บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระเนื้อหาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอ ตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. การสอนวิทยาศาสตร์
4. สาระของวิชาวิทยาศาสตร์
5. สารและสมบัติของสาร
6. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
7. ชุดการสอน
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

กระทรวงศึกษาธิการ (กรมวิชาการ, 2544 ก) ได้จัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรแกนกลางหรือหลักสูตรระดับชาติที่มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทยมีศักยภาพในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ

หลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศกล่าวคือ เป็นการจัดการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน โดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีความยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลาและการจัดการเรียนรู้สามารถจัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายและสามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ กำหนดให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของศาสนามีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์ มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รักการอ่าน รักการเขียนและรักการค้นคว้า มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และทักษะในการดำเนินชีวิต รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค ภูมิใจในความเป็นไทยและยึดมั่นการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษา ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬาภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีความรักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสิ่งที่ดีงามให้สังคม

โครงสร้างของหลักสูตร กำหนดไว้ 5 ส่วน คือ

1. ระดับช่วงชั้น หลักสูตรกำหนดเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน คือ ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

2. สาระการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการการเรียนรู้และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียน หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ไว้ 8 กลุ่ม ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศเป็นต้น

3. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามศักยภาพ มุ่งเน้นเพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ได้จัดให้เรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ กิจกรรมแนะแนว และกิจกรรมนักเรียน เช่น ลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด และผู้บำเพ็ญประโยชน์

4. มาตรฐานการเรียนรู้ กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม ที่เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมของแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์กำหนดไว้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

4.1 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละช่วงชั้นคือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6

5. เวลาเรียน หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนไว้ ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ป. 1-3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800-1,000 ชั่วโมง เฉลี่ยวันละ 4-5 ชั่วโมง

ป. 4-6 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800-1,000 ชั่วโมง เฉลี่ยวันละ 4-5 ชั่วโมง

ม. 1-3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 1,000-1,200 ชั่วโมง เฉลี่ยวันละ 5-6 ชั่วโมง

ม. 4-6 มีเวลาเรียนปีละไม่น้อยกว่า 1,200 ชั่วโมง เฉลี่ยวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ช่วงชั้น	ประถมศึกษา		มัธยมศึกษา	
	ช่วงชั้นที่ 1 (ป. 1-3)	ช่วงชั้นที่ 2 (ป. 4-6)	ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 1-3)	ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-6)
	◄—— การศึกษาภาคบังคับ ——►			
	◄—— การศึกษาขั้นพื้นฐาน ——►			
กลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม	■	■	■	■
ภาษาไทย	●	●	●	●
คณิตศาสตร์	●	●	●	●
วิทยาศาสตร์	●	●	●	●
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	●	●	●	●
สุขศึกษาและพลศึกษา	■	■	■	■
ศิลป	■	■	■	■
การงานอาชีพและเทคโนโลยี	■	■	■	■
ภาษาต่างประเทศ	■	■	■	■
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	□	□	□	□
เวลาเรียน	ประมาณ ปีละ 800-1,000 ชม.	ประมาณ ปีละ 800-1,000 ชม.	ประมาณ ปีละ 1,000-1,200 ชม.	ไม่น้อยกว่า ปีละ 1,200 ชม.

หมายเหตุ:

● สาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด การเรียนรู้ และการแก้ปัญหา

■ สาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความเป็นมนุษย์ และศักยภาพพื้นฐานในการคิด และการทำงาน

□ กิจกรรมที่เสริมสร้างการเรียนรู้นอกจากสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และการพัฒนาตนตามศักยภาพ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ทั้งนี้สถานศึกษาอาจจัดเวลาเรียนและกลุ่มสาระต่าง ๆ ได้ตามสภาพกลุ่มเป้าหมาย สำหรับการศึกษานอกระบบ สามารถจัดเวลาเรียนและช่วงชั้นได้ตามระดับการศึกษา

การจัดหลักสูตร หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดโครงสร้างที่เป็นสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ที่แสดงคุณภาพผู้เรียนเมื่อเรียนจบ 12 ปี และเมื่อจบการเรียนรู้แต่ละช่วงชั้นของสาระการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม และจำนวนเวลาเรียนอย่างกว้าง ๆ สถานศึกษาต้องนำโครงสร้างดังกล่าวนี้ไปจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา โดยคำนึงถึงสภาพปัญหา ความพร้อม เอกลักษณ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทั้งนี้สถานศึกษาต้องจัดทำรายวิชาในแต่ละกลุ่มให้ครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถจัดทำสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาใหม่ ๆ รายวิชาที่มีความเข้มขึ้นอย่างหลากหลายให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความถนัด ความสนใจ ความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเลือกสาระการเรียนรู้จาก 8 กลุ่ม ในช่วงชั้นที่ 2, 3 และ 4 ส่วนช่วงชั้นที่ 1 ควรเรียนเฉพาะรายวิชาพื้นฐานก่อน

การจัดหลักสูตรช่วงชั้นที่ 1 และ 2 (ป. 1-3 และ ป. 4-6) เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาคุณภาพชีวิตกระบวนการเรียนรู้สังคม ทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การติดต่อสื่อสารและพื้นฐานการเป็นมนุษย์ เน้นการบูรณาการอย่างสมดุลทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคมและวัฒนธรรม

ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 1-3) เน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัด ความสนใจของตนเอง การพัฒนาบุคลิกภาพ ความสามารถ ทักษะ พื้นฐานด้านการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต ให้มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม ความรับผิดชอบ การสร้างเสริมสุขภาพของตนเองและชุมชน ความภูมิใจในความเป็นไทย เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ

ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-6) เน้นให้ผู้เรียนเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้านมุ่งปลูกฝังความรู้ความสามารถ และทักษะในวิทยาการและเทคโนโลยี

การจัดเวลาเรียน สถานศึกษาสามารถจัดเวลาเรียนได้ยืดหยุ่นตามความเหมาะสมในแต่ละชั้นปีโดย ป. 1-3 ป. 4-6 และ ม. 1-3 จัดเวลาเรียนเป็นรายปี ส่วน ม. 4-6 จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค และมีการคิดน้ำหนักของรายวิชาเป็นหน่วยกิต (40 ชั่วโมง / ภาค มีค่าน้ำหนักวิชา 1 หน่วยกิต)

การจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครู ผู้สอนจะต้องใช้รูปแบบ / วิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน เรียนรู้จากธรรมชาติ เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เรียนรู้แบบบูรณาการ และเรียนรู้คู่คุณธรรม

สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ที่จะนำมาใช้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรมีความหลากหลาย เน้นสื่อเพื่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนสามารถ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จัดทำและพัฒนาสื่อฯ ขึ้นเอง หรือนำสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวและในระบบสารสนเทศมาใช้ในการเรียนรู้โดยใช้วิจารณญาณในการเลือกใช้สื่อและแหล่งความรู้ เพื่อส่งเสริมให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดให้สถานศึกษาจัดทำหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติในการวัดและประเมินผลการเรียนของสถานศึกษา เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายถือปฏิบัติร่วมกันและเป็นไปในมาตรฐานเดียวกัน

การวัดและประเมินผลระดับชั้นเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนทราบระดับความก้าวหน้าและความสำเร็จของตน ผู้สอนจะเข้าใจความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน/แต่ละกลุ่ม รวมทั้งประเมินการจัดกิจกรรมการสอนของครู และผู้ปกครองจะทราบระดับความสำเร็จของผู้เรียน

การประเมินผลระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าด้านการเรียนรู้เป็นรายชั้นปีและช่วงชั้น สถานศึกษาสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน และใช้พิจารณาตัดสินการเลื่อนช่วงนั้น

การประเมินคุณภาพระดับชาติ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนและคุณภาพการจัดการศึกษาของแต่ละสถานศึกษา โดยประเมินในปีสุดท้ายของแต่ละช่วงชั้น (ป. 3, ป. 6, ม. 3 และ ม. 6) กลุ่มวิชาที่ประเมินได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ภาษาอังกฤษและวิชาอื่นที่จำเป็น (กรมวิชาการ, 2544 ก, หน้า 1-5)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดหลัก (Concept) หลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher-Ordered Thinking) มีกระบวนการศึกษาหาความรู้ (Processes of Learning) มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการสื่อสารและการตัดสินใจมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) และร่วมมือร่วมใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนต้องให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ตัวนักเรียน (Facilitators) มากกว่าเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนสร้างและหาความรู้ได้ด้วยตนเอง (ประมวล ศิริผันแก้ว, 2541, หน้า 8)

การสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 5) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์

วิธีสอนวิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีแต่จะกล่าวเฉพาะวิธีสอนที่นิยมใช้กันทั่วไปมีดังนี้

1. การสอบแบบบรรยาย คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยการพูดบอกเล่า อธิบายเนื้อหาเรื่องราวที่ผู้สอนได้ศึกษาค้นคว้ามาเป็นอย่างดี ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับฟัง อาจจะมีการจดบันทึกสาระสำคัญในขณะที่มีการบรรยายหรืออาจมีโอกาสซักถามแสดงความคิดเห็นได้บ้างถ้าผู้สอนเปิดโอกาส เหมาะสำหรับผู้ฟังจำนวนมาก และผู้บรรยายซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ ต้องเสนอเนื้อหาสาระจำนวนมากในลักษณะคม ชัด ลึก โดยใช้เวลาไม่มากนักจึงเป็นการเรียนรู้ที่ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 17-21)

2. การสอนแบบสาธิต คือกระบวนการที่ผู้สอนหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ โดยการแสดงหรือกระทำให้ดูเป็นตัวอย่างพร้อม ๆ กับการบอก อธิบาย ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการสังเกต จากการสาธิต จึงเหมาะกับการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นขั้นตอนของการปฏิบัติเช่น สาธิตก่อนการปฏิบัติการทดลอง (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 42-47)

3. การสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง คือ วิธีสอนที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริง พิสูจน์สมมติฐานหรือค้นพบข้อความต่าง ๆ (ชาตรี เกิดธรรม, 2542, หน้า 78-80)

4. การสอนแบบใช้โปรแกรมการสอน คือ การสอนที่ใช้บทเรียนสำเร็จรูปให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง บทเรียนมีลักษณะเป็นเอกสารที่นำเสนอเนื้อหาและสาระลำดับจากง่ายไปหายาก มีกิจกรรมการเรียนการสอน แบบฝึกหัด จนนักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดตามความสามารถของตนเองและได้รับผลทันที ก้าวหน้าไปตามความสามารถและความสะดวกของแต่ละคน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทเรียนสำเร็จรูป เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ อยู่ในรูปของ “กรอบ” หรือ “เฟรม” โดยการเสนอเนื้อหาทีละน้อยมีคำถามให้ผู้เรียนคิดและตอบ เฉลยคำตอบให้ทราบทันที (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542, หน้า 29)

5. การศึกษานอกสถานที่ คือ การเรียนการสอนที่จัดขึ้นนอกห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ โดยใช้สภาพแวดล้อมของท้องถิ่นเป็นที่ศึกาาหาความรู้ นักเรียนได้เห็นสภาพความเป็นตจริง ทำให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ตระหนักถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตประจำวัน เตรียมนักเรียนให้เป็นผู้ตระหนักถึงบทบาทและความรับผิดชอบต่อตนเองและชุมชน เชื่อมโยงให้เป็นพื้นฐานของงานอาชีพ กิจกรรมสังคม และกิจกรรมที่ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ (อัญชลี สินทร์วราวงศ์, 2543, หน้า 109-115)

6. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวทางของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 14-15) มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

6.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา

6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม ศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงให้เพียงพอ

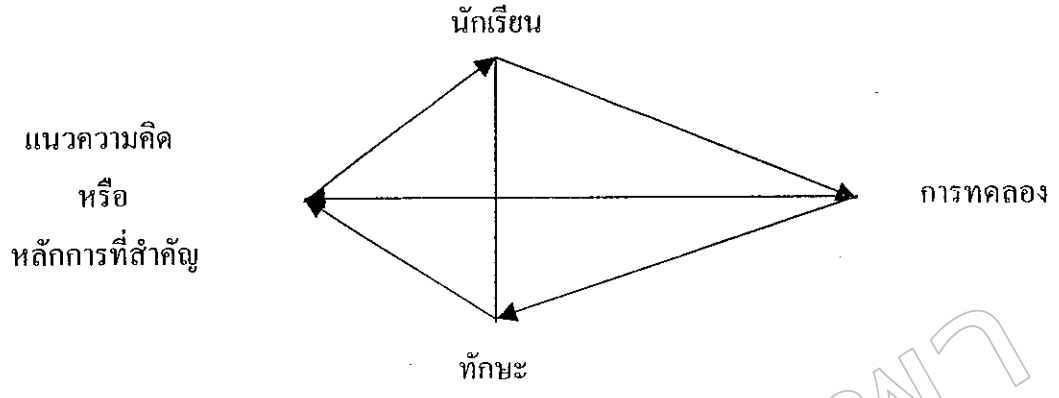
6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ

6.4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม นำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานะการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6.5 ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

บทบาทของนักเรียนตามแนวการสอนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสืบเสาะหาความรู้นี้ นักเรียนจะต้องค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้ค้นหาความรู้ เป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และเป็นผู้สรุปความรู้ โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแผนภูมิ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1 แผนภูมิการสืบเสาะหาความรู้ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จะเห็นได้ว่า หลักการสอนวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบ เน้นวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการ ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง บทบาทของครูจึงเปลี่ยนจากผู้บอกมาเป็นผู้พัฒนาทักษะและเทคนิคการเรียนรู้

วิธีสอนแต่ละวิธีอาจบรรลุวัตถุประสงค์ในหมวด พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัยได้มากน้อยแตกต่างกัน การประสมประสานการสอนในแต่ละบทด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการสอนบทเรียนแต่ละบทจะทำให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น แต่จากการสอนวิทยาศาสตร์ของครูไทยจากการวิจัยของอัญชลี สินทร์วราวงศ์ 2534 พบว่า ครูสอนโดยวิธีบรรยาย บ่อยที่สุด รองลงมาได้แก่การสอนโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ แสดงว่า ครูยังต้องพัฒนาความรู้ความเข้าใจวิธีสอนแบบต่าง ๆ โดยสรุปหลักการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. ครูควรให้ความสำคัญแก่ผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนว่า “การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง” (Student Centered)

2. ครูควรหาวิธีกระตุ้นเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ ความสงสัยใคร่รู้ มีความชื่นชอบค่านิยมและเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

3. ครูควรให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ครูควรวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นขั้นตอนต่อเนื่องและแนะนำนักเรียนให้ดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัยมากที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. การประสมประสานวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ (Science Teaching Methods) หลาย ๆ วิธีเข้าไว้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม เป็นกลยุทธ์สำคัญที่ครูควรปฏิบัติ (อัญชลี สินทร์วราวงศ์, 2543, หน้า 38-39)

สาระของวิชาวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกัน

ก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากรกระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องให้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

3. เป้าหมาย วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติโดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั้นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่น หลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความาสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

3. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูและรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

4. คุณภาพของผู้เรียน การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล โดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น โดยผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี และแต่ละช่วงชั้นไว้ดังนี้

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่พลังงาน

3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์และอวกาศ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

5. เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิต และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน

6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ เช่นมีความสนใจใฝ่รู้ มีความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ มีความซื่อสัตย์ ประหยัด มีการร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์นของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเองคิดค้นขึ้น แสดงความซาบซึ้ง ในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในท้องถิ่น ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการทำงานต่าง ๆ

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่านโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นด้านความรู้ เนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์และกระบวนการ สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 สาระย่อย ดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5: พลังงาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 2 ก131

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดไว้ 2 ส่วน คือ มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบ การศึกษาในแต่ละช่วงชั้น สถานศึกษาจะต้องจัดสาระการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว
180136 DC7. 12
ก 128 ก
0

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะและรูปร่างของเซลล์ต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

2. การสำรวจ การสังเกตส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (นิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์)

3. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

4. การทดลองการเกิดกระบวนการแพร่ และออสโมซิส

5. การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการทดลองปัจจัยบางประการที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง

6. การอภิปรายความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายโครงสร้างและการทำงานของระบบลำเลียงและระบบสืบพันธุ์ในพืช

8. การสำรวจ การสังเกตโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงน้ำ แร่ธาตุ และการสืบพันธุ์ของพืช

9. การอภิปรายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ ในพืช

10. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิตของพืชและผลของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในด้านการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม อาหารและการแพทย์

11. การสังเกต การสำรวจ และการวิเคราะห์การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า (แสง อุณหภูมิ น้ำ และการสัมผัส)

12. การทดลอง และการสังเกตสมบัติทางกายภาพของสารและประเภทของสาร

13. การทดลอง และการอภิปรายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างสมบัติ ลักษณะเนื้อสารของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารแขวนลอย คอลลอยด์ สารละลาย

14. การวิเคราะห์สมบัติของสารเชิงปริมาณและคุณภาพ

15. การอภิปรายองค์ประกอบของสารละลาย ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย

16. การทดลอง การสังเกตการเกิดผลึกของสารบริสุทธิ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

17. การตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับระดับความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย

18. การอภิปรายสมบัติของสารละลายกรด-เบส ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและผลที่มีต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม

19. การอภิปรายหลักการแยกสารโดยการกลั่น กรอง ตกผลึก สกัด และโครมาโทกราฟี

20. การทดลองแยกสารและสกัดสารบางชนิดด้วยวิธีการที่เหมาะสม

21. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายการนำหลักการแยกสารไปใช้ในชีวิตประจำวัน

22. การทดลอง และการอภิปรายเกี่ยวกับงาน พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงานและการนำไปใช้ประโยชน์

23. การสังเกตและวัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ

24. การทดลอง และการอภิปรายการถ่ายโอนพลังงานความร้อนโดยการนำ การพา การแผ่รังสีและการใช้ประโยชน์

25. การทดลองเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่าง ๆ การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์

26. การทดลองเกี่ยวกับสมดุลความร้อน ผลของความร้อนต่อการขยายตัวของวัตถุ และการใช้ประโยชน์

27. การอภิปรายเกี่ยวกับเวกเตอร์ของแรง การทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง

28. การทดลอง และการอภิปรายผลของแรงลัพธ์ต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

29. การทดลอง และการอภิปรายเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพ และการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อการใช้ประโยชน์

30. การทดลอง และการอภิปรายเกี่ยวกับหลักการของโมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์โมเมนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และการใช้ประโยชน์

31. การสังเกต การทดลอง และการอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและการนำไปใช้ประโยชน์

32. การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย องค์ประกอบ และการแบ่งชั้นบรรยากาศ

33. การสำรวจ การสังเกตอุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศในท้องถิ่น และการอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

34. การสืบค้นข้อมูล การสังเกต และการอภิปรายการเกิดและชนิดของเมฆ การเกิดฝน และการวัดปริมาณน้ำฝน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

35. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเกี่ยวกับลมมรสุมต่าง ๆ พายุหมุนเขตร้อนและพายุฟ้าคะนอง และผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม วิธีป้องกันปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

36. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายการพยากรณ์อากาศ

37. การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายกิจกรรมของมนุษย์และปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545, หน้า 1-126)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้จัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีคณะกรรมการและคณะทำงานที่ สสวท. แต่งตั้งขึ้น ดำเนินการจัดทำเพื่อให้สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางสำหรับการจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลและนำข้อมูลสาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 สร้างชุดการสอนให้มีประสิทธิภาพเพื่อนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนให้มีผลสมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับกระบวนการกลุ่มซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Body of Knowledge) ด้วยตนเองในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

จากการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาสาระในการสร้างชุดการสอนจำนวน 5 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง การจำแนกสารรอบตัว ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. ความหมายของสสาร
2. สมบัติของสาร
3. การเปลี่ยนแปลงของสาร
4. การจำแนกสารตามเนื้อสาร

ชุดการสอนที่ 2 เรื่องสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ประกอยด้วยหัวข้อดังนี้

1. ความหมายและสมบัติของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม
2. องค์ประกอบของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม
3. การแยกสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง สารละลาย คอลลอยด์และสารแขวนลอย ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. สารละลาย ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1.1 ความหมายและสมบัติของสารละลาย

1.2 หลักในการพิจารณาองค์ประกอบของสารละลาย

1.3 ชนิดของสารละลาย

1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร

1.5 การตรวจสอบสารละลายและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. คอลลอยด์ ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

2.1 อนุภาคและองค์ประกอบของคอลลอยด์

2.2 ประเภทของคอลลอยด์ในชีวิตประจำวัน

3. สารแขวนลอย ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

3.1 อนุภาคและองค์ประกอบของสารแขวนลอย

3.2 หลักการแยกสารแขวนลอยและการนำหลักการแยกสารแขวนลอยไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง สมบัติของสารละลายกรด-เบส ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. สมบัติของสารละลายกรด-เบส

1.1 ความหมายและสมบัติของสารละลายกรด-เบส

1.2 การตรวจสอบสมบัติของสารละลายกรด-เบส

1.3 ประเภทของสารละลายกรด-เบส

1.4 วิธีการเลือกใช้กรด-เบส ในชีวิตประจำวันให้ปลอดภัย

ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง การแยกสาร ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักการแยกสารด้วยวิธีการกรอง การกลั่น การตกผลึก การสกัด และวิธีโครมาโทกราฟี

2. วิธีการแยกสารในชีวิตประจำวัน

สารและสมบัติของสาร

สสาร (Matter) หมายถึง สิ่งที่มีมวล ต้องการที่อยู่ และสามารถสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 คือ ดมกลิ่น ชิมรส มองเห็น ได้ยินเสียง หรือจับต้องสัมผัสได้ เช่น ดิน แร่ธาตุ อากาศ โลหะ น้ำ เป็นต้น สสารสามารถดำรงอยู่ได้ทั้ง 3 สถานะ คือ แก๊ส ของเหลวและของแข็ง และสถานะทั้ง 3 นี้ สามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างกันได้ เช่น น้ำ (ของเหลว) สามารถเปลี่ยนเป็นไอน้ำ (แก๊ส) หรือ น้ำแข็ง (ของแข็ง) ได้ ถ้าจะกล่าวถึงสสารในทางเคมีเรียกว่าสาร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สาร (Substance) คือ ส่วนย่อย ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในสสาร รอบตัวเรามีสารมากมายเกินกว่าจะจดจำได้หมด สารต่างชนิดกันอาจมีสมบัติบางประการคล้ายคลึงกันและอาจมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน สารแต่ละชนิดเรามักจะบอกหรือทำการทดลองหาสมบัติเฉพาะตัวได้ เช่น บอกจุดเดือด จุดเยือกแข็ง ความหนาแน่น ความร้อนแฝง สภาพละลายได้ในน้ำ ฯลฯ สมบัติเฉพาะตัวแต่ละอย่างเป็นค่าคงที่สำหรับสารชนิดหนึ่ง ๆ

สมบัติของสสาร (Property of Matter) หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของสสารที่เป็นตัวกำหนดว่าสสารนั้นเป็นสสารชนิดใด เช่น กระดาษมีสีขาว น้ำเป็นของเหลวใส น้ำส้มมีกลิ่นฉุน แอลกอฮอล์ระเหยง่าย เป็นต้น สมบัติของสสารจำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. สมบัติทางกายภาพ หรือสมบัติทางฟิสิกส์ (PhysicaProperty) หมายถึง สมบัติของสารที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสเช่น สี กลิ่น รส สถานะ รูปร่าง และสมบัติที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย เช่น ความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลาย ความแข็ง ความถ่วงเฉพาะ

2. สมบัติทางเคมี (Chemical Property) หมายถึง สมบัติของสารที่อธิบายพฤติกรรมของสารนั้นเมื่อมันไปรวมตัวกับสารชนิดอื่น สมบัติที่จัดเป็นสมบัติทางเคมี คือชนิดของสาร (กรด- เบส -เกลือ) การสันดาป (การรวมตัวกับออกซิเจน) ความอยู่ตัว (Stability) ความว่องไวในปฏิกิริยา (Activity) การแตกตัว (Ionization) และปฏิกิริยารวมตัวกับกรด-เบส และลิตมัส

3. สมบัติทางนิวเคลียร์ (Nuclcar Property) หมายถึง สมบัติภายในนิวเคลียสของอะตอมของสาร

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของสาร (Change of Property) สารมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอยู่ตลอดเวลา เช่น การละลายของน้ำแข็ง การเป็นสนิมของเหล็ก นมเกิดการบูดเน่า การระเหยของน้ำ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้สมบัติของสารเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น การละลายของน้ำแข็งเป็นการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของแข็งเป็นของเหลว นมเกิดการบูดเน่า เป็นการเปลี่ยนแปลงชนิดของสารจากน้ำตาลเป็นกรดน้ำส้ม การเปลี่ยนแปลงของสารจำแนกออกเป็น 3 แบบ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ (Physical Change) หมายถึง การ เปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ของสาร เช่น การเปลี่ยนสถานะ สี กลิ่น รส ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ ทั้งนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารนั้น เช่น การละลายของน้ำแข็ง การทำเหล็กให้เป็นแม่เหล็ก การละลายของเกลือ เป็นต้น

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical Change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของสาร ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของสารชนิดเดิมเปลี่ยนแปลงไป ได้สารชนิดใหม่ซึ่งมีสมบัติและองค์ประกอบต่างไปจากสารชนิดเดิม เช่น นมบูดเปรี้ยว (น้ำตาลถูกเปลี่ยนเป็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กรดน้ำส้ม) การเกิดสนิมเหล็ก (เหล็กถูกเปลี่ยนเป็นสนิมเหล็ก) การเผาไหม้ (คาร์บอนถูกเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์) เป็นต้น

ข้อสังเกต เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของสารแล้ว จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของสารเกิดขึ้นด้วยเสมอ ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะเกิดสารชนิดใหม่ขึ้น สารชนิดเดิม และสารชนิดใหม่ เช่น เหล็กกับสนิมเหล็ก น้ำตาลกับกรดน้ำส้ม เป็นสารต่างชนิดกัน จะมีสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีเฉพาะของตัวมันเอง สำหรับสารแต่ละชนิด ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเกิดขึ้นด้วยเสมอ เช่น การบ่มผลไม้ให้สุก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะเกิดขบวนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล ผลไม้ดิบเป็นแป้งจะมีสีเขียว ไม่มีกลิ่น รสเปรี้ยว เมื่อเป็นน้ำตาลในผลไม้สุก จะเป็นสีเหลือง กลิ่นหอม รสหวาน เป็นต้น

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของเหล็กกับสนิมเหล็ก

สาร	สูตรเคมี	สมบัติ
เหล็ก	Fe	ธาตุ แข็ง ดัดงอ ดูดกับแม่เหล็ก นำไฟฟ้า สีขาว หนัก 8 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร
สนิมเหล็ก	Fe_2O_3	สารประกอบ อ่อน เปราะ ไม่ดูดกับแม่เหล็ก ไม่นำไฟฟ้า สีน้ำตาลแดง หนัก 5 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ 3 ข้อแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

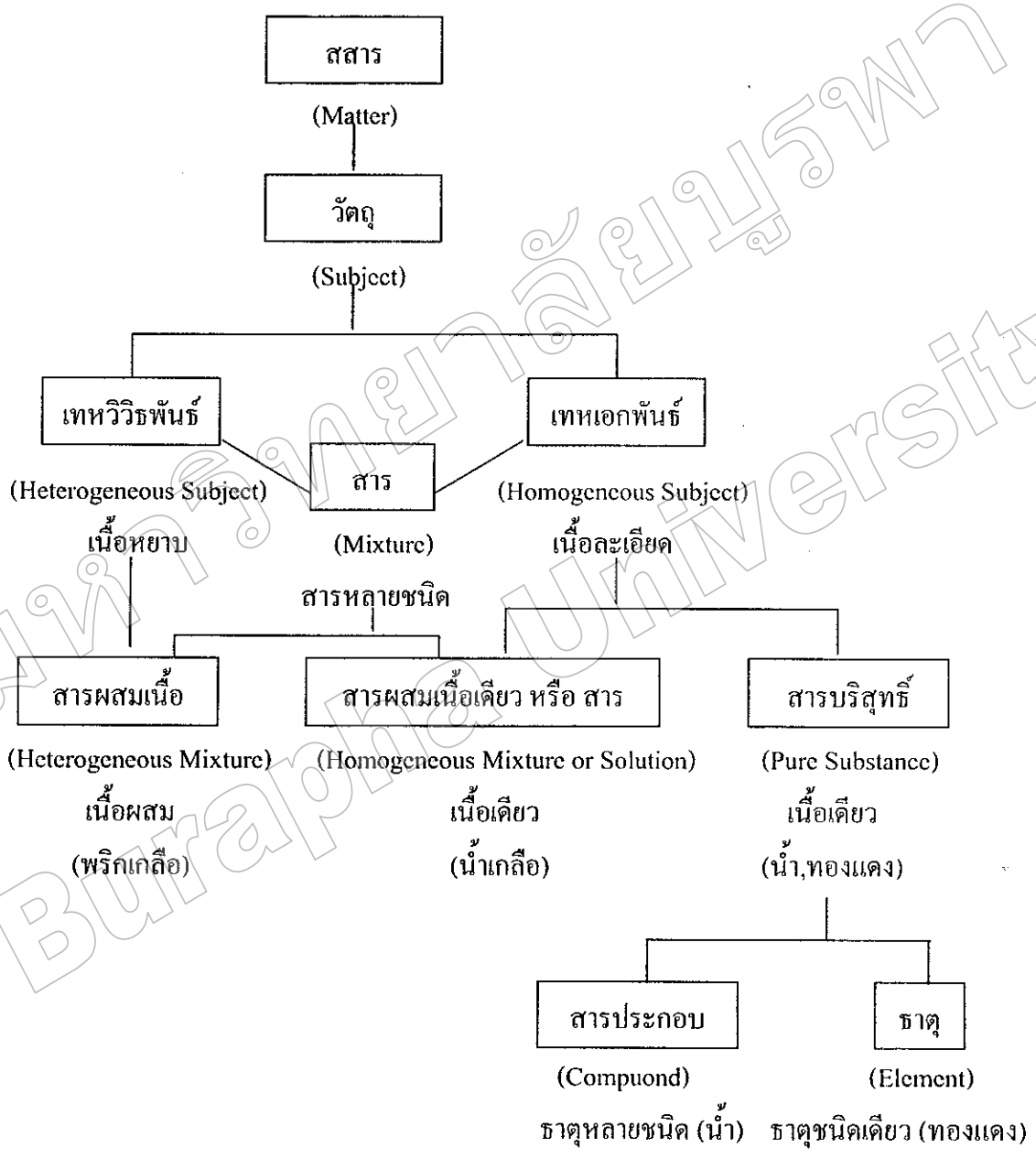
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
1. มีสารใหม่เกิดขึ้น	1. ไม่มีสารเกิดขึ้นใหม่
2. น้ำหนักเปลี่ยนไป	2. น้ำหนักคงเดิม
3. รูปร่างลักษณะทั่วไป เช่น รูปร่าง สถานะ ขนาด สี กลิ่นเปลี่ยนไป	3. รูปร่างลักษณะทั่วไป จะเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนก็ได้
4. เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรเปลี่ยนทำกลับเป็นสารเดิมได้ยาก	4. เป็นการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวทำกลับเป็นสารเดิมได้ง่าย
5. มีความร้อนเกิดขึ้นหรือลดลง	5. ไม่มีความร้อนเกิดขึ้นหรือลดลง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. การเปลี่ยนแปลงทางนิวเคลียร์ (Nuclear Change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในนิวเคลียสของอะตอมของธาตุ เช่น การสลายตัวของอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี เป็นต้น

การจำแนกสสาร (Classification of Matter)

ในโลกประกอบด้วยวัตถุต่าง ๆ มากมาย รวมเรียกว่า สสาร นักวิทยาศาสตร์จำแนกสสารออกตามลักษณะทางองค์ประกอบและลักษณะทางโครงสร้างได้ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนภาพการจำแนกสาร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สสาร (Matter) หมายถึง สิ่งที่มีมวล ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ คือทุก ๆ สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

วัตถุ (Subject) หมายถึง ชนิดหนึ่งของสสาร เช่น พืช สัตว์ โลหะ อโลหะ

เทหเอกพันธ์ (Homogeneous Subject) หมายถึง เทหวัตถุที่มองด้วยตาเปล่าเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำเกลือ ทองเหลือง อากาศ ฯลฯ

เทหวิวิธพันธ์ (Heterogeneous Subject) หมายถึง เทหวัตถุที่มองด้วยตาเปล่าเห็นเป็นสารเนื้อผสม เช่น พริกเกลือ ลอดช่อง ขนมถั่วตัด ฯลฯ

สารบริสุทธิ์ (Pure Substance) หมายถึง สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบทุกส่วนเหมือนกัน มีสมบัติเฉพาะตัว อาจประกอบด้วยธาตุชนิดเดียว หรือธาตุหลายชนิดรวมกันในอัตราส่วนที่แน่นอนก็ได้ เช่น น้ำ กรดเกลือ ทองแดง เหล็ก ฯลฯ

สารผสมเนื้อเดียว (Homogeneous Mixture) หรือ สารละลาย (Solution) หมายถึง สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเหมือนกันทุกส่วน มีสมบัติผสมระหว่างสารที่เป็นองค์ประกอบ สารที่เป็นองค์ประกอบมีสัดส่วนไม่คงที่ เช่นทองเหลือง น้ำเกลือ อากาศ ฯลฯ

สารผสมเนื้อผสม (Heterogeneous Mixture) หมายถึง สารเนื้อผสมที่มีองค์ประกอบทุกส่วนไม่เป็นเนื้อเดียวกันมีสมบัติระหว่างสารที่เป็นองค์ประกอบและสารที่เป็นองค์ประกอบรวมตัวกันด้วยสัดส่วนไม่คงที่เช่น พริกเกลือ ดินปืน คอนกรีต ฯลฯ

ของผสม (Mixture) หมายถึง สารเนื้อเดียวหรือเนื้อผสมที่ประกอบด้วยสารหลายชนิดผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่คงที่แน่นอน สารผสมจะมีคุณสมบัติระหว่างสารที่เป็นองค์ประกอบของมัน เช่น น้ำเกลือ พริกเกลือ ฯลฯ

ธาตุ (Element) หมายถึง สารบริสุทธิ์ที่เป็นเนื้อเดียวกันและมีสมบัติเฉพาะตัว ประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน เช่น เหล็ก ทองแดง ฯลฯ

สารประกอบ (Compound) หมายถึง สารบริสุทธิ์ที่เป็นเนื้อเดียวกัน และมีสมบัติเฉพาะตัวเกิดจากธาตุสองชนิดขึ้นไป รวมตัวกันในอัตราส่วนที่คงที่แน่นอน เช่น น้ำ เกลือแกง ฯลฯ

สารเนื้อเดียว (Homogeneous Substance) หมายถึง สารที่มีลักษณะเนื้อสารผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันและมีสมบัติเหมือนกันตลอดทุกส่วน ซึ่งอาจมีอยู่ได้หลายสถานะทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สารเนื้อเดียวอาจประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียวหรือมากกว่าหนึ่งอย่างก็ได้ สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียวเรียกว่า สารบริสุทธิ์ (Pure Substance) ส่วนสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารหลายชนิดผสมกันอย่างกลมกลืนเรียกว่า สารละลาย (Solution)

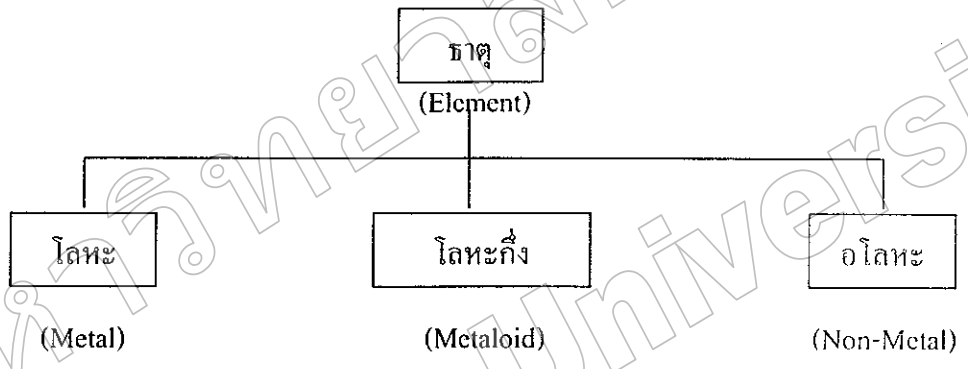
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบริสุทธิ์ (Pure Substance) คือ สารที่มีเนื้อสารชนิดเดียว มีสมบัติเหมือนกันทุกสัดส่วนและมีสมบัติเฉพาะตัว เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่นและความสามารถในการละลายคงที่ ณ ความดันบรรยากาศแห่งหนึ่ง

สารบริสุทธิ์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ธาตุและสารประกอบ

1. ธาตุ (Elements) เป็นสารเนื้อเดียวประเภทสารบริสุทธิ์ ประกอบด้วยอะตอมเพียงชนิดเดียว จึงไม่สามารถทำให้แยกสลายกลายเป็นสารอื่นได้ เราไม่สามารถทำให้ธาตุชนิดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปเป็นธาตุอื่นได้ด้วยกระบวนการทางเคมี แต่ธาตุชนิดหนึ่งสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับธาตุชนิดอื่นเกิดเป็นสารประกอบได้

การจำแนกธาตุ (Classification of Elements) ธาตุทั้งหมดสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ โลหะ อโลหะ และโลหะกึ่งอโลหะ



ภาพที่ 3 แผนผังการจำแนกธาตุ

โลหะ หมายถึง ธาตุที่มีคุณสมบัติเลื่อมเป็นเงามัน ตีเป็นแผ่นบาง หรือดึงเป็นเส้นลวดได้ มีคุณสมบัติในการนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี เช่น ทองแดง เหล็ก สังกะสี ดีบุก ฯลฯ

อโลหะ หมายถึง ธาตุที่มีคุณสมบัติไม่เลื่อมเป็นเงามัน ตีเป็นแผ่นบาง หรือดึงเป็นเส้นลวดไม่ได้ ไม่มีคุณสมบัติในการนำความร้อนหรือไฟฟ้า เช่น ถ่าน กำมะถัน ไอโอดีน ฯลฯ

โลหะกึ่งอโลหะ หมายถึง ธาตุที่มีคุณสมบัติบางอย่างคล้ายโลหะ บางอย่างคล้ายอโลหะ เช่น ซิลิกอน เจอร์เมเนียม เซเลเนียม ฯลฯ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสมบัติของโลหะกับอโลหะ

โลหะ	อโลหะ
1. สถานะเป็นของแข็ง ยกเว้น ปรอท	1. มีทั้ง 3 สถานะ ของแข็ง: คาร์บอน ไอโอดีน กำมะถัน ฟอสฟอรัส ของเหลว: โบรมีน แก๊ส: ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน ฟลูออรีน แก๊สเฉื่อย
2. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง ยกเว้น ปรอทมีจุดหลอมเหลวต่ำ	2. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ ยกเว้น คาร์บอน
3. ช่วงห่างระหว่างจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดกว้าง	3. ช่วงห่างระหว่างจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดแคบ
4. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี โดยเฉพาะเงินและทองแดง	4. ไม่นำไฟฟ้าไม่นำความร้อน ยกเว้น แกรไฟต์
5. เป็นมันวาว	5. ไม่เป็นมันวาว
6. เหนียว	6. เปราะ
7. เคาะแล้วเสียงดังกังวาน	7. เคาะแล้วเสียงไม่กังวาน
8. ละลายและทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดเจือจาง	8. ไม่ละลายในสารละลายกรด
9. โลหะจะไม่ทำปฏิกิริยากันเองเกิดเป็นสารประกอบ	9. อโลหะทำปฏิกิริยาโดยตรงได้ทั้งกับโลหะและอโลหะ เกิดเป็นสารประกอบ
10. ความถ่วงจำเพาะมีทั้งสูงและต่ำ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ เรียกว่า โลหะเบา ได้แก่ ลิเทียม โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม อะลูมิเนียม โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะสูง เรียกว่าโลหะหนัก ได้แก่ โลหะทั่วไป	10. ความถ่วงจำเพาะต่ำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สัญลักษณ์ของธาตุ จอห์น ดอลตัน เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่เสนอให้ใช้รูปภาพหรือรูปทรงเรขาคณิตเป็นสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุ แต่เมื่อมีการค้นพบธาตุมากขึ้นการใช้สัญลักษณ์รูปภาพจึงไม่สะดวก จาคอบ เบอร์ซีเลียซ นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดนจึงเสนอสัญลักษณ์เป็นอักษรย่อแทนชื่อธาตุและเป็นที่นิยมใช้กันเรื่อยมา มีหลักในการเขียนดังนี้

1. ถ้าธาตุตัวนั้นมีชื่อภาษาละติน ให้ใช้อักษรตัวแรกในชื่อภาษาละติน เขียนด้วยตัวพิมพ์ใหญ่เป็นสัญลักษณ์ธาตุ

2. ถ้าธาตุนั้นไม่มีชื่อภาษาละติน ให้ใช้อักษรตัวแรกในชื่อภาษาอังกฤษ เขียนด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ

3. ถ้าอักษรตัวแรกซ้ำกัน ให้ใช้อักษรตัวถัดไปเขียนตามโดยเขียนด้วยตัวพิมพ์เล็ก (อักษรตัวถัดไป ไม่จำเป็นต้องเป็นตัวที่ 2)

ตารางที่ 5 สัญลักษณ์ของธาตุที่ควรรู้จัก

ประเภทของธาตุ	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน	ชื่อภาษาไทย	สัญลักษณ์
โลหะ	Lithium	-	ลิเทียม	Li
	Sodium	Natrium	โซเดียม	Na
	Potassium	-	โพแทสเซียม	K
	Magnesium	-	แมกนีเซียม	Mg
	Calcium	-	แคลเซียม	Ca
	Beryllium	-	เบริลเลียม	Bc
	Barium	-	แบเรียม	Ba
	Radium	-	เรเดียม	Ra
	Lead	Plumbum	ตะกั่ว	Pb
	Tin	Stanum	ดีบุก	Sn
	Aluminium	-	อะลูมิเนียม	Al
	Platinum	-	ทองคำขาว	Pt
	Copper	Cuprum	ทองแดง	Cu
	Gold	Aurum	ทองคำ	Au
	Mercury	Hydragyrum	ปรอท	Hg
	Chromium	-	โครเมียม	Cr

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ประเภทของธาตุ	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน	ชื่อภาษาไทย	สัญลักษณ์
โลหะ	Manganese	-	แมงกานีส	Mn
	Iron	Ferrum	เหล็ก	Fe
	Zinc	-	สังกะสี	Zn
	Silver	Argentum	เงิน	Ag
	Nickel	-	นิกเกิล	Ni
	Cobalt	-	โคบอลต์	Co
	Uranium	-	ยูเรเนียม	U
	Scandium	-	สแกนเดียม	Sc
	Tantalum	-	แทนทาลัม	Ta
กึ่งโลหะ	Boron	-	โบรอน	B
	Silicon	-	ซิลิคอน	Si
	Germanium	-	เจอร์เมเนียม	Ge
	Antimony	Stibium	พลวง	Sb
	Arsenic	-	สารหนู	As
อโลหะ	Helium	-	ฮีเลียม	He
	Neon	-	นีออน	Ne
	Argon	-	อาร์กอน	Ar
	Krypton	-	คริปทอน	Kr
	Xenon	-	ซีนอน	Xe
	Radon	-	เรดอน	Rn
	Hydrogen	-	ไฮโดรเจน	H
	Fluorine	-	ฟลูออรีน	F
	Chlorine	-	คลอรีน	Cl
	Bromine	-	โบรมีน	Br
	Iodine	-	ไอโอดีน	I
	Oxygen	-	ออกซิเจน	O
	Nitrogen	-	ไนโตรเจน	N

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. สารประกอบ (Compounds) เป็นสารเนื้อเดียวประเภทสารบริสุทธิ์ ประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่างชนิดมาทำปฏิกิริยากัน โดยมีอัตราส่วนในการรวมตัวคงที่ สารประกอบจะเป็นสารตัวใหม่ไม่ใช่ของผสมระหว่างธาตุเดิม จึงไม่แสดงสมบัติของธาตุองค์ประกอบเดิม เนื่องจากโมเลกุลของสารประกอบประกอบด้วยธาตุหลายชนิด สารประกอบจึงแยกสลายเป็นสารใหม่ได้

ปฏิกิริยาการแยกสลายสารประกอบจะเริ่มต้นด้วยสารประกอบเพียงชนิดเดียว แยกสลายเป็นสารใหม่ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยจะแยกสลายเมื่อได้รับพลังงานบางรูปที่เหมาะสม เช่น

$$Ca(HCO_3)_2\,(s) \xrightarrow{\text{ความร้อน}} CaCO_3\,(s) + H_2O\,(l) + CO_2\,(g)$$

$$2\,H_2O\,(l) \xrightarrow{\text{ไฟฟ้า}} 2\,H_2\,(g) + O_2\,(g)$$

$$2\,KMnO_4\,(s) \xrightarrow{\text{ความร้อน}} K_2MnO_4\,(s) + MnO_2\,(s) + O_2\,(g)$$

ปัจจุบันมนุษย์รู้จักสารประกอบมากกว่าสองล้านชนิด และรู้จักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สารประกอบถูกแยกสลายจะได้ธาตุหลายชนิดที่ประกอบขึ้นเป็นสารประกอบนั้น เช่น น้ำ ประกอบด้วยไฮโดรเจน กับ ออกซิเจน รวมกัน ถ้าแยกสลายน้ำจะได้ ธาตุไฮโดรเจน กับ ธาตุออกซิเจน

สารประกอบมีคุณสมบัติเฉพาะตัวเสมอและมีสมบัติแตกต่างไปจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบของมัน เช่น น้ำ กับ ปรอทแดง หรือ น้ำกับไฮโดรเจน หรือออกซิเจน

ตารางที่ 6 สมบัติของน้ำกับปรอทแดง

	สถานะ	สี	กลิ่น	รส	สูตรเคมี
น้ำ	ของเหลว	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	H_2O
ปรอทแดง	ของแข็ง	ส้ม	ไม่มี	-	HgO

ตารางที่ 7 สมบัติของ น้ำ ไฮโดรเจน และออกซิเจน

	สถานะ	ชนิดของสาร	สมบัติบางประการ	สูตรเคมี
น้ำ	ของเหลว	สารประกอบ	ดับไฟ	H_2O
ไฮโดรเจน	แก๊ส	ธาตุ	ติดไฟ	H_2
ออกซิเจน	แก๊ส	ธาตุ	ช่วยให้ไฟติด	O_2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การจำแนกสารประกอบ (Classification of Compound) สารประกอบทั้งหมด จำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. สารประกอบสองธาตุ (Binary Compound) หมายถึง สารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุ 2 ธาตุ รวมกันแบ่งออกเป็น

1.1 สารประกอบสองธาตุที่ประกอบด้วยโลหะกับอโลหะ เช่น เกลือแกง (NaCl) ปูนขาว (CaO) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

1.2 สารประกอบสองธาตุที่ประกอบด้วยอโลหะกับอโลหะ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

2. สารประกอบหลายธาตุ (Ternary Compound) หมายถึง สารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุมากกว่า 2 ธาตุรวมกัน แบ่งออกเป็น

2.1 สารประกอบกรด เช่น กรดกำมะถัน (H_2SO_4) กรดดินประสิว (HNO_3) กรดน้ำโซดา (H_2CO_3) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)

2.2 สารประกอบเบส เช่น โซดาแผดเผา (NaOH) ด่างคลี (KOH) น้ำปูนใส ($Ca(OH)_2$)

2.3 สารประกอบเกลือ เช่น ดินประสิว (KNO_3) จุนสี ($CuSO_4$) เกลือจืด ($MgSO_4$) สนิมเหล็ก (Fe_2O_3)

ตารางที่ 8 ตัวอย่างสารประกอบบางชนิด

ประเภท	สูตรโมเลกุล	ชื่อเคมี	ชื่อสามัญ
ออกไซด์	Fe_2O_3	ไอร์ออน (III) ออกไซด์	สนิมเหล็ก
	MnO_2	แมงกานีส (IV) ออกไซด์	-
	N_2O	ไดไนโตรเจนออกไซด์	ก๊าซหัวเราะ
	NO_2	ไนโตรเจนไดออกไซด์	-
	CO_2	คาร์บอนไดออกไซด์	-
	SO_2	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-
	SO_3	ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์	-
กรด	HCl	กรดไฮโดรคลอริก	กรดเกลือ
	HNO_3	กรดไนตริก	กรดดินประสิว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ประเภท	สูตรโมเลกุล	ชื่อเคมี	ชื่อสามัญ
กรด	H_2SO_4	กรดซัลฟิวริก	กรดกำมะถัน
	HF	กรดไฮโดรฟลูออริก	กรดกัดแก้ว
	H_2CO_3	กรดคาร์บอนิก	น้ำโซดา
	CH_3COOH	กรอแอซีติก	กรดน้ำส้ม
	HCOOH	กรดฟอร์มิก	กรดมด
เบส	NaOH	โซเดียมไฮดรอกไซด์	โซดาไฟ โซดาแผดเผา
	KOH	โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	ด่างคลี
	CaO	แคลเซียมออกไซด์	ปูนดิบ ปูนขาว
	$Ca(OH)_2$	แคลเซียมไฮดรอกไซด์	ปูนสุก น้ำปูนใส
	NH_3	แอมโมเนีย	ก๊าซแอมโมเนีย
	NH_4OH	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์	น้ำแอมโมเนีย
เกลือ	NaCl	โซเดียมคลอไรด์	เกลือแกง
	Na_2CO_3	โซเดียมคาร์บอเนต	โซดาแอซ
	$Na_2CO_3.10H_2O$	โซเดียมคาร์บอเนตเดคาไฮเดรต	โซดาซักผ้า
	$MgSO_4$	แมกนีเซียมซัลเฟต	ดีเกลือ
	KNO_3	โพแทสเซียมไนเตรต	ดินประสิว
	$CuSO_4$	คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต	จุนสีสะตุ
	$Pb(NO_3)_2$	เลด (II) ไนเตรต	-
	$KMnO_4$	โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	ด่างทับทิม
	$PbSO_4$	เลด (II) ซัลเฟต	-
	$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$. 24 H_2O	โพแทสเซียมอะลูมิเนียม ซัลเฟตเตตระโคซาไฮเดรต	สารส้ม
สารอินทรีย์	$C_6H_{12}O_6$	กลูโคส	-
	$C_{12}H_{22}O_{11}$	ซูโครส	น้ำตาลทราย
	CH_3OH	เมทานอล	เมทิลแอลกอฮอล์
	C_2H_5OH	เอทานอล	เอทิลแอลกอฮอล์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารผสม หรือ ของผสม (Mixture) หมายถึง สารเนื้อผสมที่เกิดจากธาตุหรือสารประกอบสองชนิดขึ้นไปผสมกันในอัตราส่วนที่ไม่คงที่แน่นอน ได้สารใหม่มีคุณสมบัติผสมระหว่างสารที่เป็นองค์ประกอบของมัน เช่น ดินปืน น้ำเกลือ เป็นต้น

น้ำ (สารประกอบ) + เกลือ (สารประกอบ) ⟶ น้ำเกลือ (สารผสม)

ถ่าน (ธาตุ) + ดินประสิว (สารประกอบ) + กำมะถัน (ธาตุ) ⟶ ดินปืน (สารผสม)

ทองแดง (ธาตุ) + ทองคำ (ธาตุ) ⟶ นาก (สารผสม)

สารผสม จำแนกออกเป็น

1. สารผสมเนื้อเดียว (Homogeneous Mixture) หมายถึง สารผสมที่ทุกส่วนผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันหมด เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม อากาศ

2. สารผสมเนื้อผสม (Hetcrogeneous Mixture) หมายถึง สารผสมที่ทุกส่วนไม่ผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน มีบางส่วนแยกออกเป็นชั้นให้เห็นชัดเจน เช่น น้ำแป้ง น้ำปนน้ำมัน พริกเกลือ สารผสมเนื้อผสมยังแบ่งออกได้ 3 ชนิด ดังนี้

2.1 ซัสสเปนชั่น (Suspension) หมายถึง สารผสมเนื้อผสมที่ตั้งทิ้งไว้จะมีสารส่วนประกอบตัวหนึ่งตกตะกอน เช่น น้ำแป้ง น้ำโคลน น้ำแกง

2.2 คอลลอยด์ (Colloid) หมายถึง สารผสมเนื้อผสมที่ตั้งทิ้งไว้จะมีสารส่วนประกอบตัวหนึ่งลอยแขวนอยู่ในสารอีกตัวหนึ่ง เช่น น้ำนม ควันไฟ

2.3 อีมัลชั่น (Emulsion) หมายถึง สารผสมเนื้อผสมที่ตั้งทิ้งไว้จะมีสารส่วนประกอบตัวหนึ่งลอยขึ้นด้านบนเช่น น้ำปูน น้ำมัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 9 ข้อแตกต่างระหว่างสารประกอบและสารผสม

สารประกอบ	สารผสม
1. ส่วนประกอบสำคัญ คือ ธาตุกับธาตุ	1. ส่วนประกอบสำคัญ คือ ธาตุกับธาตุ ธาตุกับสารประกอบ หรือ สารประกอบกับสารประกอบก็ได้
2. อัตราส่วนของสารที่เป็นองค์ประกอบคงตัว	2. อัตราส่วนของสารที่เป็นองค์ประกอบไม่คงที่จะเปลี่ยนไปได้เรื่อย ๆ
3. สารใหม่ที่จะเกิดขึ้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวต่างไปจากคุณสมบัติของธาตุองค์ประกอบ	3. สารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีคุณสมบัติผสมระหว่างคุณสมบัติของสารองค์ประกอบ
4. เกิดโดยขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	4. เกิดโดยขบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
5. เขียนสูตรเคมีแทนสารที่เกิดขึ้นได้	5. เขียนสูตรเคมีแทนสารที่เกิดขึ้นไม่ได้

สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย

สารละลาย (Solution) คือ สารเนื้อเดียวที่เกิดจากอนุภาคเล็ก ๆ ของตัวถูกละลายซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 10^{-7} เซนติเมตร ไม่สามารถกรองแยกตัวถูกละลายออกจากตัวทำละลายได้และไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์ สารเนื้อเดียวที่เกิดจากการผสมสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกันอย่างกลมกลืน โดยอัตราส่วนการผสมไม่คงที่แน่นอน สารที่ผสมกันเป็นสารละลายจะไม่ทำปฏิกิริยากัน คือผสมแล้วยังคงเป็นสารเดิม สารละลายจึงแสดงสมบัติของสารองค์ประกอบเดิมตามอัตราส่วนการผสม และสารละลายสามารถแยกกลับคืนเป็นสารเดิมได้ด้วยวิธีการง่าย ๆ เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การระเหย การตกผลึก

สารละลาย ประกอบด้วย องค์ประกอบ 2 ส่วน คือตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute)

การชี้บ่งว่าสารใดเป็นตัวทำละลายและสารใดเป็นตัวถูกละลายให้พิจารณาดังนี้

1. ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีปริม่าณน้อยกว่าเป็นตัวถูกละลาย เช่น

ทองคำ + ทองแดง ⟶ นาก

ทองแดงเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากทองแดงมีปริมาณมากกว่าทองคำ ทองคำเป็นตัวถูกละลายเนื่องจากทองคำมีปริมาณน้อยกว่าทองแดง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

N_2+ O_2+ CO_2 + แก๊สอื่น ๆ ⟶ อากาศ

แก๊สไนโตรเจนเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากมีปริมาณมากที่สุด แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่น ๆ เป็นตัวถูกละลายเนื่องจากมีปริมาณรวมกันน้อยกว่าแก๊สไนโตรเจน

ข้อควรทราบ ในกรณีที่มีตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเดียวกันและมีปริมาณเท่ากัน จะชี้บ่งให้องค์ประกอบใดเป็นตัวทำละลายหรือตัวถูกละลายก็ได้

2. ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเหมือนกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลายจัดเป็นตัวถูกละลาย เช่น

เกลือแกง + น้ำ ⟶ น้ำเกลือ

ไอโอดีน + เอทานอล ⟶ ทิงเจอร์ไอโอดีน

CO_2 + น้ำ ⟶ น้ำโซดา

ตารางที่ 10 ตัวอย่างสารละลายในสถานะต่าง ๆ

สถานะ	ตัวอย่างสาร	องค์ประกอบ
ของแข็ง	ทองเหลือง	ทองแดง + สังกะสี
	นาก	ทองแดง + ทองคำ
	ทองขาว	ทองคำ + เงิน + แพลเลเตียม
	ฟิวส์	ดีบุก + ตะกั่ว + บิสมัท
	นิโครม	โครเมียม + นิกเกิล
	บรอนซ์ (สำริด)	ทองแดง + ดีบุก
	เหรียญบาท	ทองแดง + นิกเกล
	สแตนเลส	เหล็ก + โครเมียม + นิกเกิล + แมงกานีส + ซิลิคอน
ของเหลว	น้ำเชื่อม	น้ำ + น้ำตาลทราย
	น้ำหวาน	น้ำ + น้ำตาล + สารแต่งสี + สารแต่งกลิ่นและรส
	น้ำหมึก	น้ำ (หรือตัวทำละลายอื่น) + สี
	น้ำอัดลม	น้ำ + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำตาล +สารแต่งสี, กลิ่นและรส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 10 (ต่อ)

สถานะ	ตัวอย่างสาร	องค์ประกอบ
ของเหลว	น้ำส้มสายชู	น้ำ + กรดน้ำส้ม
	น้ำแอมโมเนีย	น้ำ + แก๊สแอมโมเนีย
	น้ำยาบ้วนปาก	น้ำ + เอทานอล + กรดโบริก + กรดเบนโซอิก + ไทมอล + ยูคาลิปตอล
	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	น้ำ + แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์
	ทิงเจอร์ไอโอดีน	เอทานอล + ไอโอดีน
แก๊ส	อากาศ	ไนโตรเจน + ออกซิเจน + คาร์บอนไดออกไซด์ + ไอน้ำ + ฝุ่นละออง + แก๊สเฉื่อย
	แก๊สหุงต้ม (LPG)	แก๊สโพรเพน (C_3H_8),แก๊ส บิวเทน (C_4H_{10}) + สารให้กลิ่นฉุน เอทิลเมอร์แคปเทน (C_2H_5HS)
	แก๊สธรรมชาติ	แก๊สมีเทน (CH_4) + แก๊สอีเทน (C_2H_6)
	แก๊สชีวภาพ	คาร์บอนไดออกไซด์ + แก๊สมีเทน
	ออกซีแอเซติลีน (ใช้เชื่อมโลหะ)	ออกซิเจน + แก๊สแอเซติลีน(C_2H_2)
	วอเตอร์แก๊ส	คาร์บอนไดออกไซด์ + ไฮโดรเจน
	โพรดิวเซอร์แก๊ส	คาร์บอนมอนอกไซด์ + ไนโตรเจน

ความเข้มข้นของสารละลาย ในสารละลายใด ๆ สัดส่วนของตัวทำละลายและตัวถูกละลายจะไม่คงที่ และสารต่างชนิดกันก็จะมีความสามารถในการละลายต่างกัน ปริมาณของตัวถูกละลายที่ละลายในสารละลายเรียกว่า ความเข้มข้นของสารละลาย การบอกความเข้มข้นของสารละลายทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. บอกเป็นร้อยละของตัวถูกละลาย (Percent of Solute) สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1.1 การระบุเป็นร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นการบอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 หน่วยมีตัวถูกละลายอยู่กี่หน่วย มวลเดียวกันปกติหน่วยมวลบอกเป็นกรัม สามารถคำนวณได้จากสูตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$\text{ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อมวล} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย x 100}}{\text{มวลของสารละลาย}}$$

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายน้ำเกลือ ประกอบด้วยเกลือแกง 10 กรัม น้ำ 390 กรัม น้ำเกลือมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวลต่อมวล

วิธีทำ

$$\text{ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อมวล} = \frac{\text{มวลของเกลือแกง x 100}}{\text{มวลของน้ำเกลือ}}$$

$$= \frac{10 \times 100}{10 + 390}$$

$$= 2.5$$

∴ ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 2.5 ตอบ

1.2 การระบุเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นการบอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร มีตัวถูกละลายอยู่กี่หน่วยมวลปกติบอกปริมาตรเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรและบอกหน่วยมวลเป็นกรัมคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลตัวถูกละลาย x 100}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}}$$

ตัวอย่างที่ 2 ในการเตรียมสารละลายกลูโคส ต้องใช้กลูโคส 2 กรัม ลงในน้ำแล้วทำเป็นสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายกลูโคสมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด

วิธีทำ

$$\text{ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของกลูโคส x 100}}{\text{ปริมาตรสารละลายกลูโคส}}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$= \frac{2 \times 100}{100} = 2$$

∴ ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสร้อยละ 2 ตอบ

1.3 การระบุเป็นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นการบอกให้ทราบว่าในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร มีตัวถูกละลายอยู่กี่หน่วยปริมาตรเดียวกัน ปกติหน่วยปริมาตรบอกเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรตัวถูกละลาย} \times 100}{\text{ปริมาตรสารละลาย}}$$

ตัวอย่างที่ 3 ในการเตรียมน้ำส้มสายชู นำกรดน้ำส้ม 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาผสมกับน้ำ 675 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำส้มสายชูที่ได้มีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด

วิธีทำ

$$\text{ความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูเป็นร้อยละ} = \frac{\text{ปริมาตรของกรดน้ำส้ม} \times 100}{\text{ปริมาตรสารละลายน้ำส้มสายชู}}$$

$$= \frac{75 \times 100}{75 + 675} = 10$$

∴ ความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูร้อยละ 10 ตอบ

2. การบอกความเข้มข้นเป็นหน่วยอื่น ๆ แบ่งออกเป็นหน่วยต่าง ๆ ดังนี้

2.1 พีพีเอ็ม (ppm: Parts Per Million) เป็นการบอกความเข้มข้นของตัวถูกละลายในตัวทำละลายล้านส่วน (10^6)

2.2 พีพีบี (ppb: Parts Per Billion) เป็นการบอกความเข้มข้นของตัวถูกละลายในตัวทำละลายพันล้านส่วน (10^9)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารละลายอิ่มตัว (Saturated Solution) หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่เต็มที่ในอุณหภูมินั้น เช่น ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โซเดียมคลอไรด์ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรปริมาณสูงสุดเป็น 39.8 กรัม ดังนั้นสารละลายโซเดียมคลอไรด์นี้เป็นสารละลายอิ่มตัว

ตารางที่ 11 สภาพการละลายของสารบางชนิดในอุณหภูมิต่าง ๆ

สาร	สูตรเคมี	สภาพสารละลายเป็นกรัมในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิต่าง ๆ (^{0}C)			
		0	20	60	100
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	35.7	36.0	37.3	39.8
โซเดียมไนเตรต	$NaNO_3$	37.0	88.0	124.0	180.0
โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	124.5	144.0	176.0	208.0
โพแทสเซียมไนเตรต	KNO_3	13.3	31.6	110.0	246.0
แคลเซียมโครเมต	$CaCrO_4$	13.0	10.4	6.1	3.2

ความสามารถในการละลายของสาร สารต่างชนิดกันมีความสามารถในการละลายในน้ำได้ต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ต่อไปนี้คือ

1. ชนิดของตัวทำละลาย เช่น น้ำตาลละลายได้มากในน้ำ แต่ละลายได้น้อยในน้ำมัน

2. ชนิดของตัวถูกละลาย เช่น สารต่างชนิดกันเมื่อนำไปละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน จะมีความสามารถในการละลายต่างกัน เช่น โซเดียมคลอไรด์ และโพแทสเซียมไนเตรตละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 100 องศาเซลเซียสได้ 35.7 และ 13.3 กรัม ตามลำดับ

3. อุณหภูมิ โดยทั่วไปความสามารถในการละลายของสารจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้น เช่น โซเดียมคลอไรด์ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่อุณหภูมิ 0, 20, 60 และ 100 องศาเซลเซียสได้ 35.7, 36.0, 37.3 และ 39.8 กรัม ตามลำดับ

4. ความดัน การเพิ่มความดันจะมีผลทำให้ความสามารถในการละลายของแก๊สเพิ่มขึ้น

สารละลายเข้มข้น คือ สารละลายที่มีปริมาณตัวถูกละลายมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายที่มีปริมาตรเท่ากัน

สารละลายเจือจาง คือ สารละลายที่มีปริมาณตัวถูกละลายน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายที่มีปริมาตรเท่ากัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การตกผลึก (Crystallization) เป็นปรากฏการณ์ที่ของแข็งที่เป็นตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายอิ่มตัว ซึ่งเกิดจากการลดอุณหภูมิของสารละลายอิ่มตัวให้ต่ำลงหรือเกิดจากสารละลายอิ่มตัวถูกลดปริมาณของตัวทำละลายโดยการระเหย ของแข็งที่แยกตัวออกมาจะกลายเป็นผลึก ซึ่งมีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยม มีมุม และผิวหน้าเรียบ ผลึกของสารต่างชนิดกันจะมีรูปร่างต่างกัน

คอลลอยด์ (Colloid) คือ สารที่ประกอบด้วยอนุภาคซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10^{-7}-10^{-4} เซนติเมตร ลอยกระจัดกระจายอยู่ในตัวกลางอย่างสม่ำเสมอ เป็นสารที่มีลักษณะก้ำกึ่งอยู่ระหว่างสารเนื้อเดียวกับสารเนื้อผสม อนุภาคของคอลลอยด์ไม่สามารถกรองแยกออกจากตัวกลางได้ด้วยกระดาษกรอง ต้องกรองด้วยเซลโลเฟน คอลลอยด์ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์ได้ เพราะขนาดอนุภาคของคอลลอยด์ใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแสง คอลลอยด์มีได้ทั้ง 3 สถานะ คอลลอยด์ในสถานะของแข็ง เช่น เยลลี่ คอลลอยด์ในสถานะของเหลว เช่น น้ำนม คอลลอยด์ในสถานะของแก๊ส เช่น หมอก ควันบุหรี่

ประเภทของคอลลอยด์

1. อีมัลชัน (Emulsion) เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคของเหลวกระจายอยู่ในตัวกลางของเหลวโดยมีตัวเชื่อมประสาน (Emulsifier) หรือผ่านกระบวนการโฮโมจีไนส์ (Homogenization) น้ำ รวมกับน้ำมัน ตัวเชื่อมประสานคือสบู่ น้ำสลัดมีไข่แดงเป็นตัวเชื่อมประสาน น้ำนมมีเคซีนเป็นตัวเชื่อมประสาน

2. โซล (Sols) เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคของแข็งกระจายอยู่ในตัวกลางของเหลว เช่น กำมะถันคอลลอยด์

3. เจล (Gel) เป็นคอลลอยด์ที่มีลักษณะเหนียวหนืดหรือข้นมากจนเกือบเป็นของแข็ง เกิดจากอนุภาคของแข็งเรียงตัวกระจัดกระจายแต่มีแรงยึดเหนี่ยวที่แน่นหนาเกิดเป็นโครงตาข่ายในตัวกลางของเหลว เช่น เยลลี่

4. แอโรโซล (Aerosol) เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคของแข็งหรือของเหลว ฟุ้งกระจายในตัวกลางที่เป็นก๊าซ เช่น หมอก ควัน ฝุ่นละอองในอากาศ

5. โฟม (Foam) เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากอนุภาคก๊าซฟุ้งกระจายในตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง เช่น ฟองน้ำ

สารแขวนลอย (Suspension) คือ สารเนื้อผสมที่มองเห็นอนุภาคของสารชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดลอยกระจายอยู่ในสารที่เป็นตัวกลางซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า อนุภาคสารแขวนลอยจะมีขนาดใหญ่กว่า 10^{-4} เซนติเมตร อนุภาคขนาดนี้สามารถกรองแยกจากตัวกลางได้ด้วยกระดาษกรอง ตัวอย่างสารแขวนลอย เช่น แป้งน้ำ น้ำโคลน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การแยกสารประเภทต่าง ๆ ในธรรมชาติสารมักจะอยู่ในรูปสารละลายหรือสารเนื้อผสม ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เมื่อจะนำสารมาใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องแยกสารออกมาจากสารละลายหรือสารเนื้อผสมเสียก่อนการแยกสารทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การกรอง เป็นวิธีแยกของผสมระหว่างของแข็งกับของเหลวหรือใช้แยกสารแขวนลอยออกจากน้ำ โดยทั่วไปนิยมใช้กระดาษกรองอนุภาคของสารแขวนลอยหรือของแข็งจะมีขนาดใหญ่กว่ารูของกระดาษกรอง การกรองเป็นวิธีแยกสารที่ใช้ได้เฉพาะห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสารที่ได้จากการกรองมีปริมาณน้อย หากต้องการปริมาณมากจะต้องใช้เครื่องกรองขนาดใหญ่ที่มีชั้นกรวด ทราย ถ่าน วางเรียงกันเป็นชั้น ๆ

2. การใช้กรวยแยก กรวยแยกเป็นเครื่องมือที่ใช้แยกสารเนื้อผสมที่เกิดจากของเหลวหลายชนิดแยกส่วนกันอย่างชัดเจน เช่น น้ำมันกับน้ำ เฮกเซนกับน้ำ เป็นต้น การแยกสารวิธีนี้ให้นำของเหลวใส่ในกรวยแยกแล้วไขของเหลวที่อยู่ชั้นล่างให้ไหลลงสู่ภาชนะจนหมด แล้วจึงค่อย ๆ เทของเหลวที่เหลืออีกชนิดหนึ่งออกทางด้านบนใส่ภาชนะใหม่

3. การกลั่น เป็นวิธีการแยกสารประกอบออกจากสารละลายซึ่งตัวถูกละลายมีจุดเดือดสูงกว่าตัวทำละลายมาก เช่น น้ำเกลือ ประกอบด้วยน้ำซึ่งมีจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส และโซเดียมคลอไรด์มีจุดเดือด 1,413 องศาเซลเซียส เมื่อกลั่นน้ำเกลือจะมีแต่น้ำเท่านั้นที่กลายเป็นไอออกมา เมื่อไอน้ำควบแน่นจะได้น้ำบริสุทธิ์ และถ้ากลั่นต่อไปจนแห้งจะเหลือเกลือแกงอยู่ที่ก้นภาชนะ เราจึงสามารถแยกน้ำและเกลือออกจากกัน

4. กระระเหิด คือ ปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นก๊าซหรือไอโดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน หลักการนี้นำไปแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิดได้โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะของสารต่างชนิดกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น การแยกของผสมระหว่างการบูรกับเกลือแกง เราสามารถแยกสารได้โดยนำของผสมมาทำให้ร้อน ผงการบูรจะระเหิดเป็นไอ แล้วดักไอด้วยภาชนะเย็นทำให้การบูรควบแน่นเป็นของแข็งได้

5. การใช้อำนาจแม่เหล็ก เป็นวิธีที่ใช้แยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสม ซึ่งองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ เช่น การแยกของผสมระหว่างผงเหล็กกับผงกำมะถัน ใช้แท่งแม่เหล็กถูไปมาบนกระดาษที่วางทับของผสมทั้งสอง แม่เหล็กจะดูดผงเหล็กแยกออกมา

6. วิธีโครมาโทกราฟี เป็นวิธีการแยกสารโดยอาศัยหลักการกระจายตัวของสารในส่วนที่อยู่กับที่ (Stationary Phase) และส่วนที่เคลื่อนที่ (Mobile Phase) การแยกเกิดขึ้นเมื่อสารที่เป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่งที่อยู่ในของผสมถูกยึดไว้ให้อยู่กับที่ โดยส่วนที่อยู่กับที่และปล่อยให้องค์ประกอบอื่นถูกพาไปโดยส่วนที่เคลื่อนที่ ทำให้สารแยกออกจากกันได้วิธีการนี้ใช้แยกสารเนื้อเดียวที่มีส่วนผสมมากกว่า 2 ชนิด เพื่อให้ได้สารบริสุทธิ์หรือใช้วิเคราะห์เพื่อหาปริมาณและ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ชนิดของสาร วิธีโครมาโทกราฟีแบ่งออกได้หลายประเภท สำหับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจะพูดถึงวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ซึ่งอาศัยหลักการดูดซับของสาร วิธีนี้ใช้แยกสารละลายลงบนกระดาษโครมาโทกราฟีหรือใช้กระดาษกรองกระดาษกรองจะดูดซับสารที่หยดลงไป แล้วนำกระดาษกรองนั้นไปจุ่มในตัวทำละลายหรือน้ำ ทิ้งไว้สักครูหนึ่ง สารแต่ละชนิดจะเคลื่อนออกจากจุดเริ่มต้นไปบนกระดาษด้วยอัตราเร็วต่าง ๆ กัน โดยสารที่ดูดซับน้อยจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าสารที่ดูดซับมาก และสารที่ละลายมากจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าสารที่ละลายน้อย การที่สารต่างชนิดกันเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันมีผลทำให้สารแต่ละชนิดอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นต่างกันด้วย เราจึงสามารถแยกสารออกจากกันได้โดยตัดกระดาษโครมาโทกราฟีออกเป็นส่วนตามตำแหน่งของสารนั้น ๆ

7. การตกผลึก เป็นวิธีการที่ใช้ในการทำให้สารเคมีที่เป็นของแข็งเป็นสารบริสุทธิ์วิธีที่นิยมใช้กันมากคือ การทำให้สารที่เป็นของแข็งตกผลึกจากสารละลาย ทำได้โดยเตรียมสารละลายของสารที่จะทำให้บริสุทธิ์นั้นให้อิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง แล้วกรองสารละลายในขณะที่ร้อนเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนที่ไม่ละลาย ปล่อยให้สารละลายเย็นลง ของแข็งก็จะตกผลึกออกมา ในการเตรียมสารละลาย ต้องเลือกตัวทำละลายที่สามารถละลายสารที่ต้องการทำให้บริสุทธิ์ได้น้อยในขณะเย็นและละลายได้มากในขณะร้อนและต้องไม่ละลายสิ่งเจือปนเมื่อร้อน

8. การใช้มือหยิบ หรือเขี่ยออก วิธีนี้ใช้สำหรับแยกสารซึ่งมีขนาดใหญ่มีลักษณะต่างกันเห็นได้ชัดเจนออกจากกัน เช่น แยกก้อนถ่านออกจากของผสมระหว่างถ่านกับหิน เป็นต้น

9. อาศัยการหลอมเหลว วิธีนี้ใช้แยกของผสมที่สารซึ่งผสมกันอยู่มีจุดหลอมเหลวต่างกันมาก เช่น ตะกั่วปนอยู่กับเหล็ก เมื่อเราต้องการแยกก็นำของผสมนี้ไปหลอมในภาชนะตะกั่วซึ่งมีจุดเหลอมเหลวต่ำกว่าเหล็กก็จะหลอมเหลวโดยที่เหล็กยังไม่หลอมเหลว จึงสามารถรินตะกั่วแยกออกมาได้

10. การตกตะกอน วิธีนี้ใช้แยกของผสมที่องค์ประกอบเป็นของแข็งแขวนลอยอยู่ในของเหลว แยกโดยนำของผสมนั้นมาตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วจึงรินของเหลวออกจากของแข็ง เช่น การแยกอนุภาคดินที่แขวนลอยในน้ำทำได้โดยนำของผสมดังกล่าวมาตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน โดยอนุภาคดินจะตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ ส่วนน้ำอยู่ส่วนบนก็สามารถรินน้ำแยกออกมาได้ แต่ในกรณีที่สารแขวนลอยนั้นตกตะกอนได้ยากก็ให้ใช้แรงเหวี่ยงช่วย โดยนำไปเข้าเครื่องเซ็นตริฟิว แรงเหวี่ยงจะทำให้ของแข็งตกตะกอนได้ง่ายและเร็วขึ้น และตะกอนจะจับกันเป็นก้อนโตแน่นกว่าปล่อยให้ตกตะกอนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง ดังนั้นจึงสามารถรินของเหลวออกได้ง่าย

11. การแพร่ วิธีนี้ใช้สำหรับแยกแก๊สที่มีมวลไม่เท่ากันผสมกันอยู่เพราะแก๊สที่มีมวลน้อยแพร่ได้เร็วกว่ากายที่มีมวลมาก เช่นของผสมระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์เมื่อแยกโดยการแพร่ แก๊สออกซิเจนจะออกมาจากภาชนะได้เร็วกว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และเมื่อทำการแพร่ซ้ำหลาย ๆ ครั้งก็จะได้ แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์

12. การใช้ความร้อน วิธีนี้ใช้แยกของผสมชนิดแก๊สละลายในของเหลว เช่น แยกแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำในน้ำโซดา ทำได้โดยการนำน้ำโซดามาทำให้ร้อน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะระเหยหนีออกไป เหลือแต่น้ำอยู่ในภาชนะ

13. การลดอุณหภูมิ วิธีนี้ใช้สำหรับแยกของผสมที่องค์ประกอบทั้งหมดเป็นแก๊สแต่ละชนิดมีจุดเดือดไม่เท่ากัน แยกได้โดยนำของผสมมาลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจนแก๊สชนิดหนึ่งเป็นของเหลว (แก๊สที่มีจุดเดือดสูง) ส่วนแก๊สชนิดอื่นยังคงมีสถานะเป็นแก๊สอยู่ ก็สามารถแยกแก๊สออกจากกันได้หรือลดอุณหภูมิจน แก๊สทุกชนิดเป็นของเหลว แล้วค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น แก๊สที่มีจุดเดือดต่ำก็จะกลายเป็น แก๊สก่อนและ แก๊สที่มีจุดเดือดสูงขึ้นก็จะกลายเป็นแก๊สตามมาตามลำดับ โดยวิธีการนี้ก็สามารถแยก แก๊สออกจากกันได้

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ การสกัดโดยการกลั่นไอน้ำนิยมใช้ในการแยกสารประกอบน้ำมันหอมระเหยออกมาเนื้อเยื่อพืช น้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำและมีจุดเดือดค่อนข้างสูง การใช้ไอน้ำช่วยจะทำให้น้ำมันหอมระเหยเดือดกลายเป็นไอออกมาง่ายขึ้น เพราะอุณหภูมิที่น้ำมันหอมระเหยเดือดคือ อุณหภูมิที่ทำให้ความดันไอน้ำ บวก ความดันไอน้ำมันเท่ากับ ความดันบรรยากาศ ซึ่งต่ำกว่าจุดเดือดปกติของน้ำมันหอมระเหย แต่เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยไม่ละลายน้ำ ดังนั้น ของเหลวที่ควบแน่นภายในหลอดควบแน่นจึงแยกเป็น 2 ชั้น โดยน้ำจะอยู่ชั้นล่างและน้ำมันหอมระเหยอยู่ชั้นบน ถ้าปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีน้อย ให้เติมเฮกเซนลงในของผสมแล้วนำมาใส่กรวยแยกเฮกเซนจะละลายปนกับน้ำมันหอมระเหยและแยกชั้นกับน้ำ หลังจากแยกด้วยกรวยแยกแล้วนำสารละลายระหว่างเฮกเซนกับน้ำมันหอมระเหยมาระเหยไล่เฮกเซน เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ (แต่ถ้าปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีมากจนแยกชั้นกับน้ำอย่างชัดเจน ก็แยกด้วยกรวยแยกได้เลยไม่ต้องเติมเฮกเซน)

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำแบ่งเป็น 3 วิธีคือ

1. การกลั่นด้วยไอน้ำโดยทางตรง (Water Distillation) พืชที่จะกลั่นทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดจมอยู่ในน้ำเดือด เป็นวิธีกลั่นด้วยไอน้ำที่ง่ายที่สุด แต่มีข้อเสียคืออัตราการกลั่นจะไม่สม่ำเสมอ เพราะไม่สามารถควบคุมความร้อนได้สม่ำเสมอ และเนื้อเยื่อพืชส่วนที่ติดกับก้นภาชนะอาจไหม้ไฟทำให้มีกลิ่นเหม็นไหม้ติดไปกับน้ำมันได้ นอกจากนี้การกลั่นแบบนี้ต้องกินเวลานาน องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยบางชนิดอาจเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อได้รับความร้อนนาน ๆ

2. การกลั่นด้วยน้ำร้อน (Water and Steam Distillation) พืชที่จะกลั่นจะถูกวางไว้บนตะแกรงเหนือน้ำเดือดเป็นวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง น้ำมันที่ได้จะมี

คุณภาพดีพอสมควรเนื่องจากเนื้อเยื่อพืชไม่ได้สัมผัสกับความร้อนโดยตรง ไม่มีกลิ่นเหม็นไหม้ปนออกมาด้วยและเครื่องมือที่ใช้ก็เป็นแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation) พืชที่จะกลั่นจะถูกบรรจุไว้ในภาชนะหนึ่ง แล้วผ่านไอน้ำจากอีกภาชนะหนึ่งเข้าไป วิธีการนี้สามารถกลั่นได้อย่างรวดเร็ว และกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ปริมาณมาก

การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นการแยกสารที่ต้องการออกจากสารอื่นโดยการเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมไปละลายสารนั้นออกมา ตัวทำละลายที่เหมาะสมจะต้องละลายเฉพาะสารที่ต้องการไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการแยกออกจากสารที่ต้องการได้ง่ายมีมาก หาง่าย ราคาถูก

การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้เครื่องสกัดซอกซ์เลต (Soxhlet Extraction) เป็นการสกัดตัวถูกละลายออกจากของแข็งโดยใช้ตัวทำละลายที่ระเหยง่าย ตัวทำละลายซึ่งอยู่ชั้นล่างของเครื่องมือจะระเหยขึ้นไป แล้วถูกทำให้ควบแน่นตกลงไปบนของแข็งที่ต้องการสกัดทำให้ตัวถูกละลายออกมา แล้วตัวทำละลายก็ระเหยขึ้นไปใหม่วนเวียนไปเรื่อย ๆ

สารที่ใช้ในบ้าน ในชีวิตประจำวันเราจะต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีมากมาย เช่น ผงซักฟอก ยาสีฟันและยารักษาโรค สารสังเคราะห์ที่ผสมในอาหาร เป็นต้น สารเหล่านี้เราควรศึกษาเพื่อการใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าถูกต้องและปลอดภัยที่สุด

ความเป็นกรด-เบส ของสารที่ใช้ในบ้าน

กรด (Acid) คือ สารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบและเมื่อนำสารประกอบนี้ไปละลายในน้ำ ไฮโดรเจนที่มีอยู่ในสารประกอบจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออนเสมอ กรดจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. กรดที่ได้จากพืชได้แก่กรดแอซิติกได้จากการหมักผลไม้ กรดซิตริก มีในผลไม้ต่าง ๆ เช่น มะขาม มะนาว มะกรูด กรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซีเป็นต้น

2. กรดที่ได้จากแร่ธาตุได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก กรดไนตริก กรดคาร์บอนิกเป็นต้น

กรดที่มาจากพืช สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารได้ เช่นกรดแอซิติกหรือส้มสายชู ในปัจจุบันมีร้านอาหารบางร้านใช้กรดจากแร่ธาตุ เช่น กรดซัลฟิวริกมาใช้แทนเนื่องจากราคาถูกกว่ามาก ดังนั้นเราจึงควรตรวจสอบน้ำส้มสายชูก่อนนำมารับประทานซึ่งทำได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

1. การสังเกตพริกดองที่แช่ในน้ำส้มสายชูถ้าเป็นน้ำส้มสายชูแท้ซึ่งทำจากพืช พริกจะสดเสมอ แม้ว่าจะแช่ไว้ในน้ำส้มสายชูเป็นเวลานาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ทดสอบด้วยเจนเซียนไวโอเลตซึ่งมีสีม่วงถ้าเป็นน้ำส้มสายชูแท้ทำจากกรดแอซิติก เมื่อหยดเจนเซียนไวโอเลตจะเป็นสีม่วงเหมือนเดิมแต่ถ้าเป็นน้ำส้มสายชูซึ่งทำจากกรดซัลฟิวริก เจนเซียนไวโอเลตจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือน้ำเงิน

3. ทดสอบด้วยสารละลายแบเรียมคลอไรด์ถ้ามีตะกอนสีขาวเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นน้ำส้มสายชูปลอมที่ทำจากกรดซัลฟิวริก

สมบัติของสารละลายกรด

1. มีรสเปรี้ยวและมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะ หินปูน และเนื้อเยื่อ

2. นำไฟฟ้าได้

3. เปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์บางชนิดได้โดยเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และเปลี่ยนสีฟีนอล์ฟทาลีนจากสีชมพูเป็นไม่มีสี

4. กรดทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิดให้ก๊าซไฮโดรเจน

โลหะ + กรด $\longrightarrow$ เกลือ + H_2

เช่น $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

5. กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนตหรือไฮโดรเจนคาร์บอเนตจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สารประกอบคาร์บอเนต + กรด $\longrightarrow$ เกลือ + น้ำ + CO_2

เช่น $CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

6. กรดทำปฏิกิริยากับเบสได้เกลือกับน้ำ

กรด + เบส $\longrightarrow$ เกลือ + น้ำ

เช่น $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

7. มีความเป็นกรด- เบส (pH) น้อยกว่า 7

เบส (Base) คือ สารประกอบที่ทำปฏิกิริยากับกรดแล้วได้เกลือกับน้ำหรือได้เกลืออย่างเดียว ได้แก่ ออกไซด์ของโลหะ เช่น CaO, MgO ไฮดรอกไซด์ของโลหะ เช่น NaOH, KOH และเบสขาดน้ำ เช่น NH_3, PH_3 เป็นต้น

สมบัติของสารละลายเบสมีดังต่อไปนี้

1. มีรสฝาด, ขม และมีฤทธิ์กัดเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและโลหะ

2. นำไฟฟ้าได้

3. เปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์บางชนิดได้ตรงข้ามกับสารละลายกรด เช่น เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินและเปลี่ยนสีฟีนอล์ฟทาลีนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู

4. มีความเป็นกรด-เบส (pH) มากกว่า 7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. ลื่นคล้ายสบู่

6. เมื่อต้มกับไขมันจะได้สบู่ เบสที่นิยมใช้เตรียมสบู่ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

7. ทำปฏิกิริยากับกรดจะได้เกลือกับน้ำหรือเกลืออย่างเดียว เช่น

$Ca(HO)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

สารที่ใช้ทำความสะอาด ในบ้านเรือนมีสารที่ทำความสะอาดได้หลายชนิด เช่น สบู่ ผงซักฟอก แชมพูและสารที่ทำความสะอาดสุขภัณฑ์ต่าง ๆ สบู่ ผงซักฟอกและแชมพูมีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ ได้สารละลายขุ่นขาวสาเหตุที่ร่างกายหรือเสื้อผ้าสกปรกก็เนื่องจากร่างกายขับไขมันออกมาทางผิวหนังจึงเข้าไปเกาะกับเสื้อผ้า เมื่อฝุ่นละอองมาเกาะทำให้ร่างกายและเสื้อผ้าสกปรกจึงต้องซักล้างด้วยสบู่หรือผลซักฟอก เนื่องจากไม่สามารถซักด้วนน้ำธรรมดาได้ ไขมันเมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่หรือผงซักฟอกก็จะละลายในน้ำทำให้ร่างกายและเสื้อผ้าสะอาดได้ สำหรับสารทำความสะอาดห้องน้ำ และเครื่องสุขภัณฑ์ที่จำหน่ายในประเทศมีสมบัติเป็นกรดซึ่งสามารถกัดกร่อนพื้นห้องน้ำ สารนี้ยังสามารถกัดเนื้อเยื่อ เสื้อผ้าและระเหยเป็นไอได้ง่ายจึงเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินของลมหายใจ ผู้ใช้จึงควรระมัดระวังไม่สูดดมเข้าไปหรือไม่ให้ถูกร่างกายหรือเสื้อผ้า ควรล้างพื้นห้องน้ำทันทีหลังจากใช้สารทำความสะอาดห้องน้ำแล้ว สารที่ทำความสะอาดห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ มี 2ประเภทได้แก่

1. ประเภทผงขัด ได้แก่ สบู่ และสารซึ่งมีสมบัติเป็นกรดใช้ทำปฏิกิริยากับปูนทำให้ปูนส่วนผิวหน้าหลุดออกไป วิธีใช้สารผงขัดควรใช้แปรงขัดจะทำให้สะอาดได้ดีขึ้น

2. ประเภทของเหลว สารประเภทนี้มักประกอบด้วยกรดไฮโดรคลอริกเมื่อทำปฏิกิริยากับปูนจึงเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นฟองฟู่ออกมา เมื่อลาดน้ำยาลงพื้นจะมีกลิ่นไอคลุ้งขึ้นมาด้วย ไอนี้เป็นพิษต่อร่างกายไม่ควรสูดดมเข้าไป

พิษอันตรายที่เกิดจากการใช้สารบางชนิด สารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ตามบ้านเรือนมักมีคุณและโทษถ้าใช้โดยขาดความระมัดระวังหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ก็จะเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ได้ การศึกษาถึงพิษและอันตรายของสารตลอดจนวิธีการใช้อย่างถูกวิธี เพื่อความปลอดภัย หากหลีกเลี่ยงการใช้สารเหล่านี้ได้ก็ควรหลีกเลี่ยง คำแนะนำที่ควรปฏิบัติมีดังต่อไปนี้คือ

1. ก่อนใช้สารใด ๆ ควรศึกษาสมบัติวิธีใช้ ตลอดจนการเก็บรักษาสารนั้น ๆ

2. ใช้สารตามคำแนะนำในฉลากอย่างเคร่งครัด

3. ควรเลือกสารที่ได้รับการรับรองคุณภาพ จากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. การใช้สารต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ต่อผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม (กรมวิชาการ, 2541 ก, หน้า 103-140; กฤษดา กรุดทอง, 2528, หน้า 43-62; เทพจำนงค์ แสงสุนทร, 2524, หน้า 1-46; เพ็ญศิริ พวงศรี, ม.ป.ป., หน้า 16-43; สำราญ พฤกษ์สุนทร, ม.ป.ป., หน้า 3-28; สุวิทย์ สุทธิเทพ, 2525, หน้า 127-135; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 1-126)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านมีความเห็นพ้องกันว่าการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นการสอนผู้เรียนให้รู้จักและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ การได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือไปจากการได้ข้อเท็จจริงทางเนื้อหาวิชานั้น ถือว่าเป็นคุณค่าสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะใช้ทักษะเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจทางเนื้อหาวิชาที่เรียนเท่านั้น ผู้เรียนยังใช้ทักษะดังกล่าวเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันอีกด้วย (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2544, หน้า ค)

นักวิทยาศาสตร์จากอดีตจนถึงปัจจุบันต่างก็มีความเห็นว่า วิธีทำงานของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งได้วิวัฒนาการสืบต่อกันมาตามลำดับ จนได้ชื่อว่าเป็นวิธีการของวิทยาศาสตร์นั้น เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จเจริญก้าวหน้ามาอย่างรวดเร็วแม้แต่บุคคลในสาขาอื่น ๆ ก็ได้มองเห็นความเหมาะสมและประโยชน์ของวิธีการของวิทยาศาสตร์ว่าสามารถนำไปกับกระบวนการศึกษาค้นคว้าและสะสมความรู้ของทุกสาขาวิชาแม้แต่สาขาศิลปศาสตร์ ดังนั้นวิธีการของวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเป็นของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทั่วไปซึ่งเรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น The National Assessment of Educational Process (NAEP, 1978, p. 25) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนจะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน NAEP ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเป็น 10 ทักษะ คือ

1. ชี้บ่งปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. เสนอแนะหรือรู้สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์
3. เสนอหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการด้านเหตุผลและการปฏิบัติ
4. หาข้อมูลที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. ตีความหมายของข้อมูล

6. ตรวจสอบความถูกต้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับข้อเท็จจริงกับการสังเกต หรือกับการทดลอง

7. ให้เหตุผลทั้งด้านปริมาณและสัญลักษณ์

8. จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐานและการลงความเห็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและสิ่งที่สังเกตพบ

9. วิเคราะห์และวิจารณ์ เอกสารทางวิทยาศาสตร์

10. ใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ทั้งในสถานการณ์คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสม หรือขั้นบูรณาการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมีดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วยการชี้บ่ง และการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วได้แก่ การแบ่งพวก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้นโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

4. การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

5. การใช้ตัวเลข (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก การลบ การคูณ การหารหรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณเช่น บอกวิธีคำนวณคิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้องและประการสุดท้ายคือการหาค่าเฉลี่ย เช่นการบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นโดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูล ในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น การเสนอข้อมูลอาจกระทำได้หลายแบบดังที่กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะการเสนอข้อมูลในรูปของตาราง การบรรจุข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางโดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้เรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามากหรือจากค่ามากไปหาค่าน้อย

7. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟซึ่งทำได้สองแบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space / Time Relationships)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ และ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสได้แก่ การชี้บ่งรูป 2 มิติ และ 3 มิติได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติ จากวัตถุหรือจากภาพ 3 มิติได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ สำหรับตัวแปรนั้น หมายถึง สิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง ประเภทของรถ อุณหภูมิ ระดับการศึกษา เป็นต้น

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

10. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองเป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือการบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลองซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐาน ที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องการบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ สามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวแปรตัวหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้เกิดจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลองซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วยเช่น การสังเกต การใช้ตัวเลข เป็นต้น การลงข้อสรุปหมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุปคือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงหรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทางและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว (วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2542, หน้า3-6)

ชุดการสอน

ความหมายของชุดการสอน ชุดการสอนเป็นการนำเอาสื่อที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละกิจกรรมมาช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ความหมายของชุดการสอนในทรรศนะต่าง ๆ มีดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 27) ได้ให้ความหมายชุดการสอนคือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบและจัดเป็นระบบประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวได้รับการรวบรวมไว้เป็นระเบียบในกล่องเพื่อเตรียมไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมด

สมลักษณ์ ไพศาลวรพงศ์ (2543, หน้า 43) ได้ให้ความหมายชุดการสอนคือ ชุดของสื่อประสมที่ประกอบขึ้นอย่างมีระบบ มีเหตุผลและสมบูรณ์ เป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมาย พร้อมทั้งสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลในชุดการสอนมักประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน เนื้อหา กิจกรรม สื่อประสมและเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชาตรี เกิดธรรม (2545, หน้า 27) ให้ความหมายชุดการสอนคือระบบการนำเรื่องราวที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่สอนแต่ละหน่วยมาใช้ในชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน ชุดการสอนถือว่า เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด กิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งรวบรวมไว้ในกล่องการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมดได้ผลดียิ่งขึ้น หลักการและทฤษฎีที่สำคัญในการผลิตชุดการสอนคือ การใช้สื่อประสมและการใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 34) ได้ให้ความหมายชุดการสอนคือ เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (หมายถึง การใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นตอนที่จัดเอาไว้) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนตามหัวข้อเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่องหรือกระเป๋า

Good (1973, p. 306) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่า เป็นโปรแกรมการสอนที่ทุกอย่างจัดไว้โดยเฉพาะประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ภายในชุดการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา แบบทดสอบและมีการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนได้ครบถ้วน

จากความหมายของชุดการสอนที่กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมาอย่างมีระบบประกอบด้วยสื่อหลาย ๆ ชนิด จัดรวมไว้เป็นชุดให้มีความสัมพันธ์กันในชุดการสอนอาจจัดทำในรูปแบบที่สามารถบูรณาการให้กลุ่มสาระต่าง ๆ บูรณาการกระบวนการใช้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สื่อแต่ละชนิดในชุดการสอนให้เหมาะสมกับการเวลาและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ภายในชุดการสอนจะมีสื่อและคำแนะนำวิธีดำเนินการสอน โดยจัดไว้เป็นชุด ๆ บรรจุในกล่องหรือซอง พร้อมที่จะให้ครูได้นำไปใช้ในการสอนได้ทันทีโดยไม่มีข้อยุ่งยากในการเตรียม

ประเภทของชุดการสอน วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 27-28) แบ่งชุดการสอนเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดการสอนสำหรับผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Self Instruction Package) ประกอบด้วยบทเรียนสำเร็จรูป แบบประเมินผลและวัสดุอุปกรณ์การเรียน

2. ชุดการสอนสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งจะจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้ให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมเป็นกลุ่มตามคำสั่งที่ปรากฏอยู่ในบัตรคำสั่ง โดยจัดในลักษณะศูนย์การเรียน (Learning Center)

3. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู (Instruction Package) เป็นกิจกรรมที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยจัดไว้ในกล่องสำหรับช่วยครูสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้พร้อม ๆ กันตามเวลาที่กำหนด

ชาตรี เกิดธรรม (2545, หน้า 27-28) แบ่งชุดการสอนเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดการสอนแบบเรียนด้วยตนเองหรือแบบเรียนรายบุคคลซึ่งประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม แบบประเมินผลและอุปกรณ์การเรียน

2. ชุดการสอนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนจะต้องประกอบกิจกรรมเป็นหมู่คณะ ตามบัตรคำสั่งโดยจัดเป็นแบบศูนย์การเรียน

3. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู เป็นกล่องกิจกรรมสำหรับช่วยครูในการสอนกลุ่มใหญ่ ให้นักเรียนได้ประสบการณ์ที่พร้อม ๆ กันตามเวลาที่กำหนด

บุญชม ศรีสะอาด (2546, หน้า 94-95) แบ่งชุดการสอนเป็น 2 ประเภทพอสรุปได้ดังนี้

1. ชุดการสอนจุลบทหรือชุดการสอนรายบุคคลสำหรับผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2. ชุดการสอนศูนย์การเรียน ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มแบบศูนย์การเรียน

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 34) แบ่งชุดการสอนเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนสำหรับครูจะใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดน้อยลง ซึ่งอาจเรียกว่าชุดการสอนสำหรับครู

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คนเรียนโดยสื่อการสอนที่ระบุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลเป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ ความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่บ้านหรือที่โรงเรียนก็ได้

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (ม.ป.ป., หน้า 2-3) แบ่งชุดการสอนเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายเป็นชุดการสอนสำหรับครูจะกำหนดกิจกรรม สื่อ เนื้อหาขยายการบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ครูจะพูดน้อยลงโดยใช้สื่อทำหน้าที่แทนสื่อที่จัดไว้เป็นสื่อประสมเช่น แผ่นคำสอน สไลด์ประกอบคำบรรยาย แผนภูมิ แผนภาพ วีดีทัศน์และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลอง อภิปราย ประกอบกิจกรรมอื่น ๆ ตามปัญหาหรือหัวข้อที่ครูกำหนดให้

2. ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่นกิจกรรมศูนย์การเรียน กลุ่มสัมพันธ์ยึดระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วยหรือหัวเรื่อง ให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมร่วมกัน ประกอบด้วยชุดการสอนย่อยประจำศูนย์แต่ละหน่วย มีสื่อหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนนักเรียนในศูนย์การเรียน กลุ่มสัมพันธ์แล้วแต่ละกลุ่มจะหมุนเวียนศึกษาตามศูนย์ที่กำหนดไว้ทุกศูนย์การเรียนครูคอยแนะนำเมื่อนักเรียนชินต่อวิธีการแล้วจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้

3. ชุดการสอนรายบุคคล มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเรียนที่บ้านหรือที่โรงเรียนก็ได้ ตามความสามารถ ความสนใจ ความพร้อมของผู้เรียน จัดสถานที่สำหรับบุคคล ผู้สอนเป็นผู้ประสานงานพร้อมให้ความช่วยเหลือ บุคลากรอื่น ๆ ให้ความช่วยเหลือก็ได้

4. ชุดการสอนทางไกล ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลา ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ไม่ได้เข้าชั้นเรียน เรียนได้ที่บ้าน มีสื่อประกอบต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้เช่น เอกสารการสอน แบบฝึกปฏิบัติ เทปเสียงประกอบชุดวิชา รายการวิทยุกระจายเสียง รายการวิทยุโทรทัศน์ ผู้เรียนจะต้องมีวินัยและควบคุมตนเองในการศึกษาเพื่อความสำเร็จ ต้องยึดมั่นตามแนวปฏิบัติตามคำแนะนำที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด

การจัดประเภทชุดการสอนส่วนใหญ่จะจัดตามลักษณะการใช้งานเป็นการจัดกิจกรรมที่มีระบบ ใช้สื่อประสมเพื่อให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม ขยายการสอนของครูผู้สอนให้ลดบทบาทของครูผู้สอนโดยใช้สื่อทำหน้าที่แทน ชุดการสอนแต่ละประเภทมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ จำนวนนักเรียน โอกาสและสภาพแวดล้อม

องค์ประกอบของชุดการสอน วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 34) ได้แบ่งองค์ประกอบของชุดการสอนเป็น 4 ส่วนดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. คู่มือครู ซึ่งอาจจัดทำเป็นเล่มหรือเป็นแผ่นประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เช่น คำชี้แจง สิ่งที่ผู้สอนต้องเตรียม บทบาทของผู้เรียน การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผังแผนการสอน เนื้อหาสาระประกอบศูนย์ต่าง ๆ และการประเมินผล (แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน)

2. แบบฝึกหัด เป็นคู่มือของผู้เรียนที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน บันทึกคำอธิบายของผู้สอนและใบงาน หรือแบบฝึกหัดที่กำหนดไว้ในบัตรกิจกรรมแบบฝึกปฏิบัติอาจแยกเป็นชุด ๆ ชุดละ 1-3 หน้า หรือนำมารวมกันเป็นเล่มก็ได้

3. แบบประเมินผล ผู้ประเมินจะทำการประเมินผลความรู้ได้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดการสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัด การเติมคำในช่องว่าง การเลือกตอบ การจับคู่เป็นต้น

ขั้นตอนในการสร้างชุดการสอน วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 35) กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหมวกหมู่และเนื้อหาประสบการณ์

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณ ซึ่งเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่องในการสอนแต่ละหน่วย ควรให้ประสบการณ์ออกมาเป็น 4-6 เรื่อง

4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ จะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง

5. กำหนดวัตถุประสงค์ โดยกำหนดให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการผลิตสื่อการเรียนการสอน

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้การสอนแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่สร้างขึ้นหรือไม่

8. การเลือกและผลิตสื่อการสอน ผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วจัดสื่อเหล่านั้นให้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการยืนยันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถนำไปใช้สอนได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน ใช้เวลา 10-15 นาที

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอยพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปหลังใช้ชุดการสอน

หลักการทฤษฎีที่ใช้ในการผลิตชุดการสอน ชาตรี เกิดธรรม (2542, หน้า 12-19) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน (Child Centered) เน้นกระบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการสอนที่จัดเนื้อหาและจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตที่เหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน เน้นผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเองตั้งแต่คิด ค้นคว้าหาความรู้และลงมือปฏิบัติทุกขั้นตอนจนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำและให้คำปรึกษาในการเรียน

การเรียนรู้ (Learning) หมายถึงกระบวนการที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม

Bloom (1956) ได้จำแนกการเรียนรู้ 3 ด้านคือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) หมายถึง การพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด
2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) หมายถึง พัฒนาการทางด้านความรู้สึกนึกคิด ความสนใจ ค่านิยม ความซาบซึ้ง การปรับตัวและเจตคติต่าง ๆ
3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) หมายถึง การพัฒนาทักษะในการปฏิบัติ ได้แก่ ทักษะในการใช้อวัยวะต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนไหว การลงมือทำงาน การทำการทดลอง

Carroll (1963) กล่าวถึง ความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนขึ้นกับองค์ประกอบ 5 ประการคือ

1. ความถนัดของการเรียนของผู้เรียน
2. ความสามารถส่วนตัวของผู้เรียนที่จะเข้าใจการสอนของครู
3. ความพยายามในการเรียนของผู้เรียน
4. เวลาที่ใช้ในการเรียนของผู้เรียน
5. คุณภาพการสอนของครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 13) กล่าวว่า นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาได้คิดค้นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่

นักการศึกษาและครูผู้สอนจำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถโดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by Doing) ของ John Dewey ทฤษฎีทางสติปัญญาของเด็ก (Theory of Cognitive Development) ของ Jean Piaget การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) ของ Jerome S. Bruner การเรียนรู้อย่างมีความหมายของ David P. Ausubel เป็นต้น

ชาตรี เกิดธรรม (2542, หน้า 18-19) กล่าวว่า หลักการสอนและแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาต่าง ๆ สามารถนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนเพื่อสร้างชุดการสอนควรคำนึงถึงพอสรุปได้ดังนี้

1. ในระดับประถมศึกษาควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้เด็กได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากของจริง ปฏิบัติจริงให้มากที่สุด ฝึกทักษะการสังเกต ควรให้มีบรรยากาศ สนุกสนาน ผ่อนปรนไม่ตรึงเครียด เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความสามารถต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ครูควรสนองความพึงพอใจให้กับเด็กอย่างทันท่วงทีที่งานเสร็จ

2. ในระดับมัธยมศึกษาควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้เด็กได้เรียนรู้จากการทดลองหรือการค้นคว้าด้วยตนเอง ฝึกให้มีกระบวนการคิดและฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์

3. ในการจัดการเรียนการสอนควรคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนแต่ละคนมีการพัฒนาการทางสติปัญญาไม่เท่ากัน มีความสามารถไม่เท่ากัน การรับรู้และการเรียนรู้ก็จะไม่เท่ากัน

4. ควรจัดการเรียนการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพตนเองให้มากที่สุดเช่น คิดแก้ปัญหาเอง ออกแบบการทดลอง คิดทำโครงงานด้วยตนเอง โดยครูอาจจะเสนอปัญหาให้ก็ได้ การสอนวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ทำให้มีความรู้คงทน และมีการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายใน นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน

5. ควรจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนหรือทำกิจกรรม การสอนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนคำนึงถึงเหตุผลของผู้อื่นมากขึ้น ไม่นึกถึงแต่เฉพาะของตนเองทำให้นักเรียนได้หลาย ๆ ความคิดเป็นการช่วยพัฒนาสติปัญญา

6. ในการสอนครูควรถามคำถามมากกว่าการให้คำตอบ กิจกรรมควรจัดใหม่เสมอ จัดกิจกรรมที่ท้าทายความคิดและการกระทำ โดยจัดให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 109) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของผลสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนโดยการวัด หมายถึง การตรวจสอบสิ่งที่ต้องการรู้นั้นมีปริมาณและคุณภาพหรือไม่ อย่างไรและมากน้อยเพียงใด โดยการประเมิน หมายถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดและเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 327-328) กล่าวว่า การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) เป็นการประเมินเมื่อครูต้องการทราบพฤติกรรมที่ครูต้องการจะให้เกิดในตัวนักเรียนว่าได้เกิดขึ้นหรือได้เปลี่ยนแปลงไปตามจุดหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่จะปรับปรุงแก้ไขในอย่างไรประเมินผลย่อยเมื่อนักเรียนจบหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ ข้อสอบจะต้องวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนไว้ในแต่ละหน่วยการเรียน ถ้ามีจำนวนนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มาก ครูต้องพิจารณาการจัดการเรียนการสอนใหม่ ถ้าน้อยควรจัดซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลรวมรวบยอดขั้นสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการสอนในกระบวนวิชานั้น ๆ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยเน้นที่พฤติกรรม ทักษะและความรู้ของนักเรียน เป็นการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนให้เกรด เกรดจะเป็นการชี้ให้นักเรียนสอบผ่านหรือไม่ผ่าน ลักษณะของข้อสอบในการประเมินผลรวมจะต้องกระจายตลอดเนื้อหาวิชา เพื่อจะได้ข้อสอบที่เป็นตัวแทนของความรู้ทั้งหมดและสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Measurements) ใช้วัดผลว่านักเรียนแต่ละคนมีความก้าวหน้าหรือเรียนได้ผลตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการวิชาเพียงใดเป็นการประเมินความรู้และทักษะที่นักเรียนได้รับการพัฒนาแต่ละสาขาวิชา ข้อสอบสร้างจากวิชา เนื้อหาเฉพาะและจำกัด ความสำเร็จของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐาน ช่วยให้ครูทราบได้ว่าจะต้องปรับปรุงเนื้อหาตอนใด เพื่อที่จะได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ นักเรียนอาจใช้เวลาต่างกันจึงจะทำได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ถ้านักเรียนผู้ใดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ครูอาจต้องสอนซ่อมเสริม

ชาตรี เกิดธรรม (2542, หน้า 9) และ อัญชลี สินทร์วราวงศ์ (2543, หน้า 29-30) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านต่าง ๆ 3 ด้านตามตามแนวคิดของ Bloom (1956) ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

อัญชลี สินทร์วราวงศ์ (2543, หน้า 43-45) กล่าวว่า วิธีสอนโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีข้อดีคือ สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในองค์ประกอบต่าง ๆ ของการพัฒนาการด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัยได้ครบถ้วน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การตรวจสอบความรู้ ความสามารถของนักเรียนว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เครื่องมือที่ใช้วัดคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินผลจะถูกต้องแม่นยำเพียงใดขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช่ว่ามีคุณภาพหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามหลักการวัดผลการศึกษาเรื่องสารและสมบัติของสาร จำนวน 30 ข้อเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดคำตอบ 4 ตัวเลือกมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์มีดังนี้

พุทธพร วิโนทพรรษ์ (2540) ได้ศึกษาการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองเรื่อง กลไกมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ชุดมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 80.25 / 100 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้ทรงคุณวุฒิกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมพงษ์ โพธิ์แก้ว (2540) ได้ศึกษาการสร้างชุดการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง การชนและโมเมนตัม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 80.87 / 92.67 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนด้วยชุดการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัครเดช สมศิลา (2540) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการสอนจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีทักษะกระบวยการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เครือวัลย์ พึ่งสุรินทร์ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนกลุ่มประสบการณ์ชีวิตเรื่องพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนจำนวน 30 คน พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 94.66 / 95.33 และการเรียนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิมลวรรณ ปัญญาใส (2541) ได้ศึกษาการสร้างชุดการสอนกลุ่มประสบการณ์ชีวิตเรื่องตัวเรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการสอน 9 ชุด กับนักเรียน 25 คนพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.60 / 81.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน80 / 80 ที่กำหนดไว้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วันดี แนบเชย (2541) ได้สร้างชุดการสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง หอยนางรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสติถิที่ระดับ .01

อารมณ์ เบสูงเนิน (2541) ได้สร้างชุดการสอนวิชาเคมีเรื่อง แก๊ส ของเหลว ของแข็ง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.55 / 90 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ และเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สารภี จีนกูล (2543) ได้สร้างชุดการสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง โลก ดวงดาวและอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภา 85.33 / 90.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุอร สาคร (2545) ได้สร้างชุดการสอนวิชาเคมีเรื่อง โมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.11 / 93.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

งานวิจัยในต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

Bard (1975, p. 5947-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ ผลปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปกับนักศึกษาที่เรียนด้วยการสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน

Boudreaux (1975, p. 2120-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาธรณีวิทยากับนักเรียนเกรด 9 โดยใช้ชุดการสอนและการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการบรรยาย

Chiappetta and McBride (1980, pp. 609-614) ได้ศึกษาถึง ผลการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง มโนทัศน์ของโมล ของนักเรียนระดับเกรด 9 โดยให้กลุ่มตัวอย่าง 99 คน พบว่า การให้โอกาสการเรียนรู้แก่นักเรียนโดยการสอนซ่อมเสริมด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง 1 ครั้ง 2 ครั้ง ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเรื่องมโนทัศน์ของโมลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Shorter (1982, p. 4692-A) ได้สร้างชุดการสอนด้วยตนเองเพื่อแนะนำประสบการณ์ด้านวิชาชีพเกษตรกรรมเรื่อง การใช้จ่ายของนักเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศ พอสรุปได้ว่า ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนได้ผลดี ช่วยให้การเรียนการสอนของครูมีประสิทธิภาพด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างชุดการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติของสาร หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและประสบความสำเร็จตามจุดหมายของหลักสูตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University