บทที่ 5

หลักสูตรวิชาเคมี

5.1 หลักสูตรวิชาเคมีสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิชาเคมี มีการทดลองเป็นรากฐานสำคัญ การเรียนรู้ทฤษฎีเพียงอย่างเดียวยังไม่เป็นการเพียงพอ ต้องสามารถทำเป็นหรือปฏิบัติเป็นอีกด้วย มิฉะนั้นแล้วความรู้ที่เรียนมาจะไม่มีประโยชน์แต่อย่างใด การเรียนการสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ผสมผสานทฤษฎีและการทดลองให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน โดยเน้นที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง สังเกต บันทึก รวบรวมข้อมูล แล้วสรุป และสร้างกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

หัวข้อการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

5.1.1 การทดลองที่ 1.1 การเกือดของสารละลายและสารบริสุทธิ์
5.1.2 การทดลองที่ 1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย
5.1.3 การทดลองที่ 1.3 การสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ
5.1.4 การทดลองที่ 1.4 การแยกสารด้วยวิธีโครมาโตกราฟี
5.1.5 การทดลองที่ 1.5 พลังงานกับสารละลาย
5.1.6 การทดลองที่ 1.6 พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี
5.1.7 การทดลองที่ 2.1 การศึกษามวลของสารในระบบ
5.1.8 การทดลองที่ 2.2 ปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับกำมะถัน
5.1.9 การทดลองที่ 2.3 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบในเลด(2)ไอโอไดด์
5.1.10 การทดลองที่ 2.4 การศึกษาปริมาณของก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจนมอนอ็อกไซด์

5.1.11 การทดลองที่ 2.5 การประมาณขนาดของโมเลกุลของกรดโอเลอิค

5.5.12 การทดลองที่ 3.1 การเตรียมสารละลาย

5.1.13 การทดลองที่ 4.1 การศึกษาคุณสมบัติก๊าซ

5.1.14 การทดลองที่ 4.2 การแพร่ของอัมโมเนียและไฮโดรเจนคลอไรด์

5.1.15 การทดลองที่ 4.3 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

5.1.16 การทดลองที่ 4.4 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

5.1.17 การทดลองที่ 4.5 สารละลายและคอลลอยด์

5.1.18 การทดลองที่ 4.6 สมบัติบางประการของคอลลอยด์

5.1.19 การทดลองที่ 5.1 การศึกษาสมบัติบางประการของเหล็ก ถ่านไม้ และแกรไฟต์

5.1.20 การทดลองที่ 5.2 การเตรียมผลึกของกำมะถัน

5.1.21 การทดลองที่ 5.3 การเตรียมผลึกของโลหะ

5.1.22 การทดลองที่ 5.4 การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์

5.2 <u>ทฤษฎีเคมีที่อ้างถึงในโปรแกรมงานวิจัย</u>

5.2.1 สารและการเปลี่ยนแปลง

5.2.1.1 สารบริสุทธิ์ คือ สารที่มีองค์ประกอบที่แน่นอนตายตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่แน่นอนโดยตลอด สารบริสุทธิ์ไม่สามารถแบ่งแยกออกเป็นสารที่ง่ายลงไปอีกโดยวิธีทางกายภาพ เช่น การกรอง การกลั่น หรือการระเหย นอกจากนี้ สารบริสุทธิ์ยังเป็นสารเนื้อเดียว ซึ่งหมายถึงมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอดด้วยตาเปล่า สารบริสุทธิ์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

5.2.1.1.1 ธาตุ คือ สารบริสุทธิ์ซึ่งประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียว ธาตุไม่สามารถถูกแยกออกเป็นสารบริสุทธิ์ต่อไปได้อีกโดยวิธีทางเคมี หรือทางกายภาพธรรมดา

5.2.1.1.2 สารประกอบ คือ สารที่ประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิด หรือมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่แน่นอนโดยตลอด

5.2.1.2 ของผสม คือ สสารที่ประกอบด้วยสาร 2 สาร หรือมากกว่า 2 สาร สัดส่วนของสารในของผสมไม่แน่นอนตายตัว กล่าวคือ สารต่าง ๆ อาจผสมกันอยู่ในสัดส่วนเท่าใดก็ได้ ของผสมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

5.2.1.2.1 ของผสมเนื้อเดียว องค์ประกอบต่าง ๆ ปรากฏแตกต่างกันอย่างเด่นชัด สามารถบอกด้วยตาเปล่าได้ว่าเป็นสารต่างชนิดกันผสมอยู่

5.2.1.2.2 ของผสมเนื้อเดียว องค์ประกอบต่าง ๆ ผสมกันอย่างแนบสนิท จนไม่สามารถบอกได้ด้วยตาเปล่าว่ามีสารต่างชนิดกันผสมอยู่ เช่น อากาศ ของผสมเนื้อเดียวนิยมเรียกว่า สารละลาย และมีคุณสมบัติแปรผันไปตามปริมาณของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

5.2.1.3 การแยกของผสม หรือการทำให้สารบริสุทธิ์ สามารถทำได้โดยวิธีทางกายภาพ ดังนี้

5.2.1.3.1 การกรอง วิธีนี้ใช้แยกของผสมเนื้อผสมหรือแยกผลึกของแข็งออกจากตัวทำละลาย โดยใช้กระดาษกรองธรรมดา

5.2.1.3.2 การกลั่น ใช้หลักการระเหยเป็นไอและการควบแน่น เมื่อให้ความร้อนกับสารที่ระเหยง่าย (สารที่มีความดันไอสูง) สารนั้นจะระเหยเป็นไอ เมื่อไอนี้เย็นตัวลงจะควบแน่นเป็นของเหลวอีก ถ้าในกรณีที่ของผสมมีสารที่ระเหยง่ายหลาย ๆสารเป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำมันปิโตเลียม อาจแยกสารองค์ประกอบนั้นได้โดยใช้ลำกระบอกแบบลำดับส่วน การกลั่นที่ใช้อุปกรณ์ลำกระบอกแบบลำดับส่วนนี้เรียกว่า การกลั่นแบบลำดับส่วน

5.2.1.3.3 การตกผลึก เป็นวิธีทำให้สารที่เป็นของแข็ง ซึ่งมีสิ่งเจือปนอยู่ให้บริสุทธิ์ โดยใช้หลักว่า สารต่างชนิดกันความสามารถในการละลายต่างกันในตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่างกัน

5.2.1.3.4 โครมาโตกราฟี (Chromatography) เป็นการแยกสารโดยใช้หลักการดูดซับและคายออกของสารบนวัตถุที่เรียกว่า ตัวดูดซับ เนื่องจากสารต่างชนิดกันย่อมมีคุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน ดังนั้น เมื่อให้สารผสมผ่านตัวดูดซับ อัตราการดูดซับและการคายออกย่อมแตกต่างกัน ซึ่งทำให้สารเหล่านั้นถูกแยกจากกันได้

5.2.2 ปริมาณสารสัมพันธ์

5.2.2.1 สัญลักษณ์เคมี

อะตอมเป็นอนุภาคพื้นฐานที่เล็กที่สุดของธาตุ ธาตุชนิดเดียวกันมีอนุภาคพื้นฐานที่เหมือนกันทุกประการ ธาตุต่าง ๆ ที่ค้นพบจนถึงปัจจุบันมี 105 ธาตุ ซึ่งในจำนวนนี้มีมากกว่า 15 ธาตุ เป็นธาตุที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการ และส่วนใหญ่เป็นธาตุที่ไม่เสถียร

การเขียนสัญลักษณ์ธาตุ ในกรณีที่เป็นอักษรตัวเดียว ใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ แต่ในกรณีที่เป็นอักษร 2 ตัว อักษรตัวแรก ใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ ส่วนอักษรตัวที่สองใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก

5.2.2.2 สูตรเคมี คือ หมู่สัญลักษณ์ธาตุ ที่บอกให้ทราบว่า สารนั้นมีธาตุอะไรบ้างเป็นองค์ประกอบ และธาตุนั้นมีกี่อะตอม สูตรเคมีสามารถเขียนได้ 3 แบบ คือ

5.2.2.2.1 สูตรอย่างง่าย คือ สูตรที่บอกถึงอัตราส่วนขั้นต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในสารประกอบ

5.2.2.2.2 สูตรโมเลกุล คือ สูตรที่บอกถึงจำนวนอะตอมที่แท้จริงในโมเลกุลนั้น

5.2.2.2.3 สูตรโครงสร้าง คือ สูตรที่บอกถึงรายละเอียดว่า อะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุลจับกันอย่างไร หรือเกิดพันธะกันอย่างไร

5.2.3 สมการเคมี

5.2.3.1 ความหมาย

สมการเคมี คือ ภาษาย่อที่ใช้เพื่อแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยแสดงสารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ด้วยสูตรเคมี และสมการที่สมดุลจะเป็นไปตามกฎทรงมวล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.3.2 การคำนวณโดยใช้สมการเคมี

สมการที่สมดุลแล้ว จะบอกถึงความสัมพันธ์ของปริมาณของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากับปริมาณของสารที่เป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจากสมการเคมี ถ้าทราบว่า ใช้สารตั้งต้นปริมาณเท่าใด (โมล หรือ มวล หรือปริมาตรในกรณีที่เป็นก๊าซ) แล้วสามารถคาดการณ์ ได้ว่า ควรจะได้สารผลิตภัณฑ์ปริมาณเท่าใด ในทางกลับกัน ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์ปริมาณหนึ่ง สามารถคำนวณได้ว่าควรใช้สารตั้งต้นเท่าใด

5.2.4 ความเข้มข้นของสารละลาย

5.2.4.1 สารละลาย เป็นสารเนื้อเดียวที่ตัวถูกละลาย และตัวทำละลาย ผสมกันได้อย่างสนิท มองด้วยตาเปล่าไม่สามารถบอกได้ว่า ตัวทำละลายนั้นมีตัวถูกละลาย ละลายอยู่

5.2.4.2 ความเข้มข้น โมล/ลิตร ของสารละลาย เป็นวิธีการระบุความเข้มข้นของสารละลาย โดยบอกจำนวนของตัวถูกละลายหน่วยเป็นโมล ต่อสารละลายปริมาตร 1 ลิตร โดยที่

$$\text{โมลตัวถูกละลาย} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย}}$$

5.2.5 การแพร่ของก๊าซ

โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ตลอดเวลา ด้วยความเร็วเฉลี่ยคงที่ ขณะที่โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ โมเลกุลของก๊าซจะชนซึ่งกันและกันตลอดเวลา ดังนั้นโมเลกุลของก๊าซจึงมีโอกาสเดินเป็นเส้นตรงได้ในช่วงสั้น ๆ แต่อย่างไรก็ตามย่อมมีทิศทางเฉพาะทิศทางหนึ่งที่ตั้งได้ฉากกับโมเลกุลที่มีความเร็ว และอัตราการแพร่กระจายของก๊าซ เป็นสัดส่วนกับความเร็วโมเลกุล เพราะฉนั้น ถ้าหากก๊าซ 2 ชนิด มีอัตราการฟุ้งกระจายเป็น D_1 และ D_2 สามารถเขียนความสัมพันธ์เป็นสูตรได้ว่า

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

เมื่อ C_1 และ C_2 เป็นความเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของก๊าซ แต่เนื่องจากความเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลก๊าซ เป็นสัดส่วนกลับกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุล ดังนั้นที่อุณหภูมิคงที่ อัตราส้มพัทธ์ของการแพร่ก๊าซ 2 ชนิด สามารถเขียนได้ว่า

$$\frac{D_1}{D_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

5.2.6 การจัดตัวของโมเลกุล

5.2.6.1 การจัดตัวของโมเลกุลของของเหลว

เมื่อลดอุณหภูมิและเพิ่มความดันให้ก๊าซ โมเลกุลจะเคลื่อนที่ช้าลง และอยู่ใกล้กันมากขึ้น ทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล ซึ่งเมื่อลดอุณหภูมิและเพิ่มความดันจนถึงสภาวะหนึ่ง ก๊าซจะกลายเป็นของเหลว ขณะที่เป็นของเหลวนั้น โมเลกุลจะอยู่ใกล้กันมาก แต่อยู่เป็นกลุ่ม ๆ อย่างไม่มีระเบียบ ระหว่างกลุ่มมีที่ว่างอยู่ทั่วไป ทำให้โมเลกุลของของเหลว เคลื่อนที่ไปมาได้ในระยะทางใกล้ ๆ และเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล รวมทั้งแรงดึงดูดโลกที่กระทำต่อของเหลว ของเหลวจึงไหลได้ มีรูปร่างไม่แน่นอน เป็นไปตามภาชนะที่บรรจุ

5.2.6.2 การจัดตัวของโมเลกุลของของแข็ง

โมเลกุลของของแข็งจะอยู่ชิดกันมากกว่าของเหลว และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของแข็งมีมากกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของของเหลว ของแข็งจึงมีรูปร่างแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ

5.2.7 ตารางธาตุ

ธาตุที่อยู่ในช่องแนวนอนเดียวกันเรียกว่า อยู่ในคาบเดียวกัน และธาตุที่อยู่ในช่องแนวดิ่งเดียวกัน เรียกว่า อยู่ในหมู่เดียวกัน

ลักษณะการจัดหมวดหมู่ธาตุในตารางธาตุ เรียงตามลำดับเลขอะตอม เนื่องจากเลขอะตอมของธาตุบอกให้ทราบถึงจำนวนอีเลคตรอนของธาตุนั้น รวมทั้งการจัดอีเลคตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ นอกจากนี้คุณสมบัติในตารางธาตุยังแสดงถึงความ

สัมพันธ์ของมวล จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความถ่วงจำเพาะ ค่าพลังงานอิออนไนเซชั่นลำดับที่หนึ่ง และค่าอีเลคโตรเนกาติวิตี

พลังงานอิออนไนเซชั่นลำดับที่หนึ่ง คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้อีเลคตรอน หลุดจากอะตอมในลักษณะก๊าซ

ค่าอีเลคโตรเนกาติวิตี คือ ค่าแสดงความสามารถในการดึงดูดอีเลคตรอนของธาตุต่าง ๆ ที่รวมเป็นสารประกอบ ธาตุที่มีค่าอีเลคโตรเนกาติวิตีสูง จะสามารถดึงดูดอีเลคตรอนได้ดีกว่าธาตุที่มีค่าอีเลคโตรเนกาติวิตีต่ำ

5.2.8 รัศมีนิวเคลียส และค่าพลังงานยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส

โครงสร้างของอะตอม ประกอบด้วยนิวเคลียส ในนิวเคลียสประกอบด้วย โปรตรอนและนิวตรอน ขนาดของนิวเคลียสมีค่าประมาณ 10^{-12} เซนติเมตร และขนาดของอะตอมของนิวเคลียส มีค่าประมาณ 10^{-8} เซนติเมตร

ความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีนิวเคลียส (R) กับจำนวนนิวคลีออน (A) (นิวคลีออน = โปรตรอน +นิวตรอน) เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$R = r_o A^{1/3}$$

(ค่า r_o คือ ค่าคงที่ มีค่า 1.4×10^{-13} เซนติเมตร)

พลังงานที่ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนเข้าด้วยกันในนิวเคลียส มีค่า

$$= 14.0A - 13.1A^{2/3} - \frac{.585Z(Z-1)}{A^{1/3}} - \frac{18.1(A-2Z)^2}{A} + \frac{D}{A}$$

โดยที่ ค่า D ขึ้นกับสัดส่วนระหว่างโปรตรอน และ นิวตรอน

ถ้าสัดส่วน โปรตรอนต่อนิวตรอน เป็น คู่ต่อคู่ ค่า D = 132
ถ้าสัดส่วน โปรตรอนต่อนิวตรอน เป็น คี่ต่อคู่ ค่า D = 0
ถ้าสัดส่วน โปรตรอนต่อนิวตรอน เป็น คู่ต่อคี่ ค่า D = 0
ถ้าสัดส่วน โปรตรอนต่อนิวตรอน เป็น คี่ต่อคี่ ค่า D = 132