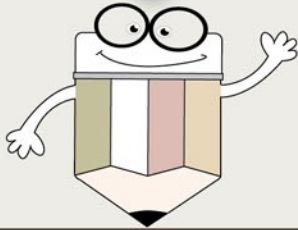


สรุปเข้ม

วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)



เคมี

ม.1-2-3

O-NET

สำราญ พุกข์สุนทร
กค.บ. เกียรตินิยมอันดับ 1 (เคมี), กค.ม. (เคมี)
Cert. in Teaching & Learning in Hi-Ed. and
Research Supervision (University of Sydney, Australia)
อาจารย์สอนวิชาเคมีสถาบันกวดวิชาหลายสถาบัน
www.utt-tutor.com

สรุปเนื้อหาแบบเข้มข้น
พร้อมแบบฝึกสำหรับ

- เตรียมสอบประจำภาค
- เตรียมสอบ O-NET
- เตรียมสอบเข้า ม.4
- ✚ แนวข้อสอบ O-NET ปีล่าสุด

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คู่มือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

สรุปเข้มวิทยาศาสตร์

เคมี ม. 1-2-3



เนื้อหา

- * เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร
- * สารรอบตัว
- * ธาตุและสารประกอบ
- * สารละลายกรด - เบส
- * การแยกสาร
- * การเปลี่ยนแปลงของสาร
- * ข้อสอบท้ายบทแยกตามบทพร้อมเฉลย
- * แนวข้อสอบO-NET พร้อมเฉลยละเอียด
- * แนวข้อสอบเข้าเรียนต่อชั้น ม. 4
โรงเรียนที่มีชื่อเสียง พร้อมเฉลยละเอียด

เรียบเรียงโดย

ลำราญ พฤกษ์สุนทร

กศ.บ. เกียรตินิยมอันดับ 1 (เคมี) กศ.ม. (เคมี)

Cert. in Teaching & Learning in Hi-Ed. and

Research Supervision (University of Sydney, Australia)

อาจารย์สอนวิชาเคมีสถาบันกวดวิชาหลายสถาบัน

www.utt-tutor.com



สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

สรุปใจความวิทยาศาสตร์ ม. 1-2-3

ชื่อผู้เรียบเรียง สำราญ พฤกษ์สุนทร

บรรณาธิการ อรศรี ไรจน์พจนรัตน์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ(ศิลปกรรม) อมรศักดิ์ บุญเรือง

รูปเล่ม อุไรพรรณ บุญเรือง

ฝ่ายศิลป์ สุพรรณษา เทพารส

พิสูจน์อักษร สำราญ พฤกษ์สุนทร

พิสูจน์วิชา ใบสุวรรณ

อรศรี ไรจน์พจนรัตน์

ปก อมรศักดิ์ บุญเรือง

หนังสือเล่มนี้พิมพ์จากกระดาษทิเบิ้ล เอ
กระดาษจากคันทนา ช่วยแก้ปัญหาโลกร้อน



กระดาษจากคันทนา



สำนักพิมพ์นี้เป็นสมาชิกสมาคมผู้จัดพิมพ์
และผู้จำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย

แนะนำหรือวิจารณ์หนังสือเล่มนี้ได้ที่

www.thaibookrecommnd.com

จัดพิมพ์ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด

12 หม่อมแฝดแยก 3 ถนนพระราม 6 ซอย 41

แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทร. 02-279-6222(อัตโนมัติ 15 คู่สาย)

โทรสาร 02-279-6203-4

พิมพ์ที่ : เพ็ชรพัยการพิมพ์

117/22 หมู่ 5 ซอยบางไผ่พัฒนา ถนนนครอินทร์ ตำบลบางไผ่

อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

ผู้พิมพ์ : ผู้โฆษณา

นายธนพัฒน์ สุขมงคลกุล



คำนำ

หนังสือ สรุปเข้มวิทยาศาสตร์ เคมี ม. 1-2-3 เล่มนี้ ผู้เขียนได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรใหม่ล่าสุดครอบคลุมเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นวิชาเคมีครบทั้ง ม. 1-2-3 และได้เรียบเรียงเนื้อหาตามหนังสือเรียนของ สสวท.เล่มใหม่ล่าสุด แต่เนื้อหาละเอียดกว่าและเกินหลักสูตรถึงชั้น ม. ปลาย เพื่อให้ครอบคลุมข้อสอบเข้าเรียนต่อ ชั้น ม. 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยทั่วประเทศ และโรงเรียนอื่นๆ ที่ร่วมโครงการความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์ และข้อสอบแข่งขันต่างๆ เช่นข้อสอบโอลิมปิก IJSO. ข้อสอบสอวน. เป็นต้น การเรียบเรียงเนื้อหาจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนอ่านเข้าใจง่าย

นอกจากเนื้อหาละเอียดแล้ว ในแต่ละบทยังมีข้อสอบท้ายบท พร้อมเฉลยละเอียดทุกข้อ ข้อสอบท้ายบทประกอบด้วยข้อสอบที่ผู้เขียนสร้างขึ้นเอง ข้อสอบแปลจากหนังสือหนังสือต่างประเทศ ข้อสอบจริงที่สอบเข้าโรงเรียนชื่อดังต่างๆ ข้อสอบโอลิมปิก ข้อสอบสอวน. เป็นต้น

เพื่อประโยชน์สูงสุดในการใช้หนังสือเล่มนี้ ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาแต่ละบทให้จบและเข้าใจก่อน จากนั้นจึงทำข้อสอบท้ายบทด้วยตัวเอง แล้วจึงดูเฉลย ถ้านักเรียนหรือผู้ใช้หนังสือเล่มนี้สงสัยหรือมีปัญหาอะไร สามารถสอบถามได้กับผู้เขียนโดยตรง ดูรายละเอียดได้ที่ www.utt-tutor.com หรือที่บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา จำกัด

ด้วยความปรารถนาดี

สำราญ พฤกษ์สุนทร



สารบัญ

บทที่ 1	เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร	1
1.1	วิทยาศาสตร์คืออะไร	1
1.2	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3
1.2.1	วิธีการทางวิทยาศาสตร์	4
1.2.2	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5
1.2.3	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	7
1.3	เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการสังเกตและเก็บข้อมูล	7
1.3.1	เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยตา	8
1.3.2	เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยหู	8
1.3.3	เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยผิวหนัง	8
●	ข้อสอบบทที่ 1 เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร	10
●	เฉลยข้อสอบบทที่ 1 เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร	13
บทที่ 2	สารรอบตัว	15
2.1	การจำแนกสารรอบตัว	15
2.1.1	การจัดกลุ่มสารตามลักษณะเนื้อสารและขนาดของอนุภาค	17
2.2	สารละลาย	23
2.2.1	หลักการพิจารณาตัวทำละลายและตัวถูกละลาย	23

2.2.2 ชนิดของสารละลาย	24
2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร	26
2.2.4 สมบัติของสารละลาย	27
2.3 สารบริสุทธิ์	28
2.4 การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์	28
2.5 ความเข้มข้นของสารละลาย	31
● ข้อสอบบทที่ 2 สารรอบตัว	40
● เฉลยข้อสอบบทที่ 2 สารรอบตัว	55
บทที่ 3 ธาตุและสารประกอบ	64
3.1 โมเลกุลและอะตอม	64
3.2 ธาตุ	65
3.2.1 สัญลักษณ์ของธาตุ	67
3.2.2 ธาตุในธรรมชาติและในร่างกายของคน	69
3.3 ประโยชน์ของโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะบางชนิด	70
3.4 แบบจำลองอะตอม	72
3.5 เลขอะตอมและเลขมวล	75
3.5.1 การหาจำนวนอนุภาคมูลฐานในอะตอมและในไอออน	75
3.6 ไอโซโทป	77
3.7 ไอโซบาร์, ไอโซโทน และไอโซอิเล็กตรอนิกส์	78
3.8 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุบางชนิด	78
3.9 ตารางธาตุ	81
3.9.1 ตารางธาตุในปัจจุบัน	81
3.9.2 ลักษณะสำคัญของธาตุภายในหมู่เดียวกัน	83
3.9.3 ลักษณะสำคัญของธาตุภายในคาบเดียวกัน	84

3.9.4	การบอกตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ เมื่อทราบการจัดอิเล็กตรอน หรือทราบเลขอะตอม _____	84
3.9.5	การเรียกชื่อของธาตุที่มีเลขอะตอมมากกว่า 100 ในระบบ IUPAC ____	85
3.9.6	สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน _____	86
3.9.7	ธาตุกัมมันตรังสี _____	86
3.10	สารประกอบ _____	93
3.10.1	การเกิดสารประกอบ _____	95
3.10.2	สมบัติของสารประกอบ _____	97
3.10.3	ประเภทของสารประกอบ _____	98
●	ข้อสอบบทที่ 3 ธาตุและสารประกอบ _____	102
●	เฉลยข้อสอบบทที่ 3 ธาตุและสารประกอบ _____	113
บทที่ 4	สารละลายกรด-เบส _____	120
4.1	สมบัติของสารละลายกรด _____	120
4.2	สมบัติของสารละลายเบส _____	124
4.3	การเรียกชื่อกรดอินทรีย์และการเรียกชื่อเบส _____	126
4.3.1	การเรียกชื่อกรดอินทรีย์ _____	126
4.3.2	การเรียกชื่อเบส _____	127
4.4	การตรวจสอบความเป็นกรด - เบส ของสารละลาย _____	127
4.5	เกลือ _____	130
4.5.1	ประเภทของเกลือ _____	131
4.6	pH ของสารละลาย _____	132
4.7	การใช้อินดิเคเตอร์บอกความเป็นกรด - เบส ของสารละลาย _____	133
4.7.1	อินดิเคเตอร์จากสารธรรมชาติ _____	134
4.8	สารละลายกรด-เบส ในชีวิตประจำวันและในสิ่งมีชีวิต _____	139
4.8.1	การใช้สารที่มีสมบัติเป็นกรด - เบส ในชีวิตประจำวัน _____	140
4.8.2	ยาลดกรด _____	142

4.8.3 สบู่	142
4.8.4 ฟองชักฟอก	143
4.8.5 แชมพูสระผมและน้ำยาล้างจาน	144
4.8.6 น้ำยาล้างห้องน้ำ	145
4.9 ผลของสภาพแวดล้อมต่อค่า pH ของสารละลาย	145
● ข้อสอบบทที่ 4 สารละลายกรด - เบส	147
● เฉลยข้อสอบบทที่ 4 สารละลายกรด - เบส	161
บทที่ 5 การแยกสาร	169
5.1 วิธีหยิบแยกออก	169
5.2 วิธีใช้แม่เหล็กดูด	169
5.3 การกรอง	169
5.4 การตกตะกอน	171
5.5 การระเหย	171
5.6 การตกผลึก	171
5.7 การกลั่น	174
5.8 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	176
5.9 วิธีใช้กรวยแยก	177
5.10 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	177
5.11 โครมาโทกราฟี	179
● ข้อสอบบทที่ 5 การแยกสาร	184
● เฉลยข้อสอบบทที่ 5 การแยกสาร	202
บทที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของสาร	209
6.1 การเปลี่ยนแปลงของสาร	209
6.2 สถานะของสาร	210
6.2.1 พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะของสาร	211
6.2.2 การคำนวณหาปริมาณพลังงาน (ความร้อน) ที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ	214

6.3 การถ่ายโอนความร้อน	216
6.4 การละลายของสาร	217
6.4.1 สภาพการละลายได้	221
6.5 ปฏิกริยาเคมี	222
6.5.1 การดุลสมการเคมี	224
6.6 พลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี	225
6.7 ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	230
6.7.1 ปฏิกริยาการเผาไหม้แก๊สหุงต้ม	230
6.7.2 ปฏิกริยาการเกิดสนิมเหล็ก	230
6.7.3 ปฏิกริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริก ในน้ำยาล้างห้องน้ำกับแคลเซียม- คาร์บอเนตซึ่งเป็นส่วนผสมของปูนที่ใช้เชื่อมต่อกระเบื้องในห้องน้ำ	230
6.7.4 ปฏิกริยาการสังเคราะห์แสงของพืช	231
6.7.5 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดแก๊สพิษในอากาศและเกิดฝนกรด	231
6.7.6 ปฏิกริยาการหายใจระดับเซลล์	232
6.7.7 ปฏิกริยาการสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต	232
6.7.8 ปฏิกริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	233
6.7.9 ปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำโดยแบคทีเรีย	233
6.8 อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	233
6.8.1 การวัดอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	233
6.8.2 ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	235
6.8.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	236
● ข้อสอบบทที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของสาร	241
● เฉลยข้อสอบบทที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของสาร	257
● แนวข้อสอบ O-net วิทยาศาสตร์ (เฉพาะส่วนที่เป็นวิชาเคมี)	264
● เฉลยแนวข้อสอบ O-net วิทยาศาสตร์ (เฉพาะส่วนที่เป็นวิชาเคมี)	272
● แนวข้อสอบเข้าเรียนต่อชั้น ม. 4 โรงเรียนที่มีชื่อเสียง วิทยาศาสตร์ (เฉพาะส่วนที่เป็นวิชาเคมี)	276
● เฉลยแนวข้อสอบเข้าเรียนต่อชั้น ม. 4 โรงเรียนที่มีชื่อเสียง วิทยาศาสตร์ (เฉพาะส่วนที่เป็นวิชาเคมี)	284
บรรณานุกรม	288

บทที่ 1

เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร



1.1 วิทยาศาสตร์คืออะไร

วิทยาศาสตร์มาจากภาษาอังกฤษ ว่า Science ซึ่งมาจากศัพท์ภาษาละตินว่า Scientia แปลว่าความรู้ (Knowledge)

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่อยู่รอบๆ ตัวเรา หรือความรู้ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาค้นคว้า มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและต่อไปในอนาคต รวมทั้งวิธีการและขั้นตอนในการค้นคว้าหาความรู้ที่เรียกว่า กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ความรู้ต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานและข้อมูลใหม่ซึ่งเป็นที่ยอมรับ มากกว่าเดิม ซึ่งเกิดจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้นักวิทยาศาสตร์มีเครื่องมือและวิธีการที่ทันสมัย มากขึ้น วิทยาศาสตร์มี 2 ประเภท



1

1. **วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์** เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี กฎ ซึ่งเป็นข้อสรุปจาก การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้เหล่านี้อยู่ในวิชา ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา เป็นต้น ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เช่น



ลอร์ด เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

ได้สร้างแบบจำลองอะตอมว่าอะตอมประกอบด้วยโปรตอนซึ่งมีประจุบวก รวมกันเป็นนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง และมีขนาดเล็กมากและมีอิเล็กตรอน ซึ่งมีประจุลบวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส



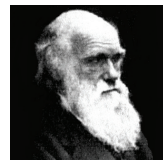
อริสโตเติล

ค้นพบวิธีหาปริมาตรของวัตถุโดยการแทนที่น้ำ



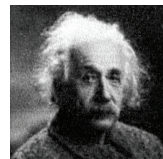
เซอร์ ไอแซก นิวตัน

ผู้ตั้งกฎของความโน้มถ่วง



ชาลส์ ดาร์วิน

ผู้ตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต



อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

ผู้ตั้งทฤษฎีสัมพัทธภาพ ซึ่งต่อมา ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นระเบิดนิวเคลียร์

* เดเนียล เบอร์นูลลี ผู้ตั้งทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เป็นต้น

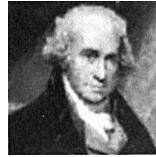
รูปที่ 1.1 ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์

2. **วิทยาศาสตร์ประยุกต์** คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ให้เกิดความรู้ใหม่หรือนำไปใช้ในการ สร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์

ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เช่น



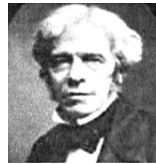
อะเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์
ผู้ประดิษฐ์เครื่องโทรศัพท์



เจมส์ วัตต์
ผู้ประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ



โทมัส แอลวา เอดิสัน
ผู้ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้า



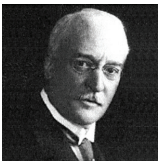
ไมเคิล ฟาราเดย์
ผู้ประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



กาลิเลโอ กาลิเลอี
ผู้ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์แบบหักเห



หลุยส์ ปาสเตอร์
ผู้ค้นพบวัคซีนสำหรับฉีดแก้พิษงู
และพิษสุนัขบ้า



รูดอล์ฟ ดีเซล
ผู้คิดค้นเครื่องยนต์ดีเซล



อัลเฟรด โนเบล
ผู้คิดค้นระเบิดไดนาไมต์



ออร์วิล ไรต์



วิลเบอร์ ไรต์

* ออร์วิล ไรต์และวิลเบอร์ ไรต์ (สองพี่น้องตระกูลไรต์) ผู้คิดค้นเครื่องร่อน ต่อมาพัฒนาเป็นเครื่องบิน เป็นต้น

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์

พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย



นักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมากท่านหนึ่งของประเทศไทยคือ พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 4 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ เพราะพระองค์ท่านทรงคำนวณได้อย่างถูกต้องว่า จะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงในวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 ล่วงหน้า 2 ปี และยังทรงคำนวณได้อย่างถูกต้องว่า การเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงนี้ จะเห็นได้ชัดเจนที่ ตำบลหว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และได้เสด็จพระราชดำเนินพร้อมเซอร์ แอร์รี ออร์ด เจ้าเมืองสิงคโปร์ คณะทูตานุทูต แยกต่างประเทศอื่นๆ ที่ทรงเชิญมาและข้าราชการบริพารไทยทอดพระเนตรสุริยุปราคาครั้งนั้น ปรากฏว่าสิ่งที่พระองค์คำนวณไว้ล่วงหน้าเป็นจริงทุกประการ

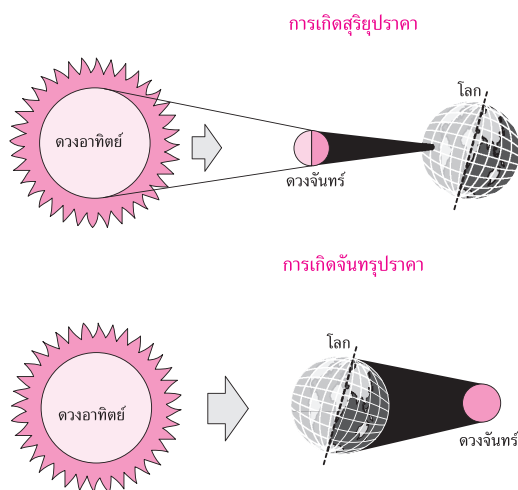
รูปที่ 1.3 พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

พระอัจฉริยภาพของพระองค์เป็นที่เลื่องลือ ขจรขจาย ทำให้ปวงชนชาวไทย ถวายพระสมัญญานามว่าทรงเป็นพระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย และเป็นที่มาของการสร้างอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ ตำบลห้วยกอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และรัฐบาลไทยยังได้กำหนดให้วันที่ 18 สิงหาคมของทุกปี เป็นวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติอีกด้วย

ตัวอย่างความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์

เช่น การเกิดสุริยุปราคา เพราะสามารถอธิบายหรือพิสูจน์ได้ว่า เกิดจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลกโคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยมีดวงจันทร์อยู่ตรงกลาง ดวงจันทร์จึงบังแสงจากดวงอาทิตย์ หรือเงาของดวงจันทร์ทอดมายังโลก ทำให้คนบนโลกมองเห็นดวงอาทิตย์มีทั้งดวง หรือมีบางส่วนทำให้เห็นดวงอาทิตย์เว้าแหว่งจะเห็นลักษณะใดขึ้นอยู่กับตำแหน่งของคนที่อยู่บนพื้นโลก

ตัวอย่างความรู้อื่นที่เป็นวิทยาศาสตร์ เช่น การเกิดจันทรุปราคาซึ่งเกิดจากดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยโลกอยู่ตรงกลาง โลกจึงบังแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องไปยังดวงจันทร์หรือเงาของโลกทอดไปยังดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์มืดลง ซึ่งอาจจะเกิดเต็มดวงหรือไม่เต็มดวงก็ได้



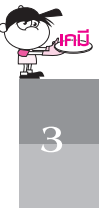
น้ำแข็งลอยน้ำได้เพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ การเห็นดอกไม้สีต่างๆ ซึ่งเกิดจากแสงจากดวงอาทิตย์ซึ่งมี 7 สี ตกกระทบดอกไม้และสารในดอกไม้สะท้อนสีต่างๆ เข้าตา เช่น เห็นดอกกุหลาบมีสีแดง เพราะสารในดอกกุหลาบดูดกลืนแสงทุกสียกเว้นสีแดง เมื่อสีแดงสะท้อนเข้าตา จึงมองเห็นดอกกุหลาบเป็นสีแดง เป็นต้น โลหะเหล็กกลายเป็นสนิมเหล็ก เนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในอากาศและน้ำ ส่วนความรู้ที่ชาวบ้านบอกว่าผีนอก หรือความเชื่อต่างๆ เช่น ผีกระสือ บ้องไฟ พระยานาค ราหูอมจันทร์ต้องตีเกราะเคาะไม้จึงจะคาย เป็นต้น ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ เพราะไม่สามารถอธิบายได้ในเชิงวิทยาศาสตร์

รูปที่ 1.4 การเกิดสุริยุปราคาและจันทรุปราคา

1.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process)

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Skill)
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)



1.2.1 **วิธีการทางวิทยาศาสตร์** คือ กระบวนการในการทำงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. **สังเกต** เป็นการสังเกตโดยใช้ระบบประสาททั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้น และกาย ซึ่งอาจสังเกตจากการทดลอง หรือสังเกตจากปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น จากการสังเกตจะทำให้เกิดปัญหา
2. **บันทึกข้อมูล** เป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ต้องบันทึกอย่างไม่มีอคติ บันทึกทุกอย่าง อย่างที่ตนได้ประสบจากการสังเกตมาโดยตรง และจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระเบียบโดยจัดเป็นหมวดหมู่ ตามส่วนที่คล้ายคลึงกัน และส่วนที่แตกต่างกัน
3. **ตั้งสมมติฐาน** เป็นการคาดคะเนหาเหตุผลมาอธิบายหรือแก้ปัญหาข้อสงสัยต่างๆ โดยใช้ความรู้เดิม และข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้
4. **การทดลอง** ทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร
5. **สรุป** เป็นขั้นวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อหาข้อสรุป

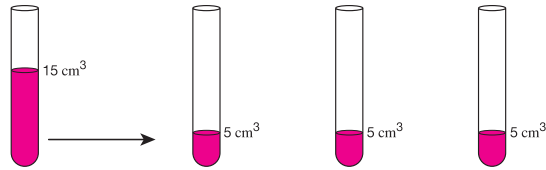
ตัวอย่างกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น

มีหลอดทดลองขนาดใหญ่สี่หลอด หลอดที่ 1 บรรจุของเหลวสีม่วงแดง 15 cm^3 ส่วนหลอดที่ 2, 3 และ 4 บรรจุของเหลวไม่มีสีหลอดละ 5 cm^3 จากการสังเกตสามารถบอกได้ว่าของเหลวในหลอดที่ 1 เป็นสารต่างชนิดกับของเหลวในหลอดที่ 2, 3 และ 4 แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าของเหลวในหลอดที่ 2, 3 และ 4 เป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ ซึ่งเป็นขั้นที่เกิดปัญหาจากการรวบรวมข้อมูลและศึกษาข้อมูลที่เคยพบมาในชีวิตประจำวัน นักเรียนบางคนอาจตั้งสมมติฐานว่า ของเหลวในหลอดที่ 2, 3 และ 4 เป็นชนิดเดียวกัน แต่นักเรียนบางคนอาจตั้งสมมติฐานว่าเป็นสารต่างชนิดกัน เพื่อทดสอบสมมติฐานนักเรียนแต่ละคนจึงต้องทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า สมมติฐานของใครถูกต้อง ตัวอย่างการทดลองและผลการทดลอง เช่น

วิธีทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1. แบ่งของเหลวสีม่วงแดงในหลอดที่ 1 ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอดหลอดละ 5 cm^3 ให้เป็นหลอด ก, ข และ ค	ของเหลวทั้ง 3 หลอด มีสีม่วงแดงเหมือนกัน
2. นำของเหลวในหลอดที่ 2 ผสมกับของเหลว สีม่วงแดงในหลอด ก	เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 นาที สีม่วงแดงจางลงจนกลายเป็นของเหลวไม่มีสี
3. นำของเหลวในหลอดที่ 3 ผสมกับของเหลว สีม่วงแดงในหลอด ข	สีม่วงแดงจางหายไปทันที เกิดตะกอนสีเหลือง และมีกลิ่นฉุน
4. นำของเหลวในหลอดที่ 4 ผสมกับของเหลว สีม่วงแดงในหลอด ค	สีม่วงแดงจางลง และคงที่

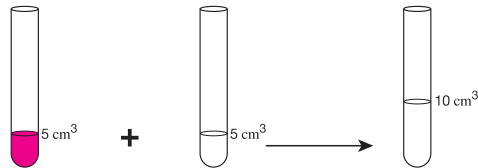


1.



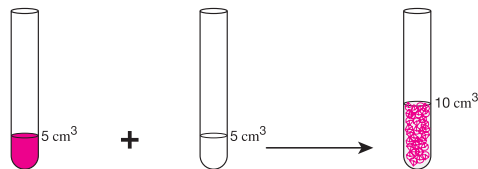
หลอดที่ 1 บรรจุของเหลวสีม่วงแดง **หลอด ก** **หลอด ข** **หลอด ค**

2.



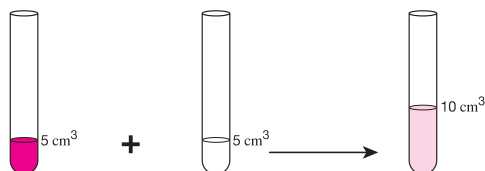
หลอด ก บรรจุของเหลวสีม่วงแดง **หลอดที่ 2** บรรจุของเหลวไม่มีสี กลายเป็นของเหลวไม่มีสี

3.



หลอด ข บรรจุของเหลวสีม่วงแดง **หลอดที่ 3** บรรจุของเหลวไม่มีสี สีม่วงแดงหายไป เกิดตะกอนสีเหลืองและมีกลิ่นฉุน

4.



หลอด ค บรรจุของเหลวสีม่วงแดง **หลอดที่ 4** บรรจุของเหลวไม่มีสี สีม่วงแดงจางลง

สรุปผลการทดลอง จากผลการทดลองสรุปได้ว่าของเหลวในหลอดที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งเป็นของเหลวไม่มีสีเหมือนกัน เป็นของเหลวต่างชนิดกัน เพราะเมื่อผสมกับของเหลวสีม่วงแดงในหลอดที่ 1 เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างกัน แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าของเหลวทั้งสี่ชนิดเป็นสารใดบ้าง ถ้านักเรียนต้องการทราบ จะต้องศึกษา รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และทำการทดลองต่อไปจึงจะสรุปได้ว่า ของเหลวทั้งสี่ชนิดคือสารใดบ้าง

1.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมิตักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. **ทักษะการสังเกต** การจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนช่างสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เพราะการสังเกตทำให้พบสิ่งใหม่ๆ ซึ่งเป็นต้นเหตุของการนำไปสู่การค้นคว้าหาคำอธิบาย การสังเกตที่ถูกต้องต้องไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวประกอบ



2. **ทักษะการคำนวณ** ต้องสามารถคำนวณค่าต่างๆ ซึ่งเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง

3. **ทักษะการวัด** คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือเพื่อใช้ในการวัดปริมาณสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้องและแม่นยำ และมีการระบุหน่วยของปริมาณสิ่งต่างๆ ที่วัดได้อย่างถูกต้องด้วย

4. **ทักษะการจำแนกประเภท** สามารถจำแนกประเภทของสารเป็นหมวดหมู่ ตามสมบัติต่างๆ ของสารที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้

5. **ทักษะการจัดทำหรือสื่อความหมายข้อมูล** คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การคำนวณหรือการทดลอง มาจัดระเบียบเพื่อผู้อ่านเข้าใจข้อมูลง่ายขึ้น อาจเสนอแบบเขียนบรรยาย แบบตาราง แบบกราฟ แบบแผนภาพ เป็นต้น

6. **ทักษะการตั้งสมมติฐาน** เป็นทักษะเกี่ยวกับการคิดหาคำตอบหรือคำอธิบายไว้ล่วงหน้าเมื่อเกิดปัญหา สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้ ซึ่งต้องทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป เช่น นักเรียนมีปัญหาสงสัยว่า ไข่ไก่ เมื่อใส่ในน้ำกลั่นและน้ำเกลือเข้มข้นจะลอยหรือจม นักเรียนอาจตั้งสมมติฐานว่า เมื่อไข่ใส่น้ำกลั่นจะจมแต่ถ้าใส่น้ำเกลือเข้มข้นจะลอยหรือตั้งสมมติฐานอย่างอื่นก็ได้ จากนั้นจึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

7. **ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร** ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีตัวแปร 3 ชนิด คือ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกัน และเป็นต้นเหตุของการทำให้เกิดผลการทดลองว่าจะเป็นอย่างไร

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดูว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างไร หรือเป็นผลที่ได้จากการทดลองตามตัวแปรต้นที่กำหนดขึ้น

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน เพื่อให้แน่ใจว่า ผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นอย่างแท้จริง

ตัวอย่างการกำหนดตัวแปรประเภทต่างๆ เช่น ถ้าต้องการทดลองเพื่อทดสอบ สมมติฐานว่า ปุ๋ยชนิดใดมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด ตัวแปรต้นคือ ชนิดของปุ๋ย ตัวแปรตามคือการเจริญเติบโตของพืช ตัวแปรควบคุม เช่น ปริมาณปุ๋ยแต่ละชนิด ปริมาณแสง ชนิดของพืช ขนาดของพืชที่เริ่มต้นทดลอง ชนิดของดินที่ใช้ปลูกพืช อุณหภูมิ การรดน้ำ เป็นต้น

8. **ทักษะการทดลอง** คือ ต้องมีการวางแผนก่อนการทดลอง ออกแบบการทดลองว่าจะดำเนินการทดลองอย่างไร ตามตัวแปรที่กำหนด จากนั้นจึงทำการทดลอง ในการทดลองต้องเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมและเที่ยงตรง รู้วิธีการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองหลายๆ วิธี และบันทึกได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้

9. **ทักษะการตีความข้อมูลและสรุปข้อมูล** คือ ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูล และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

10. **ทักษะการพยากรณ์** คือ ความสามารถในการพยากรณ์คำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ทฤษฎีหรือกฎที่มีอยู่แล้วเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาค้นคว้าอยู่

11. **ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** คือ ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือข้อความต่างๆ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือทดสอบได้

ตัวอย่างนิยามเชิงปฏิบัติการ เช่น ไฮโดรเจน เป็นแก๊สที่ติดไฟได้ เมื่อสัมผัสกับเปลวไฟระเบิดมีเสียงดัง ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน สามารถทดสอบและสังเกตได้ ส่วนนิยามทั่วไปที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการของไฮโดรเจน เช่น มีขนาดอะตอมเล็กที่สุด มีมวลอะตอมเท่ากับ 1 เพราะไม่สามารถทดสอบหรือวัดได้



12. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล คือการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล

13. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปส หมายถึงที่ว่าง สเปสของวัตถุหมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเหมือนกับวัตถุนั้น เช่น สเปสของก้อนหินคือ ที่ว่างซึ่งก้อนหินก้อนนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีทั้งความกว้าง ความยาว ความสูง ก้อนหินก้อนนี้จึงมี 3 มิติ สเปสของวัตถุบางชนิดเป็น 3 มิติ บางชนิดมี 2 มิติ เช่น ภาพวาด หรือตัวหนังสือส่วนใหญ่บนกระดาษ แผ่นทองคำที่บางมากๆ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส คือ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุชนิดหนึ่งกับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง เช่น การวาดรูปบ้านจากบ้านจริง สเปสจะเปลี่ยนจาก 3 มิติเป็น 2 มิติ ดังนั้นเมื่อเติมน้ำจำนวน 1 ลิตร จะเต็มถึงพอดี ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุหรือสเปสของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อใส่น้ำจำนวนเท่ากันในภาชนะ 2 ใบ ดังรูป



ใบที่ 1



ใบที่ 2

เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณน้ำในภาชนะใบที่ 2 จะเหลือน้อยกว่าใบที่ 1 เพราะน้ำในใบที่ 2 ระเหยได้เร็วกว่าใบที่ 1 ทำให้สเปสของน้ำในภาชนะใบที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสเปสของน้ำในภาชนะ ใบที่ 1

1.2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของบุคคลที่จะก่อให้เกิดการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่จะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี หรือเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี จะต้องมึลักษณะนิสัยดังนี้

1. เป็นคนที่มีความอยากรู้ อยากเห็น
2. เป็นคนมีเหตุผล
3. เป็นคนที่ใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น
4. เป็นคนที่มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง
5. เป็นคนที่มีความมุ่งมั่น อดทน
6. เป็นคนที่มีความละเอียด รอบคอบ
7. เป็นคนที่สามารถทำงานร่วมกับคนอื่นได้อย่างสร้างสรรค์
8. เป็นคนที่มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

1.3 เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการสังเกตและเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตและเก็บข้อมูล มีหลายชนิด เช่น เครื่องมือวัดขนาด ได้แก่ ไม้บรรทัด ตลับเมตร เครื่องมือวัดน้ำหนัก ได้แก่ เครื่องชั่งชนิดต่างๆ เครื่องมือวัดปริมาตร ได้แก่ กระบอกตวง บิวเรตต์ ปิเปตต์ เครื่องมือวัดเวลา ได้แก่ นาฬิกา เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า ได้แก่ แอมมิเตอร์ เครื่องมือวัดความดัน ได้แก่ บารอมิเตอร์ มานอมิเตอร์ เป็นต้น ในการวัดปริมาณต่างๆ จะต้องมึหน่วยบอกปริมาณในการวัดด้วย เช่น ความยาวหรือระยะทาง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) กิโลเมตร (km) หน่วยเอสไอ ใช้เมตร (m) น้ำหนักมีหน่วยเป็นกรัม (g) หน่วยเอสไอใช้กิโลกรัม (kg) ปริมาตรมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3) ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) ลิตร (L) มิลลิลิตร (ml) หน่วยเอสไอใช้ลูกบาศก์เมตร (m^3) อุณหภูมิ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) หน่วยเอสไอใช้เคลวิน (K) กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) ซึ่งเป็นหน่วยเอสไอ พลังงานมีหน่วยเป็นแคลอรี (cal) กิโลแคลอรี (kcal) กิโล



จูล (kJ) หน่วยเอสไอใช้จูล (J) ความเร็วมีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h) เซนติเมตรต่อวินาที (cm/s) เมตรต่อนาที (m/min) หน่วยเอสไอใช้เมตรต่อวินาที (m/s)

หมายเหตุ หน่วยเอสไอ (SI) ย่อมาจากคำว่า **International System of Units** ซึ่งเป็นระบบหน่วยมาตรฐานที่ต้องใช้ระหว่างประเทศกำหนดขึ้นให้ทุกประเทศใช้เหมือนกัน โดยเฉพาะหน่วยทางวิทยาศาสตร์

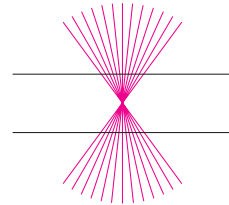
1.3.1 เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยตา

เนื่องจากการสังเกตด้วยตาบางครั้งเชื่อถือไม่ได้ ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น รูป ก เส้นตรง AB และเส้นตรง XY เมื่อสังเกตด้วยตาจะเห็นว่า ยาวไม่เท่ากัน หรือรูป ข เส้นตรงตามแนวอนสองเส้นเมื่อสังเกตด้วยตา จะเห็นว่าไม่ขนานกันตลอด แต่ใช้ไม้บรรทัดวัดจะพบว่า รูป ก เส้นตรง AB และเส้นตรง XY ยาวเท่ากัน และรูป ข เส้นตรงตามแนวอนทั้งสองเส้นขนานกันตลอดแนว

รูป ก



รูป ข



อุปกรณ์ที่ช่วยในการสังเกตด้วยตา ได้แก่ ไม้บรรทัด ตลับเมตร แว่นขยาย แว่นตาสำหรับคนสายตาสั้น สายตาวาวหรือสายตาเอียง กล้องจุลทรรศน์ใช้ส่องวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ เช่น เซลล์ จุลินทรีย์ กล้องส่องทางไกลใช้ส่องวัตถุที่อยู่ไกลๆ กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่อยู่ไกลมาก เช่น ดวงจันทร์ ดวงดาวต่างๆ

1.3.2 เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยหู เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยหู ได้แก่ เครื่องช่วยฟังสำหรับคนที่มีความผิดปกติทางหู สเตทโทโคป เป็นเครื่องช่วยฟังสำหรับแพทย์ ในการตรวจวินิจฉัยโรค เช่น ฟังเสียงการเต้นของหัวใจ การทำงานของหลอดเลือด การทำงานของปอด เป็นต้น

1.3.3 เครื่องมือที่ช่วยในการสังเกตด้วยผิวหนัง การใช้ผิวหนังสังเกตความร้อน-เย็น บางครั้งไม่สามารถทำได้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนหรืออุณหภูมิน้อยเกินไป หรือการสังเกตด้วยผิวหนังบางครั้งเชื่อถือไม่ได้ เช่น ถ้านักเรียนใช้มือข้างหนึ่งจุ่มในน้ำเย็นจัด ส่วนมืออีกข้างหนึ่งจุ่มในน้ำอุ่นที่ค่อนข้างร้อน จากนั้นเอามือทั้งสองข้างจุ่มในน้ำธรรมดา จะพบว่ามือข้างที่จุ่มน้ำเย็นจัดมาก่อนจะรู้สึกอุ่นขึ้น ส่วนมือที่จุ่มในน้ำอุ่นมาก่อนจะรู้สึกเย็นลง แสดงว่าการสังเกตด้วยผิวหนังครั้งนี้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เพราะน้ำธรรมดามีอุณหภูมิเท่ากัน ดังนั้นการสังเกตด้วยผิวหนังจึงมีการใช้เทอร์โมมิเตอร์ช่วยในการวัดอุณหภูมิแทน

หน่วยที่วัดอุณหภูมิมีหลายหน่วย เช่น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) เคลวิน (K) เป็นต้น ในระบบหน่วยเอสไอใช้เคลวิน แต่ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ใช้องศาเซลเซียส หน่วยทั้งสามมีความสัมพันธ์กันดังนี้



$$1. \quad \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$2. \quad K = C + 273.15 \text{ หรือใช้ค่าประมาณดังนี้ } K = C + 273$$

เมื่อ C คือ อุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

F คือ อุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์

K คือ อุณหภูมิมีหน่วยเป็นเคลวิน

ตัวอย่างการคำนวณตัวอย่างที่ 1 อุณหภูมิ 212 °F มีค่าเท่ากับกี่องศาเซลเซียส และกี่เคลวิน

วิธีทำ

$$ก. \quad \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \rightarrow \frac{C}{5} = \frac{212 - 32}{9}$$

$$C = (212 - 32) \times \frac{5}{9} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore \text{อุณหภูมิ } 212 \text{ }^{\circ}\text{F} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$ข. \quad K = C + 273 = 100 + 273 = 373 \text{ เคลวิน}$$

$$\therefore \text{อุณหภูมิ } 212 \text{ }^{\circ}\text{F} = 373 \text{ K}$$

ตัวอย่างการคำนวณตัวอย่างที่ 2 อุณหภูมิ 273 K มีค่าเท่ากับกี่องศาเซลเซียสและกี่องศาฟาเรนไฮต์

$$ก. \quad K = C + 273 \rightarrow C = K - 273 = 273 - 273 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore \text{อุณหภูมิ } 273 \text{ K} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$ข. \quad \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$F = \left(\frac{C \times 9}{5}\right) + 32 = \frac{0 \times 9}{5} + 32 = 32 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\therefore \text{อุณหภูมิ } 273 \text{ K} = 32 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

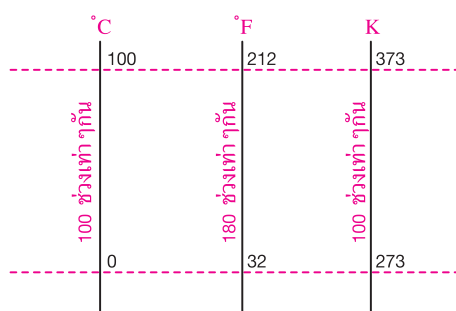
ตัวอย่างการคำนวณตัวอย่างที่ 3 อุณหภูมิ 37 °C มีค่าเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์ และกี่เคลวิน

$$ก. \quad \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\frac{37}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$F = \frac{37 \times 9}{5} + 32 = 98.6 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$ข. \quad K = C + 273 = 37 + 273 = 310 \text{ เคลวิน}$$



รูปที่ 1.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์และเคลวิน



ข้อสอบบทที่ 1

เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร



1. ข้อความใดถูกต้อง

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริงเปลี่ยนแปลงไม่ได้
2. ราหุอมจันทร์เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถอธิบายได้
3. การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. อะเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์ เป็นนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์

2. ข้อความต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

1. วันนี้อากาศร้อนอบอ้าว อีกสักครู่น่าจะตก
2. ไข่ไก่ใบนี้ผิวเรียบ สีน้ำตาลอ่อน ชั่งมวลได้ 15 กรัม
3. อาหารจานนี้ มีฟองแก๊สเกิดขึ้น กลิ่นเหม็น เกิดจากการทำงานของแบคทีเรีย
4. ทะเลแถวนี้มีขยะจำนวนมาก น้ำทะเลมีสีดำ ตะกอนสีน้ำตาลและมีสารเคมีหลายชนิด

3. จากการทดลอง การตรวจสอบความสามารถในการนำไฟฟ้าของโลหะแต่ละชนิด สิ่งใดคือตัวแปรต้น

1. ชนิดของโลหะ
2. การนำไฟฟ้าของโลหะ
3. ความสว่างของหลอดไฟ
4. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่โลหะได้รับ

4. ในการศึกษาชนิดของอาหารมีผลต่อปริมาณน้ำมันของโคนมหรือไม่ จะต้องจัดสิ่งใดให้เหมือนกัน

1. ชนิดของโคนม จำนวนโคนม
2. จำนวนโคนม ชนิดของอาหาร
3. ชนิดของอาหาร ปริมาณน้ำมันของโคนม
4. ปริมาณน้ำมันของโคนม ปริมาณอาหาร

5. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

1. นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
2. การสรุปผลทางด้านวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น
3. กฎ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เป็นตัวอย่างของวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์
4. น้ำแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจะหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ เป็นข้อความที่บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6. ข้อใดไม่สัมพันธ์กัน

1. สเตปโทสโคป เครื่องมือช่วยขยายประสาทสัมผัสทางตา
2. กล้องจุลทรรศน์ เครื่องมือช่วยขยายประสาทสัมผัสทางตา
3. เทอร์มอมิเตอร์ เครื่องมือช่วยขยายประสาทสัมผัสทางผิวหนัง
4. เครื่องชั่ง เครื่องมือช่วยขยายประสาทสัมผัสทางผิวหนัง



7. อุปกรณ์ใดที่เกี่ยวข้องกับการหาความหนาแน่นของนาฬิกาข้อมือ น้อยที่สุด
1. เครื่องชั่ง
 2. ถ้วยยูเรกา
 3. กระบอกตวง
 4. ไม้บรรทัด
8. นักออกแบบตัดเย็บเสื้อผ้าจะมีลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ลักษณะใดมากที่สุด
1. ช่างสังเกต
 2. มีความคิดริเริ่ม
 3. มีเหตุมีผล
 4. มีความอดทน

จากข้อมูลต่อไปนี้ ใช้ในการตอบคำถามข้อ 9 - 11

ด.ญ. เอ ทดลองปลูกต้นไม้โดยใช้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ดังตาราง

สูตร	ไนโตรเจน(g)	ฟอสฟอรัส(g)	โพแทสเซียม(g)	การเจริญเติบโตของต้นไม้
A	5	5	5	ต้นสูงขึ้น 2 cm แตกใบอ่อนเพิ่ม 6 ใบ
B	5	10	5	ต้นสูงขึ้น 5 cm แตกใบอ่อนเพิ่ม 6 ใบ
C	10	5	5	ต้นสูงขึ้น 2 cm แตกใบอ่อนเพิ่ม 2 ใบ
D	10	10	5	ต้นสูงขึ้น 5 cm แตกใบอ่อนเพิ่ม 2 ใบ

9. จากข้อมูลข้างต้น จัดอยู่ในขั้นตอนใดในระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
1. การตั้งสมมติฐาน
 2. การค้นคว้าหาข้อมูล
 3. การทดลอง
 4. การสรุปผล
10. ในการปลูกต้นไม้ของ ด.ญ. เอ แร่ธาตุใดมีผลทำให้ต้นไม้สูงมากที่สุด
1. ไนโตรเจน
 2. ฟอสฟอรัส
 3. ไนโตรเจน โพแทสเซียม
 4. ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม
11. จากการทดลอง ข้อใดเป็นตัวแปรตาม
1. ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม
 2. ชนิดของปุ๋ย
 3. ความสูงและการแตกใบอ่อนของต้นไม้
 4. ปริมาณน้ำและการได้รับแสงสว่าง
12. นักเรียนคนหนึ่งออกแบบการทดลองโดยการเลี้ยงเห็บในสารละลายผงซักฟอกที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน ในแต่ละกล่องใส่เห็บจำนวนเท่าๆ กัน (ดังตาราง) แล้วนำไปวางไว้กลางแดด สังเกตการเจริญเติบโตของเห็บทุกวัน

ชุดการทดลองที่	สารละลาย
1	สารละลายผงซักฟอก 0.1% โดยมวลต่อปริมาตร
2	สารละลายผงซักฟอก 0.01% โดยมวลต่อปริมาตร
3	สารละลายผงซักฟอก 0.001% โดยมวลต่อปริมาตร
4	น้ำประปา



จากการทดลองข้างต้นผู้ทดลองมีสมมติฐานอย่างไร

1. แสงแดดมีผลต่อการเจริญเติบโตของแห่น
2. อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของแห่น
3. สารฟอสเฟตในผงซักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของแห่น
4. ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกที่เหมาะสมจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของแห่น

13. นักเรียนคนหนึ่งใส่น้ำตาลทรายลงในหลอดทดลองขนาดเล็กจำนวน 2 หลอด หลอดละ 0.5 กรัม โดยเติมน้ำลงไป ในหลอดที่ 1 และเติมเอทานอลลงไป ในหลอดที่ 2 หลอดละ 5 cm³ จากนั้นทำการเขย่าเป็นเวลา 30 วินาที แล้วสังเกต การเปลี่ยนแปลง พบว่าการละลายของน้ำตาลทรายในหลอดทั้งสองแตกต่างกัน จากการทดลองนี้ ข้อใดกำหนด ตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง

	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
1	ชนิดของตัวละลาย	การละลายของน้ำตาล
2	ชนิดของตัวทำละลาย	การละลายของน้ำตาล
3	เวลาในการละลายของน้ำตาล	ชนิดของตัวละลาย
4	เวลาในการละลายของน้ำตาล	การละลายของน้ำตาล

14. สาร LOSPs (Light Organic Solvent Preservatives) เป็นตัวทำละลายสารอินทรีย์ชนิดเบาที่ใช้ป้องกันเนื้อไม้จากแมลงหรือเชื้อราได้ นักวิจัยต้องการทดสอบสาร LOSP ตัวใหม่ว่าจะป้องกันการผุที่เกิดจากเชื้อราได้หรือไม่ จึงนำท่อนไม้มาเคลือบด้วยสารดังกล่าว แล้วนำเชื้อรามาเพาะเป็นเวลา 6 เดือน ที่ 25 °C และความชื้น 70% ถ้าท่อนไม้มีน้ำหนักลดลงแสดงว่าเชื้อราทำให้ไม้ผุ การทดลองนี้ ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุม

1. นำไม้ต่างชนิดที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารใดๆ มาเพาะเชื้อรา
2. นำไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารใดๆ มาเพาะเชื้อรา
3. นำไม้ต่างชนิดกันมาเคลือบด้วย LOSP แล้วเพาะเชื้อรา
4. นำไม้ชนิดเดียวกันที่เคลือบด้วย LOSP และไม่เพาะเชื้อรา แต่ทาด้วยยากันแมลง

15. “เมื่อผลึกคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (จุนลี) ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาวและถ้าหยดน้ำลงไปก็จะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำเงิน” คำกล่าวนี้จัดเป็นขั้นตอนใดในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การทำนายและการสังเกต
2. การสังเกตและการสรุปผล
3. การสังเกตและการบันทึกข้อมูล
4. การตั้งสมมติฐานและการบันทึกข้อมูล



เฉลย ข้อสอบบทที่ 1 เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร



1. ข้อ 3 เหตุผล ข้อ 1 ผิด เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีการทดลองค้นพบสิ่งใหม่ๆ และพิสูจน์ได้ว่าความรู้เดิมไม่เป็นจริง
ข้อ 2 ผิด ราหุอมจันทร์ไม่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะไม่สามารถอธิบายได้
ข้อ 4 ผิด เพราะอะเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์ เป็นนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องโทรศัพท์
ส่วนข้อ 3 ถูกต้องแล้ว
2. ข้อ 2 เหตุผล ข้อ 1, 3 และ 4 มีทั้งการสังเกตและตั้งสมมติฐาน
ข้อ 1 ตั้งสมมติฐานว่า อีกสักครู่ฝนจะตก ข้อ 3 ตั้งสมมติฐานว่าเกิดจากการทำงานของแบคทีเรีย ข้อ 4 ตั้งสมมติฐานว่ามีสารเคมีหลายชนิด ส่วนข้อ 2 มีเฉพาะการสังเกตเท่านั้น
3. ข้อ 1 เหตุผล ชนิดของโลหะคือ ตัวแปรต้น เพราะมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของโลหะ การนำไฟฟ้าคือ ตัวแปรตาม ส่วนปริมาณกระแสไฟฟ้าที่โลหะได้รับ เป็นตัวแปรควบคุม
4. ข้อ 1 เหตุผล สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกันคือ ตัวแปรควบคุม ในที่นี้คือ ชนิดของโคนม และจำนวนโคนมที่ใช้ในการศึกษา ชนิดของอาหาร เป็นตัวแปรต้นเพราะมีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำนมของโคนมคือ ตัวแปรตาม
5. ข้อ 4 เหตุผล ข้อความในข้อ 4 ไม่ได้บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะใครๆ ก็รู้ว่า น้ำแข็ง เมื่อได้รับความร้อนจะหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ ส่วนข้อ 1- 3 ถูกต้องแล้ว
6. ข้อ 1 เหตุผล เพราะสเตทโทสโคป เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายประสาทสัมผัสทางหู สเตทโทสโคปเป็นเครื่องมือที่แพทย์ใช้ตรวจคนไข้ เช่น ใช้ฟังเสียงการเต้นของหัวใจ ฟังเสียงในช่องท้องของคนไข้ เป็นต้น
7. ข้อ 4 เหตุผล เพราะไม้บรรทัดไม่สามารถใช้หาความหนาแน่นของนาฬิกาได้ การหาความหนาแน่นของนาฬิกา ต้องชั่งน้ำหนักของนาฬิกาโดยใช้เครื่องชั่ง และหาปริมาตรของนาฬิกาโดยใช้ถ้วยยูเรกา และกระบอกตวง เพราะความหนาแน่นของนาฬิกาเท่ากับน้ำหนักของนาฬิกาหารด้วยปริมาตรของนาฬิกา
8. ข้อ 2 เหตุผล นักออกแบบตัดเย็บเสื้อผ้าและนักวิทยาศาสตร์ จะต้องมีลักษณะเหมือนกันทั้ง 4 ข้อ แต่ข้อที่สำคัญที่สุดคือ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นักออกแบบตัดเย็บเสื้อผ้าต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ออกแบบเสื้อผ้ารูปแบบใหม่ๆ เพื่อให้เป็นที่ชื่นชอบของลูกค้า สินค้าจะได้ขายดี นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อออกแบบการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานได้

9. ข้อ 3 เหตุผล เพราะตารางที่กำหนดเป็นตารางที่แสดงผลการทดลอง
10. ข้อ 2 เหตุผล เพราะเมื่อเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทำให้ต้นไม้สูงขึ้นมากที่สุด
11. ข้อ 3 เหตุผล ตัวแปรต้นคือ ชนิดของปุ๋ย ตัวแปรตามคือ การเจริญเติบโตของต้นไม้ซึ่งก็คือ การเพิ่มความสูงและการแตกใบอ่อนของต้นไม้นั่นเอง ข้อ 4 เป็นตัวแปรควบคุม ส่วนข้อ 1 เป็นองค์ประกอบของชนิดของปุ๋ยซึ่งเป็นตัวแปรต้น
12. ข้อ 4 เหตุผล เพราะการทดลองแต่ละชุดเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายฟงซักฟอก แล้วสังเกตการเจริญเติบโตของเห็บ ข้อ 3 ไม่ได้ศึกษา ข้อ 1 และข้อ 2 ผิด เพราะแสงแดดและอุณหภูมิเป็นตัวแปรควบคุม
13. ข้อ 2 เหตุผล ตัวแปรต้นคือ สิ่งที่ทำให้แตกต่างกัน ในที่นี้คือชนิดของตัวทำละลาย ส่วนตัวแปรตามคือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามตัวแปรต้นที่กำหนดขึ้นในที่นี้คือ การละลายที่เกิดขึ้นตามตัวแปรต้นที่กำหนดขึ้น ในที่นี้คือ การละลายของน้ำตาลในน้ำและในเอทานอล
14. ข้อ 2 เหตุผล ตัวแปรควบคุมคือ สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันนั่นคือ ชนิดของไม้ต้องเป็นไม้ชนิดเดียวกัน
15. ข้อ 2 เหตุผล เพราะได้มีการทดลองแล้วสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น และได้สรุปผลการทดลองว่าผลึกคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาว และถ้าหยดน้ำลงไปก็จะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำเงิน



บทที่ 2

สารรอบตัว



สาร (substance) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีมวล ต้องการที่อยู่และสามารถสัมผัสได้ เช่น โต๊ะ แก้ว น้ำ อากาศ ต้นไม้ ก้อนหิน โลหะต่างๆ กระดาษ เป็นต้น

สมบัติของสาร หมายถึง ลักษณะประจำตัวของสารแต่ละชนิดซึ่งแตกต่างจากสารอื่น เช่น ทองแดง นำไฟฟ้าได้ แต่พลาสติกไม่นำไฟฟ้า ออกซิเจนอยู่ในสถานะแก๊สที่อุณหภูมิและความดันปกติแต่น้ำเป็น ของเหลว น้ำส้มสายชูมีรสเปรี้ยวแต่น้ำเชื่อมมีรสหวาน น้ำมีจุดเดือด 100°C แต่เอทานอลมีจุดเดือด 78.5°C เป็นต้น สมบัติของสารแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพ หมายถึง สมบัติของสารที่ทราบได้จากการสังเกตหรือทราบได้จากการทดลองง่ายๆ เช่น สี กลิ่น รส จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความแข็ง การนำไฟฟ้า การนำความร้อน ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ ลักษณะผลึก เป็นต้น ตัวอย่างสมบัติทางกายภาพของสาร เช่น เหล็กเป็นของแข็งสีเทานำไฟฟ้าได้ดี น้ำกลั่นเป็นของเหลวไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส

2. สมบัติทางเคมี เป็นสมบัติที่ทราบได้โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือเป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงจากสารหนึ่งไปเป็นสารอื่นๆ เช่น แก๊สไฮโดรเจนติดไฟกลายเป็นไอน้ำ ถ่านเมื่อเผาไหม้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สังกะสีเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้แก๊สไฮโดรเจน เหล็กซึ่งเป็นของแข็งสีเทา เมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะกลายเป็นสนิมเหล็ก ซึ่งมีสีน้ำตาลแดง

รอบ ๆ ตัวเรามีสารต่างๆ มากมาย มีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น สารต่างๆ พบได้ทั้งในเปลือกโลกส่วนที่เป็นของแข็ง ในน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ทะเล และในอากาศ สารบางชนิดมีสมบัติคล้ายกัน และบางชนิดมีสมบัติต่างกัน การที่สารบางชนิดมีสมบัติคล้ายกันจึงทำให้สามารถจัดสารออกเป็นหมวดหมู่ หรือเป็นกลุ่ม ๆ ได้

2.1 การจำแนกสารรอบตัว

สมบัติของสารสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสารได้ ซึ่งอาจจัดโดยอาศัยสมบัติเพียงอย่างเดียวหรืออาศัยสมบัติหลายอย่างประกอบกันก็ได้

ตัวอย่างเช่นถ้ากำหนดสมบัติของสารให้ดังตารางที่ 1.1 สามารถจัดกลุ่มสารได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด





สาร	สมบัติของสาร				
	สถานะ	ความสามารถในการนำไฟฟ้า	สี	การละลายน้ำ	ความเป็น กรดเบสของสารละลาย
โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง)	ของแข็ง	ไม่นำไฟฟ้า	ขาว	ละลายได้	กลาง
แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (ปูนขาว)	ของแข็ง	ไม่นำไฟฟ้า	ขาว	ละลายได้เล็กน้อย	เบส
เนพทาซีน (ลูกเหม็น)	ของแข็ง	ไม่นำไฟฟ้า	ขาว	ไม่ละลาย	-
ทองแดง	ของแข็ง	นำไฟฟ้า	แดงส้ม	ไม่ละลาย	-
กำมะถัน	ของแข็ง	ไม่นำไฟฟ้า	เหลือง	ไม่ละลาย	-
เอทานอล	ของเหลว	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่มีสี	ละลายได้	กลาง
ออกซิเจน	แก๊ส	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่มีสี	ละลายได้เล็กน้อย	กลาง
น้ำเกลือ	ของเหลว	นำไฟฟ้า	ไม่มีสี	ละลายได้	กลาง
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ)	ของแข็ง	ไม่นำไฟฟ้า	ขาว	ละลายได้	เบส
คาร์บอนไดออกไซด์	แก๊ส	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่มีสี	ละลายได้	กรด
พลาสติก	ของแข็ง	ไม่นำไฟฟ้า	แดง	ไม่ละลาย	-
ไฮโดรเจน	แก๊ส	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่มีสี	ไม่ละลาย	-
น้ำเชื่อม	ของเหลว	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่มีสี	ละลายได้	กลาง
เหล็ก	ของแข็ง	นำไฟฟ้า	เทา	ไม่ละลาย	-
ปรอท	ของเหลว	นำไฟฟ้า	สีเงิน	ไม่ละลาย	-

** การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายใช้กระดาษลิตมัส ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่ามีสมบัติเป็นเบส ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงแสดงว่ามีสมบัติ เป็นกรด ถ้ากระดาษลิตมัส ทั้งสีแดงและสีน้ำเงินไม่เปลี่ยนสีแดงแสดงว่ามีสมบัติเป็นกลาง

ตารางที่ 2.1 สมบัติบางประการของสารที่อุณหภูมิ 25°C ความดัน 1 บรรยากาศ
จากสมบัติของสารในตารางที่ 1.1 สามารถจัดกลุ่มสารได้หลายวิธีดังนี้

ก. จัดสารในตารางเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งสารออกได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ของแข็ง ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เนพทาซีน ทองแดง กำมะถัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ พลาสติก และเหล็ก
2. ของเหลว ได้แก่ เอทานอล น้ำเกลือ น้ำเชื่อม และปรอท
3. แก๊ส ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน

ข. จัดสารในตารางเป็นกลุ่มโดยใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งสารออกได้ 2 กลุ่ม คือ

1. สารที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เนพทาซีน กำมะถัน เอทานอล ออกซิเจน โซเดียมไฮดรอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ พลาสติก ไฮโดรเจนและน้ำเชื่อม

2. สารที่นำไฟฟ้าได้ ได้แก่ ทองแดง น้ำเกลือ เหล็ก และปรอท

ค. จัดสารในตารางเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะและการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งสารออกได้ 5 กลุ่ม คือ

1. ของแข็งที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แนพทาลิน กำมะถัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ และพลาสติก
2. ของแข็งที่นำไฟฟ้าได้ ได้แก่ ทองแดง และเหล็ก
3. ของเหลวที่นำไฟฟ้าได้ ได้แก่ น้ำเกลือ และปรอท
4. ของเหลวที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ เอทานอล และน้ำเชื่อม
5. แก๊สที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน (แก๊สทุกชนิดไม่นำไฟฟ้า)

ง. จัดสารในตารางเป็นกลุ่มโดยอาศัยการละลายน้ำและความเป็นกรด-เบสของสารละลายเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งสารออกได้ 4 กลุ่ม คือ

1. สารที่ละลายน้ำได้และมีสมบัติเป็นกลาง ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ เอทานอล ออกซิเจน น้ำเกลือ และน้ำเชื่อม
2. สารที่ละลายน้ำได้และมีสมบัติเป็นกรด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์
3. สารที่ละลายน้ำได้และมีสมบัติเป็นเบส ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์
4. สารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ แนพทาลิน ทองแดง กำมะถัน พลาสติก ไฮโดรเจน เหล็ก และปรอท

ในการจัดกลุ่มสารเป็นหมวดหมู่ นอกจากใช้เกณฑ์ดังตัวอย่างที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถใช้เกณฑ์อื่นๆ เพื่อจัดกลุ่มสารได้อีก เช่น สี สถานะและสี สถานะและการละลายน้ำ เป็นต้น และนอกจากจะใช้สมบัติของสารในตารางที่ 1.1 เพื่อจัดกลุ่มสารแล้ว ยังมีสมบัติอื่นๆ ของสารอีกมากที่สามารถนำมาเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสารได้ เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความหนาแน่น ลักษณะเนื้อสาร เป็นต้น

2.1.1 การจัดกลุ่มสารตามลักษณะเนื้อสารและขนาดของอนุภาค การจัดกลุ่มสารถ้าจัดหรือแบ่งตามลักษณะเนื้อสาร สามารถแบ่งสารออกได้ 2 กลุ่ม ใหญ่ๆ คือ

1. สารเนื้อเดียว (Homogeneous substance)
2. สารเนื้อผสม (Heterogeneous substance)

สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันและมีสมบัติเหมือนกันตลอดทุกส่วน

การสังเกตด้วยตาบางครั้งไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารเนื้อเดียวหรือไม่โดยเฉพาะสารที่เป็นของแข็ง เมื่อเรามองด้วยตาเป็นสารเนื้อเดียวอาจไม่ใช่สารเนื้อเดียวก็ได้ กรณีนี้ต้องใช้วิธีการทดลอง เพื่อทดสอบสมบัติของสาร เช่น หากจุดหลอมเหลวของแต่ละส่วน นำแต่ละส่วนไปละลายในตัวทำละลาย เป็นต้น ถ้าทุกๆ ส่วนของสารนั้นมีสมบัติเหมือนกันหมด จึงจะเป็นสารเนื้อเดียว เช่น ของผสมระหว่างเกลือและลูกเหม็นที่ทั้งคู่บดเป็นผงละเอียด เมื่อมองด้วยตาอาจมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ถ้าแต่ละส่วนมีสมบัติต่างกัน เช่น มีจุดหลอมเหลวต่างกัน ละลายน้ำได้ต่างกันก็ไม่ใช่สารเนื้อเดียว เพราะแต่ละส่วนมีองค์ประกอบต่างกัน ตัวอย่างสารเนื้อเดียว เช่น เกลือแกง (เกลือโซเดียมคลอไรด์) น้ำตาลทราย น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำกลั่น นมสด อากาศ น้ำปลา น้ำอัดลม พงชูรส น้ำมันพืช น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด น้ำมันหล่อลื่น ทองคำ นาก ทองแดง ฯลฯ อย่างไรก็ตามการสังเกตด้วยตา สามารถบอกได้แต่เพียงว่าสารต่างๆ เป็นสารเนื้อเดียวหรือไม่เท่านั้นแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าในสารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบกี่ชนิด ถ้าต้องการทราบจะต้องทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมบัติของสารนั้นๆ ต่อไป (ดูหัวข้อ 2.4)



สารเนื้อเดียวแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. สารบริสุทธิ์ (Pure substance) สารบริสุทธิ์ หมายถึง สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียง 1 ชนิด สามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 2 กลุ่ม คือ ธาตุ และสารประกอบ (รายละเอียดเกี่ยวกับธาตุ และสารประกอบดูบทที่ 3)

2. สารละลาย (Solution) สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวที่ไม่ใช่สารบริสุทธิ์ เพราะในสารละลายประกอบด้วยสารมากกว่า 1 ชนิด

สารเนื้อผสม หมายถึง สารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกันหรือมีสมบัติไม่เหมือนกันทุกๆ ส่วน ตัวอย่างสารเนื้อผสม เช่น สารแขวนลอยต่างๆ (เช่น น้ำโคลน) คอนกรีต พรุกปนกับเกล็ด ขนมห้าง ฯลฯ

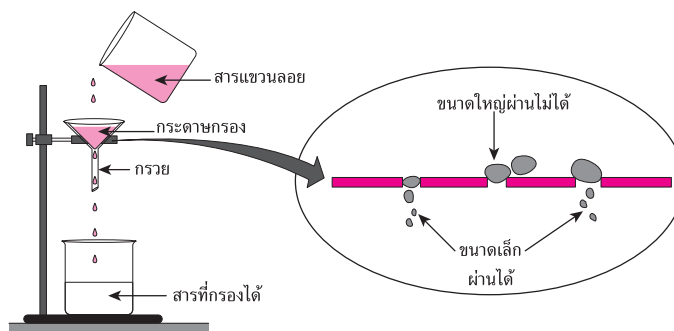
2.1.1.1 สารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย

ของผสมประกอบด้วยสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปปนกันอยู่ ภายในของผสมอนุภาคของสารหนึ่งจะแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของอีกสารหนึ่ง ถ้าใช้ขนาดของอนุภาคในของผสมเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งของผสมออกได้ 3 กลุ่ม คือ สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย



รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบขนาดของอนุภาคในสารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย

สารแขวนลอย (Suspension) หมายถึง ของผสมที่ประกอบด้วยสารที่อนุภาคมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่า 0.0001 เซนติเมตร (10^{-4} เซนติเมตร) หรือมากกว่า 1 ไมโครเมตร กระจายอยู่ในสารอีกชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่า ตัวกลาง ถ้าอนุภาคในสารแขวนลอยมีขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่า 10^{-4} cm มาก) จะมองเห็นส่วนผสมได้ชัดเจน เมื่อทิ้งไว้จะตกตะกอน แต่ถ้าอนุภาคในสารแขวนลอยมีขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่า 10^{-4} cm ไม่มาก) จะผสมกลมกลืนกันจนมองเห็นเสมือนเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถแยกอนุภาคในสารแขวนลอยออกได้โดยใช้กระดาษกรอง เพราะอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่า 10^{-4} เซนติเมตร ไม่สามารถผ่านรูพรุนในกระดาษกรองได้ ตัวอย่างสารแขวนลอย เช่น น้ำโคลน น้ำแป้งดิบ

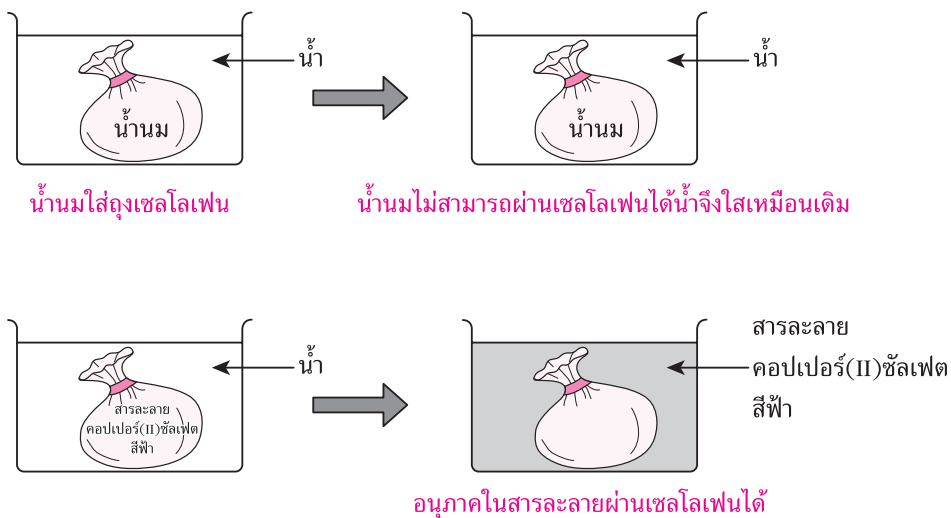


รูปที่ 2.2 การกรองสารแขวนลอยโดยใช้กระดาษกรอง

สารละลาย (Solution) หมายถึงของผสมที่เป็นเนื้อเดียวซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลาย (Solvent) และตัวละลาย (Solute) อนุภาคของตัวละลายที่กระจายอยู่ในตัวทำละลายมีเส้นผ่านศูนย์กลางสั้นกว่า 0.0000001 เซนติเมตร (10^{-7} เซนติเมตร) หรือสั้นกว่า 0.001 ไมโครเมตร ทำให้สารละลายไม่ตกตะกอน

สารละลายไม่สามารถกรองตัวละลายออกจากตัวทำละลายโดยใช้กระดาษกรองหรือเซลโลเฟนได้เพราะอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสั้นกว่า 10^{-7} เซนติเมตร สามารถผ่านรูพรุนในกระดาษกรอง และเซลโลเฟนได้ ตัวอย่างสารละลาย เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ฯลฯ

คอลลอยด์ (Colloid) หมายถึงของผสมที่ประกอบด้วยสารที่อนุภาค (เรียกว่าอนุภาคคอลลอยด์) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10^{-7} ถึง 10^{-4} เซนติเมตร กระจายอยู่ในสารอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นตัวกลางอนุภาคในคอลลอยด์สามารถกรองออกจากตัวกลางได้โดยใช้เซลโลเฟน แต่ไม่สามารถกรองออกได้โดยกระดาษกรองเพราะอนุภาคคอลลอยด์สามารถผ่านรูพรุนในกระดาษกรองได้ แต่ไม่สามารถผ่านรูพรุนในเซลโลเฟนได้ เนื่องจากขนาดของอนุภาคคอลลอยด์เล็กกว่ารูพรุนในกระดาษกรอง แต่ใหญ่กว่ารูพรุนในเซลโลเฟน ตัวอย่างคอลลอยด์ เช่น นํ้านม น้ำสลัด หมอกควันไฟ สีทาบ้าน เยลลี่ น้ำยางพารา น้ำแป้งสุก เจลาติน โฟมใส่ผม ฟองน้ำ ฟองสบู่ ฯลฯ

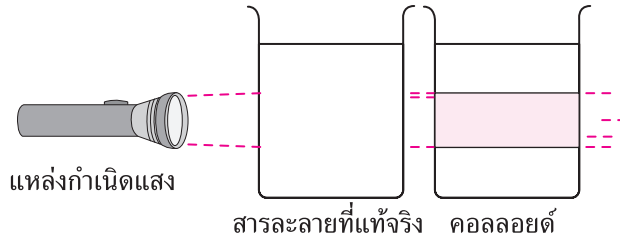


รูปที่ 2.3 แสดงสมบัติของคอลลอยด์และสารละลาย

สมบัติทั่วไปของคอลลอยด์ คอลลอยด์มีสมบัติดังนี้

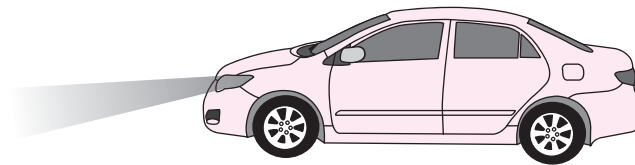
1. ส่วนใหญ่มีลักษณะขุ่น เมื่อให้แสงผ่านคอลลอยด์จะเกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์ (Tyndall effect) ซึ่งจอห์น ทินดอลล์ นักวิทยาศาสตร์ชาวไอร์แลนด์ ทดลองเป็นคนแรกในปี ค.ศ. 1869 (พ.ศ. 2412) ปรากฏการณ์ทินดอลล์ คือ เมื่อให้ลำแสงที่สว่างจ้าผ่านคอลลอยด์ใดๆ แล้วมองเห็นลำแสงในคอลลอยด์นั้น การที่มองเห็นลำแสงในคอลลอยด์เนื่องจากอนุภาคในคอลลอยด์มีเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบ (แสงขาวมีความยาวคลื่น 4×10^{-5} ถึง 7×10^{-5} cm) เมื่อแสงเดินทางมากระทบอนุภาคในคอลลอยด์ จะเกิดการเปลี่ยนทิศทางหรือเกิดการกระเจิงของแสงทำให้มองเห็นเป็นลำแสง ส่วนสารละลายมีอนุภาคขนาดเล็กมากจนไม่สามารถทำให้เกิดการกระเจิงแสงได้จึงมองไม่เห็นลำแสงในสารละลาย ส่วนสารแขวนลอยเป็นสารที่บดแสง เพราะอนุภาคในสารแขวนลอยมีขนาดใหญ่ แสงจึงผ่านไม่ได้





รูปที่ 2.4 ปรากฏการณ์ทินดอลล์เมื่อแสงผ่านคอลลอยด์ที่เป็นของเหลว

2. ไม่สามารถกรองอนุภาคคอลลอยด์ออกจากตัวกลางได้เมื่อใช้กระดาษกรอง แต่สามารถกรองออกได้เมื่อใช้เซลโลเฟน



รูปที่ 2.5 ปรากฏการณ์ทินดอลล์เมื่อแสงจากไฟรถยนต์ส่องผ่านอากาศที่มีฝุ่นละออง

ข้อแนะนำเพิ่มเติม การทดลองเรื่องปรากฏการณ์ทินดอลล์ สามารถใช้นมสด และน้ำแป้งสุก แต่ต้องเจือจางมากๆ และใช้กระดาษที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 cm. ปิดด้านหน้ากระบอกไฟฉายเพื่อให้แสงเป็นลำเล็กๆ ส่องผ่านบริเวณด้านบนของคอลลอยด์ เมื่อมองทางด้านบนจะเห็นลำแสงได้ชัดเจน

3. ทิ้งไว้ไม่ตกตะกอนเพราะอนุภาคคอลลอยด์มีขนาดเล็ก และเมื่อส่องดูอนุภาคภายในคอลลอยด์ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า อัลตราไมโครสโคป (Ultramicroscope) จะเห็นอนุภาคในคอลลอยด์มีการเคลื่อนที่ชนกันตลอดเวลาและเคลื่อนที่ไปทุกทิศทางโดยไม่เป็นระเบียบ เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียน (Brownian movement) ซึ่ง Robert Brown นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ ทดลองเป็นคนแรกในปี ค.ศ. 1828 (พ.ศ. 2371)

ชนิดของคอลลอยด์

คอลลอยด์อาจแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามสถานะของอนุภาคคอลลอยด์ที่กระจายอยู่ในตัวกลางและสถานะของตัวกลางได้ดังนี้

1. **ซอล (Sol)** เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคของของแข็งกระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น กำมะถันคอลลอยด์ (กำมะถันซึ่งเป็นของแข็งกระจายอยู่ในน้ำ) แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ($Mg(OH)_2$) ในน้ำ โปรตีนในน้ำ สีทาบ้าน เป็นต้น

2. **เจล (Gel)** เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคของของแข็งกระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นของเหลว แต่อนุภาคของของแข็งจะมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าในซอลและมีพันธะเชื่อมโยระหว่างโมเลกุลคล้ายตาข่าย ทำให้คอลลอยด์ประเภทนี้มีลักษณะเหนียวหนืด ยืดหยุ่นได้ ถ้าทำให้เย็นหรือทำให้ของเหลวระเหยออกบ้างจะมีสถานะเกือบเป็นของแข็ง เช่น วนเยลลี่ เจลาติน แป้งเปียก แยม ยาสีฟันบางชนิด ฯลฯ