง
AB_2	2	2	0	Linear	 $HgCl_2, BeCl_2(g), CO_2, HCN$
AB_3	3	3	0	Trigonal planar	 BF_3, BCl_3, BH_3, SO_3
AB_2	3	2	1	Bent	 $SnCl_2, SO_2, NO_2^-$
AB_4	4	4	0	Tetrahedral	 $CH_4, SiCl_4, POCl_3$
AB_3	4	3	1	Trigonal pyramidal	 NH_3, PF_3
AB_2	4	2	2	Bent	 $H_2O, ICl_2^+, OF_2, BrO_2, SCl_2$

สูตร	จำนวนอิเล็กตรอน	จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	รูปร่าง	ตัวอย่าง
AB ₅	5	5	0	Trigonal bipyramidal	PF ₅ , PCl ₅ , SbF ₅ , IO ₃ F ₂ ⁻
AB ₄	5	4	1	Distorted tetrahedral	SF ₄ , IF ₄ ⁺
AB ₃	5	3	2	T-shape	ClF ₃ , BrF ₃
AB ₂	5	2	3	Linear	I ₃ ⁻ , ICl ₂ ⁻ , XeF ₂
AB ₆	6	6	0	Octahedral	SF ₆ , PF ₆ ⁻
AB ₅	6	5	1	Square pyramidal	IF ₅ , BrF ₅ , XeOF ₄
AB ₄	6	4	2	Square planar	XeF ₄ , BrF ₄ ⁻

ตัวอย่างที่ 10 สูตรของกรดอะมิโนชนิดหนึ่งเขียนได้ ดังนี้



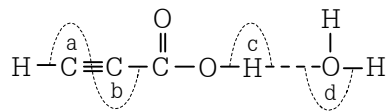
มุมระหว่างพันธะ a, b และ c ควรเป็นข้อใด (หน่วยองศา)

	a	b	c
1)	106	109	90
*2)	106	109	120
3)	120	90	90
4)	120	90	120



วิธีคิด	รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	มุมระหว่างพันธะ
	เส้นตรง	180°
	สามเหลี่ยมแบนราบ	120°
	ทรงสี่หน้า	109.5°
	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	เล็กกว่า 109.5°

ตัวอย่างที่ 11 การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งกับน้ำ



มุมระหว่างพันธะในข้อใดที่มีขนาดต่างจากข้ออื่น

- 1) a 2) b 3) c *4) d

ตัวอย่างที่ 12 มุมพันธะในสารประกอบข้อใด เมื่อรวมกันในทุกสารประกอบแล้วมีค่าน้อยที่สุด

(กำหนดเลขอะตอม Be = 4, F = 9, C = 6, O = 8, H = 1, S = 16, Cl = 17, Xe = 54)

- 1) BeF₂, CO₂ *2) H₂F⁺, BeCl₂ 3) BeH₂, O₃ 4) SO₂, XeF₂

ตัวอย่างที่ 13 โมเลกุลหรือไอออนในข้อใดที่มีรูปร่างแตกต่างจากข้ออื่น

- 1) I₃⁻ 2) SCN⁻ *3) XeO₂ 4) XeF₂

ตัวอย่างที่ 14 สารประกอบโคเวเลนต์ข้อใดมีรูปร่างเหมือนกันทั้งหมด

- 1) CCl₄ NH₄⁺ XeF₄ 2) BF₃ NH₃ PCl₃
 3) BrF₅ PCl₅ IF₅ *4) H₂O SO₂ O₃

ตัวอย่างที่ 15 สารประกอบหรือไอออนในข้อใดที่มีรูปร่างเหมือนกันและมีมุมพันธะเท่ากันทั้งหมด

(กำหนดเลขอะตอม Be = 4, Br = 35, H = 1, O = 8, C = 6, Cl = 17, S = 16, N = 7)

- 1) BeBr₂ และ H₂O *2) CCl₄ และ SO₄²⁻
 3) NH₄⁺ และ CH₃Cl 4) CO₂ และ H₂S

ตัวอย่างที่ 16 กำหนดให้ A, D, E, G, J, X, Y และ Z เป็นธาตุที่อยู่ในคาบที่ 2-5 ของตารางธาตุ ดังนี้

คาบ

2	A												X	Y		
3		D														
4				E			G				J					Z
5																

ข้อใดเป็นสมบัติของธาตุหรือสารประกอบที่เกิดจากธาตุในตารางธาตุที่กำหนด

- 1) E, G และ J เป็นธาตุแทรนซิชันที่มีเลขออกซิเดชันหลายค่า
- 2) พันธะในโมเลกุลที่เกิดจาก X กับ Y ยาวกว่าพันธะในโมเลกุลที่เกิดจาก Y กับ Z
- 3) สารประกอบ AY และสารประกอบ DZ ไม่ละลายน้ำ เพราะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่แข็งแรง
- *4) มุมระหว่างพันธะของโมเลกุลที่เป็นไปตามกฎออกเตตที่เกิดจาก X และ Z ใหญ่กว่าที่เกิดจาก Y และ Z

วิธีคิด สารประกอบที่เกิดจากอโลหะหมู่ 5 และหมู่ 7

มีรูปร่างเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวตรงอะตอมกลาง 1 คู่

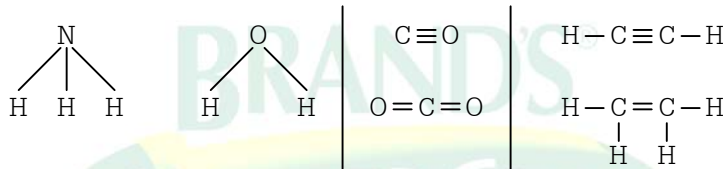
สารประกอบที่เกิดจากอโลหะหมู่ 6 และหมู่ 7

มีรูปร่างเป็นมุมงอ มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวตรงอะตอมกลาง 2 คู่

ตัวอย่างที่ 17 การเรียงลำดับความยาวพันธะที่เกิดจากอะตอมที่ต่างกันไนโมเลกุล ข้อใดแตกต่างจากข้ออื่น

- 1) NH_3 H_2O
- 2) CO CO_2
- 3) C_2H_2 C_2H_4
- 4) CCl_4 CBr_4

วิธีคิด



พันธะโคเวเลนต์

1. พันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว (Non-polar covalent bond) คือ พันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเท่ากัน ดังนั้นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะจะถูกนิวเคลียสทั้งสองดึงดูดด้วยแรงเท่าๆ กัน

2. พันธะโคเวเลนต์มีขั้ว (Polar covalent bond) คือ พันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่างกัน อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะจะอยู่ใกล้อะตอมที่มีอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่าอะตอมนี้จะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบ การแสดงขั้วของพันธะโคเวเลนต์ ใช้สัญลักษณ์ δ^- และ δ^+ (อ่านว่า เดลตาลบ และเดลตาบวก ตามลำดับ)



ไฮโดรเจนคลอไรด์ แสดงขั้วของพันธะ $\text{H} - \text{Cl}$

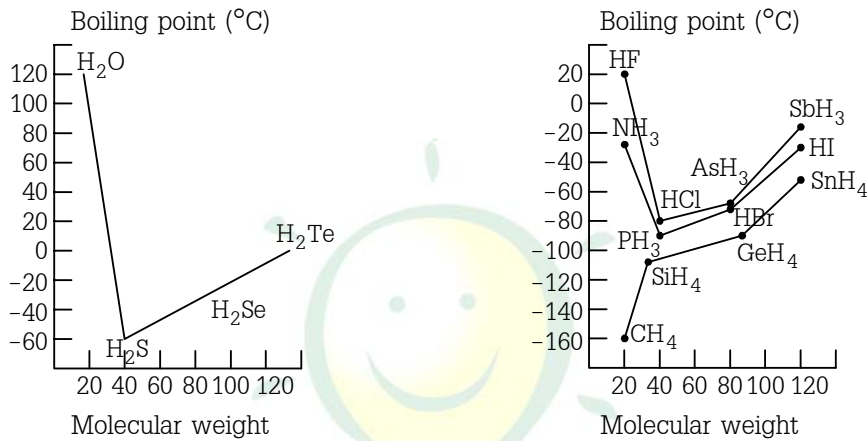
ผลต่างของอิเล็กโตรเนกาติวิตีระหว่างอะตอมมาก ขั้วของพันธะโคเวเลนต์จะมีอำนาจไฟฟ้าสูงกว่าหรือมีสภาพขั้วแรงกว่าผลต่างของอิเล็กโตรเนกาติวิตีระหว่างอะตอมน้อย



โมเลกุลโคเวเลนต์ (Covalent molecule)

1. โมเลกุลไม่มีขั้ว (Non-polar molecule) คือ โมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดสร้างพันธะกับอะตอมของธาตุเพียงชนิดเดียว เช่น N_2 , $BeCl_2$, SiH_4 , PCl_5 , SF_6 เป็นต้น

2. โมเลกุลมีขั้ว (Polar molecule) คือ โมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดสร้างพันธะกับอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน หรือโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เช่น H_2O , PCl_3 เป็นต้น



กราฟแสดงจุดเดือดของสารประกอบไฮโดรต์ หมู่ IV A ถึง VII A

ตัวอย่างที่ 18 ข้อใดมีสภาพขั้วเหมือนกันทั้งหมด

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) $CHCl_3$ H_2O CS_2 | * 2) CCl_4 CO_2 BF_3 |
| 3) PCl_5 SO_2 $BeCl_2$ | 4) NH_3 HCl CO_2 |

ตัวอย่างที่ 19 โมเลกุลของสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งไม่มีขั้ว จุดเดือดเท่ากับ $77^{\circ}C$ เมื่อนำมาผสมกับน้ำ ข้อใดถูก

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1) ละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน | 2) สารอินทรีย์แยกชั้นอยู่ด้านบน |
| 3) สารอินทรีย์แยกชั้นอยู่ด้านล่าง | * 4) แยกชั้นแต่ไม่สามารถระบุชั้นได้ |

ตัวอย่างที่ 20 กำหนดสารประกอบฟลูออไรด์ต่อไปนี้

- | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| (a) A_aF_b | (b) B_cF_d | (c) C_eF_f | (d) D_gF_h |
|--------------|--------------|--------------|--------------|

ถ้าเลขอะตอมของ $A = 1$, $B = 7$, $C = 8$, $D = 15$, $F = 9$ และ a, b, c, d, e, f, g, h เป็นเลข

จำนวนเต็มบวก การเรียงลำดับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ข้อใดถูก

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| * 1) (a) > (d) > (b) > (c) | 2) (a) > (d) > (c) > (b) |
| 3) (d) > (b) > (a) > (c) | 4) (d) > (c) > (b) > (a) |

วิธีคิด โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจน ได้แก่ H_2O HF NH_3 กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 21 พันธะเคมีในสารต่อไปนี้ข้อใดถูก

พันธะ			
ไอออนิก	โคเวเลนต์	โคออร์ดิเนตโคเวเลนต์	ไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล
1) SiCl_4	XeF_4	NH_4^+	HF
2) KBr	Cl_2O	PH_3	H_2S
3) SF_6	PCl_5	SO_2	H_2O
*4) MgO	BF_3	O_3	NH_3

ตัวอย่างที่ 22 การเกิดพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคภายในผลึกต่อไปนี้

- ก. ผลึกแอมโมเนียเกิดพันธะไฮโดรเจน ข. ผลึกกำมะถันเกิดแรงดึงดูดระหว่างขั้ว
 ค. แกรไฟต์เกิดพันธะโลหะ ง. เพชรเกิดพันธะโคเวเลนต์
 จ. ผลึก ZnS เกิดพันธะไอออนิก ฉ. ซิลิกา (SiO_2) เกิดพันธะไอออนิก

ข้อใดถูก

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

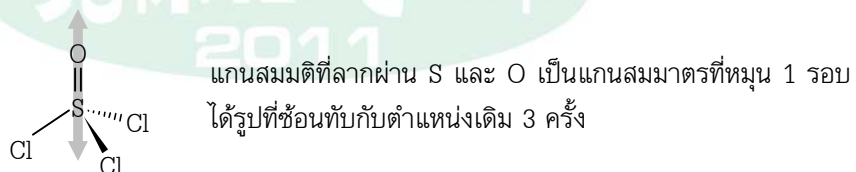
ข้อมูลเรื่องสมมาตรของโมเลกุล ตอบคำถามตัวอย่างที่ 23-26

สมมาตรของโมเลกุลมี 3 ประเภท คือ จุดสมมาตร แกนสมมาตร และระนาบสมมาตร

จุดสมมาตร คือ จุดที่เมื่อสะท้อนรูปร่างของโมเลกุลผ่านจุดนี้แล้ว จะได้รูปร่างของโมเลกุลใหม่ซ้อนทับกับตำแหน่งเดิมพอดี ตัวอย่างเช่น



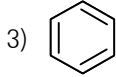
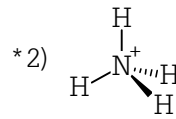
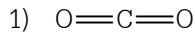
แกนสมมาตร คือ แกนที่เมื่อหมุนโมเลกุลรอบแกนแล้วจะได้รูปร่างของโมเลกุลใหม่ซ้อนทับกับตำแหน่งเดิมพอดี โดยการหมุน 1 รอบอาจพบรูปร่างที่ซ้อนทับกับตำแหน่งเดิมมากกว่า 1 ครั้งก็ได้ ตัวอย่างเช่น



ระนาบสมมาตร คือ ระนาบที่เมื่อสะท้อนรูปร่างของโมเลกุลผ่านระนาบนี้แล้ว จะได้รูปร่างของโมเลกุลใหม่ซ้อนทับตำแหน่งเดิมพอดี ตัวอย่างเช่น

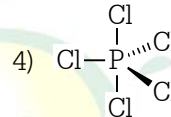
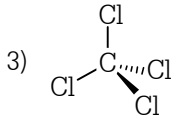
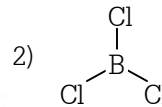
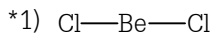


ตัวอย่างที่ 23 โมเลกุลใดไม่มีจุดสมมาตร



4) มีจุดสมมาตรทุกโมเลกุล

ตัวอย่างที่ 24 โมเลกุลใดเมื่อหมุนรอบแกนสมมาตรแล้วจะมีจำนวนครั้งที่รูปร่างซ้อนทับกับโมเลกุลเดิมมากที่สุด



ตัวอย่างที่ 25 XeF_4 มีแกนสมมาตรที่เมื่อหมุนรอบแกนแล้วมีรูปร่างซ้ำกับโมเลกุลเดิม 2 ครั้ง รวมทั้งสิ้นกี่แกน

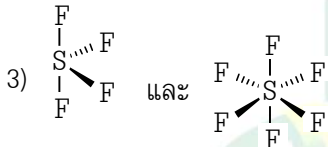
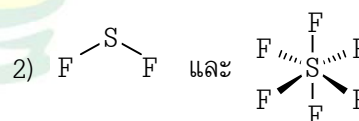
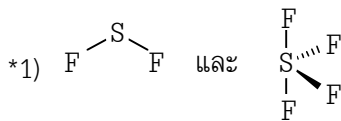
1) 1

2) 2

* 3) 4

4) 8

ตัวอย่างที่ 26 โมเลกุลคู่ใดที่มีจำนวนระนาบสมมาตรเท่ากัน



4) ไม่มีข้อถูก

พันธะโลหะอธิบายสมบัติบางประการของโลหะได้

1. โลหะนำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่ประจำที่
2. โลหะมีจุดหลอมเหลวสูง และดึงให้ขาดออกจากกันได้ยาก เพราะเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมทั้งหมดในก้อนโลหะ ยึดอะตอมไว้อย่างเหนียวแน่น
3. โลหะตีเป็นแผ่นบางๆ ได้ เพราะการตีโลหะให้แผ่ออกเป็นแผ่นบางๆ เป็นการผลักให้อิออนบวกเล็กๆ เลื่อนไกลไม่หลุดออกจากกัน เพราะมีกลุ่มเวเลนซ์อิเล็กตรอนทำหน้าที่ยึดอนุภาคเหล่านี้ไว้
4. ผิวหน้าของโลหะมักเป็นเงาวาว สะท้อนแสงได้ เพราะกลุ่มอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้โดยอิสระเมื่อกระทบกับแสง ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะรับและกระจายคลื่นแสงออกมาทำให้ผิวของโลหะสะท้อนได้ดี

ตัวอย่างที่ 27 กำหนดสมบัติทางกายภาพของสาร ดังนี้

- ก. มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง
- ข. มีสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิห้อง
- ค. นำความร้อนได้
- ง. นำไฟฟ้าได้
- จ. ละลายน้ำได้

ข้อใดเป็นสมบัติทางกายภาพที่สอดคล้องกับประเภทสารที่กำหนด

	ประเภทสาร	สมบัติทางกายภาพ
1)	โคเวเลนต์ไม่มีขั้ว	ข. และ ค.
2)	โครงผลึกράงตาข่าย	ก. และ จ.
3)	ไอออนิก	ก., ง. และ จ.
*4)	โลหะ	ก., ค. และ ง.

ตัวอย่างที่ 28 ข้อใดผิดเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของสารชนิดต่างๆ

- *1) การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิกในสถานะของเหลวเกิดจากการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากไอออนบวกให้ไอออนลบ
- 2) การนำไฟฟ้าของโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์สูง
- 3) แกรไฟต์ซึ่งเป็นอีกรูปหนึ่งของคาร์บอนนำไฟฟ้าได้เนื่องจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
- 4) สารกึ่งตัวนำจะนำไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อได้รับพลังงานจำนวนหนึ่ง แล้วทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเปลี่ยนระดับพลังงาน



ปริมาณสัมพันธ์

โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของ C-12 ที่มีมวล 12 กรัม หรือ 6.02×10^{23} อนุภาค

สาร 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุ หรือมวลโมเลกุลของสาร
ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส = 22.4 dm^3 ที่ STP

$$\text{โมล} = \frac{\text{มวล (กรัม)}}{\text{มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุล}} = \frac{\text{ปริมาตร (dm}^3\text{) ที่ STP}}{22.4} = \frac{\text{จำนวนอนุภาค}}{6.02 \times 10^{23}}$$

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดให้

- ธาตุ Y 3 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลคาร์บอน -12
- ธาตุ X ในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{14}X และ ^{15}X
- ธาตุ ^{14}X มีมวลอะตอม = 14.00 ปริมาณร้อยละที่พบในธรรมชาติ = 99.6 และธาตุ ^{15}X มีมวลอะตอม = 15.00

สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุล XY ที่มีจำนวนอะตอมเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีน้ำหนักกี่กรัม

วิธีคิด

$$\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม} = \text{มวลอะตอม} \times \frac{1}{12} \text{ มวล C-12 1 อะตอม}$$

$$\text{มวลของ Y 3 อะตอม} = 3 \times \text{มวลอะตอมของ Y} \times \frac{1}{12} \text{ มวล C-12 1 อะตอม}$$

$$3 \text{ มวลอะตอมของ Y} \times \frac{1}{12} = 4$$

$$\text{มวลอะตอมของ Y} = 16$$

$$\text{มวลอะตอมของ X} = \frac{14(99.6) + 15(0.4)}{100}$$

$$= \frac{1394.4 + 6}{100} = 14.004$$

$$\text{มวลโมเลกุล XY} = 14 + 16 = 30$$

วิธีการเปลี่ยนแปลงค่าและหน่วยต่างๆ โดยใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย

$$\begin{aligned} \text{gXY} &= \frac{6.02 \times 10^{23}}{2} \text{ โมเลกุล XY} \times \frac{30 \text{ gXY}}{6.02 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล XY}} \\ &= 15 \text{ g} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 B-10 จำนวน 1 อะตอม มีน้ำหนักประมาณกี่กรัม

- *1) 1.66×10^{-23} 2) 6.02×10^{-23} 3) 1.66×10^{-24} 4) 6.02×10^{-24}

ตัวอย่างที่ 3 แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 6.02×10^{20} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด
(N = 14, O = 16)

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| *1) 0.046 กรัม 0.022 ลิตร | 2) 0.092 กรัม 0.045 ลิตร |
| 3) 0.460 กรัม 0.224 ลิตร | 4) 0.920 กรัม 0.448 ลิตร |

ตัวอย่างที่ 4 สารประกอบ $Mg_3(PO_4)_2$ ที่ประกอบด้วย P เท่ากับ a อะตอม มีมวลกี่กรัม
(Mg = 24, P = 31, O = 16)

- *1) 2.18×10^{-22} a 2) 4.36×10^{-22} a 3) 131 a 4) 293 a

วิธีคิด

$$\text{มวลโมเลกุล } Mg_3(PO_4)_2 = 262$$

P 2 โมล ในสารประกอบ $Mg_3(PO_4)_2$ 1 โมล

$$P \ 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม ในสารประกอบ } Mg_3(PO_4)_2 \ 262 \text{ กรัม}$$

$$P \ a \text{ อะตอม ในสารประกอบ } Mg_3(PO_4)_2 \ \frac{262 \ a}{2 \times 6.02 \times 10^{23}} \text{ กรัม}$$

สารละลาย ความเข้มข้นของสารละลาย บอกได้หลายวิธี ดังนี้

- ร้อยละหรือส่วนใน 100 ส่วน (pph), ส่วนในล้านส่วน (ppm), ส่วนในพันล้านส่วน (ppb)

$$\text{ร้อยละโดยมวลของ A} = \frac{\text{มวลของ A (หน่วยมวล)}}{\text{มวลของสารละลาย (หน่วยมวล)}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตรของ A} = \frac{\text{ปริมาตรของ A (หน่วยปริมาตร)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยปริมาตร)}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยมวล/ปริมาตรของ A} = \frac{\text{มวลของ A (หน่วยมวล)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยปริมาตร)}} \times 100$$

- บอกปริมาณตัวละลายเป็นโมล, ตัวทำละลายเป็นมวล, ปริมาตร หรือ โมล

$$\text{โมลลิตี} = \text{โมลล (m)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย (mol)}}{\text{มวลของตัวทำละลาย (kg)}}$$

$$\text{โมลาริตี} = \text{โมลาร์ (M)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย (mol)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (dm}^3 \text{ หรือ L)}}$$

$$\text{เศษส่วนโมลของ A} = \frac{\text{จำนวนโมลของ A (mol)}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารในสารละลาย (mol)}}$$

$$\text{ร้อยละโดยจำนวนโมลของ A} = \text{เศษส่วนโมลของ A} \times 100$$



การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

$$\text{mol} = \frac{MV}{1000}$$
$$\text{มวล} = \text{mol} \times \text{มวลโมเลกุล}$$

2. การทำสารละลายเข้มข้นให้เจือจางลง จำนวนโมลของตัวละลายก่อน และหลังการทำให้เจือจางจะมีค่าเท่าเดิม

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

ตัวอย่างที่ 5 อุปกรณ์ในข้อใดมีความแม่นยำในการวัดปริมาณสารน้อยที่สุด

- 1) บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
- *2) ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
- 3) เครื่องชั่งสารแบบทศนิยม 3 ตำแหน่ง
- 4) ปิเปตแบบกระเปาะ (Volumetric pipette) ขนาด 25 มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 6 การใช้ปิเปตแบบ Graduated pipette (มีมาตรวัดปริมาตรละเอียด 0.1 มิลลิลิตรอยู่ข้างปิเปต) ขนาด 10 มิลลิลิตร เพื่อถ่ายเทสารปริมาตร 5 มิลลิลิตร ควรทำตามข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

- 1) ดูดสารเข้าไปในปิเปต 5 มิลลิลิตร แล้วปล่อยออกจนหมด ฟันสารที่เหลือค้างที่ปลายปิเปตออกด้วยลูกยาง
- *2) ดูดสารเข้าไปในปิเปต 10 มิลลิลิตร แล้วปล่อยออก 5 มิลลิลิตร
- 3) ดูดสารเข้าไปในปิเปต 5 มิลลิลิตร แล้วปล่อยออกจนหมด
- 4) ไม่ควรใช้ปิเปตนี้ ควรเปลี่ยนไปใช้ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตรแทน

ตัวอย่างที่ 7 ต้องการเตรียมกรดไนตริก (HNO_3) ให้มีความเข้มข้น 0.12 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ต้องใช้กรดไนตริกที่มีความเข้มข้น 63% โดยมวล ความหนาแน่น 1.20 กรัม/มิลลิลิตร อย่างน้อยกี่มิลลิลิตร

$$(H = 1, N = 14, O = 16)$$

- *1) 0.5
- 2) 5
- 3) 10
- 4) 12

ตัวอย่างที่ 8 ต้องการเตรียมสารละลายไทเทเนียม ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/ลิตร ต้องใช้ TiSO_4 กี่กรัม

$$(O = 16, S = 32, Ti = 48)$$

- 1) 3×10^{-1}
- 2) 3×10^{-2}
- *3) 3×10^{-3}
- 4) 3×10^{-4}

ตัวอย่างที่ 9 ต้องการเตรียมสารละลายกรด H_2SO_4 0.9 โมลาร์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ต้องใช้กรด H_2SO_4 ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 98 โดยมวล กี่มิลลิลิตร กำหนดความหนาแน่นของกรด H_2SO_4 เป็น 1.80 กรัม/มิลลิลิตร

$$(H = 1, O = 16, S = 32)$$

- 1) 6.3 *2) 12.5 3) 18.0 4) 25.0

ตัวอย่างที่ 10 สารละลาย NaBr ความเข้มข้นร้อยละ a โดยมวล มีความหนาแน่นเท่ากับ b g/cm^3 เมื่อนำสารละลายนี้ ปริมาตร 50.0 cm^3 เจือจางเป็น 250.0 cm^3 สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่าใด (Na = 23, Br = 80)

- 1) $\frac{a \times b}{103} \text{ M}$ 2) $\frac{a \times b}{103} \text{ m}$ * 3) $\frac{2 \times a \times b}{103} \text{ M}$ 4) $\frac{2 \times a \times b}{103} \text{ m}$

วิธีคิด

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$\frac{10 \text{ ba}}{103} \times 50 = M_2 \times 250$$

$$M_2 = \frac{2 \times a \times b}{103} \text{ mol/dm}^3$$

ตัวอย่างที่ 11 มีสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.40 โมลาร์ จำนวน 500 มิลลิลิตร และสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ จำนวน 500 มิลลิลิตร ต้องการเตรียมสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.20 โมลาร์ จำนวน 500 มิลลิลิตร วิธีเตรียมต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

- 1) ใช้สารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.40 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ จำนวน 300 มิลลิลิตร
- 2) ใช้สารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.40 โมลาร์ จำนวน 300 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร
- * 3) ใช้สารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.40 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำ 100 มิลลิลิตร
- 4) ใช้สารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.40 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำ 200 มิลลิลิตร

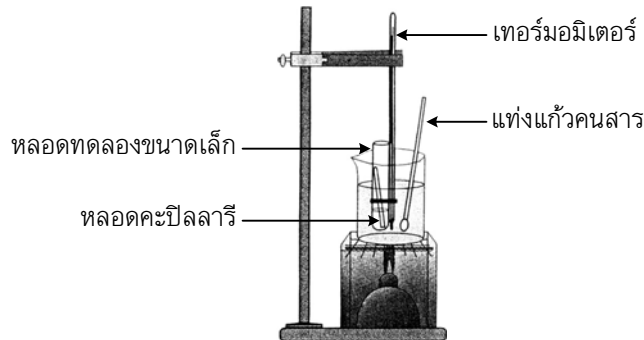
วิธีคิด

$$MV = M_1V_1 + M_2V_2$$

$$0.2 \times 500 = (0.4 \times 200) + (0.1 \times 200)$$



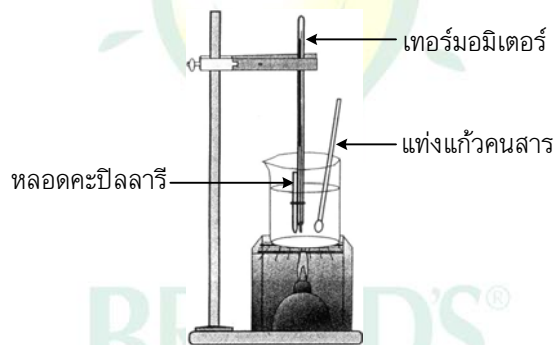
การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ และสารละลาย



ตัวอย่างที่ 12 หากนักเรียนทำตะเกียงแอลกอฮอล์ที่มีไฟติดอยู่หกบนโต๊ะทดลอง นักเรียนควรจะทำอย่างไร

- 1) หาน้ำมาดับไฟบนโต๊ะ
- 2) ช่วยกันเป่าให้ไฟดับ
- *3) เอาผ้าชุบน้ำคลุมบริเวณที่ติดไฟ
- 4) เปิดหน้าต่างให้อากาศถ่ายเทได้ดีขึ้น

การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ และสารละลาย



สรุป ตัวละลายจะเป็นสารใดก็ได้ แต่เป็นสารที่ระเหยยาก และไม่แตกตัวเป็นไอออน

1. จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
2. จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์
3. สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้น (mol/kg) เท่ากัน จะมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งเท่ากัน
4. สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ความเข้มข้น (mol/kg) ของสารละลายยิ่งสูงจุดเดือดจะสูงขึ้นด้วย แต่จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งจะยิ่งต่ำ

$$\Delta T_b = K_b m = K_b \times \frac{W_1 \times 1000}{M_w \times W_2}$$

$$\Delta T_f = K_f m = K_f \times \frac{W_1 \times 1000}{M_w \times W_2}$$

- ΔT_b = ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
 ΔT_f = ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์กับจุดเยือกแข็งของสารละลาย
 m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมแลล หรือโมลต่อกิโลกรัม
 K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือด
 K_f = ค่าคงที่ของการลดของจุดเยือกแข็ง
 W_1 = มวลของตัวละลาย (กรัม)
 W_2 = มวลของตัวทำละลาย (กรัม)
 M_w = มวลโมเลกุลของตัวละลาย

ตัวอย่างที่ 13 นำสาร A หนัก 1.5 กรัม กับสาร B ละลายในเบนซีน ปริมาตร 100 cm³ ได้สารละลายที่มีจุดเยือกแข็งเท่ากับ 5.021°C สาร B ที่ใช้หนักกี่กรัม

- กำหนดให้ ความหนาแน่นของเบนซีน = 0.9 g/cm³
 จุดเยือกแข็งของเบนซีน = 5.533 °C
 ค่า K_f ของเบนซีน = 5.12 °C/m
 มวลโมเลกุล A = 300
 มวลโมเลกุล B = 250

- *1) 1.00 2) 1.25 3) 2.00 4) 2.50

วิธีคิด สาร B ที่ใช้หนัก x กรัม

$$\text{mol A} = \frac{1.5}{300} = 0.005$$

$$\text{mol B} = \frac{x}{250}$$

$$\Delta T_f = K_f \times \frac{W_1 \times 1000}{M_w \times W_2}$$

$$5.533 - 5.021 = 5.12 \times \left(0.005 + \frac{x}{250} \right) \times \frac{1000}{100 \times 0.9}$$

$$\text{สาร B ที่ใช้หนัก} = 1 \text{ กรัม}$$



ตัวอย่างที่ 14 จากข้อมูลของสารต่อไปนี้

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (°C)
A	-	80.0
B	-	75.5
สารละลาย X ใน A	0.5	81.5
สารละลาย Y ใน B	1.5	78.5

สารละลาย X ใน B ความเข้มข้น 2 mol/kg และสารละลาย Y ใน A ความเข้มข้น 1 mol/kg จะมีจุดเดือดต่างกันกี่องศาเซลเซียส (3.5°C)

ตัวอย่างที่ 15 ถ้าจุดเยือกแข็งของแนฟทาลินเท่ากับ 80.6°C เมื่อนำสารตัวอย่าง (X_mY_n) หนัก 0.51 กรัม มาละลายในแนฟทาลิน 10.2 กรัม พบว่าสารละลายมีจุดเยือกแข็ง 78.9°C สูตรโมเลกุลของ X_mY_n คือข้อใด (กำหนด K_f ของแนฟทาลิน = $6.80^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$ และมวลอะตอม $X = 100, Y = 50$)

- 1) XY *2) XY_2 3) X_2Y 4) XY_3

วิธีคิด

$$\Delta T_f = K_f \times \frac{W_1 \times 1000}{M_w \times W_2}$$

$$80.6 - 78.9 = 6.8 \times \frac{0.51 \times 1000}{M_w \times 10.2}$$

การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร

$$\text{ร้อยละของ A ในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของ A} \times 100}{\text{มวลของสารประกอบ}}$$

ตัวอย่างที่ 16 วิเคราะห์ผลึกของสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งมีสูตรเป็น $\text{Na}_2\text{XH}_{20}\text{O}_{14}$ พบว่าผลึกนี้ 1.5 กรัม มีธาตุ X ร้อยละ 15.2 โดยมวล มวลอะตอมของธาตุ X เป็นเท่าใด ($\text{Na} = 23, \text{H} = 1, \text{O} = 16$)

- 1) 45.0 *2) 52.0 3) 59.1 4) 62.6

วิธีคิด

$$\text{ร้อยละของ X ในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของ X} \times 100}{\text{มวลของสารประกอบ}}$$

$$15.2 = \frac{X \times 100}{2(23) + X + 20(1) + 14(16)}$$

$$X = 51.98$$



ตัวอย่างที่ 17 สารประกอบ hexachlorophene หนึ่งโมเลกุลมี Cl จำนวน 6 อะตอม และมีร้อยละโดยมวลของ Cl เท่ากับ a สารประกอบ hexachlorophene มีมวลโมเลกุลเท่าใด (Cl = 35.5)

$$*1) \frac{35.5 \times 6 \times 100}{a}$$

$$2) \frac{35.5 \times 6.02 \times 10^{23} \times 6 \times 100}{a}$$

$$3) \frac{35.5 \times 6 \times a}{100}$$

$$4) \frac{35.5 \times 6.02 \times 10^{23} \times 6 \times a}{100}$$

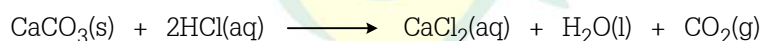
การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

กฎทรงมวล อองตวน-โลรอง ลาวัซซีเอ ทดลองเผาผลาญในหลอดที่ปิดสนิท พบว่ามวลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลรวมของสารหลังเกิดปฏิกิริยา

ระบบปิด เป็นระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลกับสิ่งแวดล้อม



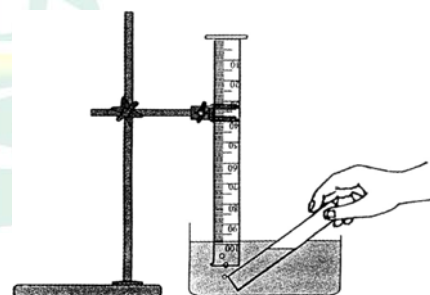
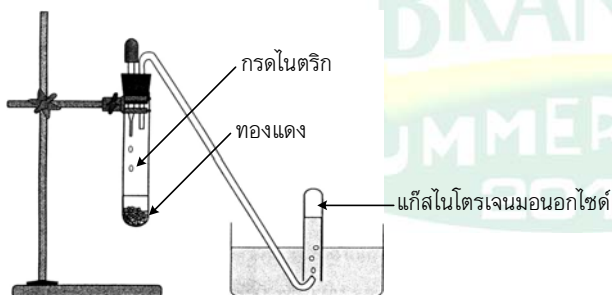
ระบบเปิด เป็นระบบที่มีการถ่ายเทมวลกับสิ่งแวดล้อม



ภาวะของระบบคือสมบัติของสารและปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของระบบ

กฎสัดส่วนคงที่ โจเซฟ เพราสดี ศึกษาการเตรียมสารประกอบ พบว่าสารประกอบชนิดหนึ่งเตรียมด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน จะมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบคงที่เสมอ

การศึกษาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาระหว่าง O_2 กับ NO



การเตรียมแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์

การถ่ายแก๊สจากหลอดทดลองเข้าสู่กระบอกตวง

เมื่อวัดปริมาตรของ O_2 และ NO ที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วอัตราส่วนโดยปริมาตร $O_2 : NO = 1 : 2$ กฎการรวมปริมาตรของแก๊ส หรือเรียกว่า กฎของเกย์-ลูสแซก สรุปว่า ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้น จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆ กฎของอาโวกาโดร สรุปว่า ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันแก๊สใดๆ ที่มีปริมาตรเท่ากัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน



ตัวอย่างที่ 18 ถังแก๊สใบหนึ่งบรรจุ O_2 ไว้ที่ 20 บรรยากาศ 300 เคลวิน เมื่อเปลี่ยนไปบรรจุ SO_2 แทนที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน พบว่าถังนี้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 4 กิโลกรัม ถังใบนี้มีปริมาตรบรรจุประมาณกี่ลิตร (กำหนดให้ค่าคงที่ของแก๊ส = $0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

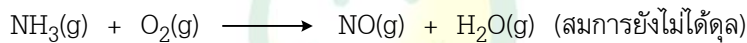
- 1) 0.154 2) 0.769 3) 76.875 *4) 153.750

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{\text{ผลได้จริง} \times 100}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}}$$

สารกำหนดปริมาณ คือ สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น

ตัวอย่างที่ 19 จากปฏิกิริยาต่อไปนี้

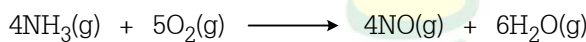


ถ้านำ NH_3 จำนวน a กรัม ทำปฏิกิริยากับ O_2 จำนวน a กรัม จะเกิด NO กี่กรัม

(N = 14, H = 1, O = 16)

- *1) 0.75 a 2) a 3) 1.25 a 4) 1.76 a

วิธีคิด



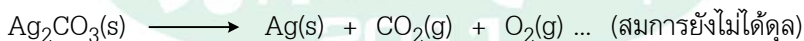
O_2 เป็นสารกำหนดปริมาณ

$$\frac{\text{mol NO}}{\text{mol } O_2} = \frac{4}{5}$$

$$\text{mol NO} = \frac{4}{5} \text{ mol } O_2$$

$$\text{มวล NO} = \frac{4}{5} \text{ mol } O_2 \times 30$$

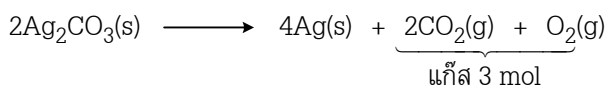
ตัวอย่างที่ 20 การเผา Ag_2CO_3 จะได้โลหะเงินบริสุทธิ์ดังสมการ ($Ag = 108$)



เมื่อเผา Ag_2CO_3 อย่างสมบูรณ์ได้แก๊สปริมาตร 3.36 dm^3 ที่ STP จะได้โลหะเงินบริสุทธิ์กี่กรัม

- 1) 16.2 *2) 21.6 3) 32.4 4) 41.1

วิธีคิด



$$\frac{\text{mol Ag}}{\text{mol แก๊ส}} = \frac{4}{3}$$

$$\text{mol Ag} = \frac{4}{3} \text{ mol แก๊ส}$$

$$\text{มวล Ag} = \frac{4}{3} \text{ mol แก๊ส} \times 108$$

ตัวอย่างที่ 21 ถ้าต้องการทำให้ธาตุ 1 กรัม เกิดเป็นสารประกอบออกไซด์ โดยเผากับ O_2 ธาตุใดจะต้องใช้ปริมาณ O_2 มากที่สุด

(Na = 23, Mg = 24, K = 39, Ca = 40)

- 1) Na *2) Mg 3) K 4) Ca

วิธีคิด มวลโมเลกุลของ Na_2O , MgO , K_2O และ CaO = 62, 40, 94, 56 ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 22 นำตัวอย่าง 1.0 กรัม ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ มาทำปฏิกิริยากับ $(NH_4)_2C_2O_4$ ได้ตะกอน CaC_2O_4 หนัก 2.56 กรัม ตัวอย่างมีแคลเซียมอยู่ร้อยละเท่าใด

- 1) 20 2) 40 3) 60 *4) 80

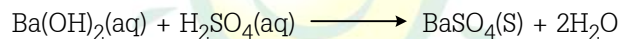
วิธีคิด มวลโมเลกุล CaC_2O_4 = 128

CaC_2O_4 128 g มี Ca 40 g

CaC_2O_4 2.56 g มี Ca $\frac{40 \times 2.56}{128} = 0.8$ g

ตัวอย่างมีแคลเซียมอยู่ร้อยละ $\frac{0.8}{1.0} \times 100 = 80$

ตัวอย่างที่ 23 สารตัวอย่าง 10 กรัม มี $Ba(OH)_2$ เป็นองค์ประกอบ นำมาทำปฏิกิริยากับกรดดังสมการ



นำตะกอน $BaSO_4$ ไปเผาได้ BaS หนัก 3.38 กรัม ร้อยละของ Ba ในสารตัวอย่างเท่ากับเท่าใด

(Ba = 137, S = 32, O = 16)

- 1) 2.7 2) 13.7 *3) 27.4 4) 34.2

วิธีคิด มวลโมเลกุล BaS = 137 + 32 = 169

BaS หนัก 3.38 กรัม มี Ba $\frac{137}{169} \times 3.38 = 2.74$ กรัม

ร้อยละของ Ba ในสารตัวอย่าง $\frac{2.74}{10} \times 100 = 27.4$

ตัวอย่างที่ 24 เติมน้ำเกลือ $Zn(OH)_2$ ลงในสารละลาย HBr เข้มข้น 0.550 mol/dm^3 ปริมาตร 400 cm^3 พบว่าสารละลายยังเป็นกรด เมื่อนำสารละลายที่ได้ไทเทรตกับสารละลาย $NaOH$ เข้มข้น 0.500 mol/dm^3 พบว่าที่จุดสมมูลใช้ปริมาตรของสารละลาย $NaOH$ เท่ากับ $a \text{ cm}^3$ เกลือ $Zn(OH)_2$ ที่ใช้มีมวลกี่กรัม

(Zn = 65, O = 16, H = 1)

- 1) $10.89 - \frac{0.025}{a}$ *2) $10.89 - 0.025 a$ 3) $21.78 - \frac{0.050}{a}$ 4) $21.78 - 0.050 a$

วิธีคิด $Zn(OH)_2 + 2HBr \longrightarrow ZnBr_2 + 2H_2O$... (1)

$HBr + NaOH \longrightarrow NaBr + H_2O$... (2)

จากปฏิกิริยา 2 ; mol HBr = mol $NaOH$ = $\frac{0.5 \times a}{1000}$

จากปฏิกิริยา 1 ; mol HBr ที่ใช้ในปฏิกิริยา = $\frac{0.55 \times 400}{1000} - \frac{0.5a}{1000}$

mol $Zn(OH)_2$ ที่ใช้ = $\frac{1}{2} \left(\frac{0.55 \times 400}{1000} - \frac{0.5a}{1000} \right)$

มวล $Zn(OH)_2$ ที่ใช้ = mol \times มวลโมเลกุล



ตัวอย่างที่ 25 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 กรัม มวลของ $\text{MgCO}_3(\text{s})$ ในสารผสมมีกี่กรัม ($\text{Mg} = 24, \text{C} = 12, \text{O} = 16$)

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

ตัวอย่างที่ 26 นำผงซักฟอกชนิดหนึ่งหนัก 0.620 กรัม มาเผาจนร้อนแดงเพื่อทำลายสารอินทรีย์ แล้วนำมาเติมกรด 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 ($\text{Mg} = 24, \text{P} = 31, \text{O} = 16$)

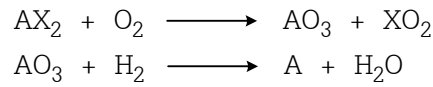
- 1) 5 *2) 10 3) 15 4) 20

วิธีคิด มวลโมเลกุลของ $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 222$

ตัวอย่างที่ 27 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย Zn^{2+} เข้มข้น 0.4 โมลาร์ โดยเตรียมจากการละลายโลหะ Zn หนัก 13 กรัม ด้วยสารละลายกรด HCl ต้องละลายโลหะ Zn ลงในสารละลาย HCl ที่มีความเข้มข้นและปริมาตรตามข้อใด ($\text{Zn} = 65$)

- 1) 0.4 โมลาร์ 500 มิลลิลิตร 2) 0.8 โมลาร์ 1000 มิลลิลิตร
*3) 1.2 โมลาร์ 500 มิลลิลิตร 4) ไม่มีข้อถูก

ตัวอย่างที่ 28 เมื่อเผาแร่ AX_2 ในบรรยากาศออกซิเจนและไฮโดรเจน ตามลำดับ ได้โลหะ A ดังสมการ (สมการยังไม่ดุล)



ถ้ากระบวนการเผาแร่ดังกล่าวใช้ AX_2 1600 g แก๊สออกซิเจน 560 g และแก๊สไฮโดรเจน 120 g จะได้โลหะ A **มากที่สุด**กี่กรัม (มวลอะตอม $X = 32, A = 96$) **ตอบ 480 g**

ตัวอย่างที่ 29 ภาชนะสองใบต่อเชื่อมถึงกัน ใบแรกมีขนาด 2 ลิตร บรรจุแก๊ส N_2 ไว้ 3 บรรยากาศ ใบที่สองขนาด 3 ลิตร บรรจุแก๊ส O_2 ไว้ 5 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิคงที่ เมื่อเปิดวาล์วที่กั้นระหว่างภาชนะทั้งสอง จะเกิดปฏิกิริยากันจนสมบูรณ์ได้ผลิตภัณฑ์เป็นออกไซด์ชนิดหนึ่งของไนโตรเจนมีความดันเท่ากับ 1.2 บรรยากาศ โดยไม่มีสารตั้งต้นใดเหลืออยู่ สูตรของออกไซด์ที่เกิดขึ้นคือข้อใด

- 1) NO_2 2) NO_3 3) N_2O_4 *4) N_2O_5

ตัวอย่างที่ 30 แอลไพรีน ($C_9H_8O_4$) เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิซิลิก ($C_7H_6O_3$) กับแอซิติกแอนไฮไดรด์ ($C_4H_6O_3$) ดังสมการ



ต้องใช้กรดซาลิซิลิกกี่กรัมเพื่อให้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแอซิติกแอนไฮไดรด์ 1.02 กรัม และได้แอลไพรีนกี่กรัม ตามลำดับ ($H = 1, C = 12, O = 16$)

- 1) 0.69 และ 0.90 2) 1.38 และ 1.80 *3) 2.76 และ 3.60 4) 2.76 และ 7.20

วิธีคิด มวลโมเลกุลแอซิติกแอนไฮไดรด์ ($C_4H_6O_3$) = 102

 มวลโมเลกุลของกรดซาลิซิลิก ($C_7H_6O_3$) = 138

 มวลโมเลกุลของแอลไพรีน ($C_9H_8O_4$) = 180

 จำนวนโมลของแอซิติกแอนไฮไดรด์ = $\frac{1.02}{102} = 0.01$

 มวลของกรดซาลิซิลิกที่ใช้ = $(2 \times 0.01) \times 138 = 2.76$ g

 มวลของแอลไพรีนเกิดขึ้น = $(2 \times 0.01) \times 180 = 3.60$ g



ตารางข้อมูลการทดลองการตกตะกอนของไอออนโลหะ ตอบคำถามตัวอย่างที่ 31-32

ปฏิกิริยา	สิ่งที่สังเกตพบ
$X^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow XCl(aq)$	สารละลายใสไม่มีสี
$2X^+(aq) + O^{2-}(aq) \rightarrow X_2O(s)$	ตะกอนสีขาวขุ่น
$Y^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow YCl_2(s)$	สารละลายสีฟ้าขุ่น
$Y^{2+}(aq) + O^{2-}(aq) \rightarrow YO(s)$	ตะกอนละเอียดสีขาว
$Z^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq) \rightarrow ZCl_3(aq)$	สารละลายใสสีส้ม
$2Z^{3+}(aq) + 3O^{2-}(aq) \rightarrow Z_2O_3(s)$	ตะกอนสีน้ำตาล

ตัวอย่างที่ 31 เมื่อหยดสารละลายของ Cl^- ในสารตัวอย่างที่อาจจะมีไอออน X^+ , Y^{2+} และ/หรือ Z^{3+} ได้สารละลายใสสีส้ม ในขณะที่เมื่อหยดสารละลายของ O^{2-} ในสารตัวอย่างนั้น ได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง สารตัวอย่างนี้ไม่มีไอออนใด

- 1) X^+ *2) Y^{2+} 3) Z^{3+} 4) X^+ และ Y^{2+}

ตัวอย่างที่ 32 ข้อใดไม่ถูก

- 1) ต้องใช้สารละลาย O^{2-} 1 โมลาร์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เพื่อตกตะกอนสีน้ำตาลของ Z^{3+} จากสารตัวอย่างปริมาตร 20 มิลลิลิตร Z^{3+} มีความเข้มข้นเริ่มต้น 1 โมลาร์
- 2) สารละลาย Z^{3+} เป็นสารละลายใสสีส้ม
- *3) สารละลาย Y^{2+} เป็นสารละลายสีฟ้า
- 4) ข้อ 2) และ 3)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงขณะปฏิกิริยาดำเนินไป
ในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}} \\ &= \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}\end{aligned}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆ เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณเป็นโมลของสารแต่ละชนิดหาร
ด้วยสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของสารนั้นๆ

$$\begin{aligned}2A + 3B &\longrightarrow 4C \\ \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= -\frac{1}{2} \left[\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right] \\ &= -\frac{1}{3} \left[\frac{\Delta[B]}{\Delta t} \right] \\ &= \frac{1}{4} \left[\frac{\Delta[C]}{\Delta t} \right]\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1 การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



พบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร A เป็นฟังก์ชันของเวลา (t) ในหน่วยวินาที ดังสมการ

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

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 4 มีค่าเท่าใด

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

ตัวอย่างที่ 2 การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



พบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร A เป็นฟังก์ชันของเวลา (t) ในหน่วยวินาที ดังสมการ

$$[A] = 4 - t^2$$

อัตราการเกิดสาร B ณ วินาทีที่ 1 มีค่าเท่าใด

- 1) 1 2) 2 * 3) 4 4) 8



ตัวอย่างที่ 3 ปฏิริยาการสลายตัวของ N_2O_4 เป็นดังสมการ $N_2O_4(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$
จากข้อมูลการทดลองต่อไปนี้

เวลา (s)	ความดัน (atm)	
	N_2O_4	NO_2
0.0	0.050	0.000
20.0	0.033	A
40.0	B	0.050
60.0	0.020	C

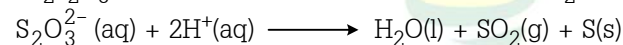
A, B และ C มีค่าเท่าใด

	A	B	C
1)	0.025	0.028	0.075
*2)	0.034	0.025	0.060
3)	0.040	0.026	0.060
4)	0.045	0.030	0.075

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี

1. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

โซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ



อัตราการเกิดปฏิริยาเฉลี่ย = $\frac{\text{ปริมาณของกัมมันต์ที่เกิดขึ้น}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิริยา}}$

โดยทั่วไปการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี แต่มีบางปฏิริยาที่อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือบางปฏิริยาอัตราการเกิดปฏิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น เช่น ปฏิริยาการกำจัดแอลกอฮอล์ออกจากกระแสเลือดในตับ

อัตราการสลายตัวของแอลกอฮอล์เป็นสารอื่นจะมีค่าคงที่ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณของแอลกอฮอล์ในเลือด

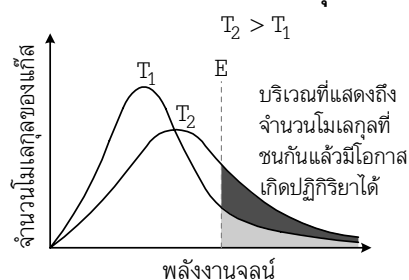
2. พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

สารตั้งต้นที่มีพื้นที่ผิวมากมีผลทำให้อนุภาคของสารมีโอกาสเข้าชนกันได้มาก ปฏิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น

3. อุณหภูมิ

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิริยาเคมีจะเกิดได้เร็วขึ้น

กราฟแสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของแก๊สที่อุณหภูมิต่างๆ



4. ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

แมงกานีส (II) ซัลเฟต ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดออกซาลิกกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

โซเดียมฟลูออไรด์ ทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่กับสารละลายกรดแอสिटิก
กรดไฮโดรคลอริกหรือกลีเซอรอลเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาทำให้ H_2O_2 สลายตัวช้าลง

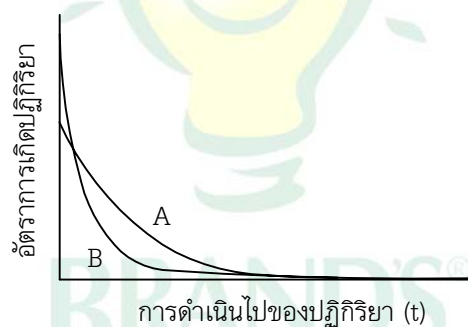
ตัวอย่างที่ 4 ข้อใดถูกต้องตามทฤษฎีจลน์

- 1) ทุกครั้งที่สารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม จะเกิดสารผลิตภัณฑ์
- * 2) การสลายตัวของสารเชิงซ้อนกัมมันต์อาจได้สารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์
- 3) สารเชิงซ้อนกัมมันต์ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยามีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์
- 4) การเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ปฏิกิริยาจะคายพลังงานออกมาซึ่งเรียกพลังงานนี้ว่าพลังงานก่อกัมมันต์

ตัวอย่างที่ 5 ทำการทดลองวัดอัตราเร็วของการสลายตัวของสารตั้งต้นในปฏิกิริยา



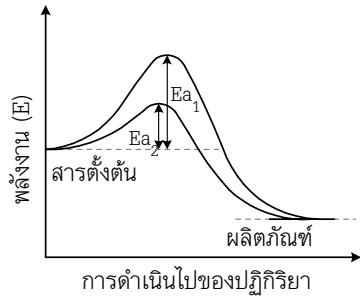
จำนวน 2 การทดลอง (การทดลอง A และ B) โดยเริ่มต้นจากความเข้มข้นของสาร R เท่ากัน ภายใต้ความดันเดียวกัน ได้ผลการทดลองดังที่แสดงในกราฟ



ข้อใดผิด

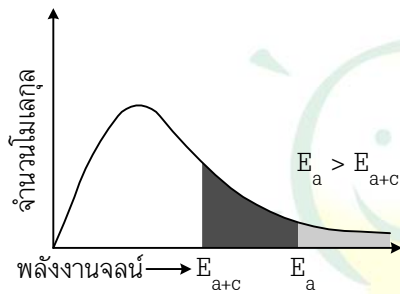
- * 1) การทดลอง A เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าการทดลอง B
- 2) พลังงานก่อกัมมันต์ของการทดลอง A สูงกว่าการทดลอง B
- 3) มีการเติมสารเร่งปฏิกิริยาลงในการทดลอง B
- 4) มีการบดสารตั้งต้น R ในการทดลอง B

กราฟผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



E_{a1} = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา
 E_{a2} = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

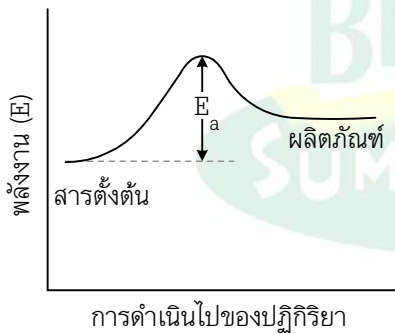
กราฟเปรียบเทียบจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่า E_a ในกรณีที่มีและไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา



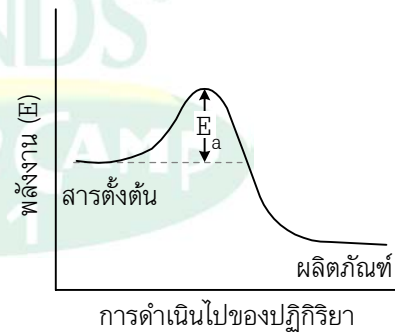
E_a = พลังงานต่ำสุดที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา
 E_{a+c} = พลังงานต่ำสุดที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยาในสถานะแก๊ส

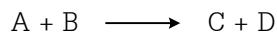
ปฏิกิริยาคูดความร้อน



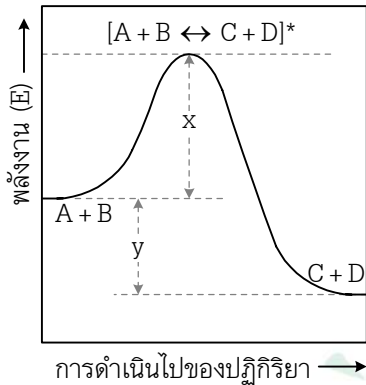
ปฏิกิริยาคายความร้อน



ตัวอย่างที่ 6 จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



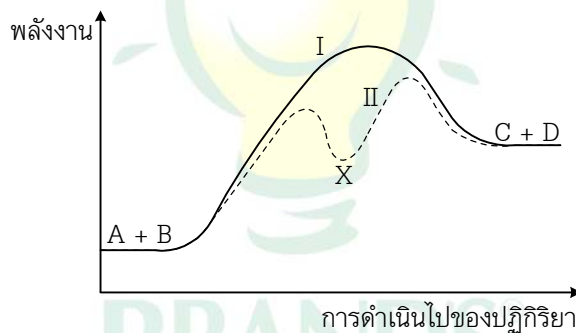
พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเป็นไป ดังรูป



ข้อใดถูก

- *1) ปฏิกิริยานี้เป็นกระบวนการคายความร้อน
- 2) ผลิตภัณฑ์มีความเสถียรน้อยกว่าสารตั้งต้น
- 3) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ $x + y$
- 4) เมื่อมีการเติมตัวเร่งลงในปฏิกิริยาจะทำให้ค่า y ลดลง

ตัวอย่างที่ 7 กราฟพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา



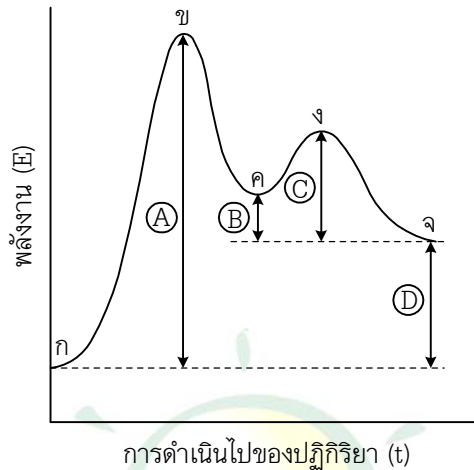
ข้อใดถูก

- 1) การดำเนินไปของปฏิกิริยาตามเส้นทางที่ I ดูดความร้อนมากกว่าเส้นทางที่ II
- 2) ค่าคงที่อัตราการศึกษาของทั้งสองเส้นทางมีค่าเท่ากัน
- *3) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้าตามเส้นทางที่ II สูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับ
- 4) สาร X ทำให้ปฏิกิริยาระหว่างสาร A และสาร B เกิดได้เร็วขึ้น



ข้อมูลสำหรับตอบคำถามตัวอย่างที่ 8-9

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา ก → จ แสดงดังแผนภาพต่อไปนี้



ตัวอย่างที่ 8 การอธิบายเกี่ยวกับกลไกของปฏิกิริยาเคมีข้อใดถูก

- *1) ปฏิกิริยาขั้นตอน ค → จ เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนเท่ากับ B
- 2) ปฏิกิริยาขั้นตอน ก → ค เกิดขึ้นเร็วกว่าปฏิกิริยาขั้นตอน ค → จ
- 3) เป็นปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน และมีการเปลี่ยนแปลงความร้อนของปฏิกิริยาเท่ากับ B + D
- 4) เกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ขึ้น 2 ชนิด และมีความแตกต่างของพลังงานเท่ากับ A - C

ตัวอย่างที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของพลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับคือข้อใด

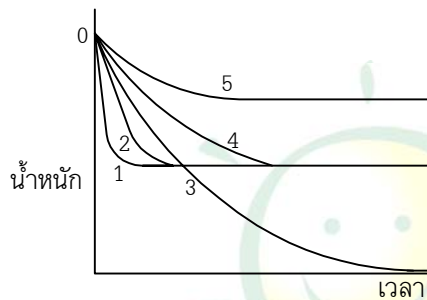
- 1) A
- 2) C
- 3) A - (B + C)
- *4) A - (B + D)

ตัวอย่างที่ 10 ย่อยโลหะ Zn หนัก 1.3 กรัม ด้วยสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จะเกิด H₂ ด้วยอัตราเร็วเริ่มต้น 2.24 มิลลิลิตรต่อนาที ที่ STP อัตราการลดลงของ HCl เท่ากับกี่โมลาร์ต่อนาที

- 1) 2×10^{-4}
- 2) 2×10^{-3}
- *3) 5×10^{-3}
- 4) 5×10^{-2}

ตัวอย่างที่ 11 เมื่อทำปฏิกิริยาระหว่าง HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 100 cm^3 กับก้อนแคลเซียมคาร์บอเนตที่มากเกินพอ หนัก x กรัม ในขวดรูปกรวยเปิด และบันทึกน้ำหนักรวมของขวดรูปกรวยเปิดเป็นระยะเวลาหนึ่ง ได้ผลเป็นกราฟหมายเลข 4 ถ้าทำการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยใช้ HCl ความเข้มข้นต่างๆ กับแคลเซียมคาร์บอเนตหนัก x กรัม ในขวดรูปกรวยเปิดเดิม ดังนี้

- ก. HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 100 cm^3 กับผงแคลเซียมคาร์บอเนต
 - ข. HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 กับก้อนแคลเซียมคาร์บอเนต
 - ค. HCl เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 กับก้อนแคลเซียมคาร์บอเนต
- กราฟใดแสดงปฏิกิริยาในข้อ ก., ข. และ ค. ตามลำดับ ได้ถูกต้อง



- *1) กราฟหมายเลข 1, 5 และ 2
- 2) กราฟหมายเลข 2, 5 และ 1
- 3) กราฟหมายเลข 2, 1 และ 3
- 4) กราฟหมายเลข 1, 3 และ 2

ตัวอย่างที่ 12 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

ข้อใดผิด

- 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 โมล เท่ากับอัตราการสลายตัวของสาร B จำนวน 0.67 โมล



ตัวอย่างที่ 13 จากการทดลองศึกษาปฏิกิริยา $A_2(g) + 2B_2(g) \longrightarrow 2AB_2(g)$ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสาร B_2 ลดลงครึ่งหนึ่ง แต่เมื่อทำการทดลองอีกครั้งโดยเพิ่มความเข้มข้นของสาร A_2 เป็น 2 เท่า ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง สาร B_2 ก็ยังคงลดไปครึ่งหนึ่งจากปริมาณเริ่มต้นเช่นกัน พิจารณาข้อสรุปต่อไปนี้

- ก. สาร A_2 เป็นสารเชิงซ้อนกัมมันต์ของปฏิกิริยา
- ข. สาร B_2 จะหมดลงภายในเวลา 2 ชั่วโมง
- ค. ไม่ว่าจะเพิ่มสาร A_2 เท่าไรก็ตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะคงเดิม
- ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นกับความเข้มข้นของสาร B_2

ข้อใดถูกต้อง

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

ตัวอย่างที่ 14 ถ้าเริ่มจากความเข้มข้นของ A และ B ต่างๆ กัน จะเกิด C ที่ 1 นาที ดังสมการ



และตารางความเข้มข้นของสารที่ใช้ในปฏิกิริยา

ความเข้มข้น (โมลาร์)		
A (เริ่มต้น)	B (เริ่มต้น)	C (ที่ 1 นาที)
0.10	0.10	0.04
0.10	0.20	0.04
0.20	0.20	0.08

ถ้าต้องการทำลายสาร B เข้มข้น 1.00 โมลาร์ ให้หมดภายใน 1 นาที ด้วยการทำปฏิกิริยากับสาร A จะต้องใส่สาร A ลงไปให้มีความเข้มข้นเริ่มต้นขั้นต่ำกี่โมลาร์

- 1) 0.50 2) 2.50 *3) 5.00 4) 10.00



กรด-เบส

อิเล็กโทรไลต์แก่ คือ ตัวละลายที่แตกตัวเป็นไอออนได้ดีมากหรือได้หมด ได้แก่ กรดแก่, เบสแก่
กรดแก่ ได้แก่ HCl, HBr, HI, HNO₃, HClO₄ และ H₂SO₄
เบสแก่ ได้แก่ LiOH, NaOH, KOH
Ca(OH)₂, Sr(OH)₂ และ Ba(OH)₂

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อสารละลายกรดแก่หกกรดมือ ควรทำอย่างไรจึงเหมาะสมที่สุด

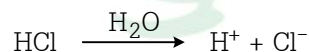
- 1) ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดออก
- *2) ล้างออกด้วยน้ำเปล่าปริมาณมากๆ
- 3) สะเทินฤทธิ์ด้วยสารละลายเบส แล้วจึงล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง
- 4) ใช้กระดาษทิชชูซับกรดออกก่อน แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง

อิเล็กโทรไลต์อ่อน คือ ตัวละลายที่แตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วน หรือแตกตัวได้น้อย โดยส่วนใหญ่คงเป็นโมเลกุล ได้แก่ กรดอ่อน, เบสอ่อน

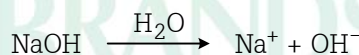
ทฤษฎีกรด-เบส

1. ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส

กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้ว แตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน



เบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน



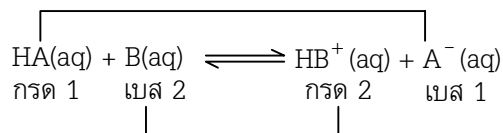
2. ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี

กรด คือ สารที่ให้โปรตอน และเบส คือ สารที่รับโปรตอน

3. ทฤษฎีกรด-เบสลิวอิส

กรด คือ สารที่รับคู่อิเล็กตรอน และเบส คือ สารที่ให้คู่อิเล็กตรอน

คู่อกรร-เบส



การแตกตัวของกรดและเบส

กรดแก่และเบสแก่แตกตัวเป็นไอออนได้อย่างสมบูรณ์

การคำนวณของกรดอ่อน	การคำนวณของเบสอ่อน
$\frac{C}{K_a} > 10^3$	$\frac{C}{K_b} > 10^3$
$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C}$	$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C}$
$\% = \sqrt{\frac{K_a}{C}} \times 100$	$\% = \sqrt{\frac{K_b}{C}} \times 100$

ตัวอย่างที่ 2 ตัวแปรคู่ใดของสารละลายกรด ที่มีความสัมพันธ์เป็นกราฟเส้นตรง (เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของสารละลายกรด)

- *1) $\frac{1}{\sqrt{C}}$ และ ร้อยละการแตกตัว
- *2) K_a และ ร้อยละการแตกตัว
- 3) $\frac{1}{\sqrt{C}}$ และ ความเข้มข้นของ H^+
- 4) pH และ pK_a

ตัวอย่างที่ 3 ข้อใดเรียงลำดับความแรงของกรดได้ถูกต้อง

- 1) $HClO > HClO_2 > HClO_3 > HClO_4$
- *2) $HIO_4 > HIO_3 > HBrO_3 > HClO_3$
- 3) $H_2O > H_2S > H_2Se > H_2Te$
- 4) ถูกทุกข้อ

ตัวอย่างที่ 4 ตารางแสดงค่าคงที่การแตกตัวของกรด

ชื่อสาร	K_a
HSO_4^-	1.2×10^{-2}
HNO_2	4.5×10^{-4}
CH_3COOH	1.8×10^{-5}
NH_4^+	6.0×10^{-10}

ข้อใดเรียงลำดับความแรงของคู่เบสของสารในตารางได้ถูกต้อง

- 1) $SO_4^{2-} > NO_2^- > CH_3COO^- > NH_3$
- *2) $NH_3 > CH_3COO^- > NO_2^- > SO_4^{2-}$
- 3) $H_2SO_4 > NO_2^- > CH_3COO^- > NH_5^{2+}$
- 4) $NH_5^{2+} > CH_3COO^- > NO_2^- > H_2SO_4$

ตัวอย่างที่ 5 กรดแตกตัวครั้งเดียว 4 ชนิด ได้แก่ A, B, C และ D มีความเข้มข้นเท่ากัน แตกตัวให้ H_3O^+ เข้มข้น 1.5×10^{-3} , 6.5×10^{-4} , 4.0×10^{-5} และ 5.5×10^{-6} โมลาร์ ตามลำดับ

ข้อใดเรียงลำดับค่า pK_a ถูกต้อง และคู่เบสของสารใดเป็นเบส**แรงที่สุด**

- 1) $A > B > C > D$ และคู่เบสของ A เป็นเบส**แรงที่สุด**
- 2) $A > B > C > D$ และคู่เบสของ D เป็นเบส**แรงที่สุด**
- 3) $D > C > B > A$ และคู่เบสของ A เป็นเบส**แรงที่สุด**
- *4) $D > C > B > A$ และคู่เบสของ D เป็นเบส**แรงที่สุด**

การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

$$\begin{aligned}K_w &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \\ &= 1.0 \times 10^{-14} \text{ ที่อุณหภูมิ } 25^\circ\text{C}\end{aligned}$$

pH ของสารละลาย

$$\begin{aligned}\text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= A \times 10^{-B} \text{ mol/dm}^3 \\ \text{pH} &= B - \log A \\ \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \text{ ที่อุณหภูมิ } 25^\circ\text{C}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 6 สารละลายกรด HCl เข้มข้นร้อยละ 0.10 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.10 กรัม/มิลลิลิตร จำนวน 100 มิลลิลิตร มี pH เป็นเท่าใด ($H = 1$, $Cl = 35.5$, $\log 3 = 0.4771$)

- *1) 1.52 2) 2.48 3) 2.52 4) 3.48

วิธีคิด

$$\begin{aligned}\text{mol/dm}^3 &= \frac{10dx}{M} \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= \frac{10 \times 1.1 \times 0.1}{36.5} \\ &= 0.03 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \\ \text{pH} &= 2 - \log 3\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 7 สารละลายกรดอ่อน HA เข้มข้น 0.1 โมลาร์ มี pH 3.0 ถ้านำสารละลายกรดอ่อน HA 100 มิลลิลิตร เติมน้ำ 900 มิลลิลิตร จะได้สารละลายเจือจางที่มี pH เท่าใด

- 1) 2.5 *2) 3.5 3) 4.0 4) 4.5

วิธีคิด

$$\begin{aligned}\text{pH กรดอ่อน HA} &= 3 \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= \sqrt{K_a \cdot C} \\ C &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_a} \\ M_1V_1 &= M_2V_2 \\ \frac{[10^{-3}]^2}{K_a} \times 100 &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_a} \times (100 + 900)\end{aligned}$$



ตัวอย่างที่ 8 H_2A เป็นกรดอ่อนเข้มข้น 0.10 โมลาร์ มี pH เท่ากับ 4.5 และความเข้มข้นของ A^{2-} เท่ากับ 10^{-12} โมลาร์ ดังนั้น ค่า K_{a1} แตกต่างจากค่า K_{a2} กี่เท่า

- 1) 100,000 *2) 10,000 3) 1,000 4) 100

ตัวอย่างที่ 9 HA เป็นกรดอ่อนเข้มข้น 0.1 โมลาร์ pH เท่ากับ 5.0 สาร x เป็นกรดอ่อนแตกตัวครึ่งเดียวอีกชนิดหนึ่ง มีค่า K_a เป็น 10 เท่าของ K_a ของกรด HA สารละลาย x เข้มข้น 0.01 โมลาร์ มีค่า pH เท่าใด

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

ตัวอย่างที่ 10 เมื่อนำสารละลาย HCl ที่มี pH = 4 ปริมาตร 400 cm^3 ผสมกับสารละลาย HNO_3 ที่มี pH = 2 ปริมาตร 100 cm^3 สารละลายผสมที่ได้มีค่า pH เท่าใด (กำหนด $\log 2 = 0.301$ และ $\log 3 = 0.477$)

- 1) 2.3 *2) 2.7 3) 3.0 4) 3.3

วิธีคิด

$$\begin{aligned} [HCl] &= 1 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \\ [HNO_3] &= 1 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} [HCl] \\ [HNO_3] \end{aligned}} \right\} \text{กรดแก่ HA}$$

$$MV = M_1V_1 + M_2V_2$$

$$M \times 500 = (1 \times 10^{-4} \times 400) + (1 \times 10^{-2} \times 100)$$

ตัวอย่างที่ 11 ข้อความที่เกี่ยวข้องกับ pH ต่อไปนี้ ข้อใดผิด

- 1) สารละลายที่มี OH^- 0.002 โมล ในน้ำ 200 cm^3 มี pH 12
- *2) สารละลายกรดอ่อน (HA) ที่มี $K_a = 1.0 \times 10^{-7}$ และเข้มข้น 0.001 mol/dm^3 จำนวน 1000 cm^3 มี pH 6.5
- 3) สารละลายกรด HCl ที่มี pH 2.0 จำนวน 100 cm^3 เมื่อเติมน้ำลงไป 900 cm^3 จะได้สารละลายที่มี pH 3.0
- 4) สารละลายกรด HNO_3 0.63 กรัม ในน้ำ 100 cm^3 มี pH เท่ากับสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 500 cm^3

วิธีคิด

$$\begin{aligned} [H_3O^+] &= \sqrt{K_a \cdot C} \\ &= \sqrt{1 \times 10^{-7} \times 10^{-3}} = 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \\ \text{pH} &= -\log [H_3O^+] \end{aligned}$$

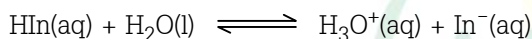
ตัวอย่างที่ 12 ข้อความที่เกี่ยวข้องกับกรด เบสต่อไปนี้ ข้อใดผิด

- 1) คู่เบสของ HSO_3^- คือ SO_3^{2-} และคู่กรดของ HSO_3^- คือ H_2SO_3
- 2) ความแรงของกรดเรียงตามลำดับ คือ $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{HPO}_4^{2-}$
- *3) คู่กรดของเบส CH_3NH_2 ($K_b = 4 \times 10^{-4}$) มีความแรงมากกว่า $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ($K_b = 4 \times 10^{-10}$)
- 4) จากปฏิกิริยา $\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ แสดงว่า NaHCO_3 ทำหน้าที่เป็นกรด

วิธีคิด

$$K_w = K_a \cdot K_b$$

อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส



รูปกรด

รูปเบส

ตัวอย่างที่ 13 เมื่อเติมครีซอลเรด (Cresol red) ลงในสารละลายเบส NH_3 เข้มข้น 0.20 โมลาร์ จะได้สารละลายสีอะไร

กำหนดให้ ครีซอลเรด มีช่วงการเปลี่ยนสีระหว่างสีเหลือง-สีแดง ที่ pH 7.2-8.8

$$\text{NH}_3 \text{ มีค่า } K_b = 2.0 \times 10^{-5}, \log 5 = 0.699$$

- 1) เหลือง 2) ส้ม *3) แดง 4) ไม่มีสี

วิธีคิด

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C}$$

$$= \sqrt{2.0 \times 10^{-5} \times 0.2}$$

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \times 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 12 - \log 5$$

ตัวอย่างที่ 14 อินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งเป็นกรดอ่อนและมีสูตรเป็น HIn สารละลาย HIn ที่มี pH 4.0 จำนวน 20 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 จำนวน 40 cm^3

ถ้า ช่วง pH ของอินดิเคเตอร์คิดได้จากสูตร

$$\text{ช่วง pH} = (\text{p}K_a - 1) \text{ ถึง } (\text{p}K_a + 1)$$

และสีที่เปลี่ยน คือ แดง-เหลือง เมื่อนำอินดิเคเตอร์ชนิดนี้หยดลงในสารละลายที่มี pH 5.0 จะได้สีอะไร

(กำหนดให้ $\log 2 = 0.3$)

- 1) เหลือง *2) แดง 3) ส้ม 4) ชมพูอ่อน



ตัวอย่างที่ 15 เมื่อนำสารละลาย X มาเติมอินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ ให้ผลดังนี้

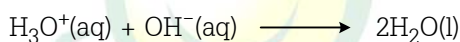
อินดิเคเตอร์	การเปลี่ยนสี	ช่วง pH	สีของสารละลาย X
เมทิลออเรนจ์	แดง-เหลือง	3.1-4.4	เหลือง
เมทิลเรด	แดง-เหลือง	4.4-6.2	ส้ม
ลิตมัส	แดง-น้ำเงิน	5.0-8.0	แดง
โบรโมไทมอลบลู	เหลือง-น้ำเงิน	6.0-7.6	เหลือง
ฟีนอลเรด	เหลือง-แดง	6.8-8.4	เหลือง

สารละลาย X มี pH อยู่ในช่วงใด

- 1) 4.4-6.2 *2) 4.4-5.0 3) 5.0-6.0 4) 6.8-7.6

ปฏิกิริยาของกรดและเบส

ปฏิกิริยาการสะเทิน คือ ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเนียมไอออนจากกรดกับไฮดรอกไซด์ไอออนจากเบสเกิดเป็นน้ำ



ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ คือ ปฏิกิริยาที่เกิดจากไอออนบวก หรือไอออนลบของเกลือกับน้ำได้ผลิตภัณฑ์เป็น H_3O^+ หรือ OH^- ในสารละลาย

กรด + เบส	ตัวอย่างเกลือ	ความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
กรดแก่ + เบสแก่	NaClO_4 KNO_3	กลาง
กรดแก่ + เบสอ่อน	NH_4Cl NH_4NO_3	กรด
กรดอ่อน + เบสแก่	NaHCO_3 K_2CO_3	เบส
กรดอ่อน + เบสอ่อน	NH_4NO_2 NH_4Cl	$K_a > K_b$ กรด
	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	$K_a = K_b$ กลาง
	NH_4CN $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$K_a < K_b$ เบส

ตัวอย่างที่ 16 เกลือในข้อใดละลายน้ำแล้วได้สารละลายที่เป็นเบสทั้งหมด

- *1) CH_3COONa NaCN KNO_2 2) NaCl NaCN KNO_2
 3) NH_4Cl CH_3COONa $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 4) NaCN NH_4Cl KNO_2

ตัวอย่างที่ 17 ข้อใดไม่ใช่ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส

- 1) $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
 2) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
 3) $\text{Co}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
 *4) มีคำตอบมากกว่า 1 ข้อ

ตัวอย่างที่ 18 สารละลายผสมที่มีความเป็นกรดสูงที่สุดคือข้อใด

- 1) 0.10 M NaOH + 0.10 M HCl *2) 0.10 M KCN + 0.10 M HCl
3) 0.10 M NaOH + 0.10 M HCN 4) 0.10 M KCN + 0.10 M NH₄OH

ตัวอย่างที่ 19 ปฏิกริยาในข้อที่เมื่อเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ จะได้เกลือซึ่งเมื่อเกิดไฮโดรลิซิสแล้วได้สารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด

- 1) 0.50 โมลาร์ HCN ปริมาตร 200 มิลลิลิตร + 0.50 โมลาร์ NH₃ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร
2) 0.20 โมลาร์ HCl ปริมาตร 200 มิลลิลิตร + 0.10 โมลาร์ NaOH ปริมาตร 400 มิลลิลิตร
*3) 0.40 โมลาร์ HNO₃ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร + 0.10 โมลาร์ NH₃ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร
4) 0.10 โมลาร์ CH₃COOH ปริมาตร 200 มิลลิลิตร + 0.20 โมลาร์ NaOH ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 20 ปฏิกริยาใดต่อไปนี้ไม่เกิด CO₂

- 1) $\text{H}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta}$ 2) $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta}$
3) $\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow$ *4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow$

การไทเทรตกรด-เบส

กรดทำปฏิกิริยาพอดิกับเบส ตรวจสอบได้จาก

1. การนำไฟฟ้าของสารละลาย เช่น H₂SO₄ + Ba(OH)₂
2. การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เช่น HCl + NaOH

จุดสมมูล คือ ภาวะที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยากันพอดี

ตัวอย่างที่ 21 สารที่เหมาะสมกับการเตรียมเป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับการไทเทรตกรด-เบส ควรมีสสมบัติดังต่อไปนี้ ยกเว้นข้อใด

- 1) ไม่ดูดความชื้น 2) มีน้ำหนักโมเลกุลสูง
*3) เป็นกรดหรือเบสแก่ 4) เสถียร ไม่สลายตัวง่าย

ตัวอย่างที่ 22 การกระทำในข้อใดก่อให้เกิดความผิดพลาดจากการไทเทรตระหว่างกรดแก่-เบสแก่ที่มีความเข้มข้นชนิดละประมาณ 1 โมลาร์น้อยที่สุด

- 1) ใส่อินดิเคเตอร์ปริมาณมากๆ เพื่อให้เห็นจุดยุติชัดๆ
- *2) ชะสารละลายที่อาจติดข้างขวดรูปกรวยลงไปด้วยน้ำกลั่น
- 3) ใช้ขวดรูปกรวยขนาด 50 มิลลิลิตร เพื่อไทเทรตสารตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร
- 4) ปล่อยให้สารมาตรฐานลงจากบิวเรตอย่างรวดเร็วในการไทเทรตครั้งที่สองเนื่องจากทราบปริมาตรของสารมาตรฐานจากการไทเทรตครั้งแรกแล้ว



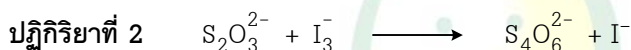
ตัวอย่างที่ 23 การไทเทรตหาความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสติคปริมาตร 20.00 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.500 มิลลิลิตร 2 ครั้งพบว่า ต้องใช้สารละลายมาตรฐาน 19.95 และ 19.80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสติคที่คำนวณได้มีความละเอียดเป็นเลขนัยสำคัญกี่ตำแหน่ง

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

ข้อมูลสำหรับตอบคำถามตัวอย่างที่ 24-26

การทดลองไทเทรตหาความเข้มข้นของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ มีวิธีการตามลำดับดังนี้

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน KIO_3 เข้มข้น 0.015 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปกรวย
2. เติมสารละลายกรด H_2SO_4 และ KI ปริมาณมากเกินพอลงไปผสมกันให้เกิดปฏิกิริยาที่ 1
3. นำไปไทเทรตด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ โดยมีน้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ จะเกิดปฏิกิริยาที่ 2 ที่จุดยุติจะเห็นสีน้ำเงินของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งและ I_3^- จางหายไปโดยสมบูรณ์



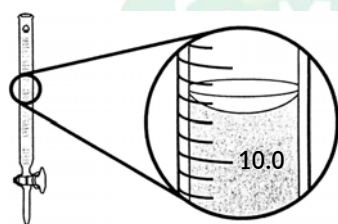
บันทึกผลการทดลองได้ดังตาราง

การไทเทรตครั้งที่	ปริมาตรที่อ่านได้จากบิวเรต (มิลลิลิตร)		ปริมาตรที่ใช้ มิลลิลิตร
	ก่อนไทเทรต	หลังไทเทรต	
1	0.20	12.65	
2	12.70	25.25	

ตัวอย่างที่ 24 ในการไทเทรตแต่ละครั้ง ควรใช้ขวดรูปกรวยขนาดกี่มิลลิลิตรจึงจะเหมาะสมที่สุด

- 1) 50 *2) 100 3) 250 4) 500

ตัวอย่างที่ 25



จากการทดลอง ถ้าระดับของสารละลายไม่มีสีของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ในบิวเรตแสดงได้ดังภาพ ปริมาตรของสารละลายที่อ่านได้ควรมีค่าเท่าไร

- 1) 9.65
*2) 9.75
3) 10.25
4) 10.35

ตัวอย่างที่ 26 ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ได้จากการทดลองนี้มีค่ากี่โมลาร์

- 1) 0.030 2) 0.060 *3) 0.180 4) 0.240

ข้อมูลสำหรับตอบคำถามตัวอย่างที่ 27-28

การทดลองหาความเข้มข้นของ KMnO_4 จากความเข้มสีของสารละลาย โดยมีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น และความเข้มสีของสารละลาย KMnO_4 ดังตาราง

ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น และความเข้มของสีของสารละลาย KMnO_4

ความเข้มข้น (มิลลิโมลาร์)	ความเข้มของสี
0.05	0.200
0.15	0.225
0.25	0.375
0.40	0.600
0.50	0.750
0.75	0.850
1.00	0.900

ทำการทดลองตามวิธีการดังนี้

นำสารละลาย KMnO_4 ที่ไม่ทราบค่าความเข้มข้น รวม 3 ตัวอย่าง ไปวัดความเข้มสีแล้วใช้ค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลในตารางข้างต้น เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง KMnO_4 ทั้งสามตัวอย่าง พบว่าสารละลายตัวอย่างทั้งสามนั้นมีค่าความเข้มของสีดังตารางต่อไปนี้

สารตัวอย่าง	ความเข้มของสี
A	0.300
B	0.630
C	0.825

ตัวอย่างที่ 27 สารละลาย B มีความเข้มข้นของ KMnO_4 เท่ากับกี่มิลลิโมลาร์

- *1) 0.42 2) 0.45 3) 0.48 4) 0.58

ตัวอย่างที่ 28 ค่าความเข้มข้นที่คำนวณได้จากการทดลองของสารตัวอย่างใดมีโอกาสผิดพลาดมากที่สุด

- 1) A 2) B *3) C 4) A และ C

ตัวอย่างที่ 29 สารละลายกรดอ่อน (HA) มีความเข้มข้นเท่ากับ a โมลาร์ และมีค่า K_a เท่ากับ b ข้อใดถูก

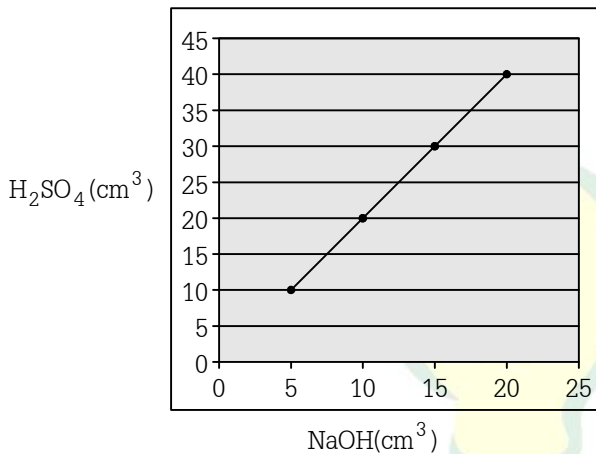
- *1) สารละลายกรดมีค่า pH เท่ากับ $-\log \sqrt{ab}$
- 2) สารละลายมีความเข้มข้นของ H_3O^+ เท่ากับ $\frac{-b + \sqrt{b^2 + 4ab}}{a}$ โมลาร์
- 3) สารละลายมีความเข้มข้นของ OH^- เท่ากับ $\frac{1.0 \times 10^{-14}}{a}$ โมลาร์
- 4) ถ้านำสารละลายปริมาตร 25.00 cm^3 ไทเทรตกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.20 โมลาร์ พบว่าที่จุดยุติจะใช้สารละลาย NaOH ปริมาตรเท่ากับ $250 a \text{ cm}^3$



วิธีคิด

$$\begin{aligned}[\text{H}_3\text{O}^+] &= \sqrt{K_a \cdot C} \\ &= \sqrt{(ab)} \\ \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \\ &= -\log \sqrt{(ab)}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 30 เมื่อนำสารละลายกรด H_2SO_4 ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบส NaOH โดยเริ่มต้นใช้สารละลายกรด H_2SO_4 ที่มีปริมาตรต่างๆ กัน นำปริมาตรของกรด H_2SO_4 และเบส NaOH ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันมาเขียนกราฟได้ดังนี้



ถ้า NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 กรด H_2SO_4 ที่ใช้มีความเข้มข้นกี่ mol/dm^3

- *1) 0.05
- 2) 0.1
- 3) 0.2
- 4) 0.4

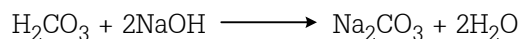
ตัวอย่างที่ 31 ตารางผลการไทเทรตระหว่างสารละลายตัวอย่าง $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ปริมาตร 25.00 มิลลิลิตร กับสารละลายมาตรฐาน HCl เข้มข้น 0.10 โมลาร์ มีฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

การไทเทรตครั้งที่	ปริมาตรที่อ่านได้จากบิวเรต (มิลลิลิตร)	
	ก่อนไทเทรต	หลังไทเทรต
1	1.00	40.95
2	2.00	42.05

ความเข้มข้นของ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ เท่ากับกี่โมลาร์

- *1) 0.08
- 2) 0.13
- 3) 0.16
- 4) 0.25

ตัวอย่างที่ 32 การไทเทรตน้ำอัดลมปริมาตร 20 มิลลิลิตร ต้องใช้ NaOH 1.0 โมลาร์ ปริมาตร 5.0 มิลลิลิตร ปฏิกิริยาระหว่างกรดคาร์บอนิกกับ NaOH คือ



ความเข้มข้นของกรดคาร์บอนิกในน้ำอัดลมเท่ากับกี่กรัมต่อลิตร

- 1) 0.78
- 2) 1.55
- *3) 7.75
- 4) 15.50

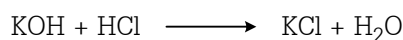
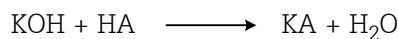
ตัวอย่างที่ 33 ตัวอย่างน้ำส้มสายชู 2.00 มิลลิลิตร เมื่อไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 M พบว่าต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.0 มิลลิลิตร ปริมาณกรดแอซิติกในตัวอย่างเท่ากับกี่กรัมต่อลิตร

- *1) 18 2) 9 3) 5 4) 3

ตัวอย่างที่ 34 เติมน้ำสารละลาย KOH เข้มข้น 0.15 mol/dm³ ปริมาตร 80.00 cm³ ลงในสารละลายกรดอ่อน HA ปริมาตร 25.00 cm³ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตกับสารละลาย HCl เข้มข้น 0.20 mol/dm³ พบว่าที่จุดยุติใช้สารละลาย HCl ปริมาตร 22.50 cm³ สารละลายกรดอ่อน HA มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

- 1) 0.15 2) 0.20 3) 0.25 *4) 0.30

วิธีคิด



$$\text{mol KOH ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดอ่อน HA} = \frac{0.15 \times 80}{1000} - \frac{0.2 \times 22.5}{1000}$$

$$\text{mol HA ที่ทำปฏิกิริยาพอดี} = 0.012 - 0.0045 = 0.0075$$

$$\text{สารละลายกรดอ่อน HA มีความเข้มข้น} = 0.0075 \times \frac{1000}{25} = 0.3 \text{ M}$$

ตัวอย่างที่ 35 สารละลาย NH₃ ที่ต้องการหาความเข้มข้น ปริมาตร 25.0 cm³ เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm³ ที่มากเกินไปพอ ปริมาตร 40.0 cm³ พบว่าปริมาณ HCl ที่เหลือทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.05 mol/dm³ ปริมาตร 20.0 cm³ ความเข้มข้นของสารละลาย NH₃ มีค่ากี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

- 1) 0.08 *2) 0.12 3) 0.26 4) 0.35

ตัวอย่างที่ 36 มีสารละลายกรด 2 ชนิด ผสมกันอยู่ คือ กรด H₂SO₄ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 60 มิลลิลิตร และกรด HCl เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จะต้องเติมน้ำสารละลายเบส NaOH ที่มีความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ จำนวนเท่าใดจึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดผสมทั้งหมดนั้น

- 1) 40 มิลลิลิตร 2) 45 มิลลิลิตร 3) 50 มิลลิลิตร *4) 55 มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 37 ผสมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.1 mol/dm³ ปริมาตร 200 cm³ กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.20 mol/dm³ ปริมาตร 250 cm³ จะต้องเติมน้ำลงในสารละลายผสมอีกกี่ลิตร จึงจะได้สารละลายผสมที่มี pH = 12 (ตอบ 2.55 dm³)

ตัวอย่างที่ 38 กรดอ่อนชนิดหนึ่งมีค่าคงที่การแตกตัวเท่ากับ 10⁻⁶ และมีความเข้มข้นประมาณ 0.02 โมลาร์ เมื่อนำมาไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ควรจะเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่มีค่า pK₁ ประมาณเท่าใด

- 1) 6 2) 8 *3) 9 4) 10



สารละลายบัฟเฟอร์ คือ สารละลายผสมที่สามารถควบคุม pH ของสารละลายให้เกือบคงที่ได้เมื่อเติมกรด หรือเบสลงไปเพียงเล็กน้อย

1. สารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน เช่น

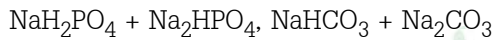


$$\text{pH} = \text{pK}_a - \log \frac{[\text{กรด}]}{[\text{เกลือ}]}$$

2. สารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน เช่น $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$

$$\text{pOH} = \text{pK}_b - \log \frac{[\text{เบส}]}{[\text{เกลือ}]}$$

3. สารละลายเกลือ + เกลือ (ที่ไอออนเป็นคู่กรด-เบสกัน) เช่น



ตัวอย่างที่ 39 สารประกอบชีวโมเลกุล ข้อใดมีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์สำหรับกรด-เบส

- 1) กรดไขมัน *2) กรดอะมิโน
3) น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 4) คอเลสเตอรอล

ตัวอย่างที่ 40 เมื่อนำสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.30 โมลาร์ ผสมกับสารละลายเบส NH_3 เข้มข้น 0.20 โมลาร์ที่มีปริมาตรต่างๆ ผสมกัน 4 ครั้ง ดังตาราง ข้อใดเป็นสารละลายบัฟเฟอร์

ปริมาตรสารละลาย (มิลลิลิตร)		
	HCl เข้มข้น 0.30 โมลาร์	NH_3 เข้มข้น 0.20 โมลาร์
1)	200	300
2)	200	100
3)	200	200
*4)	100	200

ตัวอย่างที่ 41 HCN เป็นกรดอ่อน มีค่า $K_a = 5.0 \times 10^{-10}$ สารละลายกรด HCN จำนวน 0.005 โมล ในน้ำ 500 มิลลิลิตร มีการแตกตัวและเกิดสมดุลของกรดอ่อนดังสมการ



ในขณะที่กำลังสมดุล เติมเกลือ KCN ลงไป 0.005 โมล จะได้สารละลายมี pH เท่าใด

- 1) 6.8 2) 7.2 3) 8.5 *4) 9.3

ตัวอย่างที่ 42 ไทเทรตสารละลายกรดแอสซิติค (CH_3COOH) เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปริมาตร 15.00 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 20.00 มิลลิลิตร สารละลายผสมที่ได้คือข้อใด

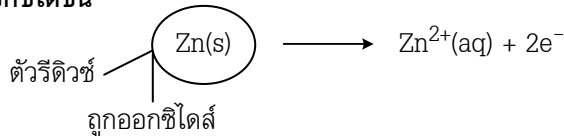
(กำหนด K_a ของ CH_3COOH ที่ $25^\circ\text{C} = 1.8 \times 10^{-5}$, $\log 0.5 = -0.301$, $\log 1.5 = 0.176$, $\log 1.8 = 0.255$)

- 1) สารละลายกรด pH 3.150 2) สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.921
*3) สารละลายบัฟเฟอร์ pH 5.046 4) สารละลายเบส pH 8.751

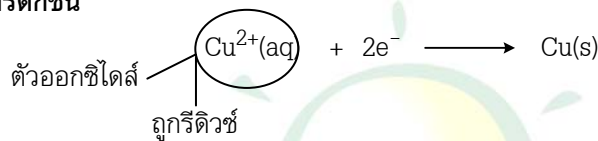
ไฟฟ้าเคมี

ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของสารที่ทำปฏิกิริยากัน การทดลอง การจุ่มโลหะสังกะสีลงในสารละลาย CuSO_4

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน



ปฏิกิริยารีดักชัน

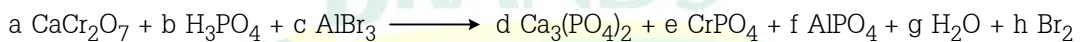


ตัวอย่างที่ 1 ข้อใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

- 1) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- *2) $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KCN} \longrightarrow \text{Cu}_2(\text{CN})_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + (\text{CN})_2$
- 3) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{Cl}_2 + \text{BaSO}_4$
- 4) $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 8\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{H}_2\text{O}$

การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

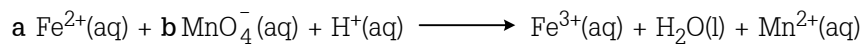
ตัวอย่างที่ 2 จากปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้



ถ้า $a = 3$ ในสมการที่ดุลแล้ว h มีค่าเท่าใด

- 1) 3
- 2) 5
- 3) 7
- *4) 9

ตัวอย่างที่ 3 จงหาค่า a และ b จากปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้



- 1) 1 และ 5
- 2) 2 และ 5
- *3) 5 และ 1
- 4) 5 และ 2



การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

1. หาเลขออกซิเดชันของธาตุที่เปลี่ยนไป
2. แยกสมการรีดอกซ์ออกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน
3. ดุลจำนวนอะตอมของธาตุที่เลขออกซิเดชันเปลี่ยนและดุลเลขออกซิเดชันให้เท่ากัน โดยเติมอิเล็กตรอน

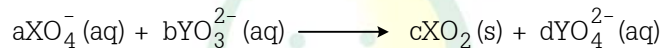
การดุลในสารละลายกรด

- ดุลจำนวนอะตอม O โดยการเติม H_2O
- ดุลจำนวนอะตอม H โดยการเติม H^+

การดุลในสารละลายเบส

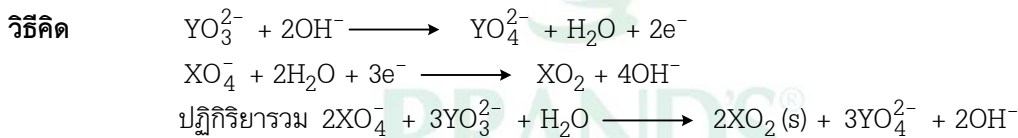
- ดุลจำนวนประจุไฟฟ้า โดยการเติม OH^-
- ดุลจำนวนอะตอม O โดยการเติม H_2O

ตัวอย่างที่ 4 X และ Y เป็นธาตุสมมติ สารประกอบของธาตุ X และ Y เกิดปฏิกิริยาในสารละลายเบส เขียนสมการไอออนิกได้ดังนี้

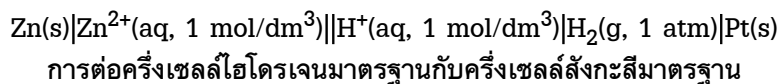
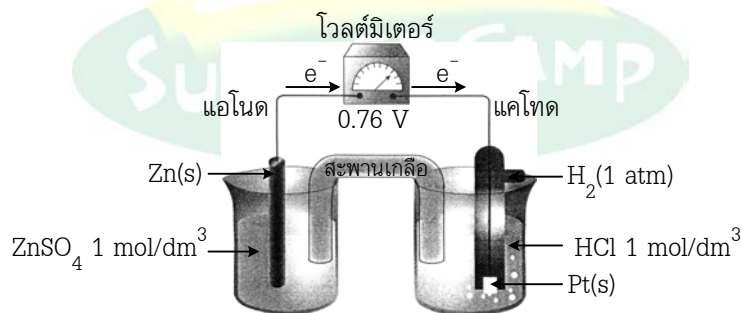


เมื่อดุลสมการโดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาแล้ว ข้อสรุปใดผิด

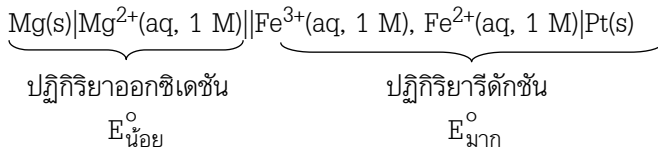
- 1) $a + b = 5$
- 2) น้ำเป็นสารตั้งต้นและ OH^- เป็นผลิตภัณฑ์
- 3) XO_4^- เป็นตัวออกซิไดส์ และ YO_3^{2-} เป็นตัวรีดิวซ์
- *4) จำนวนอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องเท่ากับ 5 โมล



เซลล์กัลวานิก

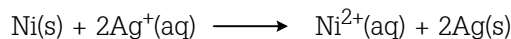


การเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก



$$E^{\circ}_{\text{เซลล์}} = E^{\circ}_{\text{แคโทด}} - E^{\circ}_{\text{แอโนด}}$$

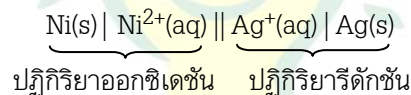
ตัวอย่างที่ 5 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์กัลวานิกเป็นดังนี้



ข้อใดถูก

- 1) แผนภาพเซลล์กัลวานิกเขียนได้เป็น Ni(s) | Ag⁺(aq) || Ni²⁺(aq) | Ag(s)
- 2) แผนภาพเซลล์กัลวานิกเขียนได้เป็น Ag(s) | Ag⁺(aq) || Ni²⁺(aq) | Ni(s)
- 3) Ag(s) สามารถรีดิวซ์ Ni²⁺(aq) ได้
- *4) Ag(s) เป็นขั้วบวก เรียกว่า แคโทด

วิธีคิด แผนภาพเซลล์กัลวานิก



ตัวอย่างที่ 6 จากค่า E^o ของปฏิกิริยาของเซลล์ต่อไปนี้ เมื่อ A B C และ D เป็นธาตุสมมติและ H เป็นธาตุไฮโดรเจน

เซลล์ที่	ปฏิกิริยาของเซลล์	E ^o (V)
1	C ²⁺ + 2D ²⁺ → C + 2D ³⁺	-0.91
2	C ²⁺ + B → C + B ²⁺	-0.48
3	3B ²⁺ + 2A → 3B + 2A ³⁺	2.82
4	2A + 6H ⁺ → 2A ³⁺ + 3H ₂	2.48

เซลล์กัลวานิกที่มีแผนภาพเซลล์ A/A³⁺//D³⁺, D²⁺/Pt มี E^o ของเซลล์กี่โวลต์

- 1) 1.57 2) 1.91 *3) 3.25 4) 3.73



ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์นำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

- เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ สารที่มี E° ต่ำ จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีกว่าสารที่มี E° สูงกว่า
- คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์
- ทำนายว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เขียนแสดงได้ เกิดขึ้นได้จริงหรือไม่และทิศทางของปฏิกิริยาดำเนินไปทางใด

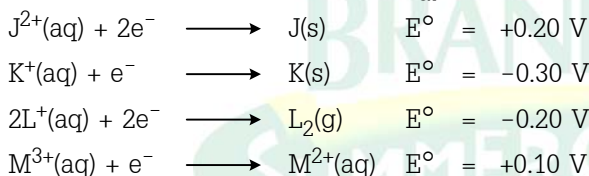
ตัวอย่างที่ 7 กำหนดค่า E° ที่ 298 K ดังนี้

ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์รีดักชัน	E° (V)
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+0.80
$B^{3+}(aq) + e^- \rightarrow B^{2+}(aq)$	+0.77
$C_2(s) + 2e^- \rightarrow 2C^-(aq)$	+0.54
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	-0.04
$E^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow E(s)$	-0.13

ข้อสรุปใดถูกต้อง

- เซลล์ไฟฟ้าที่มีค่า $E^\circ_{\text{เซลล์}}$ สูงที่สุด มีแผนภาพเซลล์ ดังนี้
 $A(s) / A^+(aq, 1 \text{ mol/dm}^3) // E^{2+}(aq, 1 \text{ mol/dm}^3) / E(s)$
- เซลล์ที่มีแผนภาพเซลล์ดังแสดง ให้กระแสไฟฟ้าได้
 $Pt(s) / B^{2+}(aq, 1 \text{ mol/dm}^3), B^{3+}(aq, 1 \text{ mol/dm}^3) // E^{2+}(aq, 1 \text{ mol/dm}^3) / E(s)$
- ไม่ควรเก็บสารละลายที่มี D^{3+} ในภาชนะที่ทำด้วยโลหะ E
- D^{3+} สามารถออกซิไดส์ C^- ให้กลายเป็น C_2 ได้

พิจารณาสมการและค่าศักย์ไฟฟ้าของปฏิกิริยาต่อไปนี้ ตอบคำถามตัวอย่างที่ 8-9



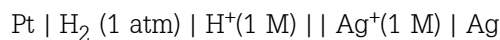
ตัวอย่างที่ 8 ความสามารถในการรีดิวซ์เรียงลำดับจากน้อยไปมากคือข้อใด

- $K < L_2 < M^{2+} < J$
- $J < M^{2+} < L_2 < K$
- $J^{2+} < M^{3+} < L^+ < K^+$
- ไม่มีข้อใดถูก

ตัวอย่างที่ 9 ข้อใดถูก เมื่อจุ่มโลหะ K ลงในสารละลายผสมของ M^{3+} และ J^{2+}

- เกิดโลหะ J เกาะที่ผิวของโลหะ K
- เกิดโลหะ J เกาะที่ผิวของโลหะ K ก่อน แล้วเกิดไอออน M^{2+}
- เกิดโลหะ J เกาะที่ผิวของโลหะ K พร้อมเกิดไอออน M^{2+}
- ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ

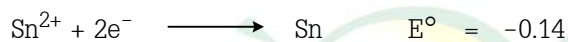
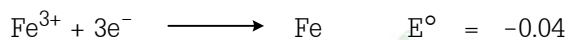
ตัวอย่างที่ 10 จากแผนภาพเซลล์ไฟฟ้าต่อไปนี้ ซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ +0.80 V



ข้อใดระบุค่าศักย์ไฟฟ้ารีดักชันของสารตั้งต้นได้ถูกต้อง

- 1) H_2 0.80 V 2) Pt -0.80 V *3) Ag^+ 0.80 V 4) Ag -0.80 V

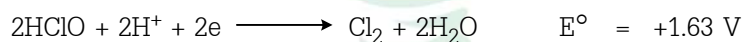
ตัวอย่างที่ 11 ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐาน



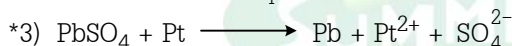
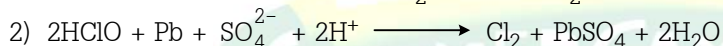
กระป๋องดีบุกสามารถบรรจุสารละลายในข้อใดได้โดยไม่เกิดปฏิกิริยา

- 1) Fe^{3+} *2) Fe^{2+} 3) Pb^{2+} 4) Cu^{2+}

ตัวอย่างที่ 12 ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐาน

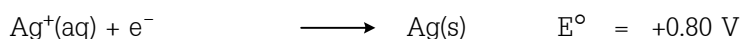
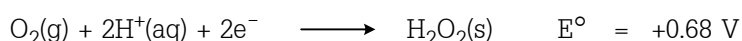
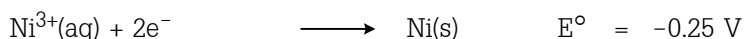


ปฏิกิริยาข้อใดเกิดขึ้นเองไม่ได้



4) เกิดปฏิกิริยาได้เองทุกข้อ

ตัวอย่างที่ 13 ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้



การสลายตัวของ H_2O_2 ไปเป็น O_2 เกิดขึ้นเองได้เมื่อใด

1) เมื่อสัมผัสกับโลหะ Ag

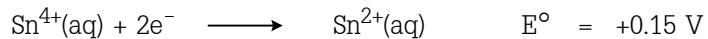
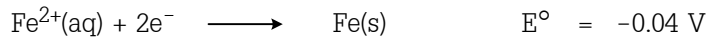
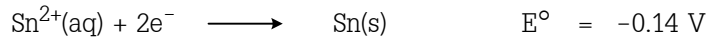
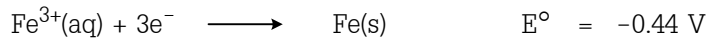
2) เมื่อสัมผัสกับโลหะ Ni

*3) เมื่อสัมผัสกับสารละลาย Ag^+

4) เมื่อสัมผัสกับสารละลาย Ni^{2+}



ตัวอย่างที่ 14 ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้

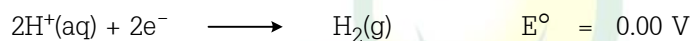
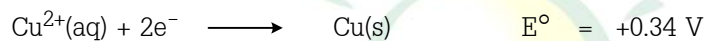
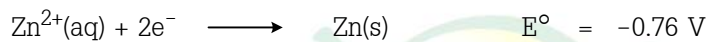


การกระทำในข้อใดไม่ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์

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

วิธีคิด สารที่มี E° ต่ำ จะเป็นตัวรีดิวซ์ ดีกว่าสารที่มี E° สูงกว่า

ตัวอย่างที่ 15 ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้



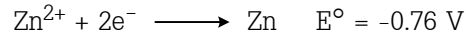
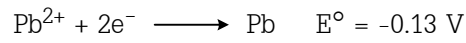
พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ถ้าใส่แผ่นสังกะสีลงในสารละลายกรด HCl เข้มข้น 1 โมลาร์ จะมีฟองแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น
- ข. ถ้าใส่แผ่นทองแดงลงในสารละลายกรด HCl เข้มข้น 1 โมลาร์ จะมีฟองแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น
- ค. ถ้านำแผ่นสังกะสีใส่ลงในสารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 1 โมลาร์ สารละลายจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นไม่มีสี และเกิดตะกอนของโลหะทองแดง
- ง. ถ้านำแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีใส่ลงในสารละลาย AgNO_3 เข้มข้น 1 โมลาร์ จะเกิดตะกอนของโลหะทองแดงและโลหะสังกะสี

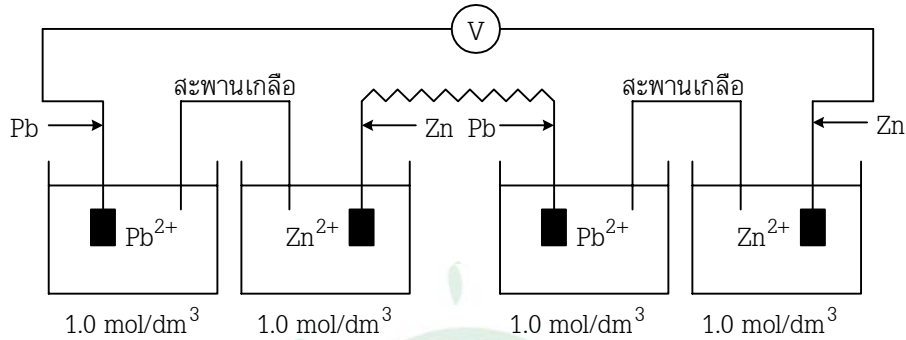
ข้อใดถูกต้อง

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

ตัวอย่างที่ 16 กำหนดให้



เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่สร้างดังรูปต่อไปนี้ โวลต์มิเตอร์จะอ่านค่าได้กี่โวลต์



- 1) 0.63 2) 0.89 *3) 1.26 4) 1.53

ตัวอย่างที่ 17 โลหะผสมชนิดหนึ่งประกอบด้วยแมกนีเซียมอยู่ร้อยละ 36 โดยมวลและอะลูมิเนียมกับทองแดงที่ไม่ทราบปริมาณ เมื่อนำโลหะผสมนี้หนัก 12 กรัม เติมกรด HCl ในปริมาณมากเกินพอ พบว่าได้แก๊สไฮโดรเจน 0.96 กรัม โลหะผสมนี้ประกอบด้วยอะลูมิเนียมร้อยละโดยมวลเท่าใด (H = 1, Mg = 24, Al = 27, Cl = 35.5)

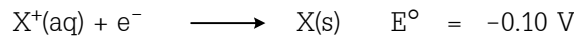
ข้อมูลที่กำหนดให้



- 1) 33.75 *2) 45 3) 64 4) 67.5



ตัวอย่างที่ 18 ค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐานมีดังนี้



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

โดยที่ n คือ จำนวนอิเล็กตรอนที่ถ่ายโอนในเซลล์ไฟฟ้าเคมี

Q คือ อัตราส่วนความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ต่อสารตั้งต้น ตามหลักการของค่าคงที่สมดุล

ค่า Q ที่ถูกต้องที่ทำให้เซลล์นี้มีค่า $E_{\text{เซลล์}}$ เท่ากับ $+0.54 \text{ V}$ คือข้อใด

1) $Q = [X^+]/[Y^{2+}] = 10$

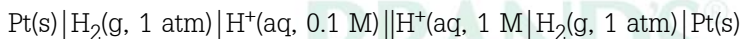
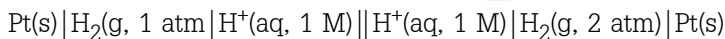
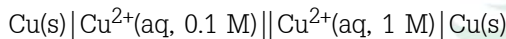
2) $Q = [X^+]^2/[Y^{2+}] = 10$

3) $Q = [X^+]/[Y^{2+}] = 100$

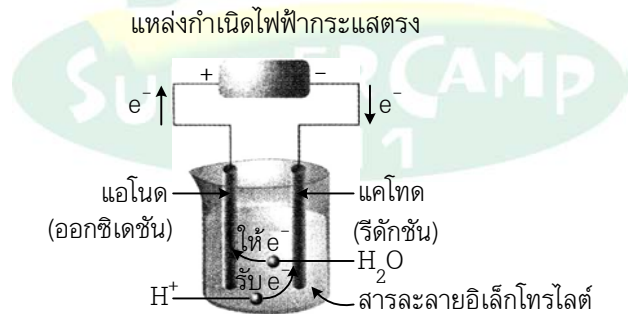
*4) $Q = [X^+]^2/[Y^{2+}] = 100$



เซลล์ความเข้มข้น คือ เซลล์กัลวานิกที่มีครึ่งเซลล์ชนิดเดียวกัน แต่ความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แตกต่างกัน เช่น



เซลล์อิเล็กโทรไลต์



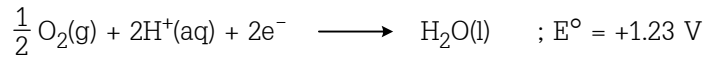
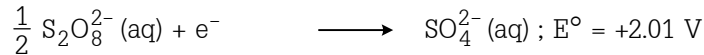
ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์นำไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมได้ เช่น การแยกสารเคมีด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์

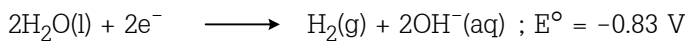
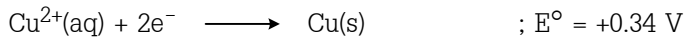


การทดลอง การแยกสารละลาย CuSO_4 ด้วยกระแสไฟฟ้า

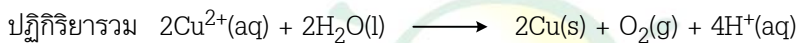
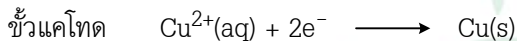
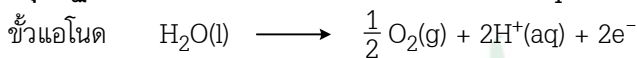
ขั้วแอโนด (ขั้วไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่)



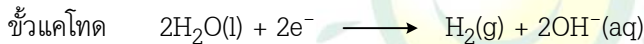
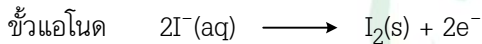
ขั้วแคโทด (ขั้วไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่)



สรุปปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการแยกสารละลาย CuSO_4 ด้วยกระแสไฟฟ้า



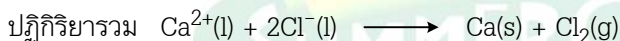
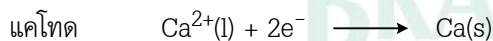
สรุปปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการแยกสารละลาย KI ด้วยกระแสไฟฟ้า



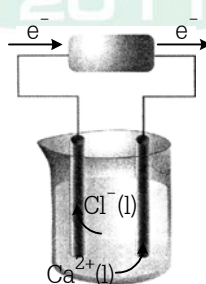
การแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

เมื่อให้ความร้อนกับสารไอออนิกจนถึงจุดหลอมเหลว สารจะเกิดการหลอมเหลว ทำให้ไอออนบวกและไอออนลบที่เป็นองค์ประกอบของสารเหล่านั้นมีอิสระในการเคลื่อนที่ และนำไฟฟ้าได้ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไป จะเกิดปฏิกิริยารีดักชันและออกซิเดชันที่ขั้วไฟฟ้า

การแยกสาร CaCl_2 ที่หลอมเหลวด้วยไฟฟ้าและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

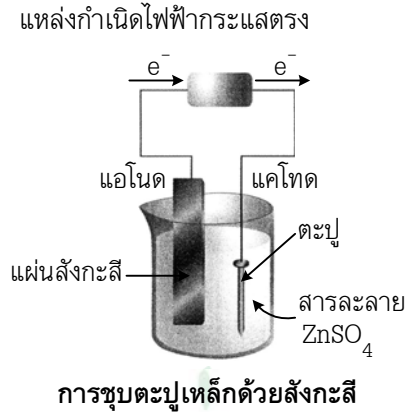


แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



แผนภาพแสดงการแยก CaCl_2 ที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า

การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า



หลักการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า

1. วัสดุที่ต้องการชุบต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ (แคโทด)
2. โลหะที่ใช้ชุบต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ (แอโนด)
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด
4. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

ตัวอย่างที่ 19 ถ้าต้องการชุบโลหะสังกะสีด้วยทองแดง ต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าโดยใช้โลหะใดเป็นแอโนด โลหะใดเป็นแคโทด และสารละลายใดเป็นอิเล็กโทรไลต์ ตามลำดับ

- 1) Zn Cu CuSO₄ *2) Cu Zn CuSO₄ 3) Zn Cu ZnSO₄ 4) Cu Zn ZnSO₄

ตัวอย่างที่ 20 ชุบสังกะสีด้วยเงิน ต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด

- 1) Pt(s) | H₂(g) | | Ag⁺(aq) | Ag(s) *2) Zn(s) | Zn²⁺(aq) | | Ag⁺(aq) | Ag(s)
*3) Ag(s) | Ag⁺(aq) | | Zn²⁺(aq) | Zn(s) 4) Ag(s) | Ag⁺(aq) | | H⁺(aq) | H₂(g) | Pt(s)

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

เชื้อเพลิงที่นำมาใช้มากที่สุด 3 ประเภทแรก ได้แก่ น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน ซึ่งจัดเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ หมายถึง เชื้อเพลิงที่เปลี่ยนสภาพมาจากสิ่งมีชีวิตในยุคต่างๆ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยาและธรณีเคมี ได้แก่ น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และหินน้ำมัน เป็นต้น

ถ่านหิน เป็นหินตะกอนที่กำเนิดมาจากซากพืช องค์ประกอบหลัก คือ ธาตุคาร์บอน และธาตุอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และกำมะถัน อาจพบปรอท สารหนู ซีลีเนียม โครเมียม นิกเกิล ทองแดง แคลเดียม ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

การเกิดถ่านหิน ซากพืชอยู่ใต้ผิวโลกภายใต้ความร้อนและความดันสูงจะอยู่ในภาวะที่มีออกซิเจนจำกัด จึงเกิดการย่อยสลายอย่างช้าๆ โครงสร้างหลักของพืชเป็นเซลลูโลส น้ำ และลิกนิน เมื่อถูกย่อยสลายคาร์บอนจะเปลี่ยนไปเป็นสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนตั้งแต่ร้อยละ 50 โดยมวล หรือมากกว่าร้อยละ 70 โดยปริมาตร

ลิกนิน เป็นสารในเนื้อไม้ เกิดร่วมกับเซลลูโลสเป็นสารเคลือบผนังเซลล์ของพืช เพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช การเผาไหม้ถ่านหินแต่ละชนิดที่มีมวลเท่ากัน จะให้พลังงานความร้อนแตกต่างกันตามปริมาณคาร์บอนมีลำดับมากไปน้อย คือ แอนทราไซต์ > บิทูมินัส > ซับบิทูมินัส > ลิกไนต์ > พีต

แหล่งถ่านหินที่ใหญ่ที่สุด และมีการผลิตมากที่สุด คือ เหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง รองลงมา คือ เหมืองกระบี่ จังหวัดกระบี่

การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะได้ผลิตภัณฑ์ทั้งในรูปแก๊ส ซึ่งเป็นออกไซด์ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหิน และเถ้าถ่าน แก๊สเหล่านี้ ได้แก่ CO_2 , CO , NO_2 และ SO_2

การกำจัด SO_2 ซึ่งเป็นการกำจัดหลังการเผาไหม้ โดยการฉีดหรือพ่นหินปูนเข้าไปในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง หินปูนจะสลายตัวได้แคลเซียมออกไซด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับ SO_2 จะได้ CaSO_3 เป็นวิธีที่ลงทุนถูกกว่า และนิยมนำมาใช้

หินน้ำมัน เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียดเรียงตัวเป็นชั้นบางๆ มีสารประกอบอินทรีย์ที่สำคัญ คือ เคอโรเจนแทรกอยู่ระหว่างชั้นหินตะกอน เมื่อนำหินน้ำมันมาสกัดด้วยความร้อน เคอโรเจนจะสลายตัวให้ น้ำมันหินลักษณะคล้ายน้ำมันดิบ

การเกิดหินน้ำมัน หินน้ำมันเกิดจากการสะสม และทับถมตัวของซากพืชพวกสาหร่าย และสัตว์พวกแมลงปลา และสัตว์เล็กๆ สารอินทรีย์ในซากพืช และสัตว์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นสารประกอบเคอโรเจน ผสมกับตะกอนดินทรายอัดแน่นกลายเป็นหินน้ำมัน

หินน้ำมัน มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ประเภท คือ สารประกอบอินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ (ประกอบด้วย บิทูเมน และเคอโรเจน)

บิตูโรเลียม เป็นสารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และสารอินทรีย์ สถานะของเหลว ได้แก่ น้ำมันดิบ สถานะแก๊ส ได้แก่ แก๊สธรรมชาติ ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 1-5 อะตอม

แก๊สธรรมชาติเหลว ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนกลุ่มเดียวกับแก๊สธรรมชาติ แต่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากกว่า เมื่ออยู่ใต้ผิวโลกที่ลึกมากอุณหภูมิสูงจะมีสถานะเป็นแก๊ส เมื่อนำขึ้นมาถึงระดับผิวดินซึ่งมีอุณหภูมิต่ำลง ไฮโดรคาร์บอนจะกลายเป็นของเหลว

การเกิดปิโตรเลียม ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถม และสลายตัวของอินทรีย์สารจากพืชและสัตว์ ถูกอัดด้วยความดัน ความร้อนสูงรวมทั้งมีออกซิเจนจำกัด จึงสลายตัวเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันดิบ และแก๊สธรรมชาติ แทรกอยู่ระหว่างชั้นหินที่มีรูพรุน ด้านบนเป็นหินตะกอน หรือหินดินดานปิดกั้นไม่ให้ปิโตรเลียมไหลลอดออกไปได้

การสำรวจปิโตรเลียม

1. **การสำรวจทางธรณีวิทยา** ทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ การเก็บตัวอย่างหิน วิเคราะห์ซากพืช ซากสัตว์ในหิน ทำให้คาดคะเนได้ว่าจะมีโอกาสพบโครงสร้างและชนิดของหินที่กักเก็บปิโตรเลียม

2. **การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์**

การวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก บอกให้ทราบถึงขอบเขต ความหนา ความกว้างใหญ่ของแอ่ง และความลึกของชั้นหิน

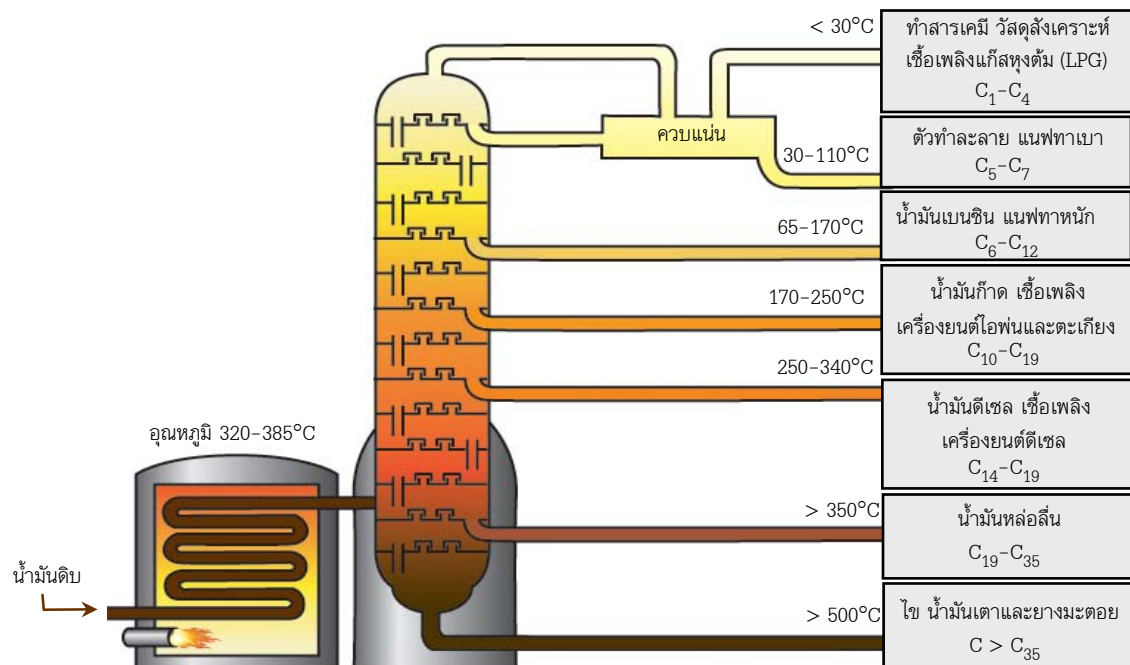
การตรวจวัดค่าความโน้มถ่วงของโลก บอกให้ทราบถึงชนิดของชั้นหินใต้ผิวโลกในระดับต่างๆ ช่วยในการกำหนดขอบเขตและรูปร่างของแอ่งใต้ผิวดิน

การสำรวจด้วยการวัดคลื่นไหวสะเทือน บอกให้ทราบถึงตำแหน่ง รูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของชั้นหินใต้ดิน

แหล่งน้ำมันดิบที่ใหญ่ที่สุดของไทย ได้แก่ น้ำมันดิบเพชรจากแหล่งสิริกิติ์ กิ่งอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร แหล่งผลิตแก๊สธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดอยู่ในอ่าวไทย ชื่อว่า แหล่งบงกช

การกลั่นน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบ ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประเภทแอลเคน และไซโคลแอลเคนเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบของกำมะถัน ออกซิเจน ไนโตรเจน รวมทั้งโลหะต่างๆ ปนอยู่ด้วย การแยกสารในน้ำมันดิบใช้การกลั่นลำดับส่วน



กรรมวิธีในการกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์

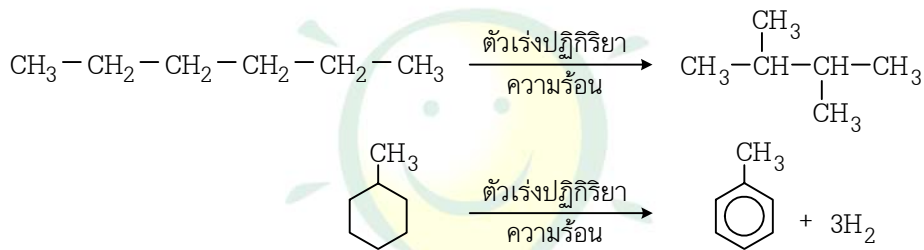


ปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำมันเบนซิน (C₆-C₁₂) และน้ำมันดีเซล (C₁₄-C₁₉) ในปริมาณที่สูงมาก รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นโดยตรงมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับความต้องการ นักวิทยาศาสตร์จึงหาวิธีทำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลสูง และเป็นที่ต้องการน้อยให้เป็นสารที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล และใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารชนิดอื่นๆ ต่อไป ซึ่งทำได้หลายวิธี ดังนี้

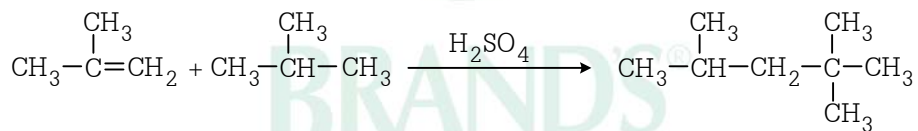
1. **กระบวนการแตกสลาย** คือ การทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่แตกออกเป็นโมเลกุลเล็ก โดยใช้ความร้อนสูงประมาณ 500°C และมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม



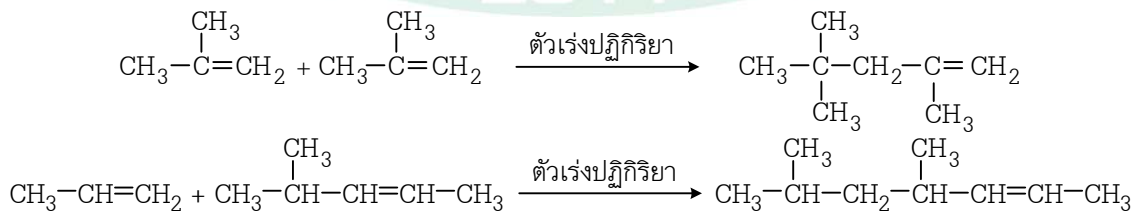
2. **กระบวนการรีฟอร์มมิง** คือ การเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรงเป็นไอโซเมอร์แบบโซ่กิ่งหรือการเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบวงให้เป็นสารอะโรมาติก โดยใช้ความร้อนสูงและตัวเร่งปฏิกิริยา



3. **กระบวนการแอลคิเลชัน** คือ การรวมสารประกอบของแอลเคนกับแอลคีนที่มีมวลโมเลกุลต่ำ โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นโมเลกุลของสารประกอบแอลเคนที่มีโครงสร้างแบบโซ่กิ่ง



4. **กระบวนการโอลิโกเมโรเซชัน** คือ การรวมสารประกอบของแอลคีนโมเลกุลเล็กเข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนหรือตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นและมีพันธะคู่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์

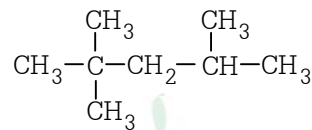


น้ำมันเบนซินมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลมีคาร์บอน 6-12 อะตอม น้ำมันเบนซินประกอบด้วยชนิดและไอโซเมอร์ที่ต่างกันของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ทำให้เกิดการติดไฟและระเบิดไม่พร้อมกัน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างแบบโซ่กิ่งหรืออะโรมาติก จัดเป็นน้ำมันเบนซินที่มี

คุณภาพดีกว่าแบบโซ่ตรง เพราะว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นชนิดโซ่ตรงติดไฟได้ง่ายกว่าและเกิดการระเบิดเร็วกว่าจังหวะที่ควรเป็นในกระบอกสูบ ทำให้เครื่องยนต์เกิดการเดินไม่เรียบซึ่งเรียกว่า การชิงจุดระเบิด ไอโซเมอร์ของออกเทนที่มีชื่อสามัญว่า ไอโซออกเทน เป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซิน เพราะจะช่วยป้องกันการชิงจุดระเบิดของเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ

การกำหนดคุณภาพน้ำมันเบนซินด้วยเลขออกเทน

น้ำมันเบนซินเลขออกเทน 95 คือ น้ำมันเบนซินที่มีสมบัติในการเผาไหม้เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมไอโซออกเทนร้อยละ 95 กับเฮปเทนร้อยละ 5 โดยมวล



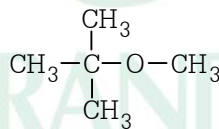
ไอโซออกเทน (เลขออกเทน 100)



เฮปเทน (เลขออกเทน 0)

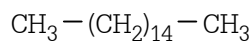
การเพิ่มค่าเลขออกเทนในอดีตทำโดยเติมสารเคมีบางชนิด เช่น เตตระเมทิลเลด หรือเตตระเอทิลเลดลงในน้ำมันเบนซิน

ปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้สารเคมี เช่น เมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์ (MTBE), เอทานอล หรือเมทานอล เรียกว่า น้ำมันไร้สารตะกั่ว

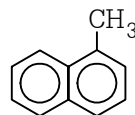


เมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์ (MTBE)

ดีเซล เป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ดีเซลหมุนเร็วหรือโซล่า เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ความเร็วรอบสูงกว่า 1000 รอบ/นาที และดีเซลหมุนช้าหรือซีไล้ เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนเรือเดินทะเลและการผลิตกระแสไฟฟ้า การกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซลด้วย **เลขซีเทน** โดยกำหนดให้ซีเทน (C₁₆H₃₄) มีเลขซีเทน 100 และแอลฟาเมทิลแนฟทาลีน (C₁₁H₁₀) มีเลขซีเทน 0



ซีเทน (เลขซีเทน 100)

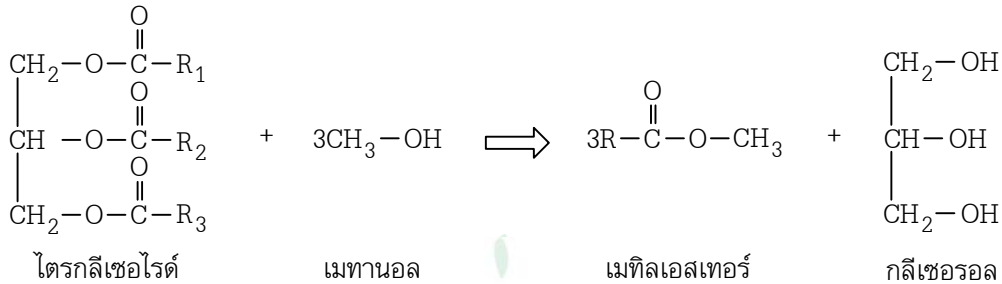


แอลฟาเมทิลแนฟทาลีน (เลขซีเทน 0)

ดีโซฮอล เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมน้ำมันดีเซลกับเอทานอลชนิดที่มีความบริสุทธิ์ 99.5% ขึ้นไป แต่หากใช้เอทานอลชนิดที่มีความบริสุทธิ์ 95% จะต้องผสมสารเคมีประเภทอีมีลซิไฟเออร์ลงไปด้วย เพื่อให้เอทานอลกับน้ำมันดีเซลผสมเข้ากันโดยไม่แยกชั้น

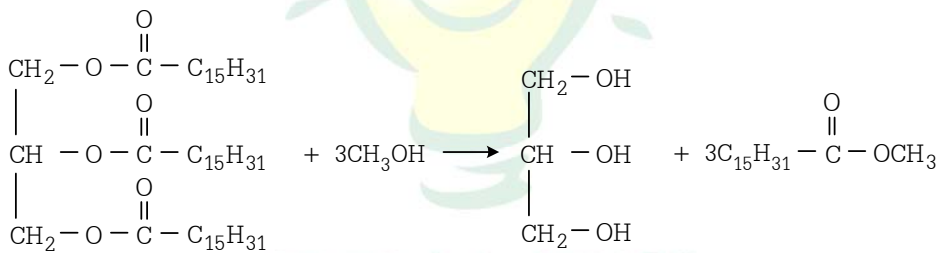


ไบโอดีเซล เป็นเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ โดยผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า Transesterification คือ การนำน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เอสเทอร์กับกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ ไบโอดีเซลที่ได้มีชื่อเรียกตามชนิดของแอลกอฮอล์ ถ้าเป็นเมทิลแอลกอฮอล์จะเรียกว่า เมทิลเอสเทอร์ ถ้าเป็นเอทิลแอลกอฮอล์จะเรียกว่า เอทิลเอสเทอร์



ปัจจุบันประเทศไทยใช้แก๊สธรรมชาติเป็นพลังงานหลัก (มากกว่าร้อยละ 60 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้) ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 1 ปฏิกิริยาต่อไปนี้เป็นการผลิตสารใด



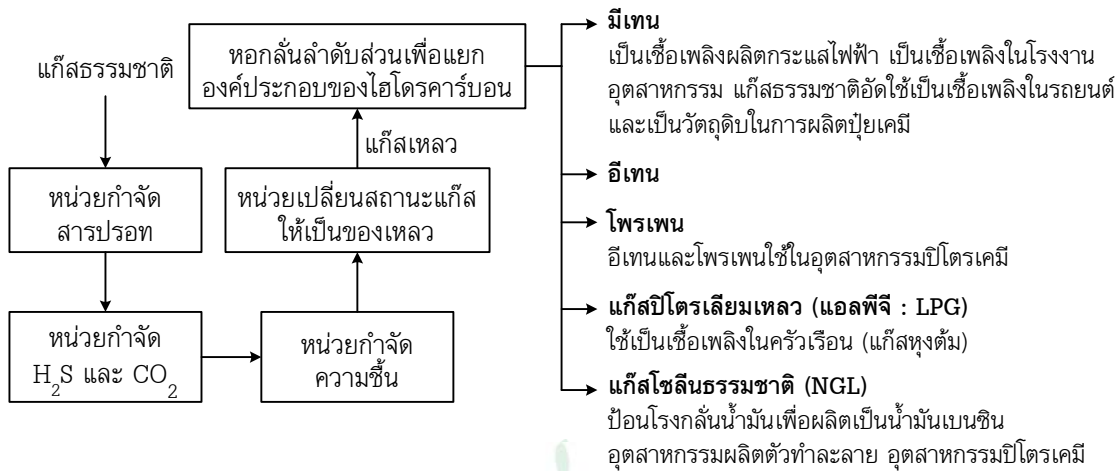
- *1) ไบโอดีเซล 2) ดีโซฮอล์ 3) แก๊สโซฮอล์ 4) สบู่

แก๊สธรรมชาติและแก๊สธรรมชาติเหลว ประกอบด้วย สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ เช่น มีเทน อีเทน โพรเทน บิวเทน เพนเทน กับสารที่ไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอน ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไบปรอท และไอน้ำ

แก๊สธรรมชาติที่ขุดเจาะขึ้นมาจากใต้พื้นดินจะมีทั้งสถานะของเหลวและแก๊สผสมกันอยู่ ส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า แก๊สธรรมชาติเหลว และส่วนที่เป็นแก๊ส เรียกว่า แก๊สธรรมชาติ

กระบวนการแยกแก๊สประกอบด้วย การแยกสารประกอบที่ไม่ใช่สารประกอบไฮโดรคาร์บอน กำจัดออก โดยผ่านกระบวนการ ดังนี้

1. หน่วยกำจัดสารปรอท เพื่อป้องกันการผุกร่อนของท่อจากการรวมตัวกับปรอท
2. หน่วยกำจัดแก๊ส H₂S และ CO₂ เนื่องจาก H₂S มีพิษและกัดกร่อน ส่วน CO₂ ทำให้เกิดการอุดตันของท่อ เพราะที่ระบบแยกแก๊สมีอุณหภูมิต่ำมาก การกำจัด CO₂ ทำโดยใช้สารละลาย K₂CO₃ ผสมตัวเร่งปฏิกิริยา
3. หน่วยกำจัดความชื้น โดยการกรองผ่านสารที่มีรูพรุนสูง เช่น ซิลิกาเจล



แผนผังการแยกแก๊สธรรมชาติและการนำไปใช้ประโยชน์

ตัวอย่างที่ 2 เชื้อเพลิงปิโตรเลียมใดเผาไหม้ได้ดีที่สุดในสภาวะปฏิกิริยาเดียวกัน

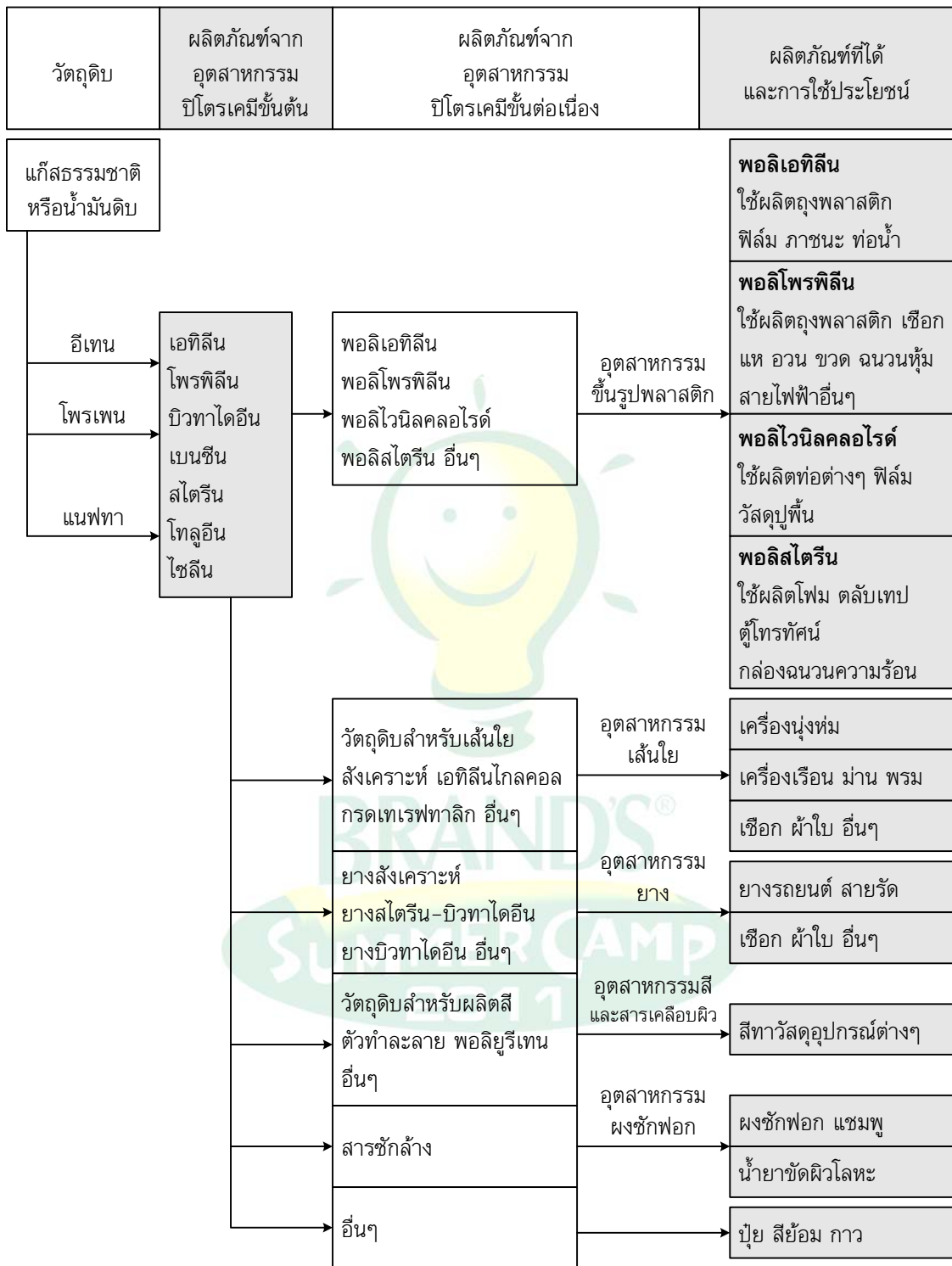
- 1) อะเซทิลีน (C_2H_2) เพราะมีสถานะเป็นแก๊สใช้ในการให้ความร้อนเชื่อมโลหะได้ดี
- 2) *iso*-octane บริสุทธิ์ เพราะมีค่าเลขออกเทนเท่ากับ 100
- *3) แก๊สธรรมชาติอัด (CNG) เพราะมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ
- 4) ไม่สามารถเทียบกันได้ เพราะเป็นเชื้อเพลิงต่างประเทศ

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเกิดจากการนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ และจากการแยกแก๊สธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ต่างๆ

1. **อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น** เป็นการนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากแก๊สธรรมชาติ หรือน้ำมันดิบมาผลิตเป็นมอนอเมอร์

2. **อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต่อเนื่อง** เป็นการนำมอนอเมอร์มาผลิตเป็นพอลิเมอร์ ผลิตภัณฑ์ในขั้นนี้อาจอยู่ในรูปของพลาสติก





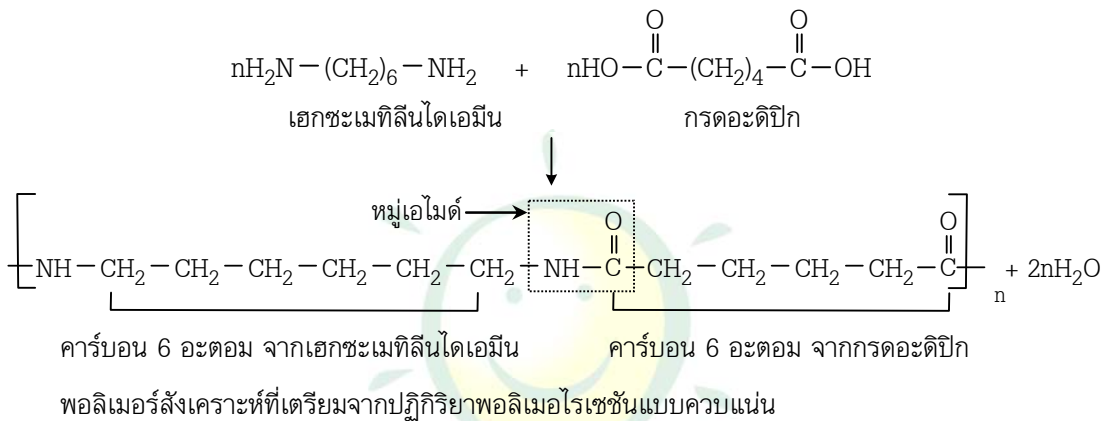
ขั้นตอนในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและการใช้ประโยชน์

พอลิเมอร์ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

1. **โฮโมพอลิเมอร์** ประกอบด้วย มอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น PVC
2. **โคพอลิเมอร์ หรือพอลิเมอร์ร่วม** ประกอบด้วย มอนอเมอร์ต่างชนิดกันเชื่อมต่อกัน เช่น ไนลอน 6, 6

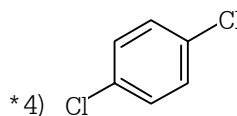
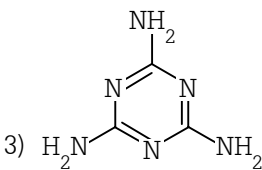
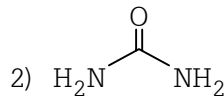
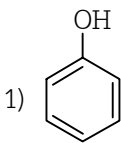
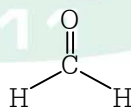
ปฏิกิริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน เกิดได้ 2 แบบ

1. **ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น** เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นพอลิเมอร์ และได้สารโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น น้ำ แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ แอมโมเนียหรือเมทานอลเป็นผลพลอยได้

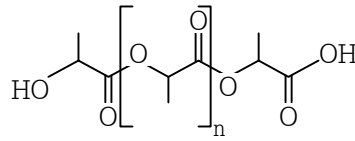


มอนอเมอร์	พอลิเมอร์
ไดเมทิลเทเรฟทาเลต + เอทิลีนไกลคอล	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET)
เฮกซะเมทิลีนไดเอมีน + กรดอะดิปิก	พอลิเอไมด์ (PA) (ไนลอน 6, 6)
บิส-ฟีนอลเอ + ฟอสจีน	พอลิคาร์บอเนต (PC)
1, 4-บิวเทนไดออล + เฮกซะเมทิลีนไดไอโซไซยาเนต	พอลิยูรีเทน (PU)
ฟีนอล + ฟอร์มาลดีไฮด์	พอลิฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (PF) (เบกาไลต์)
ยูเรีย + ฟอร์มาลดีไฮด์	พอลิยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (UF)
เมลามีน + ฟอร์มาลดีไฮด์	พอลิเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ (MF)

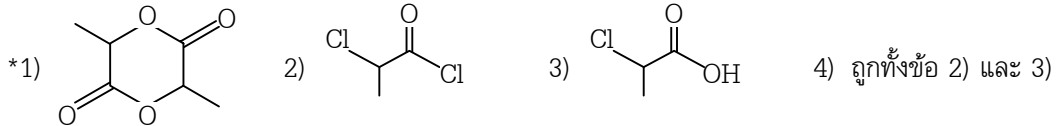
ตัวอย่างที่ 3 สารใดไม่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันกับ



ตัวอย่างที่ 4 พอลิเมอร์แลคไทด์เป็นพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ มีโครงสร้างดังรูป



สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของสารใด

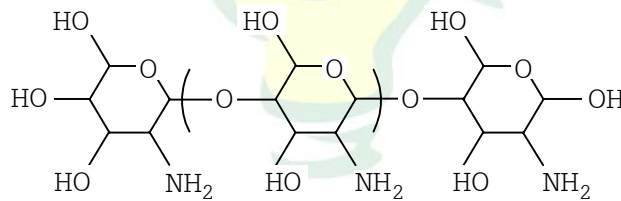


ตัวอย่างที่ 5 ไดเมทิลโคน (Dimethicone) เป็นพอลิเมอร์ในกลุ่มซิลิโคนมีหน่วยซ้ำเป็น $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}-$ สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}_2$ กับ H_2O อัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้น $\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}_2 : \text{H}_2\text{O}$

ข้อใดที่เตรียมเป็นพอลิเมอร์ได้สายยาวที่สุด

- 1) 1 : 100 2) 1 : 2 * 3) 1 : 1 4) 100 : 1

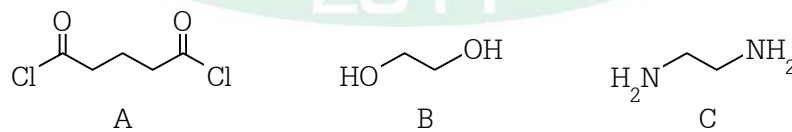
ตัวอย่างที่ 6 โคโคซานเป็นพอลิเมอร์ ที่มีโครงสร้างดังนี้



ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการละลายของโคโคซาน

- 1) ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ 2) ละลายได้ดีในน้ำที่อุณหภูมิต่ำ
3) ละลายได้ดีในน้ำเมื่อ pH สูง * 4) ละลายได้ดีในน้ำเมื่อ pH ต่ำ

ตัวอย่างที่ 7 สารประกอบ 3 ชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน มีโครงสร้างดังภาพ



พอลิเมอร์ที่มีความเหนียวทนทานมากที่สุด เตรียมได้จากสารตั้งต้นในข้อใด

- 1) A + B เพราะมีขั้วมากที่สุด * 2) A + C เพราะมีพันธะไฮโดรเจน
3) B + C เพราะโมเลกุลเรียงชิดกันแน่น 4) A + B + C เพราะเป็นแบบร่างแห

2. **ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม** เกิดจากโมเลกุลของมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนอะตอม ทำปฏิกิริยาต่อกันบริเวณพันธะคู่ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นพอลิเมอร์โดยไม่มีสารโมเลกุลเล็กๆ เกิดขึ้น

โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์

1. **พอลิเมอร์แบบเส้น** เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะโคเวเลนต์เป็นโซ่ยาว เช่น พอลิเอทิลีน, พอลิโพรพิลีน, พอลิไวนิลคลอไรด์, พอลิสไตรีน, พอลิอคริโลไนไตรด์, ไนลอน 6, 6 และพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต

2. **พอลิเมอร์แบบกึ่ง** ในโครงสร้างมีโซ่กิ่งอาจเป็นชนิดโซ่สั้น หรือโซ่ยาวแตกออกไปจากโซ่หลัก เช่น พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE)

สมบัติ พอลิเมอร์ชนิดนี้มีความยืดหยุ่น ความหนาแน่นต่ำ จุดหลอมเหลวต่ำกว่าพอลิเมอร์แบบเส้น

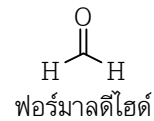
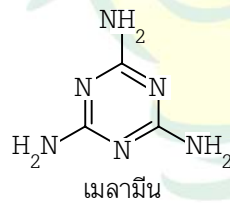
3. **พอลิเมอร์แบบร่างแห** เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างโซ่พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเส้น หรือแบบกึ่ง ต่อเนื่องกันเป็นร่างแห เช่น พอลิพีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (เบกาไลต์), พอลิเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ (เมลามีน)

สมบัติ จุดหลอมเหลวสูง เมื่อขึ้นรูปแล้วไม่สามารถหลอมหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้

ตัวอย่างที่ 8 พอลิเมอร์แบบกึ่งสามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างเอทิลีนและสารใด

- 1) acetylene 2) butadiene 3) ethylene glycol *4) hexene

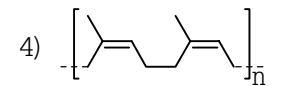
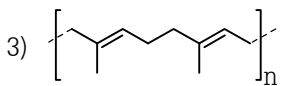
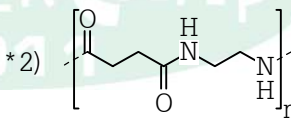
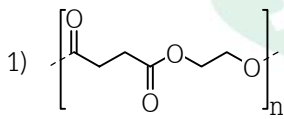
ตัวอย่างที่ 9 โครงสร้างของเมลามีน และฟอร์มาลดีไฮด์เป็นดังนี้



ในอุตสาหกรรมพลาสติกที่นำเมลามีนมาทำปฏิกิริยาควมแน่นกับฟอร์มาลดีไฮด์ จะได้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบใด

- 1) เส้นตรง 2) ขดเป็นวง 3) ขดเป็นเกลียว *4) ร่างแห

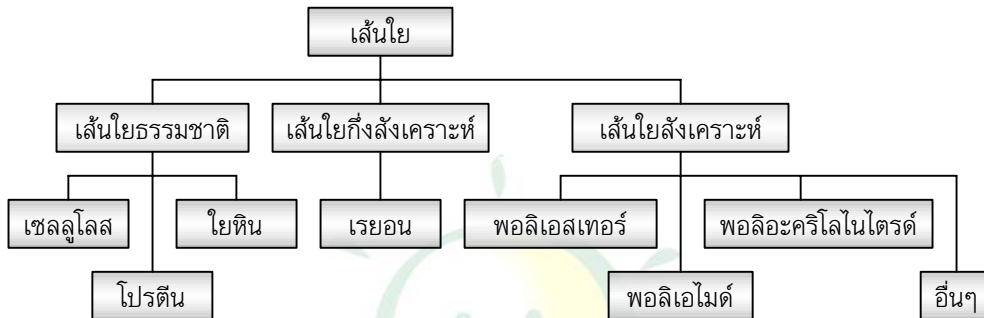
ตัวอย่างที่ 10 พอลิเมอร์ขนาดโมเลกุลใกล้เคียงกันที่มีโครงสร้างในข้อใดน่าจะมีจุดหลอมเหลวสูงที่สุด



พลาสติก

1. **เทอร์มอพลาสติก** เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะแข็งตัว โดยสมบัติของพลาสติกไม่เปลี่ยนแปลงจึงสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ พลาสติกนี้มีโครงสร้างแบบเส้นหรือแบบกิ่ง มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก

2. **พลาสติกเทอร์มอเซต** ไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้อีก เพราะพอลิเมอร์เป็นแบบร่างแห ถ้าทำให้มีอุณหภูมิสูงมากจะแตกและไหม้เป็นถ่าน เช่น พอลิฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์, พอลิเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ และพอลิยูรีเทน



การจำแนกชนิดเส้นใย

เส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยเซลลูโลสจากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ เส้นใยที่หุ้มเมล็ดฝ้าย ฝ้าย ไยมะพร้าว เส้นใยจากเปลือกไม้ เช่น ลิ้นจี่ ปอ กัญชา เส้นใยจากใบ เช่น สับปะรด กระจับปี่ เส้นใยจากฝ้ายจัดเป็นเซลลูโลสบริสุทธิ์ที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดถึงร้อยละ 50 ของเส้นใยทั้งหมด

เส้นใยที่ได้จากสัตว์ซึ่งเป็นสารประเภทโปรตีน เช่น ขนแกะ ขนแพะ และเส้นใยจากรังไหม เส้นใยเหล่านี้มีสมบัติ คือ เมื่อเปียกน้ำมีความเหนียวและความแข็งแรงจะลดลง ถ้าถูกแสงแดดเป็นเวลานานๆ จะสลายตัวหรือกรอบ

เส้นใยจากธรรมชาติบางชนิด เช่น ฝ้าย เมื่อนำมาทอเป็นผ้าเพื่อใช้งานจะเป็นราได้ง่าย ผ้าไหมจะหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและความชื้น ลิ้นจี่ ปาน ต้องผลิตด้วยมือถ้าผลิตด้วยเครื่องจักรจะได้เส้นใยที่มีคุณภาพไม่ดีและมีการสูญเสียมาก

เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ เช่น เซลลูโลส แอซีเตต เตรียมได้จากเซลลูโลสทำปฏิกิริยากับกรดแอซติกเข้มข้นโดยมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การเตรียมเส้นใยเรยอน (คิวปราโมเนียมเรยอน)

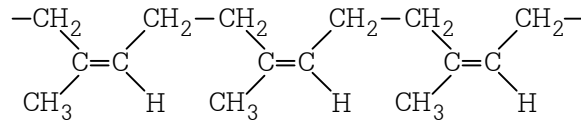


เมื่อฉีดสารละลายเซลลูโลสที่เกิดขึ้น ลงในกรดซัลฟิวริกจะเกิดเป็นเส้นใยเรยอน สีฟ้าของเส้นใยจะจางหายไป เนื่องจาก Cu^{2+} ไอออนจะแพร่เข้าไปอยู่ในสารละลายของกรดซัลฟิวริก เส้นใยที่ได้น้ำหนักเบา เหมาะจะใช้ทำเสื้อผ้าฤดูร้อน

เส้นใยสังเคราะห์ โมเลกุลเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบ เรียงตัวตามแนวแกนของเส้นใย สมบัติมีความทนทานต่อจุลินทรีย์ เชื้อรา แบคทีเรีย ไม่ยับง่าย ไม่ดูดน้ำ ทนทานต่อสารเคมี ชักง่าย และแห้งเร็ว เช่น ไนลอน และโอรอน (พอลิอะครีโลไนไตรด์) ไนลอน 6, 6 และไนลอน 6, 10 เป็นเส้นใยพอลิเอไมด์ (ตัวเลขหลังชื่อไนลอนแสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนในมอนอเมอร์ของเอมีน และกรดอินทรีย์ ตามลำดับ)

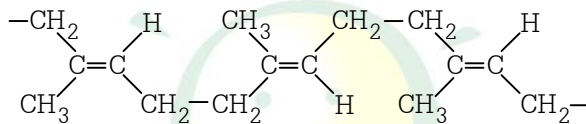
คาครอน หรือโทรทาเทโอรอน เป็นเส้นใยพอลิเอสเตอร์เป็นโคพอลิเมอร์ระหว่างเอทิลีนไกลคอลกับไดเมทิล-เทเรฟทาเลต มีสมบัติทนความร้อน แสงแดด ทนสารเคมี ซักแล้วไม่ต้องรีด

ยาง โครงสร้างทางเคมีของเนื้อยางประกอบด้วยมอนอเมอร์ไอโซพรีนที่เชื่อมต่อกันอยู่ในช่วง 1500 ถึง 15000 หน่วย



ยางพารา (ซิส-พอลิไอโซพรีน)

พืชบางชนิดที่ให้น้ำยางได้ เช่น ต้นยางกัตตา ต้นยางบาราทาและต้นยางซิคเคิล ใช้ทำส่วนผสมในหมากฝรั่ง ยางจากพืชทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นพอลิไอโซพรีนเช่นเดียวกับยางพารา แต่มีโครงสร้างต่างกัน ดังนี้



ยางกัตตา

สมบัติสำคัญประการหนึ่งของยาง คือ มีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งเกิดจากโครงสร้างโมเลกุลของยางที่มีลักษณะม้วนขดไปมาเป็นวงและบิดเป็นเกลียว มีแรงแวนเดอร์วาลส์ยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่ของพอลิเมอร์เข้าไว้ด้วยกัน ยางพารามีความต้านทานแรงดึงสูง ทนต่อการขูดถู เป็นฉนวนที่ดีมาก ทนน้ำ ทนน้ำมันจากพืชและจากสัตว์ แต่ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซินและตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อได้รับความร้อนจะเหนียวและอ่อนตัว แต่จะแข็งและเปราะที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิต้อง



BRANDS ซัมเมอร์แคมป์ 2011



เอกสารประกอบการบรรยาย

วิชา เคมี
(PAT 2)

โดย อ.กฤษณ์ ชื่นเป็นนิชา
สถาบันกวดวิชาเคมี เคมีก้า

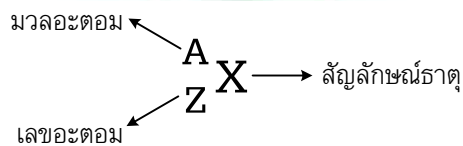
โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ

สรุปแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ

Dalton	Thomson	Rutherford	Bohr

สัญลักษณ์นิวเคลียร์

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ สัญลักษณ์ที่ใช้บอกชนิดของธาตุ ตลอดจนจำนวนอนุภาคมูลฐานทั้งหมดของธาตุนั้นๆ โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่



1. เลขอะตอม (Atomic number, Z) คือ ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส เป็นตัวบ่งชี้สมบัติเฉพาะตัวของธาตุนั้นๆ
2. เลขมวล (Mass number, A) คือ ตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอน และนิวตรอนในนิวเคลียส



ไอโซโทป (Isotope) คือ อะตอมของธาตุเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันหรืออนุภาคที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน ซึ่งอนุภาคที่เป็นไอโซโทปกันจะมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันแต่สมบัติทางกายภาพบางประการต่างกัน โดยธาตุหนึ่งๆ อาจมีได้หลายไอโซโทป

ไอโซบาร์ (Isobar) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มีเลขมวลเท่ากัน

ไอโซทอน (Isotone) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน

ไอโซอิเล็กทรอนิก (Isoelectronic) คือ อะตอมหรือไอออนของสารที่มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน

ไอออน คือ อนุภาคที่เกิดการสูญเสียเสถียรภาพทางไฟฟ้า ทำให้เกิดธาตุที่มีประจุไฟฟ้า เพราะมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากับจำนวนโปรตอน โดยถ้าหากว่าจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน เรียกว่า “ไอออนลบ” ส่วนถ้าหากว่ามีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน เรียกว่า “ไอออนบวก”

การจัดเรียงอิเล็กตรอน

การจัดเรียงอิเล็กตรอน เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มของอิเล็กตรอนโดยใช้สภาวะและบริเวณที่อิเล็กตรอนแต่ละตัวอยู่ เพื่อบอกตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ อีกทั้งยังสามารถอธิบายพฤติกรรมบางอย่างได้จากการจัดเรียงอิเล็กตรอน โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็นได้เป็น 2 วิธี ได้แก่

1. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก (Core Shell Electron Configuration)
2. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย (Subshell Electron Configuration)

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก เป็นกระบวนการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่ค่อนข้างสะดวกเหมาะสำหรับการบอกตำแหน่งในตารางธาตุเท่านั้น ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดของพฤติกรรมต่างๆ ของอะตอมได้ชัดเจนเหมือนกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยซึ่งการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักจะให้ข้อมูลเพียง 2 ชนิด ดังนี้

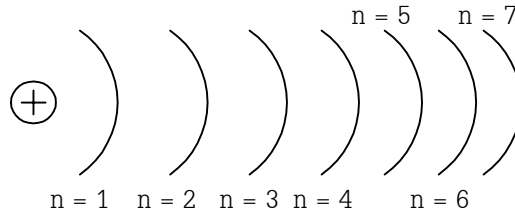
1. ระดับพลังงาน
2. จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนั้นๆ

มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. หาจำนวนอิเล็กตรอนที่สามารถจุได้ในระดับพลังงานต่างๆ โดยจำนวนอิเล็กตรอนที่สามารถจุได้ในระดับพลังงาน $= 2n^2$ 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. ช่องว่างระหว่างระดับพลังงานเรียงจากนิวเคลียสออกไป ดังนี้



“จากภาพทำให้เราเห็นว่า ยิ่งอยู่ห่างจากนิวเคลียสออกไปความแตกต่างของระดับพลังงานยิ่งลดลง”

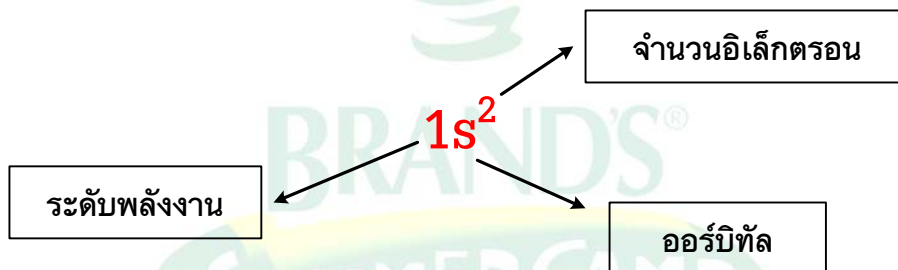
4. จำนวนระดับพลังงานบอกเลขที่คาบ (ธาตุในแนวนอน) จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนบอกเลขที่หมู่ (ธาตุในแนวตั้ง) ได้เฉพาะธาตุพวกเรพริเซนต์ (ธาตุพวก A)

5. ส่วนธาตุทรานซิชันในคาบที่ 4 ส่วนใหญ่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 2 ยกเว้นบางธาตุที่เป็น 1 (Cr และ Cu) และอิเล็กตรอนในระดับพลังงานรองสุดท้ายเป็น 9 ถึง 18

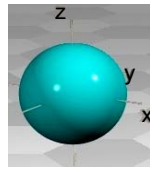
การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในรูปแบบนี้จะมีการบอกรายละเอียดของอิเล็กตรอนอยู่ 3 ส่วนหลัก ได้แก่

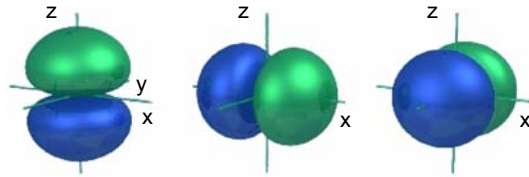
1. ระดับพลังงาน
2. ออร์บิทัล
3. จำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานและออร์บิทัลนั้นๆ



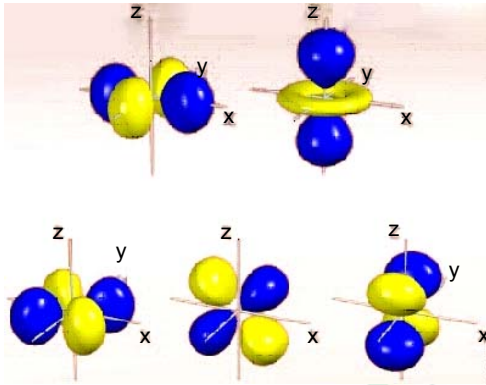
โดยความแตกต่างระหว่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและในระดับพลังงานย่อย คือ “ออร์บิทัล (Orbital)” ซึ่งหมายถึงบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอน ซึ่งออร์บิทัลจะพบได้หลายลักษณะเป็นรูปทรงต่างๆ ตามระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นพลังงานจลน์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส และการหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน โดยแต่ละออร์บิทัลมีรูปแบบเป็นดังนี้



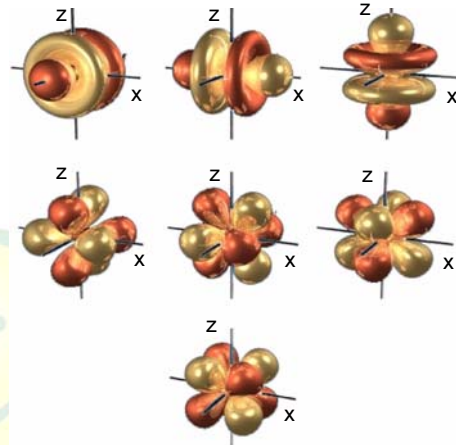
s-orbital



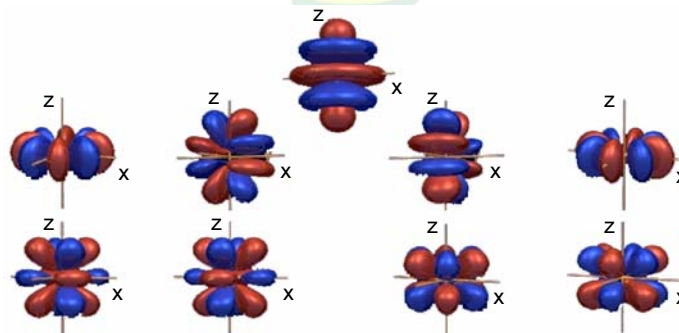
p-orbital



d-orbital



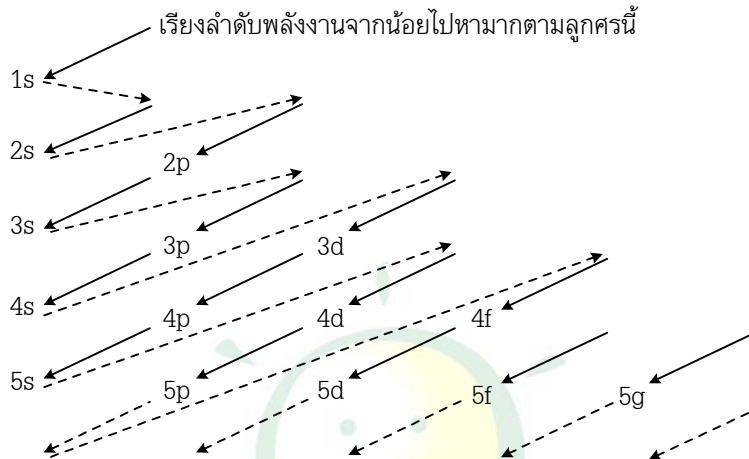
f-orbital



g-orbital

ระดับพลังงานย่อย s บรรจุอิเล็กตรอนได้ 2 อิเล็กตรอนให้เส้น spectrum เส้นบางเล็ก (sharp)
 ระดับพลังงานย่อย p บรรจุอิเล็กตรอนได้ 6 อิเล็กตรอนให้เส้น spectrum เส้นหนาชัด (principal)
 ระดับพลังงานย่อย d บรรจุอิเล็กตรอนได้ 10 อิเล็กตรอนให้เส้น spectrum สว่างกระจาย (diffuse)
 ระดับพลังงานย่อย f บรรจุอิเล็กตรอนได้ 14 อิเล็กตรอนให้เส้น spectrum สว่างกระจาย (diffuse)
 ระดับพลังงานย่อย g บรรจุอิเล็กตรอนได้ 18 อิเล็กตรอนให้เส้น spectrum สว่างกระจาย (diffuse)
 ทั้งนี้ ในการจัดเรียงธาตุที่มีเลขอะตอมสูงมากๆ (เลขอะตอมมากกว่า 120) อาจจะมีพบ g-orbital และ h-orbital

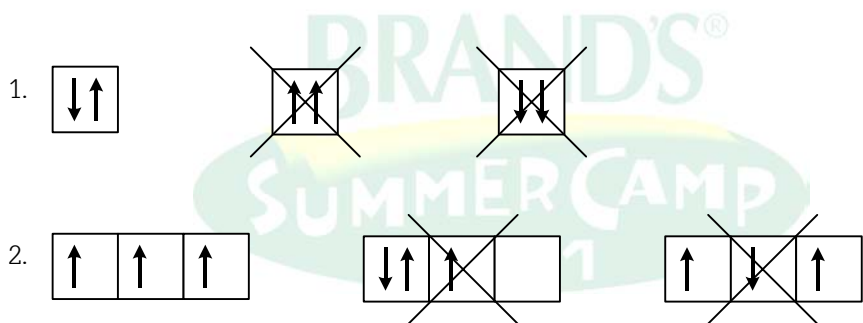
เนื่องจากการที่ระดับพลังงานมีค่าไม่เท่ากันและมีการเรียงที่ซ้อนกันในออร์บิทัลต่างๆ ทำให้อิเล็กตรอนนั้นจะต้องถูกบรรจุอยู่ในระดับพลังงานและออร์บิทัลที่มีพลังงานต่ำที่สุดก่อนเพื่อความเสถียร ดังนั้นการจัดเรียงอิเล็กตรอนสามารถทำได้โดยจัดตามลำดับต่อไปนี้



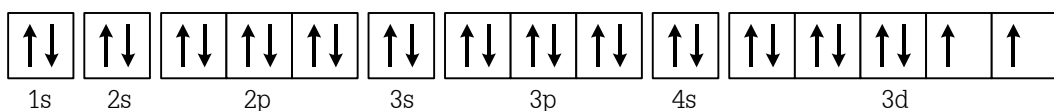
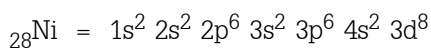
หรือเรียงลำดับได้ตามนี้ : 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, ...

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยจะมีประโยชน์มากในการศึกษาวิชาเคมีในระดับสูง เพราะสามารถนำการจัดเรียงอิเล็กตรอนรูปแบบนี้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ของอะตอมได้โดยสามารถนำไปสร้างแผนภาพออร์บิทัล (Orbital Diagram) เพื่อขยายภาพพฤติกรรมของอิเล็กตรอนที่ชัดเจนมากขึ้น

ข้อควรระวังในการสร้างแผนภาพออร์บิทัล



ตัวอย่าง จงจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยต่อไปนี้พร้อมเขียนแผนภาพออร์บิทัล



ความสัมพันธ์ระหว่างตารางธาตุและการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

H 1s ¹											He 1s ²					
Li 2s ¹	Be 2s ²	ตารางธาตุ									B 2d ¹	C 2d ²	N 2d ³	O 2d ⁴	F 2d ⁵	Ne 2d 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													

ตัวอย่าง อะตอม ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ และไอออน ${}_{21}^{45}\text{Sc}^{3+}$ มีความสัมพันธ์ต่อกันดังข้อใด

- 1) ไอโซโทป
- 2) ไอโซโทน
- 3) ไอโซบาร์
- 4) ไอโซอิเล็กทรอนิก

เฉลย 4) ไอโซอิเล็กทรอนิก

ตัวอย่าง ข้อใดเป็นการจัดเรียงอิเล็กตรอนของ ${}_{24}\text{Cr}^{3+}$

- 1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^2$
- 2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$
- 3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$
- 4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 4s^1 3d^5$

เฉลย 2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$

ตัวอย่าง เมื่อเร็วๆ นี้มีนักวิทยาศาสตร์ชาติหนึ่งอ้างว่าได้ค้นพบธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 122 ซึ่งควรจะมียอิเล็กตรอนวงนอกสุดอยู่ใน g ออร์บิทัล จงอาศัยความรู้เรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนทำนายว่าธาตุนี้ควรมียอิเล็กตรอนอยู่ใน g ออร์บิทัลจำนวนเท่าไร

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

เฉลย 2) 2 อิเล็กตรอน



ตัวอย่าง จากข้อมูลต่อไปนี้

ก. จำนวนออร์บิทัลของธาตุ ${}_{19}\text{K}$ มีอิเล็กตรอนบรรจุเท่ากับ 10 ออร์บิทัล

ข. การจัดเรียงอิเล็กตรอนชั้นนอกของไอออน Fe^{3+} คือ $3d^3 4s^2$

ค. ธาตุ A มีเลขอะตอม 38 และธาตุ B มีเลขอะตอม 17 เมื่อทำปฏิกิริยากันจะได้สารประกอบไอออนิกที่มีสูตรเป็น AB_2

ง. เลขออกซิเดชันของไนโตรเจนในสารประกอบ NCl_3 และ N_2O_3 มีค่าไม่เท่ากัน

ข้อใดถูก

1) ก. และ ค.

2) ก. และ ง.

3) ข. และ ง.

4) ก., ข., ค. และ ง.

เฉลย 1) ก. และ ค.

ตารางธาตุ

ตารางธาตุ คือ ตารางการจัดหมวดหมู่ของธาตุที่มีมากมายเอาไว้อย่างเป็นระเบียบตามคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันเพื่อสะดวกต่อการใช้งานและง่ายต่อการจดจำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการทำนายหาคุณสมบัติของธาตูก่อนการค้นพบและการทดลองได้อีกด้วย

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

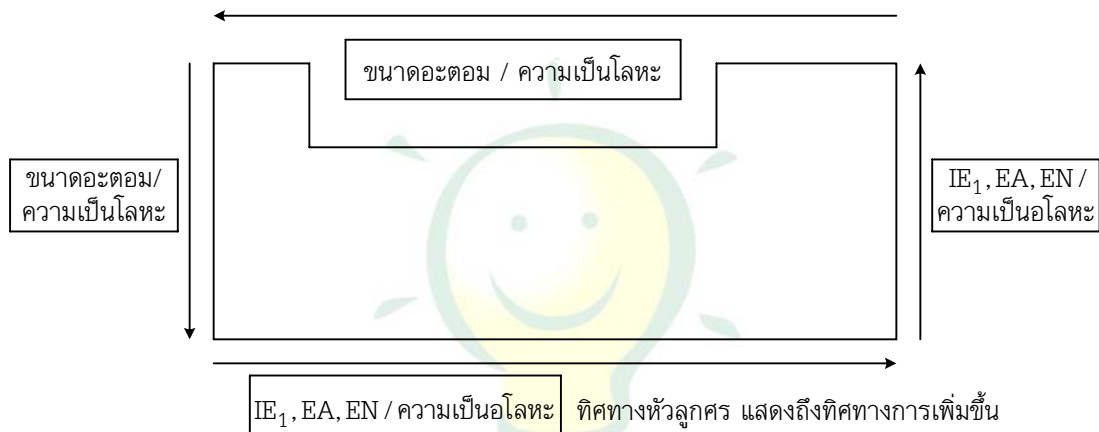
ยกเว้น Be, B และ Al ซึ่งถือเป็นสารที่ให้สมบัติเป็นกรดหรือเบสก็ได้ (เป็นกลางไม่ได้) เรียกว่า Amphoteric

แนวโน้มคุณสมบัติทั่วไปของธาตุในตารางธาตุ

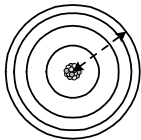
โดยทั่วไปจะแบ่งคุณสมบัติที่น่าสนใจของธาตุต่างๆ ออกเป็น 5 คุณสมบัติ ได้แก่

1. ขนาดอะตอม และขนาดไอออน
2. ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy): IE
3. ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity): EA
4. ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (Electronegativity): EN
5. ความเป็นโลหะ และความเป็นอโลหะ

สรุปแนวโน้มคุณสมบัติที่น่าสนใจทั้ง 5 ได้ดังนี้



ขนาดอะตอม และขนาดไอออน

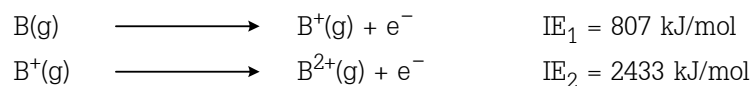


คือ ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของอะตอมกับผิวของอะตอม ซึ่งก็คืออิเล็กตรอนวงนอกสุด ถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันมากจะทำให้อิเล็กตรอนอยู่ใกล้นิวเคลียส อะตอมจะมีขนาดเล็ก ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดอะตอม ได้แก่

1. ระดับพลังงานชั้นนอกสุด : ถ้าอยู่ระดับพลังงานสูงก็จะมีขนาดใหญ่
2. จำนวนโปรตอน : ถ้ามีมากก็จะดึงอิเล็กตรอนให้เข้าใกล้นิวเคลียส อะตอมจะมีขนาดเล็ก
3. จำนวนอิเล็กตรอน : ถ้ามีมากก็กระจายตัวรอบอะตอมไกลขึ้น อะตอมจะมีขนาดใหญ่

พลังงานไอออไนเซชัน (IE)

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

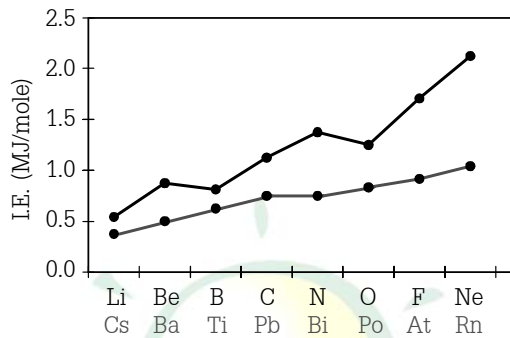


จะพบว่าในธาตุชนิดเดียวกัน $\text{IE}_1 < \text{IE}_2 < \text{IE}_3 < \dots < \text{IE}_n$



*****ข้อควรระวัง*****

ธาตุในหมู่ 2A และหมู่ 5A มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยออร์บิทัลสุดท้ายเป็น ns^2 และ np^3 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบดังกล่าวทำให้ธาตุหมู่ 2A มีลักษณะเป็น Full-fill orbital และของหมู่ 5A เป็น Half-fill orbital ซึ่งทำให้ธาตุนั้นมีความเสถียรมากเป็นพิเศษจึงทำให้ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุใน 2 หมู่นี้มีลักษณะมากกว่าที่ควรจะเป็นตามแนวโน้ม ดังกราฟ



สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (EA)

สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน คือ พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่ออะตอมของธาตุในสถานะแก๊สได้รับอิเล็กตรอน 1 อนุภาคแล้วกลายเป็นไอออนลบในสถานะแก๊ส พลังงานนี้มักจะอยู่ในรูปคายพลังงานเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียสของอะตอมกับอิเล็กตรอนตัวใหม่ เช่น



ทั้งนี้ธาตุที่มีค่า EA สูง หมายความว่า ธาตุนั้นรับอิเล็กตรอนได้ดีและเกิดเป็นไอออนลบที่เสถียร (ยิ่งลบมากยิ่งเสถียร) แต่ถ้าค่า EA เป็นบวกแสดงว่าธาตุนั้นจะเป็นไอออนลบที่ไม่เสถียรและเกิดการรับอิเล็กตรอนไม่ได้

*****ข้อควรระวัง*****

คล้ายกับกรณีของพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1

อิเล็กโทรเนกาติวิตี (EN)

อิเล็กโทรเนกาติวิตี คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถของอะตอมของธาตุในการดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอมของธาตุอื่นขณะสร้างพันธะเพื่อรวมเป็นสารประกอบ ค่า EN ของธาตุไม่มีหน่วยเนื่องจากเป็นค่าที่เกิดจากการเปรียบเทียบ โดยธาตุที่มี EN สูงที่สุดในตารางธาตุ คือ ฟลูออรีน (F)

ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา

ความเป็นโลหะ คือ มีความว่องไวในการจ่ายอิเล็กตรอน (Reduce) ดังนั้นความว่องไวจะขึ้นกับความเป็นโลหะของธาตุนั้นๆ โดยยิ่งธาตุที่เป็นโลหะมาก ก็จะสามารถจ่ายอิเล็กตรอนได้ดี เพิ่มขึ้นจากบนลงล่างในหมู่เดียวกันและลดลงจากซ้ายไปขวาในคาบเดียวกัน โดยสังเกตได้จากค่าพลังงานไอออไนเซชัน ยิ่งมีค่าน้อย ยิ่งจ่ายอิเล็กตรอนได้ง่าย และยังมีความเป็นโลหะมาก

ความเป็นอโลหะ คือ มีความว่องไวในการรับอิเล็กตรอน (Oxidize) ดังนั้นความว่องไวจะขึ้นกับความเป็นอโลหะของธาตุนั้นๆ โดยยิ่งธาตุที่เป็นอโลหะมาก ก็จะสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดี เพิ่มขึ้นจากล่างขึ้นบนในหมู่เดียวกันและเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวาในคาบเดียวกัน โดยสังเกตได้จากค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน ยิ่งมีค่ามาก (เป็นลบมาก) ยิ่งรับอิเล็กตรอนได้ดี และยังมีความเป็นอโลหะมาก

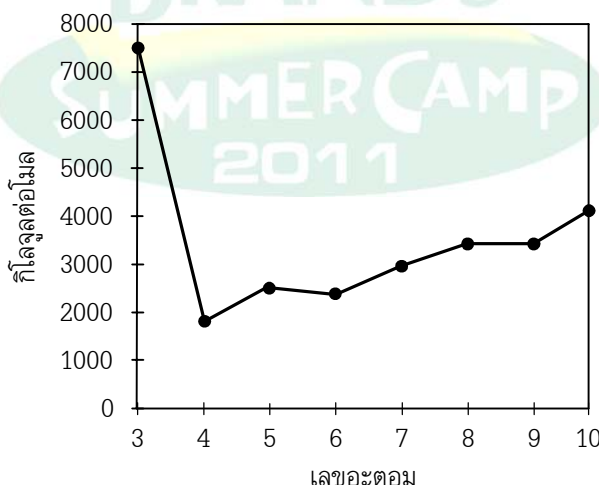
เพิ่มเติม สำหรับหมู่ที่ 8A ความว่องไวในการทำปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง (ไม่เหมือนอโลหะหมู่อื่นๆ) เนื่องจากระดับพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นทำให้อิเล็กตรอนที่ชั้นนอกสุดอยู่ห่างจากนิวเคลียสเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกิดการสร้างพันธะโคเวเลนต์ได้

ตัวอย่าง ธาตุสมมติ A B C D E F G และ H เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันของตารางธาตุจากหมู่ IA ถึง VIIIA ตามลำดับ ข้อใดถูกต้อง

- 1) A มีพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ต่ำสุด และออกไซด์ของ A เมื่อละลายน้ำแล้วจะมีสมบัติเป็นกรด
- 2) B รวมกับคลอรีนได้สารประกอบที่มีสูตร BCl_2 และสารประกอบนี้จะละลายน้ำได้
- 3) G เป็นธาตุที่มีอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุด และสารประกอบระหว่าง B และ G มีสูตรเป็น BG
- 4) ออกไซด์ของทั้ง B และ D มีสมบัติเป็นกรด

เฉลย 2) B รวมกับคลอรีนได้สารประกอบที่มีสูตร BCl_2 และสารประกอบนี้จะละลายน้ำได้

ตัวอย่าง กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุในคาบที่สอง



แกน Y น่าจะแสดงถึงค่าใด

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) EN | 2) EA |
| 3) IE_1 | 4) IE_2 |

เฉลย 4) IE_2

ตัวอย่าง ไอออน S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} และอะตอม Ar มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากันหมด ขนาดของไอออนและอะตอมเหล่านี้เรียงจากใหญ่ไปหาเล็กได้อย่างไร

- | | |
|---|---|
| 1) $Ar > Ca^{2+} > S^{2-} > K^+ > Cl^-$ | 2) $Ar > S^{2+} > Ca^{2+} > Cl^- > K^+$ |
| 3) $Ca^{2+} > K^+ > Ar > Cl^- > S^{2-}$ | 4) $S^{2-} > Cl^- > Ar > K^+ > Ca^{2+}$ |

เฉลย 4) $S^{2-} > Cl^- > Ar > K^+ > Ca^{2+}$

ตัวอย่าง ธาตุ A B C D E F G และ H เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันโดย

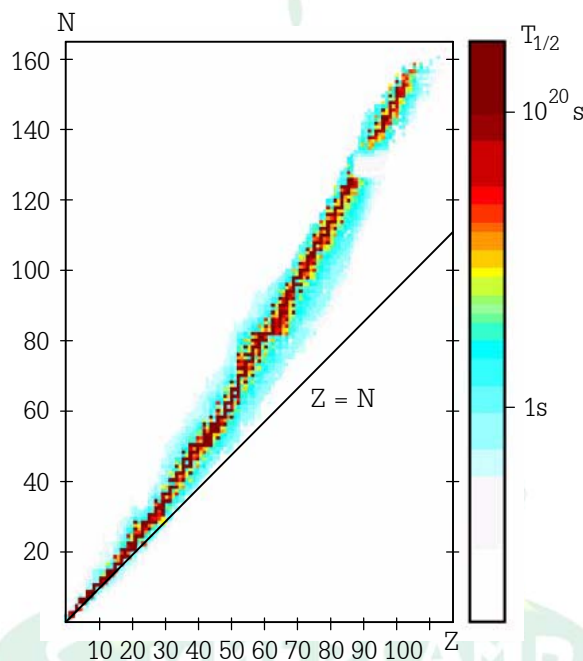
- A. เป็นธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2
 - B. เป็นธาตุที่มีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงสุด
 - C. ไม่ข้องไในการทำปฏิกิริยา
 - D. ทำปฏิกิริยากับธาตุ B ได้สารประกอบไอออนิกที่มีสูตร DB
 - E. มีเลขอะตอมมากกว่าธาตุ D อยู่ 2
 - F. มีค่า IE สูงกว่าธาตุ H แต่มีขนาดใหญ่กว่า
 - G. เป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูงมาก และมีขนาดเล็กกว่าธาตุ E แต่ใหญ่กว่าธาตุ B
- การจัดเรียงธาตุทั้ง 8 จากเลขอะตอมน้อย → มากข้อใดถูกต้อง
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) D A E H F G B C | 2) D A E G F H C B |
| 3) D A E G H F B C | 4) D A E G F H B C |

เฉลย 4) D A E G F H B C

สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ

เคมีนิวเคลียร์

ธาตุกัมมันตรังสี คือ ธาตุที่มีสมบัติในการแผ่กัมมันตภาพรังสี ธาตุพวกนี้แผ่กัมมันตภาพรังสีแล้วเปลี่ยนเป็นธาตุอื่นได้ โดยเปลี่ยนจำนวนอนุภาคในนิวเคลียส เช่น จำนวนโปรตอนและนิวตรอน โดยมีปัจจัยสำคัญที่ทำให้อะตอมปลดปล่อยกัมมันตรังสีออกมาก็คือ เสถียรภาพของนิวเคลียส ซึ่งการพิจารณาเสถียรภาพของนิวเคลียสก็คือ พิจารณาอัตราส่วนระหว่างจำนวนนิวตรอน และจำนวนโปรตอน ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับ 1 เมื่อมีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น นิวเคลียสนั้นจะเสถียร (สำหรับธาตุขนาดเล็ก) ดังแสดงในกราฟเสถียรภาพด้านล่าง



เมื่อ N = จำนวนนิวตรอน

Z = เลขอะตอม (จำนวนโปรตอน)

$T_{1/2}$ = ครึ่งชีวิตของนิวเคลียสนั้นๆ (ถ้ายังมีค่ามาก แสดงว่ามีความเสถียรมาก)

ปัจจัยที่ทำให้เป็นธาตุกัมมันตรังสี

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



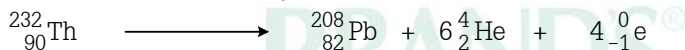
จากปัจจัยดังกล่าวจะทำให้นิวเคลียสไม่เสถียรและปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีออกมา โดยกัมมันตภาพรังสีที่ถูกปลดปล่อยออกมา ได้แก่ อนุภาค ดังนี้

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 มีอำนาจเจาะทะลุต่ำ
6. แกมมา	γ	${}^0_0\gamma$	เป็นพลังงานที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอำนาจเจาะทะลุมาก มีความยาวคลื่นสั้น

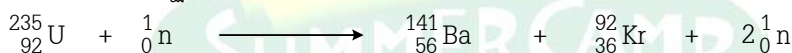
“โดยทั่วไป ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 83 ขึ้นไปถึงถือว่าเป็นธาตุกัมมันตรังสีและธาตุกัมมันตรังสีที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 93 ขึ้นไปเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ทั้งหมด”

สมการนิวเคลียร์ (Nuclear Equation) คือ สมการที่แสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์ สมการต้องดุลทั้งเลขมวลและเลขอะตอมทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของสมการเคมีให้เท่ากัน กล่าวคือ ผลบวกของเลขมวลและเลขอะตอมของสารตั้งต้นเท่ากับของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง สมการการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

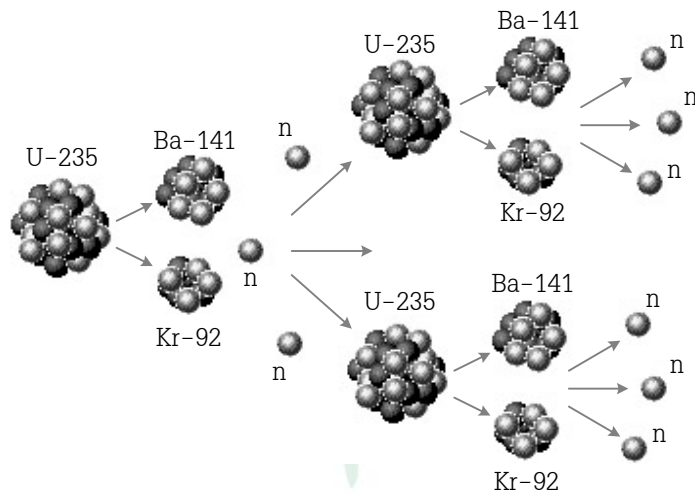


ตัวอย่าง สมการการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์



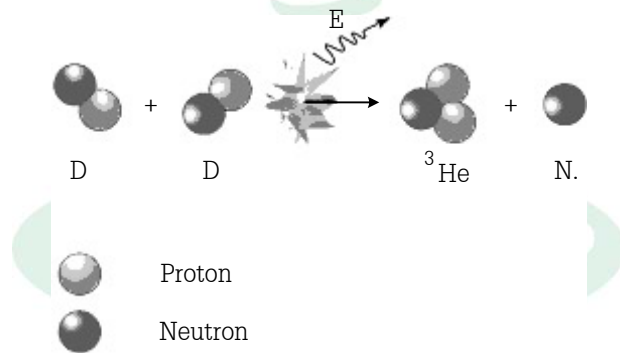
ปฏิกิริยานิวเคลียร์ คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสของอะตอมแล้วได้นิวเคลียสของอะตอมใหม่เกิดขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดการคายพลังงานมหาศาล แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **Nuclear Fission** (ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน) เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ของนิวเคลียสของธาตุหนัก ซึ่งเกิดจากการยิงอนุภาคนิวตรอนเข้าไปยังนิวเคลียสของธาตุหนักแล้วทำให้นิวเคลียสของธาตุนั้นแตกออกเป็นสองส่วนที่มีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของนิวเคลียสเดิม พร้อมทั้งปลดปล่อยนิวตรอนออกมาอีก 2-3 อนุภาคเพื่อเข้าไปชนนิวเคลียสอื่นๆ อีก ทำให้เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ให้พลังงานสูง เช่น การทำระเบิดปรมาณู ในการเกิดปฏิกิริยานี้จำเป็นต้องมีมวลของสารที่เพียงพอต่อการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งเราเรียกมวลค่านี้ว่า “**มวลวิกฤติ**” (Critical Mass)



แผนภาพการเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน

2. Nuclear Fusion (ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน) เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดจากแก่นของอะตอมเบาหลอมรวมกันเข้าเป็นแก่นอะตอมที่หนัก แล้วคายพลังงานมหาศาลออกมา โดยมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าปฏิกิริยาฟิชชันแต่ให้พลังงานมากกว่าปฏิกิริยาฟิชชัน ซึ่งเชื่อว่าปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในดวงอาทิตย์ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยานี้ คือการทำระเบิดไฮโดรเจน ในการเกิดปฏิกิริยานี้ จำเป็นจะต้องมีอุณหภูมิของสารที่เพียงพอต่อการเกิดการหลอมนิวเคลียส ซึ่งเราเรียกอุณหภูมินี้ว่า “อุณหภูมิวิกฤติ” (Critical Ignition)



แผนภาพการเกิดปฏิกิริยาฟิวชัน

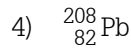
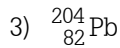
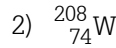
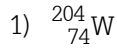
ตัวอย่าง กระบวนการสลายตัวของ $^{232}_{90}\text{Th}$ จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็น $^{208}_{82}\text{Pb}$ จะมีอนุภาคบีตาเกิดขึ้นกี่อนุภาค

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

เฉลย 2) 4

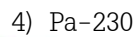
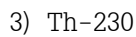
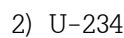
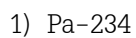


ตัวอย่าง กระบวนการสลายตัวของ $^{232}_{90}\text{Th}$ จะมีไอโซโทปกัมมันตรังสี 6 ตัวที่จะปล่อยอนุภาคแอลฟา และมีไอโซโทปกัมมันตรังสี 4 ตัวที่สลายตัวให้อนุภาคเบตา ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการสลายตัวคือข้อใด



เฉลย 4) $^{208}_{82}\text{Pb}$

ตัวอย่าง เมื่อยูเรเนียม -238 สลายตัวให้อนุภาคแอลฟา 1 อนุภาค และให้อนุภาคเบตา 2 อนุภาค ข้อใดคือไอโซโทปของสารที่เกิดขึ้น



เฉลย 2) U-234

ครึ่งชีวิต (Half Life)

ครึ่งชีวิต คือ ระยะเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีเปลี่ยนแปลงปริมาณไปจากเดิมโดยจะลดลงครึ่งหนึ่งในช่วงเวลานั้นๆ 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

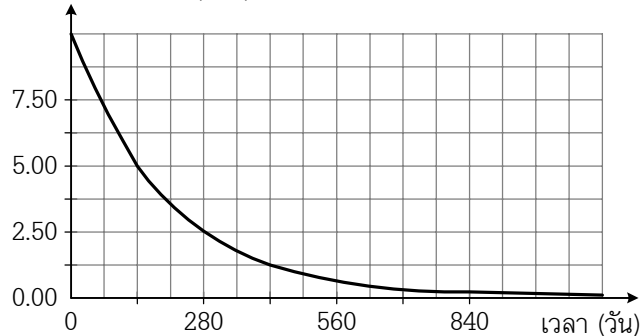
N_0 = ปริมาณที่เริ่มต้น

$t_{1/2}$ = ครึ่งชีวิตของธาตุใดๆ

n = จำนวนครั้งที่เกิดการสลายตัว

ตัวอย่าง กราฟการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี Po-210 ให้ผลิตภัณฑ์เป็น Pb-208

น้ำหนักของ Po-210 (กรัม)



ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีชนิดนี้

- 1) ครึ่งชีวิตมีค่าเท่ากับ 20 ลิปดาห์
- 2) อัตราการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีเป็นค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณสารตั้งต้น
- 3) อันดับของปฏิกิริยาไม่เท่ากับศูนย์ เมื่อเทียบกับจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี
- 4) ถ้าสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของ Pb—208 กับเวลา จะมีค่าความชันลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

เฉลย 2) อัตราการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีเป็นค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณสารตั้งต้น

ตัวอย่าง โรงพยาบาลแห่งหนึ่งได้ซื้อชุดโคบอลต์—60 มาเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2551 เพื่อนำมาใช้ในการฉายรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง ชุดโคบอลต์—60 นี้จะต้องเปลี่ยนใหม่เมื่อโคบอลต์—60 สลายตัวไปร้อยละ 75 ถ้ากำหนดให้ครึ่งชีวิตของโคบอลต์—60 เท่ากับ 5 ปี 3 เดือน ควรเปลี่ยนชุดโคบอลต์—60 เมื่อใด

- 1) 31 มีนาคม พ.ศ. 2556
- 2) 15 สิงหาคม พ.ศ. 2556
- 3) 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561
- 4) 30 มิถุนายน พ.ศ. 2561

เฉลย 4) 30 มิถุนายน พ.ศ. 2561

ตัวอย่าง Co-60 เป็นสารกัมมันตรังสีที่ปล่อยอนุภาคบีตา มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 5.3 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 26.5 ปี อัตราส่วนของ Co-60 ที่เหลืออยู่จะเป็นเท่าใดเมื่อเทียบกับเวลาเริ่มต้น

- 1) 1/5
- 2) 1/8
- 3) 1/16
- 4) 1/32

เฉลย 4) 1/32



ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

แก๊ส

เป็นสถานะที่มีปริมาตรและรูปร่างที่ไม่แน่นอนขึ้นกับภาชนะที่บรรจุ โดยอนุภาคของแก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวกันน้อยมาก ทำให้อนุภาคของแก๊สสามารถเกิดการแพร่และฟุ้งกระจายได้เป็นอย่างดี

ประเภทของแก๊ส

เพื่อความสะดวกในการศึกษาเรื่องแก๊ส เราได้แบ่งแก๊สออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1. **แก๊สจริง (Real Gas)** เป็นแก๊สที่มีอยู่จริง มีพฤติกรรมและสมบัติต่างๆ เบี่ยงเบนออกจากกฎของแก๊สและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อย่างไรก็ตามที่**สภาวะอุณหภูมิสูง ความดันต่ำ** แก๊สจริงจะมีสมบัติและพฤติกรรมใกล้เคียงกับแก๊สในอุดมคติ

2. **แก๊สในอุดมคติหรือแก๊สสมบูรณ์แบบ (Ideal Gas)** เป็นแก๊สสมมติตามทฤษฎีที่ไม่ว่าจะอยู่สภาวะแบบใดก็ตาม จะมีสมบัติหรือพฤติกรรมเป็นไปตามกฎต่างๆ ของแก๊สในอุดมคติ และยังมีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สครบทุกข้ออีกด้วย

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายสมบัติทางกายภาพของแก๊สในอุดมคติ ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมากที่มีขนาดเล็กมาก จนถือได้ว่าอนุภาคแก๊สไม่มีปริมาตรเมื่อเทียบกับขนาดภาชนะที่บรรจุ ซึ่งจะถือว่ามีมวลแต่ไม่มีปริมาตร

2. โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก จนถือได้ว่าไม่มีแรงกระทำต่อกัน (ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล)

3. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วในแนวเส้นตรง เป็นอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ (แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากันในแต่ละโมเลกุล) และไม่เป็นระเบียบจนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่นหรือชนกับผนังของภาชนะจึงจะเปลี่ยนทิศทางและอัตราเร็ว

4. โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเองหรือชนกับผนังภาชนะจะเกิดการชนแบบยืดหยุ่นโดยถ่ายโอนพลังงานให้แก่กันได้ 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”

$$V \propto T$$

กฎของเกย์ลูสแซค

“เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ”

$$P \propto V$$

กฎของอโวกาโดร

“เมื่อความดันและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สแปรผันตรงกับจำนวนโมล”

$$V \propto n$$

จากกฎต่างๆ ทำให้เราสามารถสร้างสมการที่รวบรวมตัวแปรต่างๆ ของแก๊สได้ โดยเราเรียกสมการนี้ว่า **สมการแก๊สสมบูรณ์** ดังนี้

$$PV = nRT$$

โดยสมการนี้มีการบังคับหน่วยตามค่าคงที่ของแก๊ส (ค่า R) ดังต่อไปนี้

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

$$P = \text{ความดัน (atm)}$$

$$n = \text{จำนวนโมล (mol)}$$

$$V = \text{ปริมาตร (L)}$$

$$T = \text{อุณหภูมิ (K) จากสมการกฎแก๊สสมบูรณ์}$$

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”

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

ซึ่งจากกฎความดันย่อยของดอลตันทำให้เราทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดันของระบบและความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิด และสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_{\text{รวม}}V_{\text{รวม}} = P_1V_1 + P_2V_2 + P_3V_3 + \dots$$

กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

การแพร่ หมายถึง การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากบริเวณที่มีความเข้มข้นมากไปหาบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อย การแพร่ในลักษณะนี้สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การได้กลิ่น เป็นต้น

กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม มีใจความสำคัญอยู่ว่า

“ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน อัตราการแพร่ผ่านของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของความหนาแน่นของแก๊ส”

เราสามารถสรุปเป็นสมการที่จะนำไปใช้ได้ ดังนี้

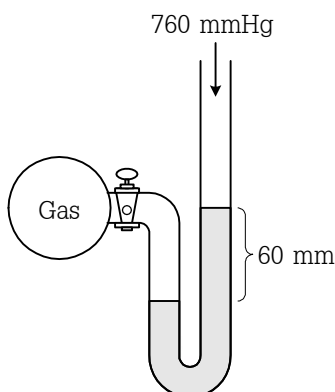
$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

เมื่อ r = อัตราเร็วของการแพร่ของแก๊ส

d = ความหนาแน่นของแก๊ส

M = มวลโมเลกุลของแก๊ส

ตัวอย่าง เมื่อปล่อยให้แก๊สอุดมคติในมาโนมิเตอร์ขยายตัวที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส จนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1 ลิตร และทำให้ความสูงของปรอทในมาโนมิเตอร์ต่างกัน 60 มิลลิเมตรดังรูป



จำนวนโมลของแก๊สเป็นเท่าใด

- 1) 3.35×10^{-3}
- 2) 3.66×10^{-3}
- 3) 4.82×10^{-2}
- 4) 5.00×10^{-2}

เฉลย 2) 3.66×10^{-3}

ตัวอย่าง ภาชนะสองใบต่อเชื่อมถึงกันใบแรกมีขนาด 2 ลิตร บรรจุแก๊ส N_2 ไว้ 3 บรรยากาศ ใบที่สองขนาด 3 ลิตร บรรจุ O_2 ไว้ 5 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิคงที่ เมื่อเปิดวาล์วที่กั้นระหว่างภาชนะทั้งสองจะเกิดปฏิกิริยากันจนสมบูรณ์ได้ผลิตภัณฑ์เป็นออกไซด์ชนิดหนึ่งของไนโตรเจนมีความดันเท่ากับ 1.2 บรรยากาศ โดยไม่มีสารตั้งต้นใดเหลืออยู่ สูตรของออกไซด์ที่เกิดขึ้นคือข้อใด

- 1) NO_2
- 2) NO_3
- 3) N_2O_4
- 4) N_2O_5

เฉลย 4) N_2O_5

ตัวอย่าง ถ้านำแก๊สขนาด 200 cm^3 ที่บรรจุแก๊สออกซิเจนที่มีความดัน 200 mmHg มาต่อท่อที่มีปริมาตรน้อยมากที่สุดที่เชื่อมกับถังแก๊สอีกถังที่มีขนาด 300 cm^3 ที่บรรจุแก๊สไนโตรเจนที่มีความดัน 100 mmHg จากนั้นนำไปให้เพิ่มอุณหภูมิเป็น 2 เท่าในหน่วยเคลวิน โดยแก๊สทั้งสองไม่ทำปฏิกิริยากัน จงหาความดันรวมของแก๊สผสม

เฉลย 280 มิลลิเมตรปรอท

ตัวอย่าง ถังแก๊สใบหนึ่งบรรจุแก๊ส O_3 ผสมกับ O_2 ไว้ 5 บรรยากาศ เมื่อฉายแสง UV เข้าไปบน O_3 ทั้งหมดเกิดการสลายตัวไปเป็น O_2 พบว่าความดันรวมเปลี่ยนไปเป็น 6.75 บรรยากาศ ดังนั้น O_3 ในแก๊สผสมก่อนทำปฏิกิริยามีอยู่ร้อยละเท่าไร ถ้าควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการทดลอง

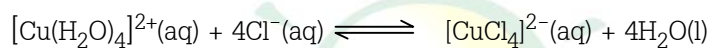
เฉลย 70%



สมดุลเคมี

ในการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีบางประเภทนั้น นอกเหนือจากการที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน เปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์แล้ว สารผลิตภัณฑ์ก็สามารถทำปฏิกิริยากันเองแล้วย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ ลักษณะของปฏิกิริยาเคมีนี้เราเรียกว่า “ปฏิกิริยาที่สามารถผันกลับได้” และเมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากสารผลิตภัณฑ์แล้ว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเกิดขึ้นตลอดเวลาและมีสารทุกชนิดอยู่ในระบบปิดที่จะไม่มีวันถูกใช้หมด จัดเป็น “สมดุลเคมี” หรือระบบดังกล่าวเข้าสู่ภาวะสมดุล

ตัวอย่างที่ 1

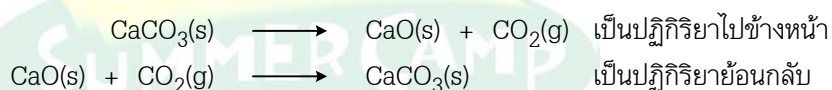


จากสมการจะเห็นได้ว่า เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุล สารทุกชนิดทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะมีในระบบ

ตัวอย่างที่ 2 ปฏิกิริยาการเผาหินปูน (CaCO_3) เกิดขึ้นตามสมการ



ปฏิกิริยานี้ถ้าเกิดขึ้นในสถานะเปิดแก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้นจะหนีออกจากระบบและปฏิกิริยาลิ้นสุดเมื่อ CaCO_3 ถูกใช้หมดไปในปฏิกิริยาในสถานะจะเหลือเฉพาะ CaO เท่านั้น ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงผันกลับไม่ได้ แต่ถ้าปฏิกิริยานี้เกิดในสถานะปิดเป็นระบบปิด แก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้นจะสะสมในสถานะมากขึ้นและจะรวมกับ CaO ได้เป็น CaCO_3 กลับคืนมาอีก ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ โดยมี



จากการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาพบว่า ในตอนแรกปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและจะเกิดช้าลงเมื่อสารตั้งต้นมีปริมาณน้อยลง ส่วนปฏิกิริยาย้อนกลับ ในตอนแรกจะเกิดขึ้นช้าเพราะผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีน้อย และเมื่อผลิตภัณฑ์มากขึ้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น และเมื่อปฏิกิริยาดำเนินไประยะหนึ่ง อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (Rate of forward reaction) จะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (Rate of reverse reaction) ขณะนี้จะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงใดๆ กล่าวได้ว่าระบบมีสมบัติคงที่

แต่ในความเป็นจริงขณะที่ระบบมีสมบัติคงที่นั้น ระบบยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาโดยเปลี่ยนแปลงในอัตราที่เท่ากัน เราเรียกภาวะสมดุลที่ระบบยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เรียกว่า สมดุลพลวัต (Dynamic equilibrium) ภาวะสมดุลที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นภาวะสมดุลระหว่างสถานะ ภาวะสมดุลในสารละลายอิมัลชัน หรือภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีจัดเป็นสมดุลพลวัตทั้งสิ้น ซึ่งต่างจากสมดุลสถิตย์ (Static equilibrium) คือ สมดุลสถิตย์ เป็นสมดุลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ระบบจะอยู่นิ่ง แต่เมื่อมีการรบกวนสมดุลนี้ ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้

กราฟของปฏิกิริยาสมดุล

1. กราฟของอัตราการเกิดปฏิกิริยา

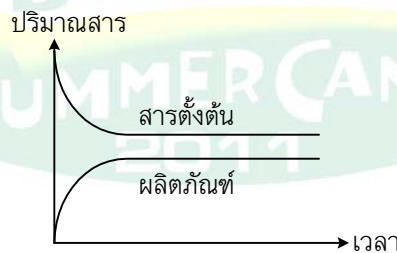


2. กราฟของปริมาณสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์

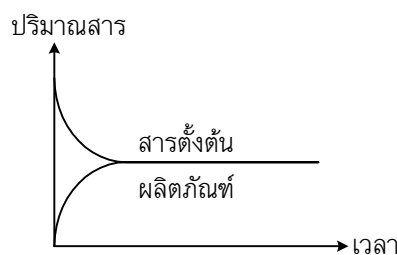
แบบที่ 1 : สารตั้งต้นเหลือน้อยกว่าสารผลิตภัณฑ์



แบบที่ 2 : สารตั้งต้นเหลือมากกว่าสารผลิตภัณฑ์



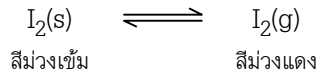
แบบที่ 3 : สารตั้งต้นเหลือเท่ากับสารผลิตภัณฑ์



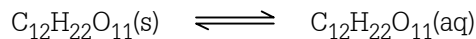
การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสมดุล

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดในระบบที่อาจทำให้เกิดสมดุลที่พบโดยทั่วไป มี 3 อย่าง คือ

1. สมดุลของการเปลี่ยนสถานะ เช่น การเปลี่ยนสถานะของไอโอดีน (I_2) จะมีการระเหิดและการตกผลึกเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน ดังสมการ



2. สมดุลของการละลาย เกิดในสารละลายที่อิ่มตัว หรือสารที่ละลายได้ยาก จะมีการละลายและการตกผลึกเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน ดังสมการ



3. สมดุลของการเกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดกับปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ซึ่งโดยทั่วไปมีคุณสมบัติดังนี้

1. เกิดในระบบปิด
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า เท่ากับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
3. สมบัติของระบบจะต้องคงที่
4. เป็นสมดุลไดนามิก
5. สารทุกตัวในระบบต้องอยู่ครบ ไม่ว่าจะปฏิกิริยาจะเกิดนานเพียงใดก็ตาม
6. ระบบสามารถเข้าสู่สมดุลได้จากการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า หรือย้อนกลับก็ได้
7. ที่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบจะต้องคงที่ แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ค่าคงที่สมดุล

เมื่อปฏิกิริยาอยู่ในภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ ดังนั้นอัตราส่วนความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ จากการศึกษากฎกิริยาที่ภาวะสมดุลและการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา พบว่า ณ อุณหภูมิคงที่ อัตราส่วนระหว่างผลคูณความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับผลคูณความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีค่าคงที่ เมื่อความเข้มข้นของแต่ละสารมีเลขยกกำลังเท่ากับเลขสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารนั้นในสมการเคมีที่สมดุลแล้ว และเรียกอัตราส่วนนี้ว่า ค่าคงที่สมดุล (Equilibrium constant : K)

กำหนดสมการทั่วไปดังนี้ $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ ค่าคงที่สมดุล คือ

$$\text{Equilibrium equation : } K_c = \frac{[C]^c [D]^d \leftarrow \text{Products}}{[A]^a [B]^b \leftarrow \text{Reactants}}$$

Equilibrium constant Equilibrium constant expression

หน่วยค่าคงที่สมดุลเป็นอะไรก็ได้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างผลคูณความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับผลคูณความเข้มข้นของสารตั้งต้น และบางปฏิกิริยาค่าคงที่สมดุลอาจไม่มีหน่วยก็ได้

*****ข้อควรระวัง*****

ค่า K ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ทุกครั้งที่บอกค่า K ต้องบอกอุณหภูมิด้วย เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ค่า K จะเปลี่ยนไป

ค่าคงที่สมดุลในรูปความเข้มข้นและความดัน

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

จากสมการแสดงค่าคงที่สมดุลในรูปความเข้มข้นนิยมใช้สัญลักษณ์ K_c (c มาจากคำว่า concentration) สำหรับปฏิกิริยาเคมีของแก๊สอาจเขียนสมการค่าคงที่สมดุลในรูปความดันของแก๊สก็ได้ เช่น



ค่าคงที่สมดุลในรูปความดัน (K_p) เขียนได้ดังนี้

$$K_p = \frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง K_p กับ K_c

จากกฎของแก๊สสมบูรณ์ $PV = nRT$; $P = (n/V)RT$

เมื่อ n/V คือ จำนวนโมลต่อปริมาตร หมายถึงความเข้มข้น

ดังนั้น $P_A = [A]RT$ $P_B = [B]RT$

$P_C = [C]RT$ $P_D = [D]RT$

เมื่อแทนค่าความดันลงในสมการ K_p ได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

เมื่อ R = ค่าคงที่ของแก๊สสมบูรณ์ $0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$

T = อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

Δn = จำนวนโมลรวมของสารผลิตภัณฑ์ - จำนวนโมลรวมของสารตั้งต้น

ทั้งนี้ สมดุลประเภทนี้เราจะไม่นำของแข็งและของเหลวมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล ให้ถือความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์มีค่าคงที่

สรุปค่าคงที่สมดุลเชิงคณิตศาสตร์

1. การนำสมการมาบวกกัน ให้นำค่าคงที่สมดุลมาคูณกัน
2. การนำสมการมาลบกัน ให้นำค่าคงที่สมดุลมาหารกัน
3. การกลับสมการ ให้นำค่าคงที่สมดุลกลับเศษเป็นส่วนและกลับส่วนเป็นเศษ
4. การนำค่าคงที่คูณทั้งสมการ ให้นำค่าคงที่นั้นไปยกกำลังค่าคงที่สมดุล



ผลของไอออนร่วม (Common ion effect)

“ไอออนร่วม” เป็นไอออนชนิดเดียวกับไอออนที่แตกตัวมาจากเกลือที่สนใจ ผลของไอออนร่วม คือ ทำให้การละลายของเกลือในสารละลายที่มีไอออนร่วมลดลง โดยเมื่อเกลือละลายในสารละลายซึ่งมีไอออน 1 ชนิด เป็นชนิดเดียวกันกับไอออนของเกลือ นั้น เกลือดังกล่าวจะละลายในสารละลายนั้นได้น้อยกว่าละลายในน้ำ ตัวอย่างเช่น AgCl ละลายในสารละลาย NaCl ได้น้อยกว่าละลายในน้ำบริสุทธิ์ ในกรณีนี้ตัวถูกละลายในสารละลายทั้งสองมีคลอไรด์ไอออนเป็นไอออนร่วม (Common Ion) การละลายที่ลดลงเนื่องจากการมีไอออนร่วมนี้เรียกว่า ผลของไอออนร่วม (Common Ion Effect) ซึ่งเป็นไปตามหลักของ เลอ ชาเตอลิเอ (Le Chatelier) หาก AgCl ละลายอยู่ในน้ำบริสุทธิ์ และอยู่ในสภาพสมดุล เมื่อมีการเติมเกลือคลอไรด์ที่ละลายน้ำได้ เช่น NaCl ลงในสารละลาย AgCl ที่สมดุล จะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้ายของปฏิกิริยา คือ ทำให้ AgCl ตกตะกอนเพิ่มขึ้น

ผลของค่าคงที่สมดุลที่มีต่อระบบสมดุล

ค่าคงที่สมดุลบอกให้ทราบถึงทิศทางที่ดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลได้ เนื่องจากค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุลที่อุณหภูมิหนึ่ง

ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่ามาก แสดงว่ามีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมาก นั่นคือก่อนถึงภาวะสมดุลปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ ในทางกลับกันถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อยแสดงว่ามีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อย หรือปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหลังได้น้อยก่อนถึงภาวะสมดุล

ปฏิกิริยาเคมีใดมีค่าคงที่สมดุลมากกว่า 1 แสดงว่าปฏิกิริยานั้นมีผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้นแต่ถ้ามีค่าคงที่สมดุลน้อยกว่า 1 แสดงว่ามีผลิตภัณฑ์น้อยกว่าสารตั้งต้น

*** ข้อควรระวัง ***

ค่าคงที่สมดุลจึงบอกให้ทราบแต่เพียงว่า ณ ภาวะสมดุลมีผลิตภัณฑ์หรือสารตั้งต้นอยู่ในระบบมากน้อยกว่ากันเพียงใด แต่ไม่ได้บอกว่ปฏิกิริยาเคมีใดเกิดขึ้นเร็วหรือช้า

การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

หลักการคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

1. เขียนสมการ และ ดุลสมการ
2. หาความเข้มข้น ตามที่โจทย์กำหนดโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน
 - 2.1 ตอนเริ่มต้น
 - 2.2 เปลี่ยนแปลง
 - 2.3 เหลือสุทธิ (เข้าสู่สมดุล)
3. เอาความเข้มข้น ตอนเหลือสุทธิ ไปแทนค่าในสมการค่าคงที่สมดุล

ผลหารของปฏิกิริยา (Reaction Quotient, Q_c)

หาได้จากการแทนค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ในสมการค่าคงที่สมดุล (K_c) เพื่อหาว่าปฏิกิริยาจะเข้าสู่สมดุลในทิศทางใด เราต้องเปรียบเทียบค่าของ Q_c และ K_c โดยแบ่งเป็น 3 กรณีดังนี้

- $Q_c > K_c$ ปฏิกิริยาดำเนินไปทางซ้ายเพื่อเข้าสู่สมดุล
- $Q_c = K_c$ ระบบอยู่ในสมดุล
- $Q_c < K_c$ ปฏิกิริยาดำเนินไปทางขวาเพื่อเข้าสู่สมดุล

ตัวอย่าง ปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ มีค่าคงที่อัตรา 54.3 ที่ 430°C ถ้าในการทดลองหนึ่ง นำ H_2 0.243 mol , I_2 0.146 mol และ HI 1.98 mol มารวมกันในภาชนะ 1 L ที่ 430°C

เมื่อแทนค่าความเข้มข้นเริ่มต้นนี้ลงในสมการแสดงค่าคงที่สมดุลจะได้ค่า Q_c เป็น 111 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า K_c ดังนั้นปฏิกิริยาดำเนินไปทางซ้ายเพื่อเข้าสู่สมดุล

องค์ประกอบที่มีผลต่อสมดุลเคมี

สิ่งที่ทำให้สมดุลของระบบเปลี่ยนแปลงคือ

1. ความเข้มข้น
2. อุณหภูมิ
3. ความดัน
4. การเติมก๊าซเฉื่อย
5. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

ซึ่งอธิบายโดยหลักของเลอชาเตอลิเอ ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาไม่มีผลต่อสมดุล แต่มีผลต่ออัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา คือ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น และทำให้ถึงสมดุลเร็วขึ้น แต่ความเข้มข้นไม่เปลี่ยนแปลง

หลักของเลอชาเตอลิเอ (Le Chatelier's Principle) กล่าวว่า “เมื่อระบบอยู่ในสมดุล ถ้าสภาวะของระบบเปลี่ยนไป ระบบจะมีการกระทำไปในทิศทางที่จะทำให้ภาวะสมดุลกลับคืน” หรือ “เมื่อมีสิ่งที่มีผลต่อสมดุล (ความเข้มข้น อุณหภูมิหรือความดัน) มารบกวนระบบที่อยู่ ณ ภาวะสมดุล จะทำให้สมดุลเปลี่ยนไปในทิศทางตรงข้ามกับสิ่งรบกวนนั้น เพื่อที่จะเกิดสมดุลใหม่ต่อไป” ซึ่งหลักนี้มีความสำคัญต่อสมดุลเคมีเป็นอย่างมาก ถูกลำนำมาใช้เสมอเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมดุลเมื่อได้รับอิทธิพลบางอย่างจากนอกระบบ และช่วยในการทำนายว่าปฏิกิริยาจะดำเนินไปทางใด ในกระบวนการอุตสาหกรรมหลายชนิด ใช้หลักนี้ในการเลือกสภาวะที่ควรปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุด

pH กับสภาพการละลาย

สภาพการละลายของสารหลายชนิดขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลายด้วย เช่น สมดุลการละลายของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ดังสมการ



ถ้าเติม OH^- ลงไป (ทำให้ pH สูงขึ้น) สมดุลจะเคลื่อนจากขวาไปซ้าย และทำให้ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ละลายได้น้อยลง ในทางตรงกันข้าม การเติม H^+ (ทำให้ pH ลดลง) สมดุลจะเคลื่อนจากซ้ายไปขวา และทำให้ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ละลายได้มากขึ้น ดังนั้นเบสที่ไม่ละลายในน้ำจะละลายได้ในกรด และกรดที่ไม่ละลายในน้ำจะละลายได้ในเบส

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยาในขณะที่ระบบอยู่ในสมดุล สมดุลจะเลื่อนไปทางขวาคือได้ผลปฏิกิริยามากขึ้น การลดความเข้มข้นของผลผลิตก็จะให้ผลทำนองเดียวกัน คือ สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา



ตัวอย่าง ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของ A ตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ สมดุลจะปรับตัวโดยเปลี่ยนไปในทิศทางลดความเข้มข้นของ A คือ สมดุลจะเลื่อนไปทางขวาหรือเปลี่ยนจากซ้ายไปขวา จึงเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น

และ ณ สมดุลใหม่ ความเข้มข้นของสาร A จะเพิ่มขึ้นเพราะเราเพิ่มความเข้มข้นของ A ความเข้มข้นของสาร B จะลดลง เพราะ B ทำปฏิกิริยากับ A เพื่อให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา ความเข้มข้นของสาร C และ D จะเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม

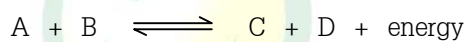
- หมายเหตุ**
1. ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารใด สารนั้นจะเพิ่มเสมอ เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม
 2. ถ้าลดความเข้มข้นของสารใด สารนั้นจะลดเสมอ เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล แยกพิจารณาออกเป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 : ถ้าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

(หมายถึงปฏิกิริยาไปข้างหน้าคายความร้อน ปฏิกิริยาย้อนกลับดูดความร้อน บอกด้วยสัญลักษณ์ $-\Delta H$)



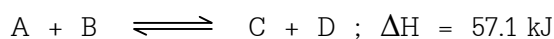
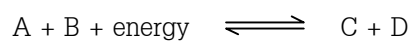
ก) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ (หรือให้ความร้อนแก่ระบบ) จะทำให้สมดุลเปลี่ยนไปในทิศทางลดความร้อนของระบบ ตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ โดยปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไปในทิศทางดูดความร้อนคือสมดุลจากเลื่อนไปทางซ้าย หรือเปลี่ยนจากขวาไปซ้าย และ ณ สมดุลใหม่ ปริมาณของสารตั้งต้นจะเพิ่มขึ้น (A และ B เพิ่ม) ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ลดลง (C และ D ลดลง) ส่งผลให้ค่าคงที่ของสมดุลลดลงและอัตราเร็วของปฏิกิริยานี้จะเพิ่มขึ้นเพราะอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น

ข) เมื่อลดอุณหภูมิ (หรือการลดความร้อนของระบบ) จะทำให้สมดุลเปลี่ยนไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการเพิ่มอุณหภูมิ คือสมดุลเลื่อนไปทางขวา หรือเปลี่ยนจากซ้ายไปขวา และ ณ สมดุลใหม่ ความเข้มข้นของ A และ B ลดลง ส่วนความเข้มข้นของ C และ D เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าคงที่ของสมดุลเพิ่มขึ้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลงเนื่องจากอุณหภูมิลดลง

กรณีที่ 2 : ถ้าเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

(หมายถึงปฏิกิริยาไปข้างหน้าดูดความร้อน ปฏิกิริยาย้อนกลับคายความร้อน บอกด้วยสัญลักษณ์ ΔH)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะเกิดตรงข้ามกับกรณีที่ 1



ก) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ (หรือให้ความร้อนแก่ระบบ) จะทำให้สมดุลเปลี่ยนไปในทิศทางลดความร้อนของระบบ ตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ โดยปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไปในทิศทางดูดความร้อนคือสมดุลจากเลื่อนไปทางขวา หรือเปลี่ยนจากซ้ายไปขวา และ ณ สมดุลใหม่ ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น (C และ D เพิ่ม) ปริมาณของสารตั้งต้นลดลง (A และ B ลดลง) ส่งผลให้ค่าคงที่ของสมดุลเพิ่มขึ้นและอัตราเร็วของปฏิกิริยานี้จะเพิ่มขึ้นเพราะอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น

ข) เมื่อลดอุณหภูมิ (หรือการลดความร้อนของระบบ) จะทำให้สมดุลเปลี่ยนไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการเพิ่มอุณหภูมิ คือสมดุลเลื่อนไปทางซ้าย หรือเปลี่ยนจากขวาไปซ้าย และ ณ สมดุลใหม่ ความเข้มข้นของ A และ B เพิ่ม ส่วนความเข้มข้นของ C และ D ลดลง ส่งผลให้ค่าคงที่ของสมดุลลดลงและอัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลงเนื่องจากอุณหภูมิลดลง

การเพิ่มอุณหภูมิไม่ว่าเป็นปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มเสมอ

การเปลี่ยนแปลงความดัน

ตามปกติการเปลี่ยนแปลงความดันมักไม่มีผลต่อความเข้มข้นของสารในสถานะควบแน่น (เช่นในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย) เนื่องจากของเหลวและของแข็ง มีปริมาตรที่ค่อนข้างคงที่แต่ความเข้มข้นของก๊าซนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงไปได้มากเมื่อความดันเปลี่ยนไป

การเปลี่ยนแปลงความดันจะมีผลต่อภาวะสมดุลอย่างไรนั้น จะพิจารณาเป็น 3 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 : จำนวนโมลของก๊าซสารตั้งต้น เท่ากับ จำนวนโมลของก๊าซผลิตภัณฑ์

กรณีนี้เนื่องจากจำนวนโมลของก๊าซตั้งต้นเท่ากับจำนวนโมลของก๊าซผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงความดัน จะไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กรณีที่ 2 : จำนวนโมลของก๊าซสารตั้งต้น มากกว่า จำนวนโมลของก๊าซผลิตภัณฑ์

เมื่อเพิ่มความดันให้แก่ระบบ ระบบก็จะปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลใหม่โดยการลดความดัน จาก $PV = nRT$ เมื่อ n มาก P ก็มากและเมื่อ n น้อย P ก็น้อย ดังนั้นเมื่อเพิ่มความดันโดยการลดปริมาตร จะทำให้จำนวนโมลของสารต่อปริมาตรในระบบเพิ่มมากขึ้น ระบบจึงพยายามปรับตัวโดยเปลี่ยนไปในทิศทางลดความดันหรือลดจำนวนโมลของสารในระบบตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ ดังนั้นสมดุลจะเปลี่ยนจากซ้ายไปขวา และ ณ สมดุลใหม่ ปริมาณสารตั้งต้นจะลดลง และปริมาณของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม

เมื่อลดความดันของระบบโดยการเพิ่มปริมาตร จะทำให้สมดุลเปลี่ยนไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการเพิ่มความดัน คือ จำนวนโมลของสารต่อปริมาตรในระบบน้อยลง ระบบจึงพยายามปรับตัวโดยเปลี่ยนไปในทิศทางเพิ่มความดันหรือเพิ่มจำนวนโมลของสารในระบบตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ ดังนั้น สมดุลจะเปลี่ยนจากขวาไปซ้าย และ ณ สมดุลใหม่ ปริมาณสารตั้งต้นจะเพิ่มขึ้นและปริมาณของสารผลิตภัณฑ์จะลดลง

กรณีที่ 3 : จำนวนโมลของก๊าซสารตั้งต้นน้อยกว่าจำนวนโมลของก๊าซผลิตภัณฑ์

การเพิ่มและลดความดัน ได้ผลตรงข้ามกับกรณีที่ 2



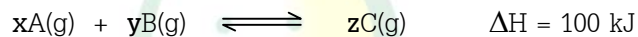
การเติมก๊าซเฉื่อย

การเติมก๊าซเฉื่อย (ก๊าซที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ) เข้าไปในระบบของก๊าซใดๆ ซึ่งทำปฏิกิริยากันจนเข้าสู่สภาวะสมดุลแล้ว จะมีผลทำให้ความดันทั้งหมดภายในระบบเพิ่มขึ้น แต่จะไม่ทำให้ความดันย่อยหรือความเข้มข้นของสารใดสารหนึ่งเปลี่ยนแปลง ความดันที่เพิ่มขึ้นจึงไม่มีผลต่อตำแหน่งของสภาวะสมดุล

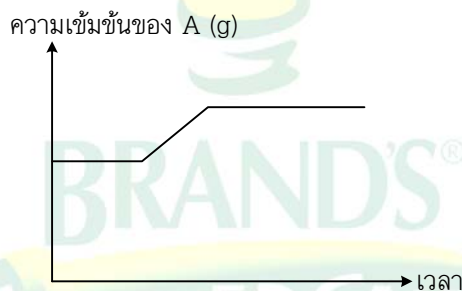
การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

เราทราบจากการศึกษาเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาลดต่ำลง ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น ดังนั้นตัวเร่งปฏิกิริยาจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา แต่จะไม่มีผลต่อค่าคงที่ของสมดุล เพราะการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปในปฏิกิริยา จะช่วยให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดเร็วขึ้น ปฏิกิริยาจึงดำเนินเข้าสู่สภาวะสมดุลได้เร็วขึ้นเท่านั้น แต่จะไม่มีผลต่อความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่สภาวะสมดุลเลย ค่าคงที่ของสมดุลจึงยังคงเท่าเดิม ถ้าอุณหภูมิคงที่

ตัวอย่าง จากปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลต่อไปนี้



เมื่อนำ A(g), B(g) และ C(g) มาทำปฏิกิริยากัน ในขณะที่ระบบกำลังอยู่ในภาวะสมดุล ได้เพิ่มความดันให้กับระบบ (โดยการลดปริมาตรของภาชนะที่บรรจุ) จากการติดตามความเข้มข้นของแก๊ส A(g) ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อนำมาเขียนกราฟ ปรากฏผลดังนี้



ข้อสรุปใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- 1) $(x + y) = z$
- 2) $(x + y) > z$
- 3) $(x + y) < z$
- 4) เป็นไปได้ทั้งข้อ 1), 2) และ 3)

เฉลย 3) $(x + y) < z$

ตัวอย่าง จากปฏิกิริยา $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92KJ$ การรบกวนสมดุลและผลจากการปรับสมดุล ข้อใดถูก

	การรบกวนสมดุล	ทิศทางการปรับสมดุล	ปริมาณ NH_3 ในสมดุลใหม่เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม	ค่าคงที่สมดุล
1)	ลดปริมาตรภาชนะ	เกิดไปทางซ้าย	ลดลง	เปลี่ยนแปลง
2)	เพิ่ม $H_2(g)$	เกิดไปทางขวา	ลดลง	เท่าเดิม
3)	กำจัด $NH_3(g)$ ออกไป	เกิดไปทางซ้าย	เพิ่มขึ้น	เท่าเดิม
4)	ลดอุณหภูมิ	เกิดไปทางขวา	เพิ่มขึ้น	เปลี่ยนแปลง

เฉลย 4) การรบกวนสมดุล = ลดอุณหภูมิ, ทิศทางการปรับสมดุล = เกิดไปทางขวา, ปริมาณ NH_3 สมดุลใหม่เมื่อเทียบกับสมดุลเดิม = เพิ่มขึ้น, ค่าคงที่สมดุล = เปลี่ยนแปลง

ตัวอย่าง ปฏิกิริยาข้อใดมีค่า K_C เท่ากับ K_P

- $N_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$
- $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
- $H_2(g) + F_2(g) \rightleftharpoons HF(g)$
- $O_3(g) \rightleftharpoons O_2(g)$

เฉลย 3) $H_2(g) + F_2(g) \rightleftharpoons HF(g)$

ตัวอย่าง HgS มีค่า K_{sp} เท่ากับ 2×10^{-49} ถ้าตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความเข้มข้นของ Hg^{2+} เท่ากับ 2×10^{-20} โมลาร์ และความเข้มข้นของ S^{2-} เท่ากับ 1×10^{-29} โมลาร์ ตัวอย่างน้ำเสียมีสภาวะเป็นอย่างไร

- เป็นสารละลายเจือจางของเกลือ HgS
- เป็นสารละลายอิ่มตัวของเกลือ HgS
- เกิดตะกอนของเกลือ HgS
- สรุปไม่ได้

เฉลย 2) เป็นสารละลายอิ่มตัวของเกลือ HgS



ตัวอย่าง ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลเคมี

- 1) ที่สภาวะ STP ปฏิริยาผันกลับได้ของแก๊สจะมีค่าคงที่สมดุลที่คำนวณจากความดัน (K_p) สูงกว่าค่าคงที่สมดุลที่คำนวณจากความเข้มข้น (K_c) เสมอ
- 2) ค่าคงที่สมดุลมีค่าเท่ากับค่าคงที่อัตราเร็วของปฏิริยาไปข้างหน้าหารด้วยค่าคงที่ของปฏิริยาย้อนกลับ
- 3) ที่สมดุล อัตราเร็วการเกิดปฏิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับมีค่าเท่ากันพอดี
- 4) มีค่าตอบถูกมากกว่า 1 ข้อ

เฉลย 3) ที่สมดุล อัตราเร็วการเกิดปฏิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับมีค่าเท่ากันพอดี

ตัวอย่าง ถ้าปฏิริยาการสลายตัวของ $N_2O_4(g)$ ในภาชนะปิดปริมาตรคงที่ ได้เป็น $NO_2(g)$ เป็นปฏิริยาดูดความร้อน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบจะเกิดเหตุการณ์ตามข้อใด

- 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

เฉลย 1) ความเข้มข้น NO_2 เพิ่มขึ้น, ค่า K_{eq} เพิ่มขึ้น



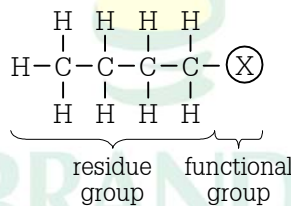
เคมีอินทรีย์

เคมีอินทรีย์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของสารประกอบคาร์บอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของสิ่งมีชีวิตทั่วไป ซึ่งอาจเรียกได้ว่า “สารอินทรีย์” ทั้งนี้สารประกอบคาร์บอนทุกชนิดไม่ได้ถูกจัดเป็นสารอินทรีย์ทั้งหมด โดยกลุ่มของสารประกอบคาร์บอนที่ไม่ใช่สารอินทรีย์ ได้แก่

1. ธาตุคาร์บอน เช่น เพชร, แกรไฟต์, C_{60} เป็นต้น
2. สารประกอบโลหะคาร์ไบด์ (Metal Carbide) เช่น Ca_2C , Mg_2C เป็นต้น
3. สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน เช่น CO , CO_2 เป็นต้น
4. สารประกอบกรดคาร์บอนิกและเกลือ (Carbonic Acid, Bicarbonate Salt, Carbonate Salt) เช่น H_2CO_3 , $NaHCO_3$, $CaCO_3$ เป็นต้น
5. สารประกอบเกลือ Cyanide, Cyanate และ Thiocyanate เช่น KCN , $NaOCN$, NH_4SCN เป็นต้น

โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบอินทรีย์

โดยทั่วไปโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์จะมีองค์ประกอบหลักเป็น C และ H สร้างพันธะต่อเชื่อมกันเป็นสายยาว และอาจจะมีอะตอมของธาตุอื่นๆ (hetero atom) เข้ามาสร้างพันธะอยู่ด้วย ซึ่งอาจจะวาดโครงสร้างคร่าวๆ ได้ดังนี้



Residue group : เป็นด้านที่มีเฉพาะ C และ H จึงเป็นด้านที่มีขั้วน้อย และเนื่องต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

Functional group : เป็นด้านที่มีขั้ว และว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากกว่า

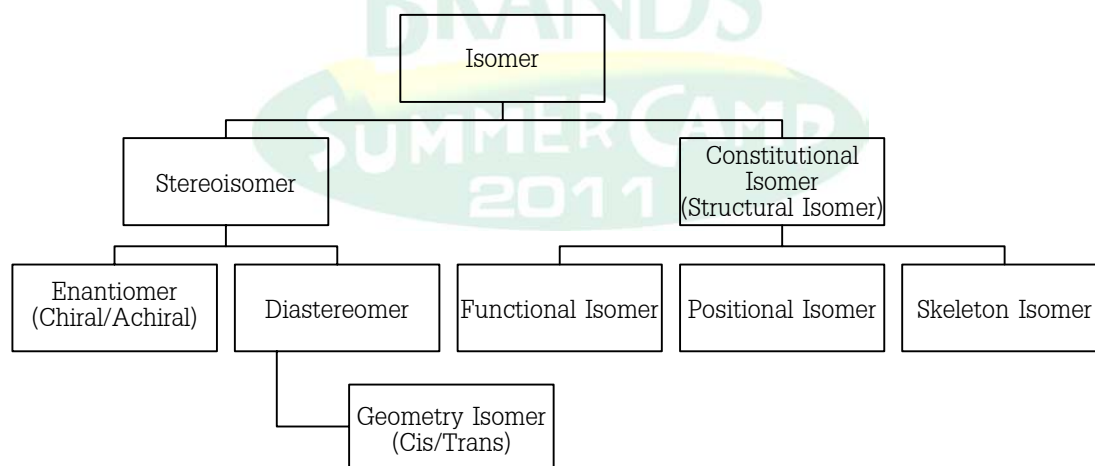


ประเภทของสารประกอบอินทรีย์

	ประเภทของสารประกอบอินทรีย์	โครงสร้างทั่วไป	ชื่อของ functional group
1.	Hydrocarbon 1.1. Alkane 1.2 Alkene 1.3 Alkyne 1.4 อนุพันธ์ของ Benzene	R-H R=R R≡R 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-CONH ₂	amide group
8.	Aldehyde	R-CHO	formyl group
9.	Ketone	R-CO-R	carbonyl group
10.	Alkyl Halides	R-X (เมื่อ X คือ F, Cl, Br, I)	

Isomerism

ไอโซเมอร์ริซึม (Isomerism) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารประกอบมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างไม่เหมือนกัน ทำให้มีคุณสมบัติทั้งทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกัน เราเรียกสารที่มีปรากฏการณ์ไอโซเมอร์ริซึมว่า "ไอโซเมอร์" (Isomer) โดยสามารถแบ่งชนิดของไอโซเมอร์ได้ดังต่อไปนี้



สิ่งสำคัญที่ต้องใช้เพื่อตรวจสอบความเป็นไอโซเมอร์ของสารประกอบคาร์บอน

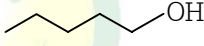
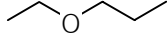
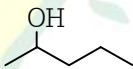
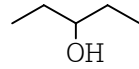
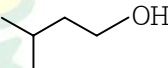
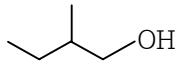
1. สูตรโมเลกุลเหมือนกันหรือไม่
2. สูตรโครงสร้างเหมือนกันหรือไม่

SAME = สารประกอบมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันและมีโครงสร้างเหมือนกัน (สารชนิดเดียวกัน)

DIFFERENT = สารประกอบมีสูตรโมเลกุลต่างกันและมีโครงสร้างต่างกัน (สารต่างชนิดกัน)

ISOMER = สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างต่างกัน (สารเป็นไอโซเมอร์กัน)

แต่ในที่นี้ในระดับมัธยมศึกษาจะสนใจเฉพาะ Constitutional Isomer หรือ ไอโซเมอร์เชิงโครงสร้างเท่านั้น โดยจะยกตัวอย่างจากโมเลกุล $C_5H_{12}O$ โดยจะแสดงโครงสร้างบางโครงสร้างที่เป็นไอโซเมอร์กันดังต่อไปนี้

Functional isomer : มี functional group แตกต่างกัน		
Positional isomer : มีตำแหน่งของ functional group แตกต่างกัน		
Skeleton isomer : มี residue group แตกต่างกัน		

การทำจำนวนไอโซเมอร์ทั้งหมดสามารถเริ่มต้นโดยการพิจารณาจากสูตรโมเลกุลว่าสารตัวนั้นน่าจะมีพันธะคู่หรือพันธะสาม หรือลักษณะโครงสร้างที่เป็นวงหรือไม่ ซึ่งการพิจารณาสิ่งเหล่านี้สามารถทำได้โดยการหาจำนวนคู่ของไฮโดรเจนที่หายไปหรือที่เราเรียกว่า ค่า Double Bond Equivalent (DBE) หรือค่า degree of unsaturation ซึ่งคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$DBE = C - \frac{H}{2} - \frac{X}{2} + \frac{N}{2} + 1$$

โดย C = จำนวนอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบ

H = จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในสารประกอบ

X = จำนวนอะตอมของฮาโลเจน (ธาตุหมู่ที่ 7A หรือหมู่ที่ 17) ในสารประกอบ

N = จำนวนอะตอมของไนโตรเจนในสารประกอบ

หมายเหตุ เราจะไม่คิดอะตอม O (ออกซิเจน) ในสมการการคำนวณค่า DBE แต่จะต้องคิดเพื่อโครงสร้างแบบต่างๆ เนื่องจากอะตอม O ในโมเลกุลสามารถเกิดพันธะคู่หรือพันธะเดี่ยวก็ได้

ค่า DBE ที่ได้ใช้บอกจำนวน H หายไป $-H$ ที่หายไป 0 คู่ หรือมีจำนวน H มากที่สุดเท่าที่เป็นได้ จะมีโครงสร้างเป็นสายเปิด + พันธะเดี่ยวทั้งหมด



-H ที่หายไป 1 คู่ อาจจะมีโครงสร้างเป็น ดังนี้

1. สายเปิด + พันธะคู่ 1 พันธะ
2. วงปิด 1 วง พันธะเดี่ยวทั้งหมด

-H ที่หายไป 2 คู่ อาจจะมีโครงสร้างเป็น ดังนี้

1. สายเปิด + พันธะสาม 1 พันธะ
2. สายเปิด + พันธะคู่ 2 พันธะ
3. วงปิด 2 วง
4. วงปิด 1 วง + พันธะคู่ 1 พันธะ

“โดยสรุปความหมายของ 1 DBE จะมีค่าเท่ากับการมีพันธะคู่ 1 คู่ หรือ วงปิด 1 วง เพิ่มขึ้นในโครงสร้าง”

เมื่อได้รูปแบบโครงสร้างที่ควรจะเป็น จากนั้นเราจะทำการเขียนโครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมดของโมเลกุลนั้นออกมาโดยนับจำนวนอะตอมทั้งหมดแล้วดูรูปแบบการต่อกันของแต่ละอะตอม เพื่อสร้างไอโซเมอร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของสูตรโมเลกุลนั้นออกมา ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า **การหักแล้วจับต่อ**

ข้อควรระวัง

วิธีการตรวจสอบตัวซ้ำ !!!

- ตรวจสอบได้โดยการทดลองอ่านชื่อ หากอ่านชื่อแล้วได้ชื่อที่ซ้ำกัน ถือว่าสาร 2 ตัวนั้นเป็นสารตัวเดียวกัน
- ทดลองจับโมเลกุลหมุนไปมาและพลิกกลับไปมาอาจได้ตัวเดิม

การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของสารประกอบอินทรีย์

สมบัติทางกายภาพโดยทั่วไป หมายถึง สถานะ จุดเดือด จุดหลอมเหลว และ ความสามารถในการละลาย เป็นต้น ซึ่งสมบัติต่างๆ ดังกล่าว ล้วนเป็นผลมาจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลทั้งสิ้น ดังนั้นสารประกอบอินทรีย์จึงสามารถจัดแบ่งประเภทได้ 3 ประเภทตามแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และเรียงลำดับจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากไปน้อยของโมเลกุลที่มีขนาดเท่าๆ กัน ได้ดังต่อไปนี้

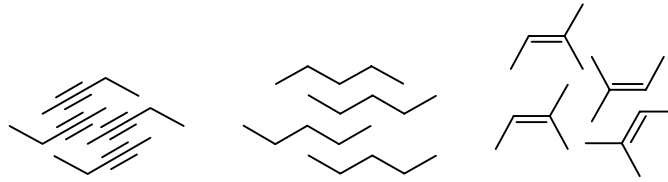
1. กลุ่มที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ : amide > carboxylic > alcohol > amine
2. กลุ่มที่เป็นโมเลกุลมีขั้วสูง เกิดแรงระหว่างขั้วยึดเหนี่ยวกัน : ketone > aldehyde > ester > ether
3. กลุ่มที่มีขั้วต่ำ หรือไม่มีขั้ว ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงลอนดอน : alkyne > alkane > alkene

โดยคร่าวๆ แล้วจุดเดือดจากทุกกลุ่มสารจากมากไปน้อย เมื่อมีขนาดโมเลกุลใกล้เคียงกัน จะสามารถเรียงได้ดังนี้

amide > carboxylic acid > alcohol > ketone > amine > aldehyde > ester > alkyne > ether > alkane > alkene

ส่วนความสามารถในการละลายน้ำนั้น สารในกลุ่มที่ 1 และ 2 สามารถละลายน้ำได้ดีเมื่อมีขนาดโมเลกุลเล็ก และความสามารถในการละลายน้ำจะค่อยๆ ลดลงไปเมื่อขนาดของโมเลกุลใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ

โมเลกุลที่เป็นกิ่งจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่ำกว่าโมเลกุลที่เป็นเส้นตรง เพราะการอัดตัวกันเป็นไปได้ยากกว่า จึงเป็นผลให้โมเลกุลที่มีกิ่งมาก ละลายน้ำได้ง่ายขึ้น และมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำลง



เพื่อความสะดวกในการศึกษาเราจะแบ่งเนื้อหาของบทเรียนนี้ออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Compounds)
2. สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds)

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Compounds)

1.1 ความหมายและสิ่งที่จะต้องรู้เกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หมายถึง สารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุเพียง 2 ชนิด คือ คาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งสารประกอบดังกล่าวถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ในส่วนของ Residue group นอกจากนี้เรายังพบสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ทั่วไปในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม

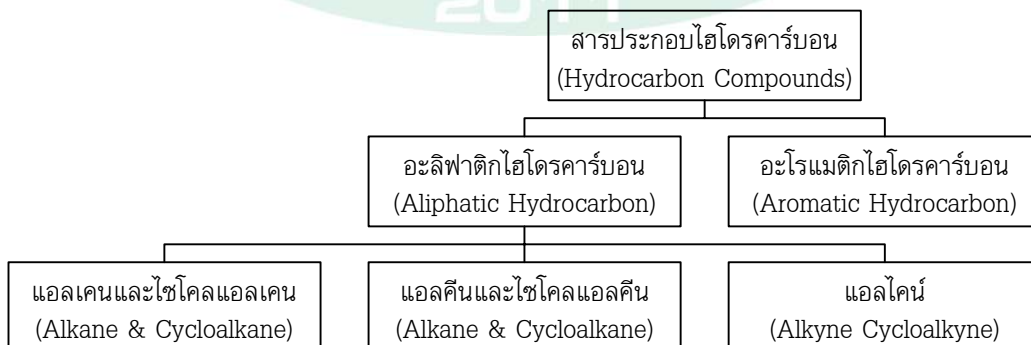
1.2 ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

เนื่องด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนั้นมีมากมาย ทำให้วิธีการแบ่งก็มีวิธีการแบ่งที่แตกต่างกัน ดังนี้

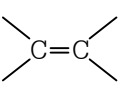

วิธีที่ 1 แบ่งประเภทโดยใช้ชนิดของพันธะเป็นเกณฑ์

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว (Saturated Hydrocarbons) (พันธะ C—C เป็นพันธะเดี่ยว) ได้แก่ แอลเคน (Alkanes) และไซโคลแอลเคน (Cycloalkanes)
2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated Hydrocarbons) (พันธะ C=C มีพันธะคู่หรือสาม) ได้แก่ แอลคีน (Alkenes) ไซโคลแอลคีน (Cycloalkenes) แอลไคน์ (Alkynes) และอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbons)

วิธีที่ 2 แบ่งประเภทโดยใช้ลักษณะของโครงสร้างและการทำปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์



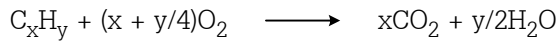
คุณสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบ่งได้ตามตารางดังต่อไปนี้

ชนิดของสาร	สูตรทั่วไป	โครงสร้างทั่วไป	การเรียกชื่อ	การเผาไหม้	ปฏิกิริยาเคมี
Alkane	C_nH_{2n+2}	C-H and C-C bonds	-ane	ไม่มีเขม่า	สามารถฟอกสีโบรมีนได้ในที่สว่างโดยเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ได้กรดเป็นผลิตภัณฑ์ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{แสง}} \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{Br} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} + \text{HBr(g)}$
Cycloalkane	C_nH_{2n}	Alkane วงปิด	Cyclo--ane		
Alkene	C_nH_{2n}		-ene		1. สามารถฟอกสีโบรมีนได้ทั้งในที่สว่างและที่มืด โดยเกิดปฏิกิริยาการเติม $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} + \text{Br}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{Br}-\text{C}-\text{C}-\text{Br} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Cycloalkene	C_nH_{2n-2}	Alkene วงปิด	Cyclo--ene	มีเขม่าเล็กน้อย	2. สามารถฟอกสี KMnO_4 โดยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} + 2 \text{KMnO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + 2 \text{MnO}_2 + 2 \text{HOH}$
Alkyne	C_nH_{2n-2}	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	-yne		1. สามารถฟอกสีโบรมีนได้ทั้งในที่สว่างและที่มืด โดยเกิดปฏิกิริยาการเติม $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} + 2\text{Br}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{Br} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$
Cycloalkyne	-	Alkyne วงปิด	Cyclo--yne	มีเขม่า	2. สามารถฟอกสี KMnO_4 โดยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยจะได้ตะกอนสีน้ำตาลของ MnO_2 คล้ายกับกรณีของ Alkene
Aromatic	Ar-		-	มีเขม่ามาก	สามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่ได้ เช่น $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{Cat.}} \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$

หมายเหตุ สูตรทั่วไปของสารประกอบแอลคีน ไฮโคแอลคีน เป็นสูตรที่คิดที่จำนวนพันธะคู่ 1 พันธะ ส่วนแอลโคไน์และไฮโคแอลโคไน์ จะเป็นสูตรที่คิดที่พันธะสาม 1 พันธะ

ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สามารถเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยมีสมการทั่วไป ดังนี้



ส่วนการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Incomplete combustion) : เมื่อปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดไม่สมบูรณ์ จะเหลือเขม่า และควันดำ ซึ่งก็คือ C เอาไว้ และมี CO ปนออกมาด้วย ซึ่งการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์นั้นเกิดได้จาก

1. สารอินทรีย์ที่มี C=C หรือ C≡C หรือ วงเบนซีนซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง จะทำให้ไม่สามารถสลายพันธะระหว่างคาร์บอนทั้งหมดได้ จึงเหลือเป็นเขม่า
2. ปริมาณ O₂ น้อยเกินไป เช่น การเผาในภาชนะปิดที่มี O₂ เป็นจำนวนจำกัด
3. สารอินทรีย์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่มาก ซึ่งทำให้ O₂ เข้าแทรกทำปฏิกิริยาได้ยาก จึงเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ได้เช่นกัน

ดังนั้น : เราสามารถเปรียบเทียบปริมาณเขม่าได้ด้วยอัตราส่วน C : H ในโมเลกุลนั้นโดยถ้า C : H มากสารนั้นจะมีเขม่ามาก

2. สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds)

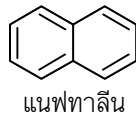
สารอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบของคาร์บอนที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตหรือเกิดจากการสังเคราะห์ของมนุษย์ ซึ่งจะมีธาตุต่างๆ นอกเหนือจากไฮโดรเจนและคาร์บอน โดยส่วนใหญ่จะมีออกซิเจนและไนโตรเจน หรือธาตุอื่นอยู่ด้วย

ประเภทสาร	ลักษณะหมู่ฟังก์ชัน	การเรียกชื่อ	คุณสมบัติ/ปฏิกิริยาเคมี/ประโยชน์
แอลกอฮอล์ (Alcohols)	ไฮดรอกซิล (Hydroxyl) R-OH	ลงท้ายด้วย - nol	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีจุดเดือดสูงกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั่วไป เพราะโมเลกุลสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ 2. สามารถเป็นกรดทางทฤษฎีได้โดยการทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียม (Na) แต่เป็นกรดที่อ่อนมากๆ และไม่เปลี่ยนสีของลิตมัส $2ROH + 2Na \longrightarrow 2RO^-Na^+ + H_2(g)$
กรดอินทรีย์ (Carboxylic acid)	คาร์บอกซิล (Carboxyl) R-COOH	ลงท้ายด้วย - oic acid	<ol style="list-style-type: none"> 1. จุดเดือดสูงกว่าแอลกอฮอล์เพราะสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้มากกว่า 2. มีฤทธิ์เป็นกรด เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสได้ 3. สามารถทำปฏิกิริยากับ Na และ NaHCO₃ $2R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH + 2Na \longrightarrow 2R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O^-Na^+ + H_2(g)$ $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH + NaHCO_3 \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O^-Na^+ + CO_2(g) + H_2O$ <ol style="list-style-type: none"> 4. สามารถทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้เอสเทอร์ (Esterification) $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH + R'OH \xrightarrow{H^+} R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OR' + H_2O$



ประเภทสาร	ลักษณะหมู่ฟังก์ชัน	การเรียกชื่อ	คุณสมบัติ/ปฏิกิริยาเคมี/ประโยชน์
เอสเทอร์ (Ester)	ออกซีคาร์บอกซิล (Oxycarboxyl) $R-COO-R'$	อ่านชื่อ แอลกอฮอล์ลงท้ายด้วย alkyl แล้วตามด้วยชื่อกรด ลงท้ายด้วย - oate	<ol style="list-style-type: none"> การสังเคราะห์เอสเทอร์ทำได้โดยนำกรดอินทรีย์มาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอสเทอร์สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์กลับมา $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OR' + H^+ \longrightarrow R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH + R'OH$
อีเทอร์ (Ether)	ออกซี (Oxy) $R-O-R'$	อ่านชื่อ alkoxy (ด้าน C น้อย) แล้วลงท้ายด้วย alkoxy (ด้าน C มาก)	จุดเดือดสูงกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แต่ไม่มากเท่ากับแอลกอฮอล์ ละลายน้ำได้เล็กน้อย นิยมนำมาใช้เป็นตัวทำละลาย
แอลดีไฮด์ (Aldehyde)	คาร์บอกซาลดีไฮด์ (Carboxaldehyde) $R-CO-H$	อ่านเหมือน alkane แต่ตัด e ออก แล้วเติม - al	<ol style="list-style-type: none"> สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบนดิกต์ได้ ตะกอนสีน้ำตาลแดงของ Cu_2O ละลายน้ำได้เล็กน้อย นิยมใช้เป็นตัวทำละลายและยาดอกศพ
คีโตน (Ketone)	คาร์บอนิล (Carbonyl) $R-CO-R'$	อ่านเหมือน alkane แต่ตัด e ออก แล้วเติม - one	นิยมใช้เป็นตัวทำละลาย และทั้งแอลดีไฮด์และคีโตนมีจุดเดือดมากกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั่วไป แต่ไม่มากกว่าแอลกอฮอล์ เพราะเนื่องจากไม่มีพันธะไฮโดรเจน
เอมีน (Amine)	อะมิโน (Amino) $R-NH_2$	นำหน้าด้วย amino ลงท้ายตามชนิดของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	<ol style="list-style-type: none"> จุดเดือดสูงกว่าไฮโดรคาร์บอนทั่วไปเพราะมีพันธะไฮโดรเจน มีฤทธิ์เป็นเบส (เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน) $R-NH_2 + HCl \longrightarrow R-NH_3^+ Cl^-$ การเกิดเอไมด์ $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH + R'NH_2 \longrightarrow R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-NHR' + H_2O$
เอไมด์ (Amide)	เอไมด์ (Amide) $R-CONR'R''$	อ่านเหมือนกรดอินทรีย์แต่ตัด - oic acid ออก แล้วเติม amide เข้าแทน	<ol style="list-style-type: none"> จุดเดือดสูงเนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจน สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้กรดอินทรีย์และเอมีน สารประกอบเอไมด์และเอมีนสามารถละลายน้ำได้เล็กน้อย สารประกอบเอไมด์มีฤทธิ์เป็นกลาง เนื่องจากมีโครงสร้างที่สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้

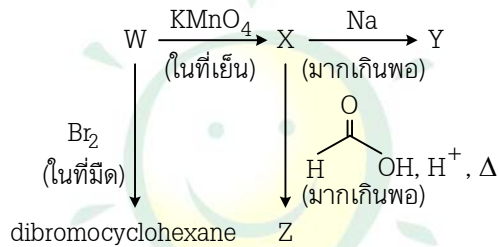
ตัวอย่าง จากภาพโครงสร้างแนฟทาลีน สารประกอบไดโบรโมแนฟทาลีนมีโครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งสิ้นกี่แบบ



- 1) 7
- 2) 15
- 3) 10
- 4) มากกว่า 15

เฉลย 3) 10

ตัวอย่าง พิจารณาแผนภาพปฏิกิริยาต่อไปนี้



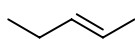
สูตรโมเลกุลของสารประกอบในข้อใดถูกต้อง

- 1) $W = C_6H_{12}$
- 2) $X = C_6H_{14}O_2$
- 3) $Y = C_6H_{11}O_2Na$
- 4) $Z = C_8H_{12}O_4$

เฉลย 4) $Z = C_8H_{12}O_4$

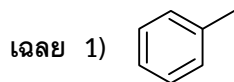
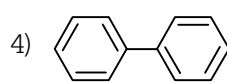
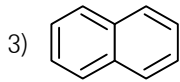
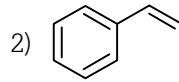
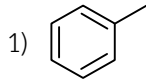
ตัวอย่าง สารประกอบที่มีโครงสร้างตามข้อใดต่อไปนี้ที่สามารถให้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาไฮเดรชันออกมาได้ ผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 แบบ



เฉลย 2) 



ตัวอย่าง สารประกอบที่มีโครงสร้างในข้อใด ที่ไม่เกิดปฏิกิริยาการเติมด้วย Br_2 แต่สามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาแทนที่ด้วย Br_2 ได้ด้วยแสง UV



ตัวอย่าง นำตัวยาพาราเซตามอล ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_8\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$ มาทำปฏิกิริยาต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาโครงสร้าง ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ก. สารละลายของพาราเซตามอลไม่มีฤทธิ์เป็นเบส

ข. นำพาราเซตามอลไปต้มกับสารละลายกรด HCl ได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ สาร A และ สาร B

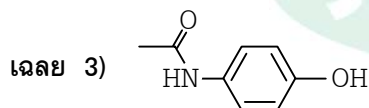
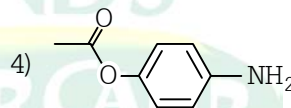
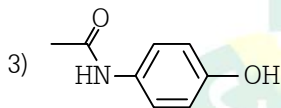
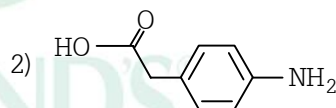
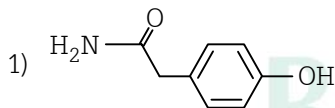
ค. สาร A มีกลิ่นเหมือนน้ำส้มสายชู และเมื่อทำปฏิกิริยากับ NaHCO_3 จะได้ฟองแก๊สเกิดขึ้น

ง. สาร B เป็นสารประกอบที่มีวงเบนซีน และสามารถละลายน้ำได้ดี

จ. เมื่อนำสาร B จำนวน 1 โมลมาทำปฏิกิริยากับกรด HCOOH จำนวน 2 โมล ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสาร

C ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_3\text{N}$

พาราเซตามอล ควรมีโครงสร้างดังข้อใด



ตัวอย่าง จากข้อมูลตัวอย่างในข้อข้างต้น สารใดที่ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ Na

1) พาราเซตามอล

2) สาร A

3) สาร B

4) สาร C

เฉลย 4) สาร C

สารชีวโมเลกุล

สารชีวโมเลกุล คือ สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ที่สามารถพบได้ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะประกอบด้วยธาตุหลัก ได้แก่ C H O และในกรณีที่เป็นโปรตีนและกรดนิวคลีอิกจะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยเราสามารถแบ่งการศึกษาออกเป็นสาร 4 จำพวกด้วยกัน ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และกรดนิวคลีอิก โดยบทบาทและประโยชน์ของสารชีวโมเลกุลมีดังต่อไปนี้

1. ใช้ในการเจริญเติบโต
2. ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
3. ช่วยให้ผิวหนังชุ่มชื้น สุขภาพผอมและเล็บดี
4. เป็นส่วนหนึ่งในการรักษาสมดุลของน้ำและกรด-เบส
5. สลายให้พลังงาน
6. เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมน เอนไซม์และระบบภูมิคุ้มกัน

โปรตีน (Protein)

โปรตีนถือว่าเป็นสารชีวโมเลกุลที่ร่างกายของคนเรามีมากกว่าสารชีวโมเลกุลอื่นๆ (50% ของน้ำหนักแห้งของคนเราประกอบด้วยโปรตีน)

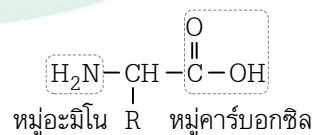
1. โปรตีนประกอบด้วย C H O N เป็นธาตุองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้อาจจะมี S, P, Fe, Zn และ Cu เป็นองค์ประกอบด้วย

2. เราสามารถจัดโปรตีนเป็นสารประเภทพอลิเมอร์ได้เนื่องจากโปรตีนมี monomer เป็นกรดอะมิโน ซึ่งถ้าหากว่า กรดอะมิโนที่นำมาประกอบเป็นโปรตีนนั้นเป็นกรดอะมิโนชนิดเดียวกัน จะถือว่าเป็นโฮโมพอลิเมอร์ แต่ถ้าหากว่า กรดอะมิโนที่นำมาต่อกันเป็นโปรตีนประกอบไปด้วยอะมิโนที่ต่างชนิดกันจะจัดเป็นโคพอลิเมอร์

3. โปรตีนมีหน่วยย่อยที่เรียกว่า **กรดอะมิโน (amino acid)** ซึ่งโปรตีนเกิดจากกรดอะมิโนจำนวนมากกว่า 50 หน่วยมาเชื่อมกันด้วยพันธะระหว่างโมเลกุลของกรดอะมิโนที่เรียกว่า **พันธะเพปไทด์ (Peptide bond)**

4. โครงสร้างทั่วไปของกรดอะมิโน ประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่

1. หมู่ carboxyl (COOH)
2. หมู่อะมิโน (NH₂)
3. ไฮโดรคาร์บอนที่เรียกว่า side chain (R)



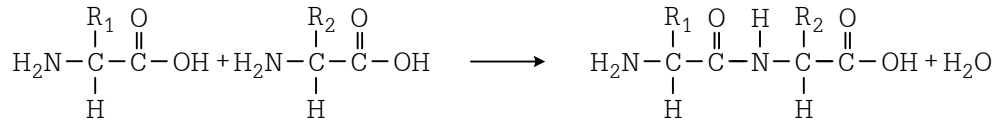
5. เราสามารถแบ่งกรดอะมิโนจำนวน 22 ชนิดที่ร่างกายเราได้จากการย่อยโปรตีนออกเป็น 2 ประเภทตามเกณฑ์การใช้ประโยชน์ ได้แก่

- กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดอะมิโนที่ร่างกายมนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้
- กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดอะมิโนที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้

ทั้งหมด 8 ชนิด ได้แก่ ไลซีน ทรีโอนีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ทรีปโตเฟน วาลีน เมไทโอนีน ฟีนิลอะลานีนสำหรับเด็กทารกต้องการอาร์จินีน และฮิสทีดินเพิ่มเติม



6. กรดอะมิโนแต่ละชนิดสามารถทำปฏิกิริยารวมตัวกันแบบควบแน่นโดยมีผลิตภัณฑ์ข้างเคียงเป็นน้ำ ดังสมการ



ทั้งนี้การรวมกันของกรดอะมิโนอาจเกิดได้หลายโมเลกุล ก่อให้เกิดรูปแบบที่มากมายของโปรตีน

7. การเรียกชื่อสารประกอบเพปไทด์นั้น ให้เรียกชื่อตามจำนวนของกรดอะมิโนที่ประกอบกัน

จำนวนกรดอะมิโน	จำนวนพันธะเพปไทด์	ชื่อสาร
2	1	ไดเพปไทด์
3	2	ไตรเพปไทด์
4	3	เตตระเพปไทด์
ตั้งแต่ 10-50	9-49	พอลิเพปไทด์
มากกว่า 50	มากกว่า 49	โปรตีน

8. สารประกอบเพปไทด์นั้นสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยมีความร้อนและกรดหรือเบสเป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยาจะได้เป็นกรดอะมิโนองค์ประกอบของตัวเองกลับมา

9. โมเลกุลของโปรตีนอาจประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ 1 สาย หรือมากกว่า 1 สายก็ได้ นอกจากนั้นสายพอลิเพปไทด์อาจมีการเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างต่างๆ ได้อีกหลายแบบทำให้สามารถแบ่งโปรตีนตามโครงสร้างที่ต่างกันเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. **โครงสร้างปฐมภูมิ (Primary Structure)** เป็นโครงสร้างในระดับที่ง่ายที่สุด เป็นการแสดงการเรียงลำดับของกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวในโมเลกุลโปรตีน การเรียงลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีนแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันและมีความจำเพาะเจาะจง การเขียนลำดับกรดอะมิโนสลับกันก็ทำให้ได้ความหมายที่ผิดเพี้ยนไป ในการเขียนการเรียงลำดับกรดอะมิโนตามหลักสากล จะเขียนแทนเพปไทด์ด้วยระบบสามตัวอักษรของกรดอะมิโนชนิดนั้น จากปลายเอ็น (N-terminal) ไปปลายซี (C-terminal) เพื่อป้องกันความสับสน

2. **โครงสร้างทุติยภูมิ (Secondary Structure)** เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการขดหรือม้วนหรือพับตัวของโครงสร้างปฐมภูมิ เนื่องมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่คาร์บอนิล (C=O) ของกรดอะมิโนตัวหนึ่งกับหมู่อะมิโน (N-H) ของกรดอะมิโนอีกตัวหนึ่งในระยะถัดไป 4 หน่วยในสายเพปไทด์เดียวกัน เกิดโครงสร้างในลักษณะบิดเป็นเกลียวเหมือนขดสปริง ซึ่งเรียกว่าเกลียวแอลฟา (α -Helix) ถ้าพันธะไฮโดรเจนเกิดจากหมู่คาร์บอนิล (C=O) ของกรดอะมิโนตัวหนึ่งกับหมู่อะมิโน (N-H) ของกรดอะมิโนอีกตัวหนึ่งระหว่างสายเพปไทด์ที่อยู่ติดกันหรือใกล้กัน จะเกิดโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแผ่นพับงอซึ่งเรียกว่า แผ่นเบต้า (β -Sheet) ซึ่งสามารถเกิดซ้อนทับกันไปมาได้เหมือนฉับกระป๋องโดยสามารถเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายเพปไทด์ที่หันด้านปลายเอ็นไปทางเดียวกัน เรียกว่า พาราเลล (Parallel) กับการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายเพปไทด์ที่หันปลายเอ็นไปทางตรงข้ามกัน เรียกว่า แอนตีพาราเลล (Anti Parallel)

3. **โครงสร้างตติยภูมิ (Tertiary Structure)** เป็นโครงสร้างที่เกิดจากโครงสร้างทุติยภูมิเกิดการม้วนเข้าหากันและไขว้กันโดยมีแรงยึดเหนี่ยวหลายชนิด เกิดเป็นรูปร่างต่างที่มีความจำเพาะในโปรตีนแต่ละชนิด โดยแรงยึดเหนี่ยวสำคัญที่พบ เช่น พันธะไฮโดรเจน แรงระหว่างประจุ พันธะไดซัลไฟด์ แรงลอนดอน แรงไดโพล-ไดโพล ซึ่งแรงเหล่านี้จะยึดเหนี่ยวกันทำให้โครงสร้างตติยภูมิอยู่ตัวได้

4. **โครงสร้างจตุรภูมิ (Quaternary Structure)** เป็นโครงสร้างของโปรตีนขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนมาก เกิดจากการรวมตัวของโครงสร้างตติยภูมิหน่วยย่อยชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน โดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวเหมือนกับที่พบในโครงสร้างตติยภูมิ และอาจจะมีโมเลกุลหรืออะตอมอื่นๆ อยู่ในโครงสร้างด้วย เช่น ในโปรตีนฮีโมโกลบินที่มีรูปร่างเป็นทรงกลมประกอบด้วยเพปไทด์หน่วยย่อย 4 หน่วยและมีอะตอมเหล็กเป็นองค์ประกอบหรือโปรตีนคอลลาเจนที่มีรูปร่างเป็นเกลียวเส้นตรงขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากเกลียวแอลฟา 3 เกลียวมาม้วนพันกันเป็นต้น

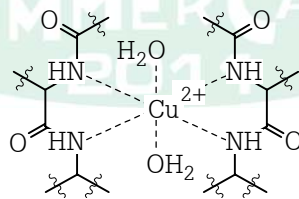
ส่วนการแบ่งโปรตีนตามลักษณะการจัดตัวในโครงสร้าง 3 มิติ สามารถแบ่งออกเป็น

โปรตีนทรงกลม (Globular Protein) โปรตีนเหล่านี้เกิดจากการขดตัวและอัดแน่น (Coil) จนเป็นก้อนกลม สามารถละลายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ตัวอย่างเช่น เอนไซม์ ฮอร์โมนอินซูลิน ฮีโมโกลบิน โกลบูลิน เป็นต้น

โปรตีนเส้นใย (Fibrous Protein) โปรตีนเหล่านี้เกิดจากการพันกันของสายพอลิเพปไทด์ในลักษณะเป็นสายยาวคล้ายเส้นใย ละลายน้ำได้น้อย หรือไม่ละลายน้ำ มีความแข็งแรง เหนียวและมีความยืดหยุ่นสูง ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างในเนื้อเยื่อ เส้นผม เล็บ กล้ามเนื้อ กีบสัตว์ ตัวอย่างเช่น คอลลาเจนในเนื้อเยื่อ ไฟโบรอินในเส้นไหม มีโครงสร้างเป็นแผ่นเบต้าแบบแอนติพาราเลล การเรียงลำดับของกรดอะมิโนในพอลิเพปไทด์ของไฟโบรอินประกอบด้วยกรดอะมิโน 6 หน่วยเรียงลำดับเป็นหน่วยซ้ำ คือ โกลซีน-ซีรีน-ไกลซีน-อะลานีน-ไกลซีน-อะลานีน (GSGAGA) คอลลาเจนในกล้ามเนื้อ อีลาสตินในเส้นเอ็น เคราตินในเส้นผม เป็นต้น

10. **การทดสอบโปรตีนใช้สารละลายไบยูเรต (Biyuret)** ซึ่งเป็น CuSO_4 ใน NaOH หรือในเบสจะได้ตะกอนสีม่วงปนน้ำเงิน ซึ่งเกิดเป็นสารเชิงซ้อนที่เรียกว่า “ไบยูเรต”

- ปฏิกริยานี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสารตัวอย่างนั้นประกอบไปด้วยพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป
- การทดสอบนี้เราอาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การทดสอบไบยูเรต



11. **เมื่อนำโปรตีนมาต้มจะทำให้โปรตีนสูญเสียสมรรถภาพทางชีวภาพ** คือ จะทำลายโครงสร้างที่ซับซ้อนของโปรตีนออกไป ทำให้ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์เสื่อมลง หรือถ้าหากนำโปรตีนมาเติม กรด เบส เอทานอล หรือ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ จะทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน ดังนั้นโดยสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน ประกอบไปด้วยปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ความร้อน
- ความเป็นกรด-เบส
- โลหะหนักบางชนิด
- ตัวทำละลายอินทรีย์



คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

1. คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยธาตุหลัก ได้แก่ C H O เป็นสารประกอบประเภทพอลิแอลดีไฮด์ หรือ พอลิไฮดรอกซีคีโตนเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและกระดูกของสัตว์บางชนิด เช่น ปูและหอยทาก เป็นต้น นอกจากนี้คาร์โบไฮเดรตยังถือเป็นสารให้พลังงานที่มีความสำคัญมากที่สุดในร่างกายของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย

2. เราสามารถแบ่งคาร์โบไฮเดรตออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- มอนอแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)
- โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharide)
- พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

มอนอแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)

คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวมีสูตรทั่วไปเป็น $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ได้แก่ น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม เช่น ไรโบส ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) น้ำตาลที่มีจำนวนคาร์บอน 6 อะตอม เช่น กลูโคส กาแล็กโทสและฟรุคโทสมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) แต่สูตรโครงสร้างต่างกันจึงมีสมบัติต่างกัน เรายังสามารถแบ่งน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวตามหมู่ฟังก์ชันดังนี้

น้ำตาลอัลโดส (Aldoses) เป็นน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอนอกซาลดีไฮด์ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ ได้ตะกอนสีแดงอิฐ เช่น กลูโคส กาแล็กโทส และไรโบส เป็นต้น

น้ำตาลคีโตส (Ketoses) เป็นน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอนิลซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ ได้ตะกอนสีแดงอิฐได้เช่นกัน ได้แก่ ฟรุคโทส เป็นต้น

ทั้งนี้ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็นชนิดย่อยๆ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ตามจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลก็ได้ ได้แก่

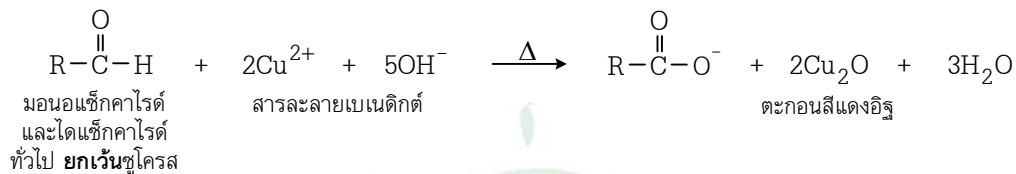
1. น้ำตาลไตรออส (Triose Sugar คือ น้ำตาลที่มี 3 คาร์บอน : จัดเป็นน้ำตาลที่มีขนาดเล็กที่สุด)
2. น้ำตาลเตโตรส (Tetrose Sugar คือ น้ำตาลที่มี 4 คาร์บอน)
3. น้ำตาลเพนโทส (Pentose Sugar คือ น้ำตาลที่มี 5 คาร์บอน)
4. น้ำตาลเฮกโซส (Hexose Sugar คือ น้ำตาลที่มี 6 คาร์บอน)
5. น้ำตาลเฮปโทส (Heptose Sugar คือ น้ำตาลที่มี 7 คาร์บอน : เป็นน้ำตาลในธรรมชาติขนาดใหญ่ที่สุด)

ดังนั้น ถ้าเป็นน้ำตาลที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นแอลดีไฮด์และมีจำนวนคาร์บอนเท่ากับ 6 อะตอม ก็จะเรียกว่าเป็นน้ำตาลในกลุ่มแอลโดเฮกโซส (Aldohexose Sugar) เป็นต้น

การทดสอบน้ำตาลโดยใช้สารละลายเบเนดิกต์

สารละลายเบเนดิกต์เป็นสารละลายที่ประกอบด้วยคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมซีเตรต ปกติเป็นสารละลายที่มีฟ้า แต่เมื่อทำปฏิกิริยาจะให้เป็นตะกอนสีแดงอิฐ สามารถเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ได้กับสารที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นแอลดีไฮด์ / แอลฟาไฮดรอกซีคีโตน / มอนอแซคคาไรด์และไดแซคคาไรด์ทั่วไป ยกเว้นซูโครส

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์



โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides)

เป็นสารที่เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2-10 โมเลกุลมารวมตัวกัน โดยการเชื่อมดังกล่าวนั้นจะเป็นการเชื่อมแบบ C—O—C หรือเรียกว่าพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic) ได้แก่

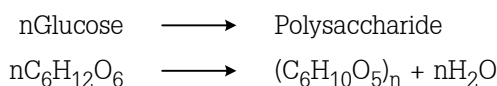
ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharides) หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่ จะเกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุลมารวมตัวกันโดยกำจัดน้ำออกไป 1 โมเลกุล เช่น ซูโครส (C₁₂H₂₂O₁₁) เกิดจากกลูโคสรวมตัวกับฟรุกโทส



ไตรแซ็กคาไรด์ (Trisaccharide) เป็นน้ำตาลที่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3 โมเลกุล โดยน้ำตาลไตรแซ็กคาไรด์ที่พบบ่อยในธรรมชาติ คือ ราฟฟิโนส (Raffinose) ซึ่งประกอบด้วยฟรุกโทส + กลูโคส + กาแล็กโทส พบในน้ำตาลจากหัวบีทและพืชชั้นสูงชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด เป็นต้น

พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides)

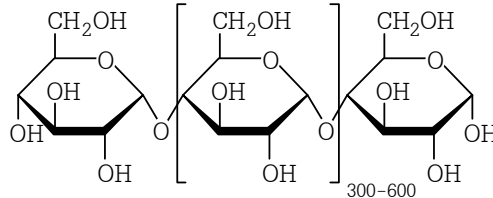
เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายโมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว เช่น แป้ง เซลลูโลส ไกลโคเจน ซึ่งทำให้พอลิแซ็กคาไรด์เป็นสารคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากที่สุด



เราสามารถแบ่งการศึกษาพอลิแซ็กคาไรด์ ออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

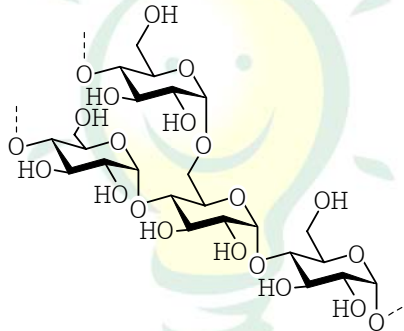
1. แป้ง (Starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืช พบทั้งใบ ลำต้น ราก ผล และเมล็ด มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่ละลายน้ำ ประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์ 2 ชนิด คือ

1.1 อะไมโลส (Amylose) ซึ่งเป็นกลูโคสที่ต่อเป็นโซ่ยาวและขดเป็นเกลียว (Helix)



Amylose

1.2 อะไมโลเพกติน (Amylopectin) ซึ่งเป็นกลูโคสที่ต่อโซ่กิ่ง



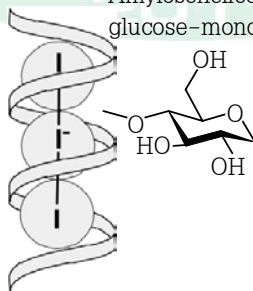
Amylopectin

โดยทั่วไปแป้งจะประกอบด้วยอะไมโลส 20% และเป็นอะไมโลเพกติน 80%

การทดสอบแป้ง

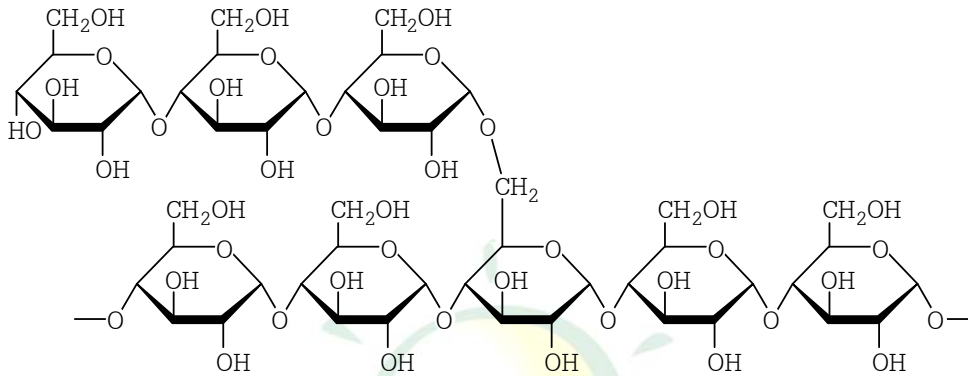
เราสามารถทำการทดสอบแป้งได้โดยการใช้สารละลายไอโอดีนซึ่งจะให้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงิน ดังนี้

Amylose helix with the glucose-monomer unit :



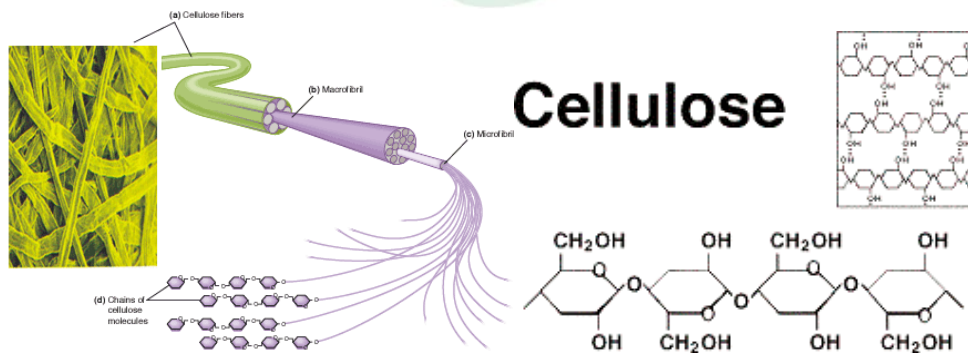
2. **ไกลโคเจน (Glycogen)** เป็นคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในสัตว์ ประกอบด้วยกลูโคสที่ต่อกันแบบโซ่ยาวและมีกิ่ง ซึ่งมักจะถูกสะสมในตับของคนและสัตว์และใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองและมีหน้าที่ปรับระดับกลูโคสเลือดให้คงที่ ไกลโคเจน มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่ละลายน้ำ เมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนจะให้สารสีแดงเข้ม

โครงสร้างของไกลโคเจนเป็น ดังนี้



3. **เซลลูโลส (Cellulose)** เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยกลูโคสจำนวนมากมาต่อกันเป็นโซ่ยาวไม่มีกิ่งและเกิดพันธะระหว่างกันเป็นเบตาไกลูโคส ซึ่งจะแตกต่างจากแป้งและไกลโคเจนที่เป็นแอลฟาไกลูโคส เซลลูโลสเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช มักจะพบในพืช เช่น ไม้ ฝ้าย สาลี เซลลูโลสไม่ละลายน้ำ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน และสารละลายเบเนดิกต์ นอกจากนี้ร่างกายของมนุษย์ยังไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้เนื่องจากไม่มีเอนไซม์ที่เหมาะสม

โครงสร้างของเซลลูโลสเป็น ดังนี้



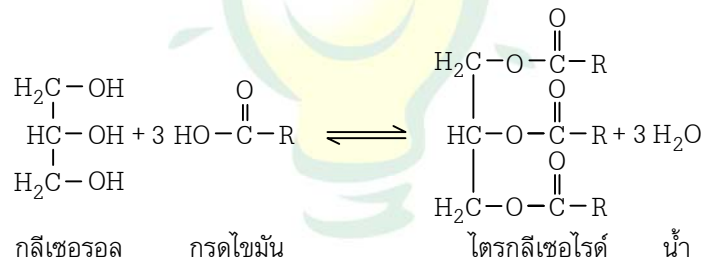
ลิพิด (Lipids)

1. **ลิพิด** ประกอบด้วยธาตุหลักคือ C H O นอกจากนี้ยังอาจประกอบด้วย N และ P ลิพิดไม่ละลายน้ำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ลิพิดเป็นสารประกอบเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมันกับกลีเซอรอล

ประเภทของลิพิด ลิพิดอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ลิพิดอย่างง่ายหรือลิพิดธรรมดา (Simple lipid) ซึ่งได้แก่ ไขมัน (Fat) น้ำมัน (Oil) และไข (Wax)
2. ลิพิดเชิงประกอบ (Compound lipid) หมายถึง ลิพิดอย่างง่ายที่มีองค์ประกอบอื่นรวมอยู่ด้วยเช่น ฟอสโฟลิพิด ประกอบด้วยลิพิดอย่างง่ายและหมู่ฟอสเฟต ไกลโคลิพิด ประกอบด้วยลิพิดอย่างง่ายและคาร์โบไฮเดรต ลิโปโปรตีน ประกอบด้วยลิพิดอย่างง่ายและโปรตีน
3. ลิพิดเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous lipid) หมายถึง สารอื่นๆ ที่มีสมบัติคล้ายกับลิพิด แต่ไม่เป็นสารประกอบ ประเภทเอสเทอร์ของกรดไขมันกับกลีเซอรอล ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบส สารเหล่านี้ได้แก่ สเตอรอยด์ วิตามินที่ละลายได้ในน้ำมัน และสารประกอบประเภทเทอร์พีน

2. **ไขมันและน้ำมัน** จัดเป็นลิพิดประเภทหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการรวมกันระหว่างกรดไขมัน 3 โมเลกุล (อาจจะเป็นกรดไขมันต่างชนิดกันก็ได้) กับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล เรียกสารประเภทนี้ว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) โดยที่สามารถแสดงเป็นสมการได้ ดังนี้



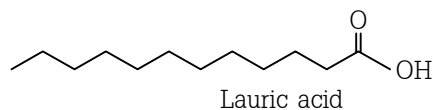
หากมองโดยทั่วไปจะเห็นว่าสมการการเกิดไตรกลีเซอไรด์นั้นคล้ายกับสมการเอสเทอร์ฟิเคชันในเรื่องเคมีอินทรีย์

3. **ไขมัน (Fats) และน้ำมัน (Oils)** มีความแตกต่างกันตรงที่ความเสถียรที่อุณหภูมิห้อง โดยที่อุณหภูมิห้องไขมันจะมีสถานะเป็นของแข็ง ในขณะที่น้ำมันจะมีสถานะเป็นของเหลว สาเหตุที่ทำให้สาร 2 ชนิดนี้มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากที่ส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ทั้ง 2 แบบนี้ประกอบด้วยกรดไขมันที่ต่างชนิดกัน

4. **กรดไขมัน (Fatty Acid)** คือ กรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีสูตรทั่วไปคือ R—COOH แต่เนื่องจากหมู่ R มีขนาดใหญ่ (มี C ตั้งแต่ 11 อะตอมขึ้นไป) ซึ่งเราสามารถแบ่งกรดไขมันออกเป็น 2 ชนิด คือ

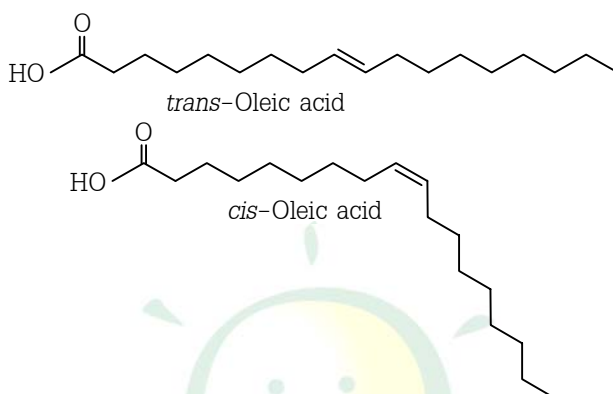
a. กรดไขมันอิ่มตัว

เกิดจากการที่ Side chain (หมู่ R) ของกรดไขมันนั้นประกอบด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด ซึ่งมีสูตรทั่วไปดังนี้ $\text{C}_n\text{H}_{2n} + 1\text{COOH}$ โดยกรดไขมันอิ่มตัวที่มีมากที่สุด ได้แก่ กรดสเตียริก ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$)



b. กรดไขมันไม่อิ่มตัว

เกิดจากการที่หมู่ R ของกรดไขมันนั้นประกอบด้วยพันธะคู่หรือพันธะสามในโมเลกุล ซึ่งจะทำให้เราไม่สามารถหาสูตรทั่วไปของกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้และไม่เข้าสูตรทั่วไปของกรดไขมันอิ่มตัว ดังนั้นเราสามารถเช็คความอิ่มตัวของกรดไขมันได้จากสูตรทั่วไปของกรดไขมันอิ่มตัว โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีมากที่สุด คือ กรดโอเลอิก ($C_{17}H_{33}COOH$)



จากข้อมูลความอิ่มตัวของกรดไขมัน ทำให้เราสามารถสรุปได้ ดังนี้

- I. กรดไขมันจะมีจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้น เมื่อมวลโมเลกุลเพิ่มขึ้น
- II. กรดไขมันอิ่มตัวจะมีจุดหลอมเหลวมากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว
- III. เมื่อหมู่ R ของกรดไขมันมีพันธะคู่เพิ่มขึ้น จุดหลอมเหลวจะลดลง

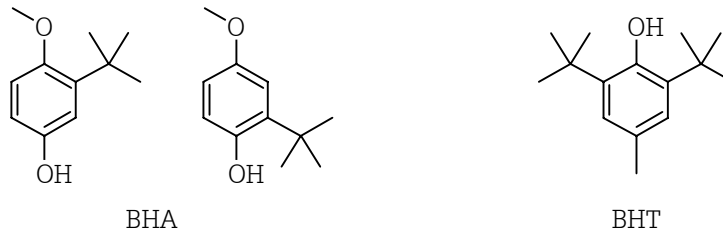
5. ไช (Waxes) เป็นสารประกอบเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมันทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โมเลกุลใหญ่ (C ตั้งแต่ 24–36 อะตอม) มักจะมีสถานะเป็นของแข็ง เช่น ชีผึ้ง ไชคานูบา ไชปลาวาฬ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่จะนำไขมันไปทำเป็นสารเคลือบผิวเพื่อป้องกันน้ำ เทียนไข เครื่องสำอาง

6. คุณสมบัติและปฏิกิริยาต่างๆ ของไขมัน สรุปได้ดังนี้

- เราสามารถทดสอบความอิ่มตัวของกรดไขมันได้โดยการใช้โบรมีน (Br_2) ซึ่งสามารถทำได้โดยการนับหยดปริมาณโบรมีนที่ใช้ในฟอกสี (หยดจนกระทั่งไม่ฟอกสีแล้วบันทึกจำนวนหยด) โดยถ้ายังใช้จำนวนหยดโบรมีนมาก กรดไขมันนั้นก็ยิ่งไม่อิ่มตัวมาก ถ้าใช้โบรมีนน้อยก็แสดงว่ากรดไขมันมีความอิ่มตัว

เปลืองโบรมีนน้อย → กินน้อย → อิ่มมาก
เปลืองโบรมีนมาก → กินมาก → ไม่อิ่ม

- เมื่อเก็บไว้นานจะเกิดการเหม็นหืน (Rancidity) ซึ่งถ้าดูจากโครงสร้างพวกไขมันหรือน้ำมันจากพืชจะเหม็นหืนดีกว่าจากสัตว์ แต่สภาพเป็นจริงจากพืชจะเหม็นหืนน้อยกว่าสัตว์ เนื่องจากมีพวกสารกันหืน (Antioxidant) เช่น Vitamin C และ E นอกจากนี้ยังมีสารกันหืนที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT)



- ปฏิกิริยาการเหม็นหืนมี 2 แบบ**

- เกิดผ่านปฏิกิริยา Hydrolysis ซึ่งเกิดจากน้ำในไขมันจะเกิดจาก Hydrolyze ได้กรดไขมันและกลีเซอรอลที่มีกลิ่น ซึ่งจะเกิดได้จะต้องมีแบคทีเรียเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

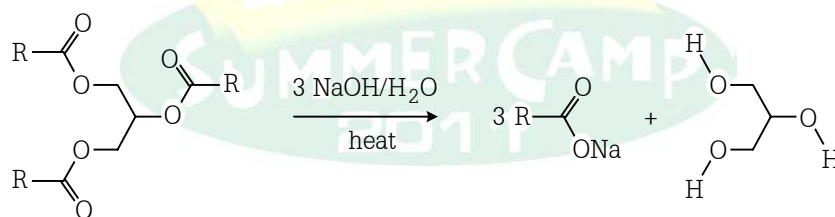
- เกิดผ่านปฏิกิริยา Oxidation ซึ่งเกิดจาก O₂ ในอากาศจะ Oxidize ตรงตำแหน่งพันธะคู่และมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาจะได้พวกแอลดีไฮด์ที่มีกลิ่น

- การทดสอบไขมันทำได้โดยการนำไขมันไปถูกับกระดาษ ถ้ากระดาษนั้นโปร่งแสง แสดงว่าเป็นไขมัน
- การทำเนยเทียม คือ กระบวนการการนำน้ำมันมาทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน (เติมไฮโดรเจนเข้าไป)

โดยจะต้องตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม เช่น โลหะ Pt หรือ Ni ทำให้ได้โมเลกุลที่อิ่มตัว และมีผลทำให้มีจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นด้วย

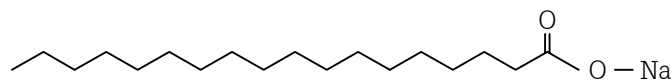
- สบู่ (Soap)**

ปฏิกิริยาการเกิดสบู่ เรียกว่า ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (Saponification) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการนำสบู่ไปต้มกับสารละลายเบส จะได้เกลือของกรดไขมัน โดยมีสมการทั่วไปคล้ายกับสมการไฮโดรไลซิสของเอสเทอร์เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นเบส ดังนี้



ไขมัน + สารละลายเบส → เกลือของกรดไขมัน (สบู่) + กลีเซอรอล

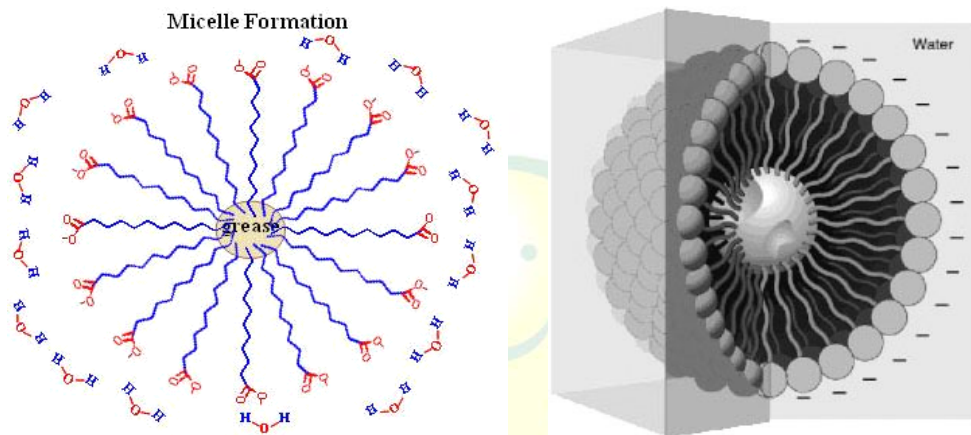
สบู่ เป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดหนึ่งโดยสบู่ที่ได้จากเกลือโซเดียมจะมีความแข็งมากกว่าสบู่ที่ได้จากเกลือโพแทสเซียม นอกจากนี้สบู่ที่ทำจากไขมันสัตว์จะมีความแข็งมากกว่าสบู่ที่ทำจากพืช



ภาพโครงสร้างของสบู่

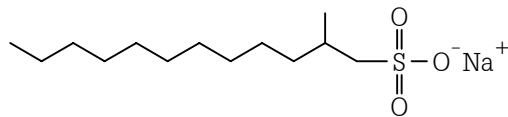
การละลายน้ำและการทำงานของสบู่

เนื่องจากโครงสร้างของสบู่จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน นั่นก็คือส่วนที่เป็น Side chain ขนาดใหญ่ที่เป็นส่วนที่ไม่มีขั้ว และส่วนที่เป็น $\text{COO}^- \text{Na}^+$ ที่เป็นส่วนที่มีขั้ว ดังนั้นทำให้เวลาที่เรากำสบู่ สบู่จะใช้หลักการละลาย Like Dissolve Like ที่จะหันข้างที่ไม่มีขั้วนั้นเข้าสู่สิ่งสกปรกและไขมันตามร่างกายของเรา และหันด้านที่มีขั้วออกจากนั้นเมื่อเราราดน้ำจะทำให้ส่วนที่มีขั้วนั้นถูกน้ำชะล้างออกไปและดึงเอาสิ่งสกปรกนั้นตามออกไปด้วย กล่าวคือสบู่ทำหน้าที่เป็นประสานระหว่างไขมันกับน้ำนั่นเอง (ปกติถ้ากับน้ำมันจะไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน) โดยช่วงที่เกิดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในน้ำ เรียกว่า ไมเซลล์ (Micelle)

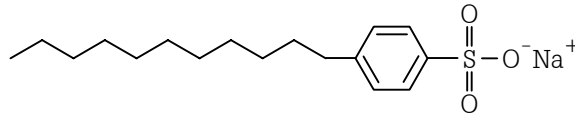


ปัญหาของสบู่ คือ สบู่ไม่สามารถทำงานได้ดีเมื่อใช้น้ำกระด้างซึ่งเป็นน้ำที่มีปริมาณแคลเซียมไอออนและแมกนีเซียมไอออน ซึ่งไอออน 2 ชนิดนี้จะเข้าไปรวมตัวกับสบู่เกิดเป็นเกลือแคลเซียมและเกลือแมกนีเซียมของกรดไขมันแทน ซึ่งสารใหม่ที่เกิดขึ้นจะเป็นโคลสบู่ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองสบู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากการละลายน้ำของสบู่ลดลงอย่างมาก ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวนักวิทยาศาสตร์จึงได้สังเคราะห์ผงซักฟอก (Detergent) ขึ้นมาใช้แทนสบู่

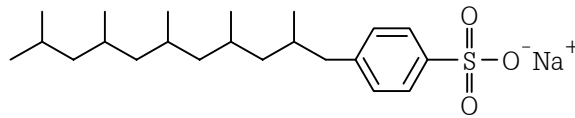
ผงซักฟอก (Detergent) เป็นสารซักล้างที่ผลิตขึ้นมาใช้แทนสบู่ ซึ่งเป็นเกลือโซเดียมซัลโฟเนตของไฮโดรคาร์บอน มีสูตรทั่วไปเป็น $\text{R}^- \text{SO}_3^- \text{Na}^+$ ผงซักฟอกมีข้อดีเหนือสบู่คือสามารถทำงานได้ดี แม้น้ำกระด้างที่มีไอออน Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} และ Mg^{2+} ถ้าหมู่แอลคิลเป็นเส้นตรง (LAS : Linear Alkyl benzene Sulfonate) จะถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ได้ดี เกิดมลพิษน้อย แต่ถ้าหมู่แอลคิลเป็นโซ่กิ่ง (ABS : Alkyl benzene sulfonate) จุลินทรีย์จะย่อยได้ยาก โดยโครงสร้างของผงซักฟอกแต่ละแบบมีดังต่อไปนี้



โครงสร้างของผงซักฟอกประเภทโซเดียมแอลคิลซัลโฟเนต



โครงสร้างของผงซักฟอกประเภท LAS



โครงสร้างของผงซักฟอกประเภท ABS

นอกจากนี้องค์ประกอบอื่นของผงซักฟอก อาจมีส่วนประกอบดังนี้

- บิลเดอร์ (Builder): $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต) มีหน้าที่ทำให้น้ำที่เป็นเบสเกิดการชำระล้างได้ดีขึ้น โดยจะเข้าไปลดความกระด้างของน้ำ แต่มีข้อเสียคือเนื่องจากประกอบด้วยสารประกอบฟอสเฟตจะเป็นอาหารที่ดีของพืชทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตได้เร็วเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม
- อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier): $\text{cellulose-OCH}_2\text{CO}_2^- \text{Na}^+$ มีหน้าที่ ป้องกันไม่ให้ผงซักฟอกตกตะกอน
- สารฟอกขาว (Bleach): NaOCl , Ca(OCl)_2 มีหน้าที่ ทำให้เสื้อผ้าขาวขึ้นเพราะเข้าไปป้องกันการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลสีเมื่อถูกแสงแดด
- สารป้องกันสนิม (Corrosion Inhibitor): $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้โลหะในเสื้อผ้า เช่น กระดุมชิปนั้นเกิดสนิม โดยจะเคลือบฟิล์มบางๆ ไว้

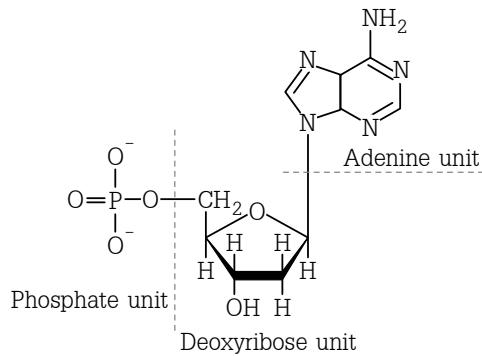
กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid)

กรดนิวคลีอิกเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เป็นพอลิเมอร์ที่พบบนโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์ มีสมบัติเป็นกรด และมีหน้าที่ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนซึ่งนำไปสู่การถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูก แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic acid): DNA ส่วนใหญ่พบในนิวเคลียสของเซลล์ทั่วไปทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม
2. กรดไรโบนิวคลีอิก (Ribonucleic acid): RNA ส่วนใหญ่พบในไซโทพลาซึมและนิวเคลียส เกิดจากการสังเคราะห์ของ DNA ทำหน้าที่สร้างโปรตีนภายในเซลล์

โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ DNA และ RNA

เนื่องจาก DNA และ RNA เป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่และซับซ้อนมาก โดยเกิดจากการหน่วยย่อยๆ มาเรียงต่อกัน เราเรียกหน่วยย่อยๆ ดังกล่าวนั้นว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อยๆ 3 ส่วน ดังนี้



ภาพโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์

1. น้ำตาลไรโบส (ใน RNA) และน้ำตาลดีออกซีไรโบส (ใน DNA) ตามลำดับ



2. เบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหรือ Nitrogenous base (N-base) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ
 - a. เบสพิริมิดีน (Pyrimidine base) ได้แก่ Cytosine (C), Thymine (T), Uracil (U)
 - b. เบสพิวรีน (Purine base) ได้แก่ Adenine (A), Guanine (G)
3. กรด H_3PO_4 หรือ H แตกตัวออกหมดเป็นหมู่ฟอสเฟต

ความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA คือ น้ำตาลที่ไม่เหมือนกันและยังมี N-base ที่ต่างกัน โดยใน DNA จะมี Thymine (T) ในขณะที่ RNA จะมี Uracil (U)

ตัวอย่าง ไบโอดีเซลที่ใช้กันมากในประเทศไทย สามารถเตรียมได้โดยการต้มน้ำมันปาล์มกับเมทานอล หรือเอทานอล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย เมื่อต้มสารในข้อใดกับสารละลาย NaOH แล้วไม่ได้สบู่

- 1) ไบโอดีเซล
- 2) น้ำมันปาล์ม
- 3) กรดไขมัน
- 4) กลิเซอรอล

เฉลย 4) กลิเซอรอล

ตัวอย่าง เมื่อกลูโคสทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์แล้ว เกิดตะกอน Cu_2O กลูโคสเกิดปฏิกิริยาแบบใด

- 1) ปฏิกิริยาควบแน่น
- 2) ปฏิกิริยาการเติม
- 3) ปฏิกิริยารีดักชัน
- 4) ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เฉลย 3) ปฏิกิริยารีดักชัน

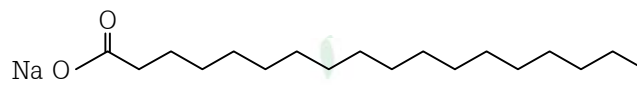


ตัวอย่าง ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสารประกอบเพปไทด์

- 1) ไดเพปไทด์คือสารที่มีจำนวนกรดอะมิโน 2 หน่วย
- 2) ถ้ามีกรดอะมิโน N หน่วย จะต้องมีย่านพันธะเพปไทด์ N-1 พันธะเสมอ
- 3) เป็นพอลิเมอร์แบบควบแน่น
- 4) พอลิเพปไทด์เป็นได้ทั้งพอลิเมอร์แบบเส้นตรง แบบกิ่ง และแบบวง

เฉลย 2) ถ้ามีกรดอะมิโน N หน่วย จะต้องมีย่านพันธะเพปไทด์ N-1 พันธะเสมอ

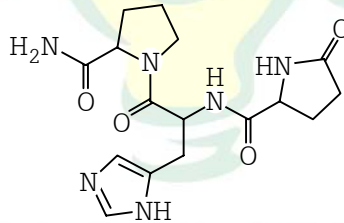
ตัวอย่าง หากนำสบู่ซึ่งมีโครงสร้างดังต่อไปนี้มาเติมสารต่างๆ ลงไป สารในข้อใดที่เกิดปฏิกิริยากับสบู่แล้วได้ตะกอนของกรดไขมันอิ่มตัวกลับคืนมา



- 1) HCl(aq)
- 2) กลีเซอรอล
- 3) เอทานอล
- 4) น้ำกระด้าง

เฉลย 1) HCl(aq)

ตัวอย่าง Thyrotropin-releasing hormone มีโครงสร้างเป็นเพปไทด์สายสั้นๆ ดังภาพ

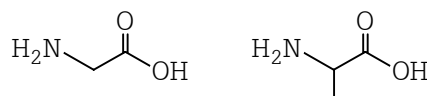


หากฮอร์โมนนี้จำนวน 1 โมล เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสอย่างสมบูรณ์ด้วยสารละลายกรด จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างเป็นกรดอะมิโนที่แตกต่างกันทั้งสิ้นกี่ชนิด

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

เฉลย 3) 3 ชนิด

ตัวอย่าง ถ้านำกรดอะมิโนสองชนิดคือ ไกลซีน และอะลานีน ชนิดละ 1 โมล มาต้มรวมกันโดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้ผลิตภัณฑ์เฉพาะที่เป็นสารประกอบไดเพปไทด์ทั้งสิ้นกี่ชนิด



ไกลซีน (Gly)

อะลานีน (Ala)

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

เฉลย 4) 4 ชนิด

