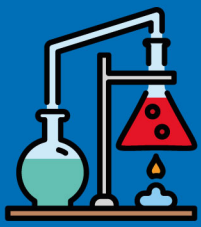
Think Beyond Genius

รวมทุกสูตรเคมี
ที่นักเรียนต้องรู้และจำให้ได้

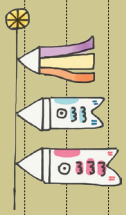


สูตรลัด เคมี ม.ปลาย

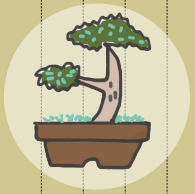
สำหรับทุกการสอบ

เตรียมสอบ A-Level, TPAT, สอบตรงเข้ามหาวิทยาลัย, สอบซิงทุน,
สอบระหว่างภาคเรียนและปลายภาคเรียน

จัดจำหน่ายโดย IDC PREMIER



สารบัญ



อะตอมและตารางธาตุ 7

พันธะเคมี 13

สมบัติของธาตุและสารประกอบ 23

ปริมาณสารสัมพันธ์ 26

ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส 33

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 38

สมดุลเคมี 42

กรด-เบส 45

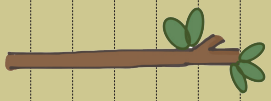
ไฟฟ้าเคมี 52

ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม 59

เคมีอินทรีย์ 70

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ 79

สารชีวโมเลกุล 87

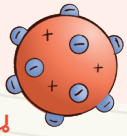


อะตอมและตารางธาตุ

แบบจำลองอะตอม

ดอลตัน

- อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งแยกหรือสร้างขึ้นใหม่ได้และทำลายไม่ได้
- อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ

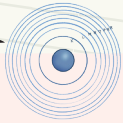


ทอมสัน

- อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมและเป็นกลางทางไฟฟ้า
- อะตอมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนมีประจุเป็นบวกและอนุภาคอิเล็กตรอนมีประจุเป็นลบกระจายอยู่ทั่วไป

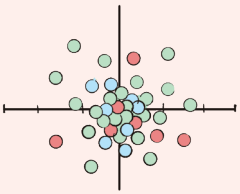
รัทเทอร์ฟอร์ด

- อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนและนิวตรอนรวมอยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส



โบร์

- อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นชั้น ๆ ตามระดับพลังงาน
- อิเล็กตรอนจะคายพลังงานในรูปของแสง



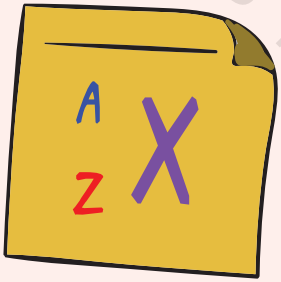
กลุ่มหมอก

- โอกาศที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสมีลักษณะคล้ายกลุ่มหมอก
- อิเล็กตรอนจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน
- กลุ่มหมอกที่มีอิเล็กตรอนระดับพลังงานต่ำจะอยู่บริเวณใกล้กับนิวเคลียส

อนุภาคมูลฐานของอะตอม

อนุภาค	สัญลักษณ์	ชนิดประจุไฟฟ้า	ค่าประจุ (C)	มวล (kg)
อิเล็กตรอน	e^-	-1	1.602×10^{-19}	9.1094×10^{-31}
โปรตอน	p^+	+1	1.602×10^{-19}	1.6726×10^{-27}
นิวตรอน	n	0	0	1.6749×10^{-27}

สัญลักษณ์นิวเคลียร์



A = เลขมวล = จำนวน p^+ + n

Z = เลขอะตอม = จำนวน p^+

X = สัญลักษณ์ของธาตุ

ไอโซโทป = โปรตอนเท่ากัน

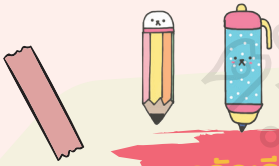
ไอโซโทน = นิวตรอนเท่ากัน

ไอโซบาร์ = เลขมวล (เลขตัวบน) เท่ากัน

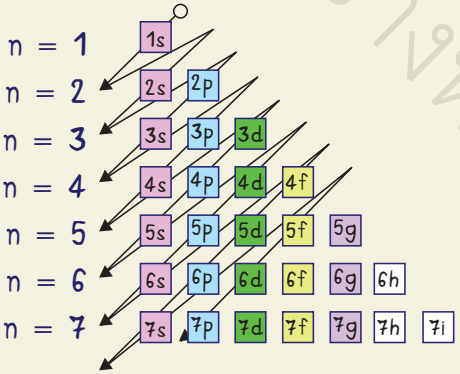
ตัวอย่างหนังสือ

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก

- จำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้สูงสุด คือ $2n^2$ (n = ระดับพลังงาน)
- จัดเรียงอิเล็กตรอนด้วยเลข **2 8 18 32** ตามลำดับ
- เลขตัวสุดท้ายหรือเวเลนซ์อิเล็กตรอนบอก “หมู่”
- จำนวนเลขทั้งหมดบอก “คาบ”
- หากธาตุมีประจุบวกหรือลบให้นำมาหักลบหรือเพิ่มหลังการจัดเรียงอิเล็กตรอนแล้ว



การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย



ลำดับการจัดเรียงอิเล็กตรอน คือ

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^{10}$ $4p^6$ $5s^2$ $4d^{10}$ $5p^6$ $6s^2$ ...

- ผลบวกของเลขบนตัวอักษร s p d f คือ จำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมด
- เลขหน้าออร์บิทัลที่มีค่ามากที่สุดบอก “คาบ”
- การจัดอิเล็กตรอนแบบย่อ จะใช้หมู่ VIIIA มาช่วย

แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุล (พันธะเคมี)

พันธะโลหะ (โลหะ–โลหะ)

สมบัติของโลหะ

- จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง
- นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี
- สามารถนำมาตีให้แผ่ออกเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้
- สะท้อนแสงได้ดี
- เคาะแล้วมีเสียงกังวาน

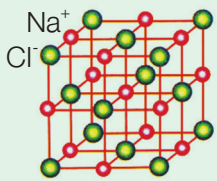
พันธะไอออนิก (โลหะ–อโลหะ)

โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

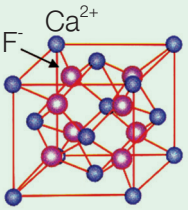
ลักษณะเป็นผลึกทรงลูกบาศก์

ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบเรียงสลับกันเป็นสามมิติแบบต่าง ๆ

สารประกอบไอออนิกไม่มีสูตรโมเลกุล มีแต่สูตรอย่างง่าย (สูตรเอมพิริคัล)



โครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$)



โครงสร้างผลึกของแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2)

ตัวอย่างหนังสือ

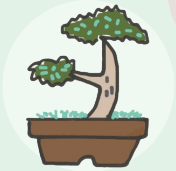
สมบัติของสารประกอบไอออนิก

สารประกอบไอออนิก
ประกอบด้วยไอออนบวก
และไอออนลบยึดเหนี่ยวกัน
อย่างแข็งแรง

เมื่อเป็นของแข็ง
จะไม่นำไฟฟ้า
แต่ถ้านำไปหลอมเหลว
หรือละลายในน้ำ
จะนำไฟฟ้าได้

จุดเดือดและ
จุดหลอมเหลวสูง

มีสถานะเป็นของแข็ง
ที่อุณหภูมิห้อง



พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก

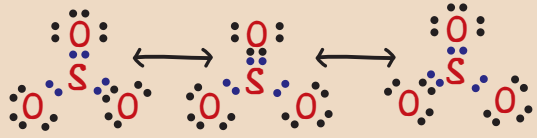
ปฏิกิริยาดูดความร้อน
ΔH จะเป็นบวก

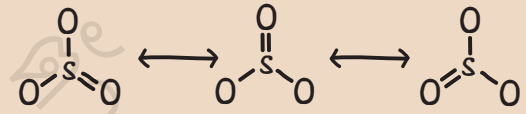
ปฏิกิริยาคายความร้อน
ΔH จะเป็นลบ

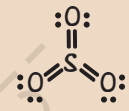
ตัวอย่างหนังสือ

เรโซแนนซ์

ปรากฏการณ์ที่สามารถเขียนสูตรโครงสร้าง
ได้มากกว่า 1 แบบ เช่น SO_3 เกิดเรโซแนนซ์ได้ 3 แบบ



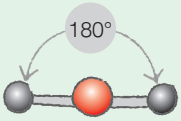
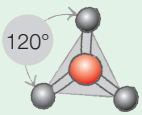




สูตรรวม

รูปร่างของโมเลกุล

โมเลกุลและไอออนที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

สัญลักษณ์	จำนวนพันธะ	รูปร่างของโมเลกุล	ตัวอย่าง
AX_2	2	 เส้นตรง (Linear)	$BeCl_2$, CO_2
AX_3	3	 สามเหลี่ยมแบนราบ (Trigonal Planar)	BF_3, CO_3^{2-}

ปริมาณสารสัมพันธ์

มวลอะตอม

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \sum \frac{(\text{มวลของธาตุ} \times \text{ร้อยละของไอโซโทปที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$

มวลโมเลกุล

$$\text{มวลอะตอมของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลอะตอมของสาร} = \text{ผลรวมของมวลอะตอมของธาตุทุกอะตอม}$$

โมล

$$\text{โมล} = \frac{\text{มวลของสาร (g)}}{\text{มวลโมเลกุล}} = \frac{\text{ปริมาตร } (dm^3) \text{ ที่ STP}}{22.4}$$

$$= \frac{\text{ปริมาตร } (cm^3) \text{ ที่ STP}}{22{,}400} = \frac{\text{จำนวนอนุภาค}}{6.02 \times 10^{24}}$$

ตัวอย่างหนังสือ

สมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลาย

จุดเดือด

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

$$\Delta T_b = K_b \times \frac{w_1 \times 1{,}000}{w_2 \times Mw_1}$$

ΔT_b = ผลต่างของจุดเดือดของสารละลายและตัวทำละลาย (°C)

K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย (°C/(mol/kg))

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

w_1 = มวลของตัวถูกละลาย

w_2 = มวลของตัวทำละลาย

Mw_1 = มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

จุดเยือกแข็ง

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

$$\Delta T_f = K_f \times \frac{w_1 \times 1{,}000}{w_2 \times Mw_1}$$

ΔT_f = ผลต่างของจุดเยือกแข็งของสารละลายและตัวทำละลาย (°C)

K_f = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเดือดของตัวทำละลาย (°C/(mol/kg))

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

w_1 = มวลของตัวถูกละลาย

w_2 = มวลของตัวทำละลาย

Mw_1 = มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

ตัวอย่างหนังสือ

สูตรเคมี

การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร

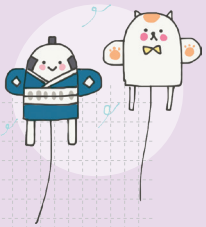
$$\text{ร้อยละของธาตุ A ในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของธาตุ A}}{\text{มวลของสารประกอบ}} \times 100$$

การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย

$$\text{สูตรเอมพิริคัล} = \frac{\text{ปริมาณของสาร}}{\text{มวลอะตอม}} : \frac{\text{ปริมาณของสาร}}{\text{มวลอะตอม}} : \frac{\text{ปริมาณของสาร}}{\text{มวลอะตอม}} : \ldots$$

การคำนวณหาสูตรโมเลกุล

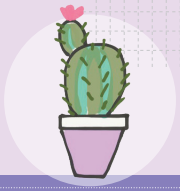
$$\text{สูตรโมเลกุล} = (\text{สูตรเอมพิริคัล})_n$$



สมการเคมี

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

เมื่อ a, b, c และ d คือ สัมประสิทธิ์จำนวนโมล



กรด-เบส

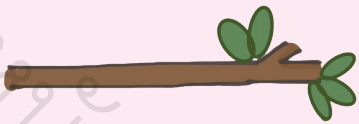
สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

สารละลายอิเล็กโทรไลต์ : แตกตัว นำไฟฟ้าได้

- สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ — แตกตัวได้ 100% นำไฟฟ้าได้ดีมาก
- สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน — แตกตัวได้บางส่วน นำไฟฟ้าได้น้อย

สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ : ไม่แตกตัว ไม่นำไฟฟ้า

ทฤษฎีกรด-เบส



ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส

- **กรด** : ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ H^+
- **เบส** : ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ OH^-

ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

- **กรด** : ให้โปรตอน (H^+) แก่สารอื่น
- **เบส** : รับโปรตอน (H^+) จากสารอื่น

ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอีส

- **กรด** : รับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากสารอื่น
- **เบส** : ให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับสารอื่น

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์

การแตกตัวของกรด-เบส

ร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

% การแตกตัวของกรดอ่อน

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

$$\% \text{ การแตกตัว} = \frac{[H^+] \times 100}{C}$$

% การแตกตัวของเบสอ่อน

$$\% \text{ การแตกตัว} = \sqrt{\frac{K_b}{C}} \times 100$$

$$\% \text{ การแตกตัว} = \frac{[OH^-] \times 100}{C}$$

ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน (K_a) และเบสอ่อน (K_b)

ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน (K_a)

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{C}$$

ค่าคงที่การแตกตัวของเบสอ่อน (K_b)

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C}$$

อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
ไทมอลบลู	1.2-2.8, 8.0-9.6	แดง-เหลือง, เหลือง-น้ำเงิน
เมทิลออเรนจ์	3.2-4.4	แดง-เหลือง
เมทิลเรด	4.2-6.2	แดง-เหลือง
ลิตมัส	5.0-8.0	แดง-น้ำเงิน
โบรโมไทมอลบลู	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน
ฟีนอลเรด	6.8-8.4	เหลือง-แดง
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10.0	ไม่มีสี-แดง

การไทเทรต กรด-เบส

$$aC_1V_1 = bC_2V_2$$

a, b = จำนวนโมลของ H^+ และ OH^-

C_1, C_2 = ความเข้มข้นของกรดและเบส (mol/L)

V_1, V_2 = ปริมาตรของกรดและเบส (L)

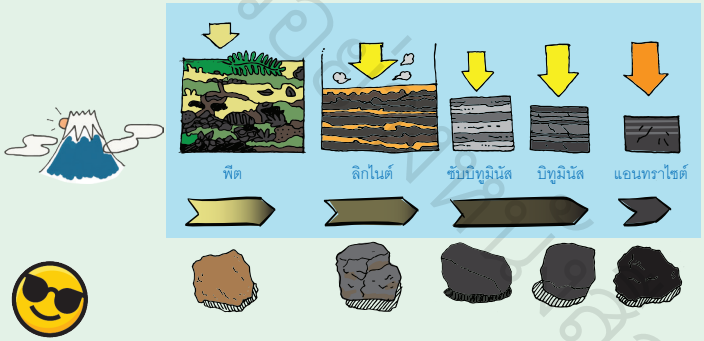
ตัวอย่างหนังสือ

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

ถ่านหิน

การเกิดถ่านหิน

- เกิดจากการทับถมของซากพืชภายใต้แหล่งน้ำและโคลน เป็นระยะเวลาหลายปี
- ต้องเกิดในสภาวะความร้อนและความดันที่สูง ซึ่งเป็นภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำ
- ซากพืชเหล่านี้จะจมลึกลงไปในผิวโลก แล้วเกิดย่อยสลายอย่างช้า ๆ



พลังงานความร้อน : แอนทราไซต์ > บิทูนิมัส > ซับบิทูนิมัส > ลิกไนต์ > พีต

การใช้ประโยชน์จากถ่านหิน

- เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนให้ความอบอุ่น
- เป็นเชื้อเพลิงในการถลุงทองแดง, โลหะ
- ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า, ปูนซีเมนต์
- ใช้ทำคาร์บอนไฟเบอร์ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความแข็งแกร่งแต่น้ำหนักเบา
- ใช้ทำถ่านกัมมันต์เพื่อใช้เป็นสารดูดซับกลิ่นในเครื่องกรองน้ำ หรือเครื่องกรองอากาศ

หินน้ำมัน

การเกิดหินน้ำมัน

- เกิดจากการสะสมและทับถมตัวของซากพืชซากสัตว์
- ต้องเกิดในสภาวะที่ออกซิเจนมีปริมาณจำกัด อุณหภูมิสูง
- สารอินทรีย์ในซากพืชซากสัตว์เหล่านั้นเปลี่ยนเป็นสารประกอบเคอโรเจน ผสมคลุกเคล้ากับตะกอนดินทรายที่ถูกอัดแน่นกลายเป็นหินน้ำมัน

การใช้ประโยชน์จากหินน้ำมัน

- ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง พลังงานความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้นี้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้
- กากจากการเผาหินน้ำมัน สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างได้

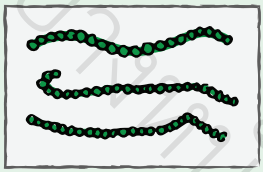
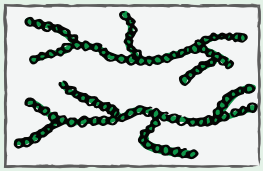
ตัวอย่างหนังสือ

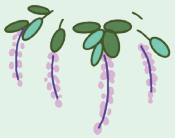
พอลิเมอร์

ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์

- ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม (Addition polymerization)
- ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น (Condensation polymerization)

โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์

ชนิดของพอลิเมอร์	โครงสร้าง	คุณสมบัติ
พอลิเมอร์แบบเส้น (Chain length polymer)		• มอนอเมอร์ต่อเป็นสายยาว • มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง • มีลักษณะแข็ง ขุ่น เหนียว
พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymer)		• มอนอเมอร์ยึดติดกัน แตกกิ่งก้านสาขา มีทั้งโซ่สั้นและโซ่ยาว • มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำ • ยืดหยุ่นได้ ความเหนียวต่ำ โครงสร้างเปลี่ยนรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น



ตัวอย่างหนังสือ