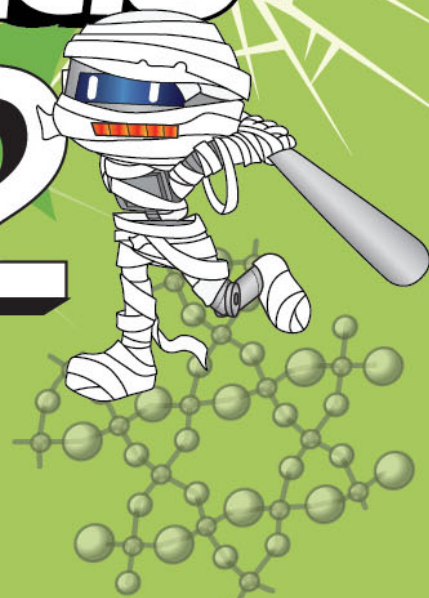


ดังตัก วิทยาศาสตร์ ม.2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ.2551

เล่ม 1-2



ประกอบด้วย

- ★ สรุปเนื้อหาที่เข้าใจง่าย
- ★ แนวข้อสอบพร้อมเฉลย แต่ละเอียดอย่างละเอียด
- ★ เตรียมตัวสอบเพื่อให้ได้คะแนนสูงสุด

รองศาสตราจารย์ ดร. สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี

วท.บ. (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M.S. (Organic Chemistry) Oregon State University, USA

Ph.D. (Mass Spectrometry) Adelaide University, South Australia

C.I.S. Karlsruhe University, West Germany

รองศาสตราจารย์ วิทัศน์ จันทร์โพธิ์ศรี

(วท.ม. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560)

สมเด็จ

วิทยาศาสตร์

ม. 2 เล่ม 1-2

ประกอบด้วย

- ※ เนื้อหาที่เข้าใจง่าย
- ※ แนวข้อสอบพร้อมเฉลย แต่ละบทอย่างละเอียด
- ※ เตรียมตัวสอบเพื่อให้ได้คะแนนสูงสุด
- ※ เตรียมสอบเข้าสถาบันการศึกษาต่างๆ

รองศาสตราจารย์ ดร. สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี

วท.บ. (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M.S. (Organic Chemistry) Oregon State University, USA

Ph.D. (Mass Spectrometry) Adelaide University, South Australia

C.I.S. Karlsruhe University, West Germany

ร.ศ. วิทัศน์ จันทร์โพธิ์ศรี

(วท.ม. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ.2558

ดีแทค

วิทยาศาสตร์

ม.2 เล่ม 1-2

ม.2
เล่ม
1

ผู้เรียบเรียง : ร.ศ. ดร. สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี
ร.ศ. วิทนต์ จันทร์โพธิ์ศรี



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล เอ
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



กองบรรณาธิการ : อรศรี โรจน์พจนรัตน์, อมรศักดิ์ บุญเรือง, ณิชฐ์นิน ลูกเสือธิดา, สธภาพ พุทธิธิพร,
พิรุณนิชา ไบสุวรรณ, มนชญา กมลวานนท์, ทิวัตต์ มหกฤติยาธร

จัดพิมพ์โดย : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด
12 หม่อมแฝ้ว แยก 3 ถนนพระราม 6 (ซอย 41) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร 02-279-6222 โทรสาร 02-279-6203-4

พิมพ์ที่ : บริษัท เรืองแสงการพิมพ์ (2002) จำกัด
48/1722 หมู่ 7 ซอยหมู่บ้าน ดี.เค. ถนนกาญจนาภิเษก แขวงบางบอน เขตบางบอน กรุงเทพฯ 10150

ผู้พิมพ์ - ผู้โฆษณา
นายมานิตย์ พิภพวิญญู



คำนำ



ม.2
เล่ม
1

หนังสือ “**ติแตกวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 1-2**” จัดทำขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สารละลาย ร่างกายของมนุษย์ การเคลื่อนที่และแรง งานและพลังงาน การแยกสารและการนำไปใช้ โลกและการเปลี่ยนแปลง ทรัพยากรพลังงาน หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยคำอธิบายที่เป็นสาระสำคัญ มีแบบฝึกหัดและเฉลย และแนวข้อสอบพร้อมเฉลยทุกบทเรียน

ฝ่ายจัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียน ช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาของแต่ละบทเป็นอย่างดี และช่วยให้ผู้เรียนเตรียมตัวสอบเพื่อให้ได้คะแนนสูงสุด สามารถสอบเข้าสถาบันการศึกษาต่างๆ ตามที่ผู้เรียนปรารถนา

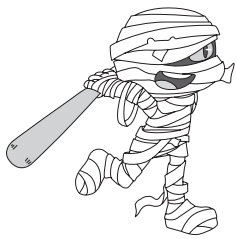
หากมีข้อเสนอแนะประการใดที่จะทำให้หนังสือเล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โปรดแจ้งให้ผู้เรียบเรียงทราบด้วยจักขอบคุณยิ่ง

ด้วยความปรารถนาดี

ฝ่ายเรียบเรียง

ร.ศ.ดร. สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี

ร.ศ.วิทัศน์ จันทรโพธิ์ศรี



สารบัญ

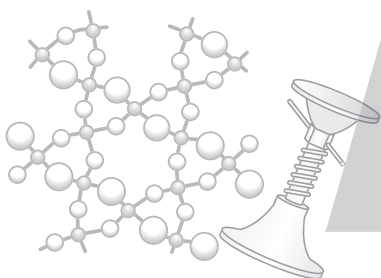
ม.2 เล่ม 1

หน่วยที่ 1	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	7
หน่วยที่ 2	สารละลาย	11
บทที่ 1	องค์ประกอบของสารละลายและปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้	12
เรื่องที่ 1	องค์ประกอบของสารละลาย	12
เรื่องที่ 2	สภาพละลายได้และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้	13
	แบบฝึกหัดท้ายบท	15
บทที่ 2	ความเข้มข้นของสารละลาย	18
เรื่องที่ 1	ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	18
	แบบฝึกหัดท้ายบท	22
	แนวข้อสอบหน่วยที่ 2 สารละลาย	26
หน่วยที่ 3	ร่างกายของมนุษย์	36
บทที่ 1	ระบบอวัยวะในร่างกายของเรา	37
เรื่องที่ 1	ระบบหมุนเวียนเลือด	37
เรื่องที่ 2	ระบบหายใจ	44
เรื่องที่ 3	ระบบขับถ่าย	47
เรื่องที่ 4	ระบบประสาท	50
เรื่องที่ 5	ระบบสืบพันธุ์	53
	แบบฝึกหัดท้ายบท	66
	แนวข้อสอบหน่วยที่ 3 ร่างกายของมนุษย์	71
หน่วยที่ 4	การเคลื่อนที่และแรง	80
บทที่ 1	การเคลื่อนที่	81
เรื่องที่ 1	ตำแหน่งของวัตถุ ระยะทาง และการกระจัด	82
เรื่องที่ 2	อัตราเร็วและความเร็ว	86
	แบบฝึกหัดท้ายบท	91
บทที่ 2	แรงในชีวิตประจำวัน	95
เรื่องที่ 1	แรงลัพธ์	95
เรื่องที่ 2	แรงเสียดทาน	100
เรื่องที่ 3	แรงและความดันของของเหลว	102
เรื่องที่ 4	แรงพยางหรือแรงลอยตัว	104
เรื่องที่ 5	โมเมนต์ของแรง	107
เรื่องที่ 6	แรงและสนามของแรง	110
	แบบฝึกหัดท้ายบท	116
	แนวข้อสอบหน่วยที่ 4 การเคลื่อนที่และแรง	120



ม.2 เล่ม 2

หน่วยที่ 5 งานและพลังงาน	132
บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย	133
เรื่องที่ 1 งานและกำลัง	133
เรื่องที่ 2 เครื่องกลอย่างง่าย	137
แบบฝึกหัดท้ายบท	141
บทที่ 2 พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน	144
เรื่องที่ 1 พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์	144
เรื่องที่ 2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน	146
แบบฝึกหัดท้ายบท	148
แนวข้อสอบหน่วยที่ 5 งานและพลังงาน	151
หน่วยที่ 6 การแยกสารและการนำไปใช้	158
บทที่ 1 การแยกสารและการนำไปใช้	159
เรื่องที่ 1 วิธีการแยกสาร	159
เรื่องที่ 2 การนำความรู้เรื่องการแยกสารไปใช้ประโยชน์	164
แบบฝึกหัดท้ายบท	166
แนวข้อสอบหน่วยที่ 6 การแยกสารและการนำไปใช้	170
หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง	177
บทที่ 1 โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก	178
เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก	178
เรื่องที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก	181
แบบฝึกหัดท้ายบท	186
บทที่ 2 ดินและน้ำ	188
เรื่องที่ 1 ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน	188
เรื่องที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	193
แบบฝึกหัดท้ายบท	198
บทที่ 3 ภัยธรรมชาติบนผิวโลก	203
เรื่องที่ 1 ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และการกัดเซาะชายฝั่ง	203
เรื่องที่ 2 ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด	204
แบบฝึกหัดท้ายบท	206
แนวข้อสอบหน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง	208
หน่วยที่ 8 ทรัพยากรพลังงาน	214
บทที่ 1 แหล่งพลังงาน	215
เรื่องที่ 1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	215
เรื่องที่ 2 พลังงานทดแทน	222
แบบฝึกหัดท้ายบท	227
แนวข้อสอบหน่วยที่ 8 ทรัพยากรพลังงาน	229



ม.2 เล่ม 1

หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 2 สารละลาย

บทที่ 1 องค์ประกอบของสารละลายและปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้

บทที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย

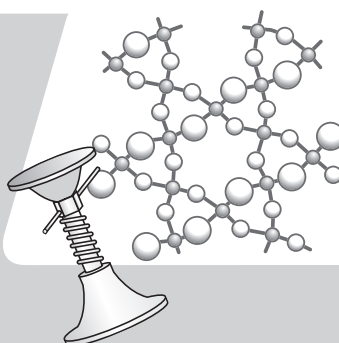
หน่วยที่ 3 ร่างกายของมนุษย์

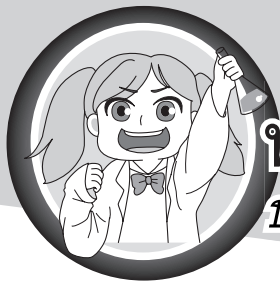
บทที่ 1 ระบบอวัยวะในร่างกายของเรา

หน่วยที่ 4 การเคลื่อนที่และแรง

บทที่ 1 การเคลื่อนที่

บทที่ 2 แรงในชีวิตประจำวัน





หน่วยที่ 1

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะตอม อนุภาคพื้นฐานของอะตอม โมเลกุลมาก่อน แต่นักเรียนทราบหรือไม่ว่า องค์ความรู้ดังกล่าวจะต้องผ่านกระบวนการคิด การค้นพบ และกระบวนการใดบ้าง

นักวิทยาศาสตร์ในสมัยโบราณมีแนวคิดที่ว่า เมื่อนำสารมาแบ่งย่อยลงไปเรื่อยๆ จะได้อนุภาคชนิดหนึ่ง มีขนาดเล็กมากและไม่สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก นักปรัชญากรีก ดิโมคริตัส (ก่อนปีพุทธศักราช ประมาณ 460 – 370 ปี) ให้ชื่ออนุภาคที่เล็กที่สุดนี้ว่า **อะตอม** (อะตอมมาจากภาษากรีก tomos หมายถึง แยก คำนำหน้า a หมายถึง สมบัติที่ตรงกันข้าม ดังนั้น atomos จึงหมายถึง แยกไม่ได้) โดยที่ นักวิทยาศาสตร์ไม่เคยมองเห็นอะตอมมาก่อน จึงได้พยายามสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นตามแนวคิดที่ได้ จากการสังเกต และจากผลข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลัก ดังนั้นจึงมีแบบจำลองอะตอมหลายรูปแบบ และปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ตามผลข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าใหม่ๆ มาสนับสนุน

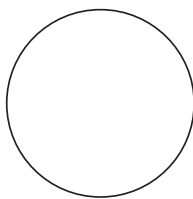
โครงสร้างอะตอมของจอห์น ดอลตัน แบบจำลองอะตอมของทอมสัน แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และแบบจำลองอะตอมของโบร์ ทำให้ได้ข้อสรุปว่าโครงสร้างอะตอมในปัจจุบันเป็นเช่นไร

จอห์น ดอลตัน

จอห์น ดอลตัน เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ พ.ศ. 2319 – 2387 (ค.ศ. 1776 – 1844) เป็นคนแรกที่เสนอทฤษฎีอะตอม โดยใช้ข้อมูลที่เป็นผลจากการทดลองทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของสารมา ประมวลแนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม

ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน มีใจความสำคัญบางส่วนว่า สารประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ที่แบ่งแยกอีก ไม่ได้ เรียกว่า **อะตอม** ธาตุทุกชนิดประกอบด้วยอะตอม โดยอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีมวลเท่ากัน อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลต่างกัน

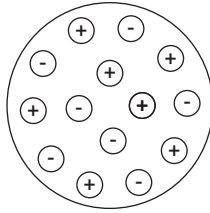
จากทฤษฎีอะตอมของดอลตัน สามารถสรุปเป็นแบบจำลองอะตอม ดังแสดง



ภาพ 1.1 แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

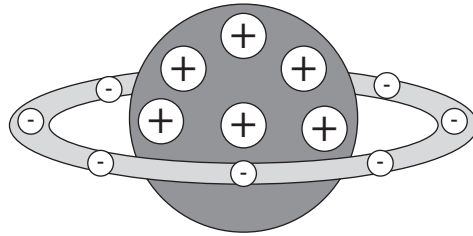
จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองการนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดปล่อยประจุของครูกส์ (วิลเลียม ครูกส์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ) ทำให้ทอมสันเสนอแนวคิดแบบจำลองอะตอม โดยเสนอว่าอะตอมมีลักษณะเป็นหมอกทรงกลมประจุไฟฟ้าบวก มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับประจุบวกฝังอยู่ จึงทำให้อะตอมมีสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า ดูในภาพ 1.2

ม.2
เล่ม
1



หมอกประจุบวกมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากันฝังอยู่ ทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า
ภาพ 1.2 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

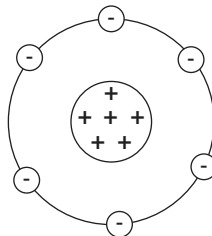
พ.ศ. 2447 ฮานทาโร นากาโอกะ นักฟิสิกส์ชาวญี่ปุ่นมีแนวคิดที่ว่า อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบไม่สามารถกระจายอยู่ในอะตอมร่วมกับอนุภาคที่มีประจุบวกได้ เขาจึงเสนอแบบจำลองอะตอมที่มีลักษณะคล้ายกับดาวเสาร์ โดยศูนย์กลางอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกขนาดใหญ่ และมีอิเล็กตรอนจำนวนมากเคลื่อนที่โดยรอบ



ภาพ 1.3 แบบจำลองอะตอมของนากาโอกะ

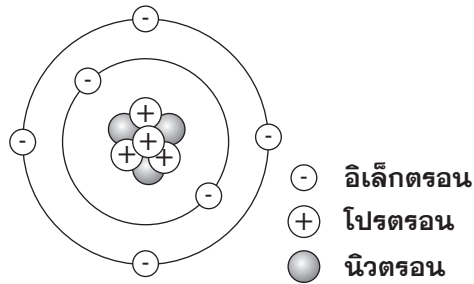
จากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบางๆ ในปี พ.ศ. 2454 (ค.ศ. 1911) ทำให้สรุปได้ว่า

1. อะตอมมีศูนย์กลางของประจุบวก หรือเป็นที่รวมของโปรตอน ซึ่งเรียกว่า นิวเคลียสของอะตอม
2. นิวเคลียสเป็นแหล่งรวมมวลของอะตอม
3. อิเล็กตรอนไม่ได้อยู่ในนิวเคลียส แต่อยู่รอบๆ นิวเคลียส แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ดังแสดงในภาพ 1.4



ภาพ 1.4 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

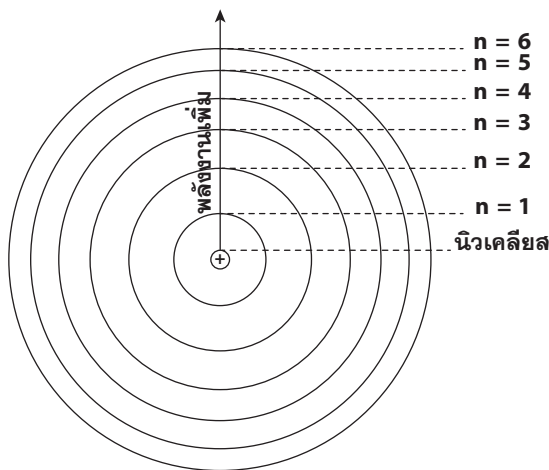
พ.ศ. 2475 เจมส์ แชดวิก ได้ค้นพบว่าน้ำหนักอะตอมของฮีเลียมหนักกว่าที่ควรจะเป็นถึง 2 เท่า เขาจึงเสนอว่าที่นิวเคลียสของอะตอมจะต้องมีอีกอนุภาคที่เป็นกลาง ซึ่งต่อมาเรียกว่า นิวตรอน



ภาพ 1.5 แสดงนิวเคลียสมีอิเล็กตรอน โปรตรอน และนิวตรอน

จากการศึกษาสเปกตรัมของสารทำให้นิลส์ โบร์ (Niels Bohr) ได้แบบจำลองอะตอม โดยกล่าวว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสและอยู่ในระดับพลังงานที่กำหนดแน่นอน หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า อะตอมมีระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงานของอิเล็กตรอนจะมีค่าพลังงานเฉพาะและมีหลายระดับพลังงาน คล้ายๆ กับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนรอบที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด มีพลังงานต่ำสุด เป็นชั้น K และชั้นถัดๆ ไปเป็น L, M, N ตามลำดับ

ปัจจุบันเรียกระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดว่าระดับพลังงาน $n = 1$ และเรียกระดับพลังงานที่อยู่ถัดไปเป็น $n = 2$, $n = 3$ ตามลำดับ ซึ่งตรงกับชั้น K, L, M



ภาพ 1.6 แบบจำลองอะตอมของโบร์

อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานที่กำหนด ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนมีหลายระดับพลังงาน ขึ้นอยู่กับระดับพลังงาน n

๑ มองโลกแบบวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ความรู้อย่างไม่สิ้นสุดตามประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ค้นพบ ดังเช่น องค์ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ซึ่งเป็นตัวอย่างของการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะสำคัญเฉพาะตัวที่แตกต่างจากศาสตร์ความรู้แขนงอื่นๆ ซึ่งเรียกว่า **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science)** โดยประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ **โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific world view)** หรือ **การมองปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยใช้มุมมองแบบวิทยาศาสตร์** การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) และ **องค์การทางวิทยาศาสตร์ (Scientific enterprise)**

▼ โลกในมุมมองวิทยาศาสตร์ มีแนวคิดต่าง ๆ เช่น

1. สิ่งต่าง ๆ สามารถทำความเข้าใจได้ โดยอาศัยหลักฐาน การแปลผล และการสรุปเป็นองค์ความรู้
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานเพิ่มเติมที่เชื่อถือได้ และนำมาสร้างคำอธิบายใหม่
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คงทน เชื่อถือได้ ไม่เปลี่ยนแปลง แม้เวลาผ่านไป จนกว่าจะมีความรู้ใหม่ๆ มาหักล้างความรู้เดิม
4. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เพราะมีข้อจำกัดในการตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

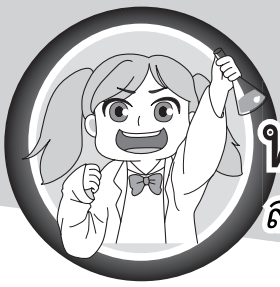
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเฉพาะโดยเป็นการรวบรวมข้อมูล หลักฐาน เพื่อนำมาสร้างคำอธิบาย หรือตอบคำถามในสิ่งที่สงสัย โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการต่างที่เป็นระบบแต่ไม่ตายตัว

จิตวิทยาศาสตร์

นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้การทำงานเป็นระบบน่าเชื่อถือได้ และนักวิทยาศาสตร์ต้องมีคุณลักษณะ 6 ลักษณะ ดังนี้ มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม และมีความรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึนึกคิดทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า **จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind)** ซึ่งมีการนึกคิดและแสดงออกได้หลายแนวทาง เช่น การเห็นคุณค่าความสำคัญ ความชอบและความสนใจต่อวิทยาศาสตร์





หน่วยที่ 2

สารละลาย

สารผสมที่ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาละลายเข้าด้วยกันเป็นเนื้อเดียวกันเรียกว่า สารละลาย เช่น น้ำเกลือ น้ำหวาน สารละลายบางชนิดเป็นของเหลว บางชนิดเป็นของแข็ง และบางชนิดเป็นแก๊ส สารละลายที่มีองค์ประกอบเหมือนกันอาจมีอัตราส่วนผสมแตกต่างกันได้ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติของสารละลาย การนำสารละลายไปใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึงชนิดของสารที่นำมาผสมกัน รวมถึงอัตราส่วนการผสมหรือความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดในสารละลาย

๑ องค์ประกอบของหน่วย

บทที่ 1 องค์ประกอบของสารละลาย และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้

๑ องค์ประกอบของสารละลาย

๑ สภาพละลายได้ และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้

บทที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย

๑ ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

ม.2
เล่ม
1

องค์ประกอบของสารละลาย และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้

สารละลายเป็นสารไม่บริสุทธิ์ ประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลายโดยอัตราส่วนของตัวละลายกับตัวทำละลายไม่คงที่จึงทำให้คุณสมบัติของสารละลายไม่คงที่ด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้นั้นมีหลายปัจจัย ได้แก่ ธรรมชาติของตัวทำละลายและตัวละลาย อุณหภูมิ และความดัน

เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของสารละลาย

เกณฑ์ในการพิจารณาว่า สารใดเป็นตัวละลายหรือสารใดเป็นตัวทำละลายมีดังนี้

1. สารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส หากสารใดมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเมื่อเป็นสารละลาย แสดงว่าสารนั้นเป็นตัวละลาย
2. ในกรณีที่ไม่มี การเปลี่ยนแปลงสถานะ สารที่มีปริมาณน้อยที่สุดเป็นตัวละลาย

◎ สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวละลายเรียกว่า สารละลายเอควีลัส (aqueous, aq.)

สารละลายแบ่งออกได้เป็น 9 ชนิด ได้แก่ ของแข็งละลายในของแข็ง ของแข็งละลายในของเหลว ของแข็งละลายในแก๊ส ของเหลวละลายในของแข็ง ของเหลวละลายในของเหลว ของเหลวละลายในแก๊ส แก๊สละลายในของเหลว และแก๊สละลายในแก๊ส ตัวอย่างสารละลายแต่ละชนิดแสดงได้ดังในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ตัวอย่างสารละลายบางชนิด

สารละลาย	การเกิดสารละลาย	สถานะของสารละลาย	ชนิดของสารละลาย
ทองเหลือง	ทองแดงและสังกะสี ละลายเป็นโลหะผสม	ของแข็ง	ของแข็งในของแข็ง
สารละลายเกลือ	เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) ละลายในน้ำ	ของเหลว	ของแข็งในของเหลว
อากาศไม่บริสุทธิ์	ฝุ่นละอองในอากาศ	แก๊ส	ของแข็งในแก๊ส
หยดน้ำในก้อนน้ำตาล	น้ำกระจายไปทั่วก้อนน้ำตาล	ของแข็ง	ของเหลวในของแข็ง
ไวน์	เอทานอลและน้ำละลายเป็นเนื้อเดียวกัน	ของเหลว	ของเหลวในของเหลว
กรดไฮโดรคลอริก	แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ละลายในน้ำ	ของเหลว	ของเหลวในแก๊ส
ไฮโดรเจนในแพลทินัม	แก๊สไฮโดรเจนละลายในแพลทินัม	ของแข็ง	แก๊สในของแข็ง
น้ำโซดา	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำ	ของเหลว	แก๊สในของเหลว
อากาศ	การผสมเป็นเนื้อเดียวกันของแก๊สและไอ	แก๊ส	แก๊สในแก๊ส

■ สารละลายบางชนิดอาจมีตัวละลายได้มากกว่า 1 ชนิด ดังตัวอย่างโลหะผสมต่อไปนี้

1. โลหะผสม เป็นสารละลายที่มีสถานะเป็นของแข็ง โลหะผสมที่ควรรู้จักมีดังนี้

- 1) ทองเหลือง ประกอบด้วย ทองแดง 75% สังกะสี 25% ใช้ทำภาชนะ เครื่องใช้
- 2) ทองบรอนซ์หรือทองสัมฤทธิ์ ประกอบด้วย ทองแดง 95% ดีบุก 5% (บางครั้งมีบิสมีท และพลวงปนอยู่ด้วย) ใช้ทำภาชนะ เครื่องใช้ และเครื่องประดับ
- 3) เหล็กกล้าไร้สนิม ประกอบด้วย เหล็ก 70% โครเมียม 18% แมงกานีส 12% นิกเกิล 8% ซิลิคอน 1% และธาตุอื่น 1% ใช้ทำชิ้นส่วนโลหะเครื่องจักรในอุตสาหกรรม
- 4) ทองขาว ประกอบด้วย เงิน 40% ทองคำ 30% แพลเลเดียม 30% ใช้ทำเครื่องประดับ ตกแต่ง
- 5) พิวเตอร์ ประกอบด้วย ดีบุก 91% พลวง 7% ทองแดง 2% ใช้ทำเครื่องใช้
- 6) นาก ประกอบด้วย ทองแดง ทองคำ และเงิน ใช้ทำเครื่องประดับ
- 7) พิวส์ ประกอบด้วย ดีบุก ตะกั่ว และบิสบัท ใช้เป็นพิวส์ไฟฟ้า
- 8) ตะกั่วบัดกรี ประกอบด้วย ตะกั่วและดีบุก ใช้บัดกรีโลหะ
- 9) อะมัลกัม ประกอบด้วย พรอททและโลหะอื่น ใช้อุดฟัน
- 10) แมกนาลีเยม ประกอบด้วย แมกนีเซียมและอลูมิเนียม ใช้ทำชิ้นส่วนลำตัวเครื่องบิน
- 11) นิโครม ประกอบด้วย นิกเกิลและโครเมียม ใช้ทำขดลวดความร้อน

2. ทอง 24 กระรัต มีเนื้อทองคำ 100% ทอง 14 กระรัต มีเนื้อทองคำ $= \frac{200}{24} \times 14 = 58.33\%$

เรื่องที่ 2 สภาพละลายได้และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้

สภาพละลายได้ของสาร หมายถึง ปริมาณของตัวละลายที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่กำหนด ปริมาณในเงื่อนไขที่กำหนดให้ เช่น โซเดียมคลอไรด์ 36.0 g ละลายในน้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 20°C เรากล่าวว่าสภาพละลายของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำมีค่าเท่ากับ 36.0 g ต่อ น้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 20°C สภาพละลายได้ของสารแสดงในตาราง 2.2

ตาราง 2.2 สภาพละลายได้ของสารบางชนิดที่อุณหภูมิต่างๆ

ชนิดของสาร	ณ อุณหภูมิ (°C)			
	0	20	60	100
โซเดียมคลอไรด์	35.7	36.0	37.3	39.2
โซเดียมไนเตรต	74.0	87.6	122.0	180.0
โพแทสเซียมไนเตรต	13.9	31.6	106.0	245.0
ลิเทียมคาร์บอเนต	1.5	1.3	1.0	0.7
แคลเซียมคลอไรด์	60.0	76.0	137.5	-

- จากข้อมูลในตาราง สภาพสารละลายได้ของสารแต่ละชนิดในน้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 0 °C มีสภาพละลายได้ต่างกัน ถ้าเปลี่ยนตัวทำละลายจากน้ำเป็นสารอื่นจะได้ผลไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวทำละลายนั้นมีสมบัติคล้ายคลึงกับน้ำ
- เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปสารชนิดเดียวกันละลายในน้ำ 100 g ได้ไม่เท่ากัน เช่น โซเดียมไนเตรด ที่อุณหภูมิ 20 °C ละลายได้ 87.6 g ในน้ำ 100 g เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 100 °C ละลายได้ 180.0 g ลิเทียมคาร์บอเนตละลายได้ 1.3 g ในน้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 20 °C แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 100 °C กลับละลายได้ 0.7 g ในน้ำ 100 g

นอกจากสารละลายที่ตัวทำละลายเป็นของแข็งและของเหลว ยังมีสารละลายที่ตัวละลายเป็นแก๊ส น้ำอัดลมเป็นสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีน้ำตาลกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวละลาย น้ำอัดลมที่ยังไม่เปิดฝาจากขวด มีคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ละลายอยู่ในน้ำเป็นเนื้อเดียว เมื่อเปิดฝาจากขวด (ความดันลดลง) คาร์บอนไดออกไซด์หนีออกจากสารละลายเป็นฟองแก๊ส ทั้งนี้เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำภายใต้ความดันสูง



ภาพ 2.1 แสดงน้ำอัดลมขณะที่เริ่มเปิดฝากระป๋อง

- ✱ ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อสภาพละลายได้
- ✱ ปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการละลายของสาร

★ ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย มีดังนี้

1. การคน เป็นการเร่งให้สารละลายได้เร็วขึ้น
2. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการละลายของสารได้เร็วขึ้น
3. การแบ่งย่อยสาร เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสาร จึงทำให้อัตราการเพิ่มการละลายของสารให้เกิดขึ้นเร็วขึ้น

☛ สรุปสาระสำคัญ

1. สารละลายเป็นระบบของสาร 2 ชนิด หรือมากกว่านั้น ผสมเป็นเนื้อเดียว องค์ประกอบของสารละลายที่มีปริมาณน้อยเป็นตัวละลาย และที่มีปริมาณมากเป็นตัวทำละลาย สารละลายมีได้ 9 ชนิด สารละลายอึดตัว เป็นได้ทั้งสารละลายเจือจาง หรือสารละลายเข้มข้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพละลายได้ของตัวละลาย สารละลายอึดตัว คือ สารละลายที่ได้จากการกรองผลึก สารละลายอึดตัววยดยั้ง คือสารละลายอึดตัวที่มีตัวละลาย ละลายอยู่มากกว่ากำหนดที่มีอยู่ในสารละลายอึดตัว สารละลายไม่อึดตัว คือสารละลายที่ยังสามารถละลายตัวละลายได้เพิ่มขึ้นที่ภาวะกำหนดให้
2. สภาพละลายได้ของสาร หมายถึง ปริมาณของตัวละลายที่สามารถละลายในตัวทำละลายที่กำหนด ปริมาณในเงื่อนไขที่กำหนดให้ เช่น โซเดียมคลอไรด์ 36.0 g ละลายในน้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 20 °C
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้ คือ ธรรมชาติของตัวทำละลาย ตัวละลาย อุณหภูมิและความดัน
4. ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย ได้แก่ การคน อุณหภูมิ และการแบ่งย่อยสาร

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ทองสัมฤทธิ์มีสารใดเป็นตัวทำละลาย และสารใดเป็นตัวละลาย
 1. ทองคำ เงิน
 2. ทองแดง ดีบุก
 3. ทองแดง ทองคำ
 4. ทองแดง สังกะสี
2. ข้อใดจัดเป็นสารละลาย
 1. ไอ้ในอากาศ
 2. โปรตีนในสักรี้
 3. ทองเหลือง
 4. ถูกทุกข้อ
3. สภาพละลายได้ของสารในข้อใดกล่าวถูกต้อง
 1. ความสามารถของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย
 2. ความเข้มข้นของสารละลายที่อิ่มตัว ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง
 3. ความเข้มข้นของสารละลายไม่อิ่มตัว ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง
 4. ถูกทั้งข้อ 1. และ 2.
4. สารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ข้อใดเป็นสารละลายทั้งหมด
 1. ฟิวส์ไฟฟ้า เหยี่ยวบาท นาก
 2. น้ำเชื่อม กำมะถัน ทองแดง
 3. ทองเหลือง อากาศ ทองคำ
 4. แก๊สซังต้ม เหยี่ยวบาท ลูกเหม็น
5. สารละลายชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิ 25°C ตัวละลายไม่สามารถละลายได้อีกที่อุณหภูมิดังกล่าว สารละลายนี้คือสารใด
 1. สารละลายไม่อิ่มตัว
 2. สารละลายอิ่มตัว
 3. สารละลายอิ่มตัวยิ่ง
 4. ถูกทั้งข้อ 2. และ 3.
6. นักเรียนกลุ่มหนึ่งทำการทดลองละลายน้ำตาลในน้ำ โดยให้ปริมาณของน้ำตาลและน้ำเป็นตัวแปรควบคุม ได้ผลดังนี้
 - น้ำตาลทรายผงละลายน้ำได้เร็วกว่าน้ำตาลก้อน
 - น้ำตาลทรายละลายได้เร็วขึ้น เมื่อใช้แท่งแก้วคนสารละลาย
 - น้ำตาลทรายละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำอุ่นให้สรุปผลการทดลองจากข้อมูลนี้
7. จงระบุว่าสารใดเป็นตัวละลาย และสารใดเป็นตัวทำละลายในการทำเครื่องดื่มที่เกิดจาก
 - 7.1 ผสมกาแฟ นมสด และน้ำตาลทรายในน้ำร้อน
 - 7.2 สารละลายน้ำผึ้งและน้ำมะนาวในน้ำอุ่น
8. ถ้าวางน้ำตาลทรายให้มีปริมาณ 50 cm^3 แล้วละลายในน้ำอุ่น 200 cm^3 ปริมาณของสารละลายได้มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด
9. จงให้เหตุผล ทำไมเครื่องดื่มประเภทอัดลมจะมีฟองแก๊สเมื่อเปิดฝาจุกที่อุณหภูมิห้อง และจะไม่มีฟองแก๊สออกมาเมื่อทำให้อุณหภูมิลดลง
10. จากข้อความที่ว่า “ปลาชอบอยู่ในน้ำเย็นมากกว่าน้ำอุ่น” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบายและยกเหตุผลประกอบ

ม.2
เล่ม
1

1

เฉลย ข้อ 2.

ทองสัมฤทธิ์ คือ สารเนื้อผสม ทองแดง ดีบุก ตัวทำละลายคือทองแดง ตัวละลายคือดีบุก เพราะมีปริมาณของสารทองแดงมากกว่าสารดีบุก

2

เฉลย ข้อ 4.

เพราะสารที่กำหนดให้ต่างเป็นสารละลายเนื้อผสม จึงจัดเป็นสารละลาย

3

เฉลย ข้อ 4.

สภาพละลายได้ของสารคือ ข้อ 4. เพราะขึ้นอยู่กับความสามารถของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย และความเข้มข้นของสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง

4

เฉลย ข้อ 1.

ฟิวส์ไฟฟ้า เหยี่ยวบาท นาก ต่างเป็นสารละลายชนิดเนื้อผสม

5

เฉลย ข้อ 2.

สารละลายเป็นสารละลายอิ่มตัว เพราะตัวละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีกที่อุณหภูมิ 25°C

6

แนวคิด

การทดลองละลายน้ำตาลในน้ำโดยให้ปริมาณของน้ำตาลและน้ำเป็นตัวแปรควบคุม ได้ผลตามที่กล่าวถึง

จากข้อมูลที่ได้ สรุปผลได้ดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายได้แก่ ร่างกายคน อุณหภูมิ และการแบ่งย่อยของสาร

7

แนวคิด

ระบุสารใดเป็นตัวละลาย และสารใดเป็นตัวทำละลาย

7.1 ผสมกาแฟผง นมสด และน้ำตาลทรายในน้ำร้อน

น้ำร้อนเป็นตัวทำละลาย กาแฟผง นมสด และน้ำตาลทรายเป็นตัวละลาย

7.2 ละลายน้ำผึ้งและน้ำมะนาวในน้ำอุ่น

น้ำอุ่นเป็นตัวทำละลาย น้ำผึ้งและน้ำมะนาวเป็นตัวละลาย

8

แนวคิด

ตวงน้ำตาลทรายให้มีปริมาณ 50 cm^3 แล้วละลายลงในน้ำอุ่น 200 cm^3 ปริมาตรของสารละลายที่ได้มีค่า 200 cm^3 เพราะน้ำตาลทรายละลายในน้ำอุ่นได้ดี ปริมาตรของสารละลายจึงยังคงเท่าเดิม

9

แนวคิด

เครื่องดื่มประเภทอัดลมจะมีฟองแก๊สเมื่อเปิดฝาจากขวดที่อุณหภูมิห้อง และจะไม่มีฟองแก๊สเมื่อทำให้อุณหภูมิเย็น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะแก๊สจะละลายได้ดีเมื่ออุณหภูมิต่ำ และความดันสูง จึงทำให้ไม่มีฟองแก๊สเมื่อทำให้อุณหภูมิเย็น

10

แนวคิด

จากข้อความที่ว่า ปลาชอบอยู่ในน้ำเย็นมากกว่าน้ำอุ่น เป็นข้อความที่เห็นด้วย เพราะน้ำอุ่นมีแก๊สออกซิเจนละลายอยู่ได้น้อยกว่าในน้ำเย็น ซึ่งปลาจะดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ถ้าขาดออกซิเจน



ม.2
เล่ม
1

ความเข้มข้นของสารละลาย

น้ำหวานเป็นสารละลายชนิดหนึ่ง ความหวานของน้ำหวานขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมระหว่างปริมาณน้ำหวานเข้มข้นกับปริมาณน้ำ การเตรียมสารละลายอื่นก็เช่นเดียวกันจะต้องมีการระบุความเข้มข้นเพื่อให้ได้สารละลายที่มีสมบัติตามต้องการ ซึ่งมีหน่วยความเข้มข้นต่างๆ เพื่อให้ได้ลักษณะของสารละลายและการทำงาน

เรื่องที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

หน่วยความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายที่กำหนดให้ ซึ่งระบุเป็นหน่วยความเข้มข้นดังนี้

1. ร้อยละโดยมวลต่อมวล (% w/w)

$$\begin{aligned}\text{ร้อยละโดยมวลต่อมวล} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของตัวละลาย} + \text{มวลของตัวทำละลาย}} \times 100 \\ &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\end{aligned}$$

ตัวอย่าง 2.1 จงหาร้อยละโดยมวลต่อมวลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในสารละลายที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ 8.0 กรัม ละลายในน้ำ 50.0 กรัม

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ ร้อยละโดยมวลต่อมวลของโซเดียมไฮดรอกไซด์} &= \frac{\text{มวลของโซเดียมไฮดรอกไซด์}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100 \\ &= \frac{8.0 \text{ g}}{58.0 \text{ g}} \times 100 \\ &= 13.8\end{aligned}$$

ดังนั้นในสารละลายมีโซเดียมไฮดรอกไซด์อยู่ร้อยละ 13.8

2. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (% w/v)

ความเข้มข้นเป็นหน่วยมวลของตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

๑ ตัวอย่าง 2.2 เกลือแกง 20 g ละลายในน้ำ 500 cm³
จงหาความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกง

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100 \\ &= \frac{20 \text{ g}}{500 \text{ cm}^3} \times 100 \\ &= 4 \text{ g/cm}^3 \\ \text{ดังนั้นสารละลายเกลือแกงมีความเข้มข้น } &4 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

3. ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (% v/v)

เป็นหน่วยความเข้มข้นที่แสดงปริมาตรของตัวละลายต่อปริมาตรของสารละลาย เช่น แอลกอฮอล์ ร้อยละ 70 โดยปริมาตร หมายความว่า ในสารละลายดังกล่าวมีแอลกอฮอล์ 70 cm³ รวมอยู่กับน้ำ 30 cm³

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

๑ ตัวอย่าง 2.3 เอทิลแอลกอฮอล์ 50 cm³ ละลายอยู่ในน้ำ 200 cm³
จงหาความเข้มข้นของสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \text{ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร} &= \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100 \\ &= \frac{50 \text{ cm}^3}{250 \text{ cm}^3} \times 100 \\ &= 20\end{aligned}$$

ดังนั้นสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์มีความเข้มข้นร้อยละ 20

ม.2
เล่ม
1

4. หน่วยต่อพัน หน่วยต่อล้าน และหน่วยต่อพันล้าน

ppt คือ ส่วนในพันส่วน หรือ $\frac{1}{10^3}$ หรือ 10⁻³

ppm คือ ส่วนในล้านส่วน หรือ $\frac{1}{10^6}$ หรือ 10⁻⁶

ppb คือ ส่วนในพันล้านส่วน หรือ $\frac{1}{10^9}$ หรือ 10⁻⁹

1) **หน่วยต่อพัน หรือ หน่วย ppt** หมายความว่าสารละลาย 1,000 ส่วน มีตัวละลายอยู่ 1 ส่วน ซึ่งอาจใช้เป็นโดยปริมาตรหรือโดยมวลต่อปริมาตรก็ได้

$$\text{ppt} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^3$$

- ๑ ตัวอย่าง 2.4 น้ำดื่ม 400 g มีสารประกอบของปรอทละลายอยู่ 0.0001 g น้ำดื่มนี้มีความเข้มข้นของสารประกอบของปรอทอยู่ที่ส่วนในพันส่วน

$$\text{วิธีทำ จาก } \text{ppt} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^3$$

$$\text{แทนค่า ppt} = \frac{0.0001}{400} \times 10^3 = 0.00000025 \times 10^3 = 0.00025$$

ดังนั้นน้ำดื่มนี้มีความเข้มข้นของสารประกอบของปรอท 0.00025 ส่วนในพันส่วน หรือ 0.00025 ppt

2) **หน่วยต่อล้าน หรือ หน่วย ppm** เป็นหน่วยความเข้มข้น 1 ส่วนในล้านส่วน เช่น มวลของอากาศ 1 ล้านส่วน มีมวลโอโซนอยู่ 1 ส่วน

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

- ๑ ตัวอย่าง 2.5 น้ำดื่มมีสารประกอบของตะกั่วละลายอยู่ 0.25 mg/l น้ำดื่มนี้มีความเข้มข้นของตะกั่วอยู่ที่ส่วนในล้านส่วน

$$\text{วิธีทำ น้ำ 1 l มีมวล} = 1,000 \text{ mg} \Rightarrow 1 \text{ g}$$

$$= 10^3 \text{ mg}$$

$$1,000 \text{ g} = 10^3 \times 1,000 \text{ mg}$$

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

$$\text{แทนค่า ppm} = \frac{0.25}{10^3 \times 1,000} \times 10^6 = 0.25$$

ดังนั้นน้ำดื่มนี้มีความเข้มข้นของตะกั่ว 0.25 ส่วนในล้านส่วน หรือ 0.25 ppm

3) **หน่วยต่อพันล้าน หรือ หน่วย ppb** เป็นหน่วยความเข้มข้น 1 ส่วนในพันล้านส่วน

$$1 \text{ ppb} = 1 \text{ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม } (\mu\text{g/kg})$$

$$\text{ppb} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^9$$

- ๑ ตัวอย่าง 2.6 เหล็กกล้าไร้สนิมท่อนหนึ่งมีมวล 120 g ในเหล็กกล้ามีทองแดงปนอยู่ 0.0008 g ในเหล็กกล้าไร้สนิมท่อนนี้มีทองแดงอยู่ที่ส่วนในพันล้านส่วน

$$\text{วิธีทำ จาก } \text{ppb} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^9$$

$$\text{แทนค่า ppb} = \frac{0.0008}{120} \times 10^9 = 0.000006 \times 10^9 = 6,000$$

ดังนั้นในเหล็กกล้าไร้สนิมท่อนนี้มีทองแดงอยู่ 6,000 ส่วนในพันล้านส่วน หรือ 6,000 ppb

ในกรณีที่**ไม่**บอกค่าความเข้มข้นที่ชัดเจน จะบอกความเข้มข้นของสารละลายเป็นสารละลายเข้มข้นหรือสารละลายเจือจาง โดยถือเอาสารละลายที่มีตัวละลายปริมาณเล็กน้อยอยู่ในตัวทำละลายเป็นสารละลายเจือจาง ในทางกลับกันสารละลายที่มีตัวละลายปริมาณมากละลายอยู่ในตัวทำละลายเป็นสารละลายเข้มข้น

สารละลายไม่อิ่มตัว สารละลายอิ่มตัว และสารละลายอิ่มตัวยวดยิ่ง มีสภาพละลายได้ในสารตัวทำละลายต่างกัน ดังนี้

❖ **สารละลายไม่อิ่มตัว** คือ สารละลายที่ยังสามารถละลายตัวละลายได้เพิ่มขึ้นที่ภาวะกำหนดให้ ส่วนสารละลายอิ่มตัวเป็นสารละลายที่มีตัวละลายอยู่ในปริมาณจำกัดที่ภาวะกำหนดให้ เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ 340 กรัมละลายได้ในน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 20°C และละลายได้ 42.6 กรัม ในน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 50°C

การละลายได้ของโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำ 100 กรัมที่อุณหภูมิ 25°C ทำให้ได้สารละลายอิ่มตัว แต่ถ้าปริมาณของโพแทสเซียมคลอไรด์ละลายในน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิกำหนดให้น้อยกว่าการละลายได้จริง สารละลายที่ได้เป็นสารละลายไม่อิ่มตัว

เนื่องจากสภาพละลายได้ของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นสารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิหนึ่งจะเป็นสารละลายไม่อิ่มตัวที่อีกอุณหภูมิหนึ่ง

❖ **สารละลายอิ่มตัว** เป็นได้ทั้งสารละลายเจือจาง และสารละลายเข้มข้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพละลายได้ของตัวละลาย วิธีการเตรียมสารละลายอิ่มตัวแบบง่าย ๆ โดยนำตัวละลายให้มีปริมาณมากกว่าปริมาณของตัวละลายที่ทำให้สารละลายอิ่มตัวไปละลายในตัวทำละลายที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ซึ่งจะทำให้ตัวละลายมีปริมาณมากกว่าปริมาณที่ต้องการที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสารละลายเย็นตัวลง ตัวละลายที่มากเกินไปจะตกผลึก สารละลายที่ได้จากการกรองจะเป็นสารละลายอิ่มตัว

❖ **สารละลายอิ่มตัวยวดยิ่ง** คือ สารละลายที่ตัวละลายละลายอยู่มากกว่ากำหนดที่มีในสารละลายอิ่มตัว สารละลายอิ่มตัวยวดยิ่งไม่เสถียร เมื่อได้รับผลกระทบ เช่น คน ขูดข้างๆ ภาชนะ หรือเติมเกร็ดสารลงไปจะตกผลึกทันที เหลือสารละลายอิ่มตัวยวดยิ่ง

◆ สรุปสาระสำคัญ

1. หน่วยความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าร้อยละ มีดังนี้

ร้อยละโดยมวลต่อมวล ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร และ ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร

2. หน่วยต่อพัน หน่วยต่อล้าน หรือหน่วยต่อพันล้าน

หน่วยต่อพัน (ppt) เป็นส่วนในพันส่วน หน่วยต่อล้าน เป็นส่วนในล้านส่วน (ppm) และหน่วยต่อพันล้าน เป็นส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ทั้ง 2 หน่วยความเข้มข้นนี้ใช้กับความเข้มข้นของสารมลพิษที่มีอยู่ในอากาศหรือน้ำ



แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงระบุว่าสารใดเป็นตัวละลายและสารใดเป็นตัวทำละลายในน้ำโซดา
2. การละลายของสารชนิดประเภทคายความร้อน และชนิดประเภทดูดกลืนความร้อนพลังงานไฮเดรชันเข้าไปเกี่ยวข้องในลักษณะใด
3. สารละลายชนิดหนึ่งมีแอลกอฮอล์ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายกับน้ำ 170 ลูกบาศก์เซนติเมตร อยากทราบว่าสารละลายนี้มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ร้อยละเท่าไร
4. ชายคนหนึ่งมีปริมาณน้ำตาลในระดับปกติในเลือด (กลูโคสร้อยละ 0.1) หรือในเลือด 100 ลูกบาศก์-เซนติเมตร มีกลูโคสละลายอยู่ 100 มิลลิกรัม ถ้าชายคนนี้บริจาคเลือด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีน้ำตาลปริมาณเท่าใดในจำนวนเลือดที่บริจาค
5. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต มีความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร ถ้านำสารละลายนี้มา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเจือจางด้วยน้ำให้มีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นเป็นร้อยละมวลต่อปริมาตรเท่าใด
6. จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้
ตัวละลาย ตัวทำละลาย สารละลายเจือจาง สารละลายเข้มข้น สารละลายอิ่มตัว
7. จงหาจำนวนกรัมของตัวละลายที่มีอยู่ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร) ที่มีความหนาแน่น 1.10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มวลร้อยละของตัวละลายเท่ากับ 60.0
8. เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ประกอบด้วยโซเดียมร้อยละ 39.3 คลอรีนร้อยละ 60.7 มวลของโซเดียมมีค่าเท่าใด ถ้ามีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 35.0 กรัม
9. แคลเซียมออกไซด์ CaO ประกอบด้วยแคลเซียมร้อยละ 71.5 ปริมาณของสารเป็นเช่นไร ถ้า CaO มีแคลเซียมอยู่ 12.0 กรัม
10. มีเทน (CH₄) เป็นองค์ประกอบหลักของแก๊สธรรมชาติ แต่ละอะตอมของคาร์บอนหนักเป็น 12 เท่าของไฮโดรเจนอะตอม จงคำนวณหามวลเป็นร้อยละของคาร์บอนในมีเทน
11. ทองคำขาวเป็นสารละลายเนื้อเดียวของทองร้อยละ 90 และแพลเลเดียมร้อยละ 10 จงหาทองคำที่มีอยู่ในทองคำขาวหนัก 8,420 กรัม
12. ความเข้มข้นของสารละลายที่มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนในล้านส่วน มีตัวละลายอยู่น้อยเพียงใด เพราะเหตุใดการสะสมสารพิษที่มีความเข้มข้นดังกล่าวในสิ่งแวดล้อม จึงทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงได้

