

507.24
27847
r.3

การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญาโท

ของ

เบญจมาศ สันประเสริฐ

ร. 9 ก.ธ. 2536

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2533

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

173428

2156752

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... สมจิต สวอนไพบูลย์ ประธาน

(ผศ. สมจิต สวอนไพบูลย์)

..... บุชกร เพชรวิวรรณ์ กรรมการ

(ผศ. บุชกร เพชรวิวรรณ์)

คณะกรรมการสอบ

..... สมจิต สวอนไพบูลย์ ประธาน

(ผศ. สมจิต สวอนไพบูลย์)

..... บุชกร เพชรวิวรรณ์ กรรมการ

(ผศ. บุชกร เพชรวิวรรณ์)

..... ชุตติมา วัฒนาศิริ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร. ชุตติมา วัฒนาศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... สมพร บัวทอง คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2533

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวอน-
ไพบูลย์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษกร เพชรวิวรรณ และ อาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ที่ได้ให้
คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เฉลิมชัย รัตนกรี ผู้อำนวยการโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย
รวมทั้งครูอาจารย์ในหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ทุกท่านและขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการ
ศึกษา 2533 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการทดลอง
และเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท เอกการมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2531 และคุณวันดี
สันประเสริฐ ที่ช่วยพิมพ์และแก้ไขงานวิจัยจนสำเร็จตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ
แนะนำ เป็นกำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง ทุกท่านที่ได้สนับสนุน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ
อย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณคำและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณแต่ บิดา-
มารดา-ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

เบญจมาศ สันประเสริฐ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	11
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	21
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	25
เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก.....	33
เอกสารเกี่ยวกับการคิดและความคิดวิจารณ์.....	41
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	50
งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท.....	53
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	53
งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์.....	55
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	61
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	62
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	62
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	62
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	62

แบบแผนการทดลอง.....	63
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	63
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	64
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	68
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	78
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	78
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	78
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	79
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	80
อภิปรายผล.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	87
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก.....	98
ภาคผนวก ข.....	103
ภาคผนวก ค.....	121
ภาคผนวก ง.....	138
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	233

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....10
2	แบบแผนการทดลอง.....63
3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....74
4	ผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....75
5	ผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียน ก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดย ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง.....76
6	ผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู.....77
7	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารรอบตัว.....99
8	แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารรอบตัว.....100

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	17
2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	22

วิจารณ์ว่าเป็นการคิดแบบตรรกะตรงและมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

* สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรปัจจุบัน นอกจากจะต้องการให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี สมมติฐาน ยังจำเป็นต้องให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เหล่านั้นด้วยตนเองควบคู่ไปด้วย เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ (ปริชา วงศ์ศิริ 2526 : 2) อีกทั้งมีส่วนช่วยในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอยู่เสมอ ช่วยพัฒนาความคิดอันจะก่อให้เกิดความเจริญงอกงามของสติปัญญา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคมที่ตนเองอยู่ได้ (มังกร ทองสุคติ 2523 : 30) * แต่จากการวิจัยของมัทนา จงสุขสันติกุล (2524 : 42) * พบว่าปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังมีน้อยเป็นผลทำให้นักเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ กิ่งฟ้า สนิทวงศ์ (2525 : 113) ได้วิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือ เด็กทำคะแนนได้ระดับต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม จากผลดังกล่าวเป็นเพราะสาเหตุจากสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ยังมุ่งเน้นเนื้อหา วิธีสอนยึดครูเป็นศูนย์กลางใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่ (กรมวิชาการ 2525 : 21) การทดสอบยังเน้นด้านเนื้อหาความรู้-ความจำ เป็นส่วนใหญ่ซึ่งการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จะมุ่งเน้นเฉพาะด้านเนื้อหาความรู้เพียงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอ ควรสอนให้เกิดการรู้จักคิดวิเคราะห์และสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล (สมหวัง ชัยตามล 2528 : 1) * ดังนั้นความมุ่งให้นักเรียนได้เรียนด้วยการปฏิบัติจริงศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยเห็นด้วยกับ ประดิษฐ์ อูปรนัย (2520 : 53-54) ที่ว่าการสอนที่ดีคือการสอนที่มุ่งให้เด็กรู้จักคิดมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้เด็กรู้จักคิดเป็นสำคัญ เพราะสมองของเด็กกำลังอยู่ในระหว่างเตรียมพร้อมที่จะฝึกหัดใช้ความคิด การได้มีโอกาสฝึกคิดหาเหตุผลบ่อย ๆ จะทำให้เด็กมีปัญญาเฉียบแหลมเป็นคนที่ช่างคิด คิดอย่างรอบคอบและตัดสินใจได้ถูกต้อง

ปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายก่อน การทดลอง การทดลอง และอภิปรายหลังการทดลอง การสอนดังกล่าวเมื่อคຸນนำไปใช้จะจัดในรูปแบบให้นักเรียนปฏิบัติตามเป็นส่วนใหญ่ เป็นการสอนที่กำหนดลักษณะกิจกรรมให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนาความคิดมากนัก (สวัลท์ นียมค้ำ 2517 : 128) ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย เพราะครูไม่มีคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (อุทัย บุญมาดี 2529 : 14) อย่างไรก็ตามการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ที่จัดขึ้นเป็นแนวทางและช่วยเหลือครูให้สามารถพัฒนาทักษะให้กับนักเรียน ในการศึกษาหาความรู้โดยได้กำหนดวิธีการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลองไว้แล้ว เพียงแต่ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ก็จะได้คำตอบ หรือสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่ง แฮนสัน (Hanson. 1976 : 32-33) ได้กล่าวว่าโดยข้อเท็จจริงแล้ว เป็นการชักจูงให้นักเรียนยอมรับปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาในรูปแบบเรียน ซึ่งเหมือนกับกรให้ควมรู้แบบบังคับนั่นเอง และสมจิต สมัตถพันธ์ุ (2522 : 61) ได้กล่าวไว้เช่นกันว่าความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ได้แก่การสอนที่ไม่อาจนำความฉลาดสติปัญญาของนักเรียน มาใช้ในทางสร้างสรรค์ได้ สภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่เปิดโอกาสน้อยมากที่จะให้นักเรียนได้ใช้ความคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อการตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างถูกต้องและเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ขั้นที่สำคัญมาก คือ ขั้นตอนการทดลอง ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการทดลองจะเป็นสื่อสำคัญที่ทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี สามารถเรียนรู้จนเกิดมโนคติ และที่สำคัญ คือสถานการณ์ต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการทดลอง จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าการให้นักเรียนท่องจำจากตำรา (ไพศาล สุวรรณน้อย 2527 : 51) ดังนั้น จึงควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับการฝึกทักษะการทดลองให้มากขึ้น เพื่อฝึกความชำนาญในการทดลองและให้มีความสามารถออกแบบการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย

ของ รุ่งชิวา สุขติ (2530 : 69) ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่ไม่ได้รับการฝึกส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ซึ่งการออกแบบการทดลอง เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการทดลองเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการทดลอง โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสวางแผนค้นคว้าหาความรู้จนสามารถหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ควรให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างพิจารณา รอบคอบ และตัดสินใจเลือกเหตุผลต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และลงข้อสรุปตัดสินใจในการกระทำนั้น ๆ ให้นักเรียนมีโอกาสฝึกความชำนาญในการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง เลือกใช้ อุปกรณ์การทดลอง ค่าเนิการทดลอง ได้อย่างเหมาะสม และสามารถบันทึกผลได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง จึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายประการด้วยกัน (สมจิต สวชนไพบูลย์ ม.ป.ป.; อ้างอิงมาจาก AAAS. 1970)

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะ เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในรูปแบบฝึกทักษะการทดลอง ว่ามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดวิจารณ์เฉพาะใด เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์เฉพาะของนักเรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะ การทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์เฉพาะของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของภาวศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าทำให้ทราบถึงผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้แบบฝึกทักษะการทดลองว่ามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดวิจารณ์เพียงใด ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครูในการสร้าง และใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ให้ประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตของภาวศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2533 จำนวน 16 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 716 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีนักเรียนกลุ่มละ 40 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยมีการใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 แบบ

3.1.1 การสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

3.1.2 การสอนตามคู่มือครู

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.2 ความคิดวิจารณ์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เนื้อหาเรื่อง สารรอบตัว ซึ่งเป็นบทเรียนบทที่ 3 ในหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว.101) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วย กิจกรรม 3 ชั้น คือ

1.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีทดลอง อุปกรณ์ที่ต้องใช้ทดลอง

1.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

1.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยเลือกบันทึกในรูปแบบเป็นข้อความ เป็นแบบตาราง และแบบอื่น ๆ ตามความคิดของนักเรียน

2. สถานการณ์ หมายถึง ลักษณะข้อความที่ประกอบด้วยส่วนที่เชื่อมโยงประสบการณ์เดิม ส่วนที่แสดงออกถึงตัวความรู้และส่วนของการจูงใจ โดยข้อความนั้นมีรูปภาพประกอบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ในแบบเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้ผู้เรียนคิดระบุดูหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองได้

3. แบบฝึกทักษะการทดลอง หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ เพื่อฝึกฝนทักษะการทดลอง โดยการสร้างสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม นำไปสู่ทักษะการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเอกสารประกอบด้วย กิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นก่อนการทดลอง เป็นส่วนที่กำหนดสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนระบุดูหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

3.2 ขั้นปฏิบัติการทดลอง เป็นส่วนที่นักเรียนทำการทดลองพร้อมทั้งฝึกบันทึกข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง นักเรียนจะมีโอกาสพิจารณาตัดสินใจเลือกรูปแบบ การบันทึกข้อมูล

3.3 ขั้นหลังการทดลอง ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุป เพื่อตรวจสอบความสามารถด้านทักษะการทดลอง

4. การสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง เป็นการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดในแบบฝึกทักษะการทดลอง ขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุดูหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และ กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

4.1.2 นักเรียนศึกษาและตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลอง เพื่อนำไปสู่การทดลอง

4.2 ^๕ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1 เป็นขั้นที่นักเรียน ลงมือปฏิบัติการทดลอง ตามที่ออกแบบทดลองไว้

4.2.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในรูปแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง

4.2.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในรูปแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

4.3 ^๕ข้ออภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายสรุปเป็นความรู้ใหม่

5. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

5.1 ^๕ข้ออภิปรายก่อนการทดลอง

5.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา

5.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับจุดประสงค์ ของการทดลอง และวิธีการทดลองตามแบบเรียน

5.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่จะเกิดจากการทดลอง

5.2 ^๕ขั้นตอนการทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในแบบเรียน

5.3 ^๕ข้ออภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

6.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.101) เรื่องสารรอบตัว

6.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ดีความ ขยายความ จากความรู้ที่เรียนไปแล้ว

6.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การจัดกระทำ และสื่อความหมายจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนด และควบคุมตัวแปร การทดลอง การนิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์แล้วว่ามีความสำคัญและเหมาะสมกับเนื้อหา

7. ความคิดวิจารณ์ (Critical Thinking) หมายถึง ความสามารถคิดพิจารณาอย่างรอบคอบโดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.1 สรุปความ (Inference) เป็นการสรุปเรื่องราวตามข้อมูลต่าง ๆ ที่ปรากฏในข้อความที่จัดให้ว่า จริง น่าจะจริง ข้อมูลยังไม่เพียงพอ น่าจะไม่จริง ไม่จริง

7.2 การตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นการพิจารณาข้อความย่อย่อว่าเป็นข้อตกลงในข้อความที่จัดให้หรือไม่

7.3 การตีความ (Interpretation) เป็นการพิจารณาข้อความย่อย่อว่า เป็นความจริง ตามข้อความที่จัดให้หรือไม่

7.4 การอนุมาน (Deduction) เป็นการพิจารณาข้อความที่เป็นเหตุเป็นผลของกันและกันของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน แล้วจึงพิจารณาข้อความที่สรุปต่อไป

7.5 การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นการประเมินคำตอบที่อยู่ใต้ข้อความใหญ่ว่าสอดคล้องด้วยเหตุผลหรือไม่

วัดความคิดวิจารณ์จากการที่นักเรียนอ่านข้อความที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ ของ วีระ เมืองช้าง (2525 : 23 - 25)

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1. ^๕ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง</p> <p>1.1 นักเรียนศึกษาคำถามที่กำหนดให้แบบฝึกทักษะการทดลอง ^๕ก่อนการทดลอง</p> <p>1.2 นักเรียนศึกษาและตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลอง ^๕ก่อนการทดลอง เพื่อนำไปสู่การทดลอง</p> <p>2. ^๕ขั้นการทดลอง</p> <p>2.1 นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามคู่มือแบบทดลองไว้บนแบบฝึก</p> <p>2.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมบนแบบฝึกทักษะการทดลอง ^๕ปฏิบัติการทดลอง</p> <p>2.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมบนแบบฝึกทักษะการทดลอง ^๕หลังการทดลอง</p> <p>3. ^๕ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p>	<p>1. ^๕ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง</p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา</p> <p>1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลอง</p> <p>1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง</p> <p>2. ^๕ขั้นการทดลอง</p> <p>นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน</p> <p>3. ^๕ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p>

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
5. เอกสารเกี่ยวกับการคิดและความคิดวิจารณ์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท.
3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์

เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หรือนักการศึกษาบางท่าน เรียกว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนรู้อย่างมีอิสระ หรือประสบการณ์ตรง มีการทดลองและสรุปผล การทดลอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหา

ความรู้ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ในลักษณะต่าง ๆ เช่น

ซันด์ และ ไทรวบวิคจ์ (Sund and Trowbrigde. 1973 : 62 - 68) ได้สรุป ลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียนเอง
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่ได้ประสบความสำเร็จ ในการ สืบเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่งแล้ว

4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของ นักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัย ความเป็นอิสระ และให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด

5. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้อัตโนมัติหรือ การบรรยาย แต่จะเน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง

6. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

วิรุพธ วิเชียรโชติ (2521 : 36) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการ สอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นพบด้วย ตนเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะ นี้ จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

สมสุข อีระพิจิตร (2526 : 45) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วย ตนเอง เริ่มต้นจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่งและพยายามที่จะหาคำตอบ หรือแก้ ข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจจะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบพิจารณาโดยคำถาม หรือ สอบสวนหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุม ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ โดยตรงหรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัย

สวัตต์ นียมคำ (2531 : 502) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้^{นี้} เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้สิ่ง^{นี้}มาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายและลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนวิธีหนึ่ง ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริง ใฝ่โอกาสคิด และค้นพบด้วยตนเอง กล่าวคือ เป็นการสอนที่ส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการเน้นพัฒนาทางสมองของเพียเจท์ (ลัดดา ศุภวิติ 2523 : 57 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.) นักจิตวิทยาที่ว่า คนมีขบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้าง ความคิดเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้น เพื่อรับความรู้ใหม่ได้ ดังนั้น โครงสร้างของขบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงมี 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ชั้นแรกที่เด็กนำความรู้เดิมมาใช้ เป็นแนวทางในการคิด

ชั้นที่ 2 Accommodative Structure ในกรณีที่ความรู้เดิมซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่^{นี้} ไม่ตรงกับความรู้ใหม่ ก็จะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

นอกจากนี้ ชันด์ (สวัตต์ นียมคำ 2517 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Sund. 1967) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดคือเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับชีวิตชีวิตกับการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่ว่าบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้ออกส่นนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยให้เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และพยายามให้นักเรียนแต่ละคน ได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขั้นตอนและกิจกรรมของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน คือ ประวัตร ชูศิลป์ (2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้หรืออยากเห็นคิดสงสัย แนะนำแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทำการทดลอง

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้หรืออยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้น และมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) เขียนถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีใจความโดยสรุปว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคลในการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูล อาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหาบอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนและนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้ข้อมูลมาจากแหล่งอื่น

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้วนักเรียนจะได้ข้อมูล ซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มีความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณและหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือและลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่ จะอยู่ในรูปโมเดลหรือหลักการ

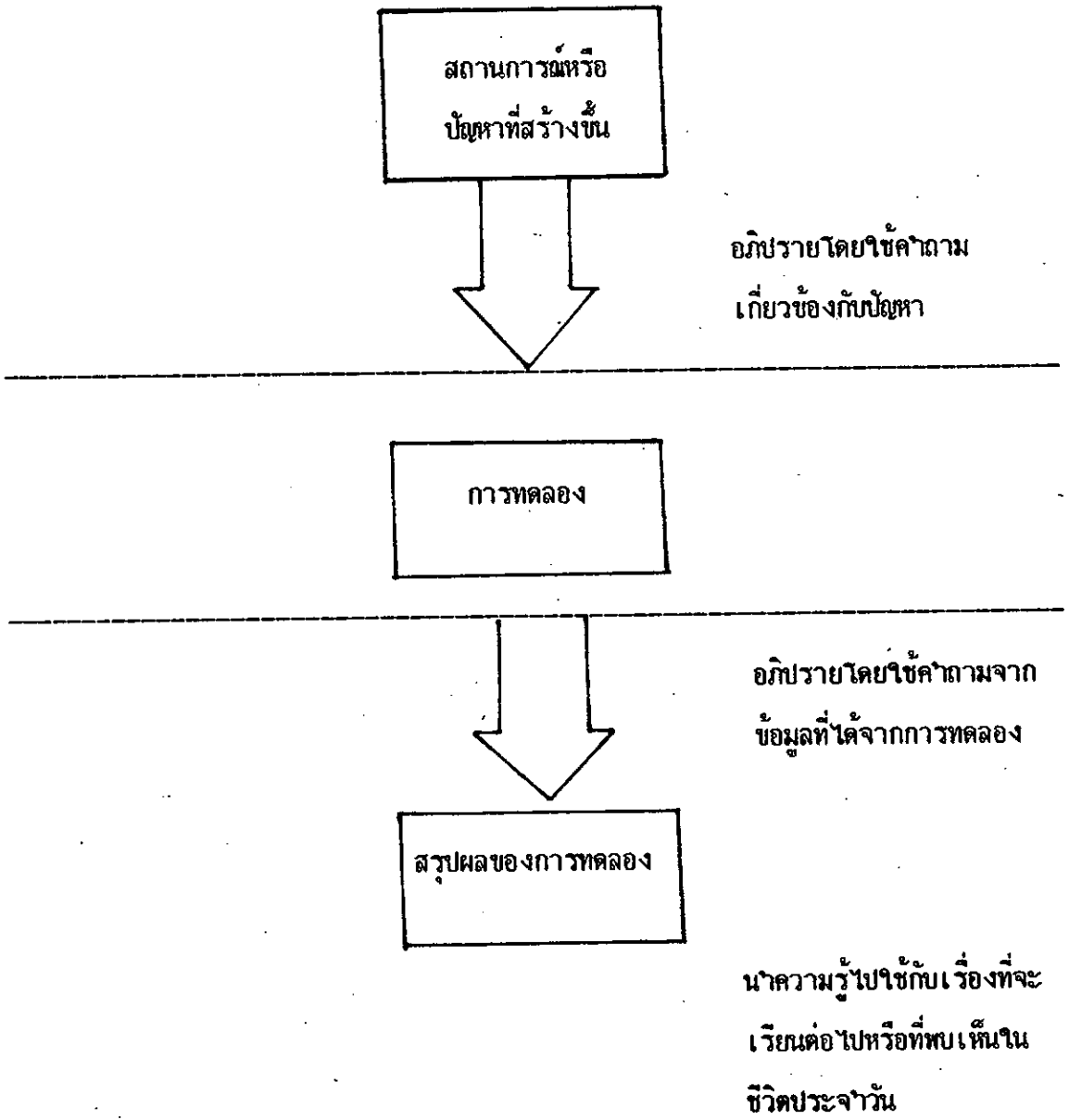
3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยพบมาแล้ว หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้ เป็นการ ทดสอบความถูกต้องของความรู้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลตอบรับการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116 - 120) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะนำแนวทางที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล่าวแสดงความคิดเห็น ยอมรับ ความคิดของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้น กับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายและซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามกับครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาใน สถานการณ์หรือปัญหานั้น ควรจะอยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัย ในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีหลายรูปแบบ ครูสามารถที่จะเลือกนำไปใช้ในการเรียนการสอนตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของครู นักเรียน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และสภาพแวดล้อม ซึ่ง ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973

: 67 - 68, Romey. 1968 : 24) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า การจัดกิจกรรมการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้

ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังเคยชินกับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ขึ้น ครูควร กำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมไว้ให้นักเรียนเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้นจึงค่อย ๆ ลด การให้คำแนะนำ จนที่สื่อนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ในการสืบเสาะหาความรู้ของ นักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า การจัดกิจกรรมการสอนโดยให้นักเรียนได้รับการ ฝึกทักษะการทดลอง โดยใช้สถานการณ์เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบ การ ทดลอง และทำการทดลองได้ ซึ่งทักษะการทดลองถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และให้รู้จัก คิดเป็น คิดหาเหตุผล เพื่อลงข้อสรุป

✓ สำหรับกิจกรรมในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สำคัญกิจกรรมอย่างหนึ่ง ได้แก่ การอภิปราย ซึ่งการอภิปรายนั้น สมจิต สมัตถพันธ์ (2524 : 168 - 169) ได้เสนอขั้นตอน ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ชื่นเสนอปัญหา ซึ่งเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกต หรือการ ได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาเช่นไร ก็จะต้องให้นักเรียน สังเกตหรือได้รับข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ในที่นี้ของครู คือการเสนอข้อเท็จจริง หรือจัดสถานการณ์ของการเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสได้สังเกตข้อเท็จจริง เพื่อนำไปสู่การตั้ง ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง แต่ครูอาจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหา หรือกำหนดปัญหาจาก ข้อเท็จจริงเหล่านั้น ด้วยการอภิปราย ซึ่งอาจจะเป็นไปในรูปของคำถาม

2. กำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียน อภิปรายหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือตั้งสมมติฐานหรือวิเคราะห์หาสาเหตุแก้ปัญหา แต่ถ้านักเรียน ไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ก็อาจเป็นไปได้ว่า

2.1 นักเรียนไม่เข้าใจปัญหา ซึ่งอาจเนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่สัมพันธ์กับ
ปัญหา เป็นต้น

2.2 ปัญหาเกินยากเกินไปสำหรับนักเรียน

2.3 ปัญหานี้ไม่ได้มาจากนักเรียนหรือไม่ใช่ปัญหาที่นักเรียนยอมรับ แต่อาจเกิดจากการยึดเยียดให้นักเรียน

ครูควรรีให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาสมมติฐานให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรมีหลายข้อ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงบางประการในการตั้งสมมติฐาน
ไม่มองปัญหาเพียงด้านเดียว ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นโดยปราศจากการโต้เถียงสมมติฐาน
แต่ละข้อมีคุณค่าแตกต่างกัน ครูให้นักเรียนได้อภิปรายข้อดีข้อเสีย หรือประเมินผลสมมติฐานต่าง ๆ
เหล่านั้น

3. ขั้นตอนตรวจสอบสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐานเป็นขั้นที่จะหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูล
เพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าสมมติฐานเหล่านั้นเป็นไปได้เพียงใด การตรวจสอบสมมติฐานทำได้ 3 วิธี
คือ

3.1 โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติม

3.2 โดยการทำนายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ล่วงหน้า และถ้าเป็นเช่นนั้นจริง เมื่อ
ถึงเวลาที่กำหนดไว้ คาดว่าปริมาณของสิ่งมีชีวิตนั้นจะต้องมีปริมาณเท่ากับที่คาดคะเนไว้ ฉะนั้น เมื่อ
ถึงเวลาดังกล่าวก็ตรวจสอบจำนวนสิ่งมีชีวิตว่าเป็นไปตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

3.3 โดยการทดลองในการทดลองนั้นจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ
เปลี่ยนแปลง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปร เช่น ในกรณีที่มีการตรวจสอบว่าแสงมีส่วนต่อการเจริญเติบโต
ของพืชหรือไม่ ตัวแปรที่ต้องควบคุมก็คือ ความชื้น แสงในดิน อุณหภูมิ ความสมบูรณ์และจำนวน
ของพืชให้เท่ากัน แต่ให้พืชส่วนหนึ่งได้รับแสงอีกส่วนหนึ่งไม่ได้รับแสง

ในขั้นการตรวจสอบ ครูควรรีให้นักเรียนได้วางแผนในการตรวจสอบสมมติฐานหรือถ้าทำได้
ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ในขั้นนี้นักเรียนจะมีโอกาสอภิปรายเพื่อแสดง

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผน วิธิดำเนินการตลอดจนการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูล
ที่มีคุณค่า

4. ชั้นสรุปและลงความเห็นเป็นขั้นที่การแปลความหรืออภิปรายความหมายของข้อมูลเพื่อ
หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่วางไว้ ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ตัดสินว่าจะยอมรับสมมติฐาน
หรือไม่ หรือควรปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร จึงเป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปรายเพื่อแสดง
ความคิดเห็นและตัดสินใจอย่างเต็มที่

คิดค้น * จากที่กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้^{นี้} สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
จะช่วย^{ให้}ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการ
ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งมีความคิด
อย่างรอบคอบในการตัดสินใจเลือกกระทำในสิ่งที่มีข้อมูลเพียงพอ เพื่อลงข้อสรุป การสอนแบบสืบ
เสาะหาความรู้^{นี้} ควรจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
ให้มาก เพื่อก่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้
ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

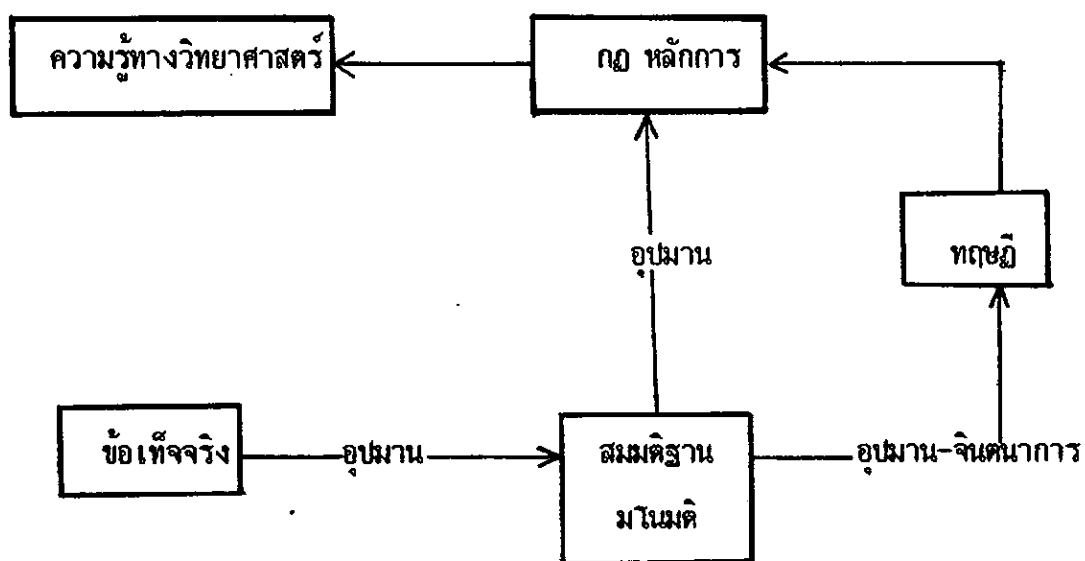
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมาย
ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (มูลนิธิ ตามไท. 2531 : 55 - 57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพล

ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการ
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบทวนมหาวิทยาลัย 2525 : 1 - 15) และ สมจิต
สวชนไพบูลย์ (2526 : 2 - 9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทบทวน
มหาวิทยาลัย (2525 : 8 - 13) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะ
ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นี้จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความล้มพันธ์ได้ดังนี้
(สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 9)



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่มีอยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 9 - 11)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียด อดทน อดสาหัส
2. ความอดทน
3. ความมีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุน

อย่างเพียงพอ

4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน

เพียงฝ่ายเดียว

5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ตั้งต้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้วัดทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองส่วนและเพื่อความสะดวกในการประเมิน ผู้วิจัยจึงได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 - 31) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อย หรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การจัดการและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติจากสถานที่ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นคือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผลและนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีการใช้ความคิดอย่างรอบคอบมีเหตุผล เพื่อพิจารณาตัดสินใจเลือกกระทำในสิ่งที่ดีและเหมาะสมนั่นเอง

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่า มีความจำเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว และเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษา หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้อง หมายรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักการศึกษาหลายท่านได้ยืนยันในตนเองเดียวกันว่าโดยอาศัยกระบวนการดังกล่าว จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา ตลอดจนค้นหาคำรู้ใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง (พรหม ภาวภูตานนท์. 2528 : 39) ได้มีผู้ให้ความหมาย และจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า มีเนื้อหาสาระใกล้เคียงกัน ดังนี้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978 : 15) ได้กล่าวถึงกระบวนการนี้ว่า เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการ คือ วิถีทางของกระบวนการในการหาความรู้กระบวนการนี้จะเกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา

☆ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 85) ได้กล่าวถึงประเภทและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและมิติกับเวลา การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การสื่อความหมาย การทำนาย การตั้งสมมติฐาน การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การทดลอง การแปลความหมายข้อมูล และสรุปผล

สมจิต สวอนไพบูลย์ (2526 : 11 - 16) ได้กล่าวถึงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ว่าประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (The Body of Knowledge and Process of Science) ส่วนที่เป็นตัวความรู้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักการ สมมติฐาน กฎ ทฤษฎี ส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ขั้นตอนการแสวงหาความรู้ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

โชติ เพชรขึ้น (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) กล่าวว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่ควรรับเอาแต่ความจริง หรือหลักการเท่านั้น แต่ควรจะเรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่
 - 1.1 การสังเกต (Observing)
 - 1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relation Ships)
 - 1.3 การจำแนก (Classifying)
 - 1.4 การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Number)
 - 1.5 การวัด (Measuring)
 - 1.6 การสื่อความหมาย (Communication)
 - 1.7 การพยากรณ์ (Predicting)
 - 1.8 การสรุปอ้างอิง (Infering)
2. ทักษะขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ได้แก่
 - 2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)
 - 2.2 การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
 - 2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 - 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 - 2.5 การทดลอง (Experimenting)

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานเน้นปลูกฝังให้นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไป จนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำทักษะเหล่านี้มาบูรณาการ (Integrated) ในชั้นมัธยมศึกษา เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นไปได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชั่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อนุหุมิ ปริมาตร น้ำหนักและสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุเคลื่อนที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชั่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็น
เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

- เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น
- บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ
กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทำวัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

8.1.1 การทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือความสามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชั่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นณจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลง ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชั่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลอง โดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม


3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากแนวความคิดและเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้คิด การร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในส่วนเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีมากมายเกินกว่าที่จำได้หมด ดังนั้นครูจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดได้ทำการทดลองด้วยตนเอง จนเกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติงาน ทั้งในด้านร่างกายและสติปัญญา เพื่อค้นคว้าหาความรู้อย่างถูกต้องตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 

เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย (2523 : 52 - 62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกไว้ว่าต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎของธอร์นไคด์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคลควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถ และความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึก จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ต้องไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ รูปแบบ

3. การจูงใจผู้เรียน ควรจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึก และช่วยย่นอายุห้อยากฝึกต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

ฮาเลส (Haless. ม.ป.ป. : 93 - 94) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนและควรสร้างโดยอาศัยหลักจิตวิทยาในการแก้ปัญหา และการตอบสนองไว้ดังนี้

1. สร้างแบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่สร้างขึ้นจะต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าต้องการให้นักเรียน

ทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงตามเป้าหมาย
4. ให้นักเรียนตอบสนองสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจในแบบฝึก
5. กำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนตอบแบบฝึกแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบด้วยวิธีการตอบ

อย่างไร

หลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาที่ นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) ได้เสนอไว้ว่า

1. ความใกล้ชิด (Contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนเป็นอย่างไร และยังเป็นการสร้างความสำเร็จให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การสร้างแบบฝึกจากง่ายไปหายาก และจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกหัดควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

จะเน้นการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาดังกล่าว นอกจากหลักจิตวิทยาแล้ว นักการศึกษาได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกเพิ่มเติมอีกดังนี้

✓ บัทส์ (อิทธิ สวีรานนท์ 2532 : 36 ; อ้างอิงจาก Butts 1974) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบฝึกทางด้านวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ก่อนจะสร้างแบบฝึกต้องกำหนดโครงร่างคร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยจะต้องคำนึงถึง

ความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในการฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. ประเมินผลการฝึก

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวว่า แบบฝึกที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก

3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ให้เด็กเข้าใจง่าย

4. ใช้เวลาในการฝึกไม่มากหรือน้อยเกินไป

5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้อยากแสดงความสามารถ

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149 - 151) กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองว่า คล้ายแบบเรียนสำเร็จรูป เพราะเริ่มต้นด้วยการให้บทเรียนแล้วให้

แบบฝึกหัด ต่อจากนั้นจึงเฉลยคำตอบ ลักษณะที่แตกต่างกันคือ แบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองมีแบบฝึกหัดมากกว่าแบบเรียนสำเร็จรูปเพราะมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้ ทานแบบฝึกหัดเป็นการฝึกทักษะให้มากยิ่งขึ้น

ข้อดีของแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามอัตราความสามารถของแต่ละคน
2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
3. ใช้สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่เรียนยังไม่ทันเพื่อน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. นักเรียนไม่ว่างงานในกิจกรรม เพราะต้องสร้างปฏิกิริยาตอบสนองต่อบทเรียนทันที
8. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
9. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังครูสอน
10. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
11. ช่วยให้ผู้สอนหันความจำใจในการสอน
12. ช่วยประหยัดรายจ่ายกรณีที่มีนักเรียนจำนวนมาก
13. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ตามความพอใจของตนไม่ต้องรอผู้อื่น
14. การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
15. ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

ข้อจำกัดของแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง

1. นักเรียนมักดูคำตอบที่เฉลยไว้ก่อน ทำให้ไม่ได้รับความรู้เท่าที่ควร
2. นักเรียนที่อ่านหนังสือไม่คล่องจะมีปัญหาทำให้การเรียนช้า
3. นักเรียนบางคนไม่ทราบว่าเนื้อหาตอนไหนของบทเรียนมีความสำคัญควรทำความเข้าใจเป็นพิเศษ

เข้าใจเป็นพิเศษ เพราะแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองไม่เน้นหรือย้ำเหมือนกับการสอนของครู

4. แบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ไม่มีสื่อประกอบนักเรียนไม่เข้าใจจะเกิดความเขินอายและไม่สามารถทำกิจกรรมอื่น นอกจากที่กำหนดไว้ในแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง

5. เนื้อหาแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองค่อนข้างจำกัด ถ้านักเรียนสงสัยหรือต้องการทราบเนื้อหาออกจากผู้เขียนได้เขียนไว้ไม่สามารถซักถามได้

6. สื่อแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองส่วนใหญ่เป็นภาพบางบทเรียนจำเป็นต้องใช้สื่อประกอบ แต่ไม่สามารถบรรจุสื่ออื่น ๆ ในแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงเข้าใจไม่แจ่มแจ้ง

7. ความรู้ที่ได้จากการเรียนแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองติดอยู่ในสมองนักเรียนได้ไม่นาน เพราะนักเรียนจะได้สัมผัสเพียงทางเดียว คือทางสายตา

หลักการสร้างแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง

1. วัตถุประสงค์หลัก คือ

1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2 เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก

2. ให้แบบฝึกหัดมีหลักคือ

2.1 แบบฝึกหัดนี้ต้องเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2.2 มีคำชี้แจงง่าย ๆ และสั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ

2.3 เรียงให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของความยากง่ายเพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ

2.4 แบบฝึกหัดน่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

2.5 ต้องมีความถูกต้อง ครูจะต้องตรวจพิจารณาดูให้คิดว่าอย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

2.6 เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกหัดที่กำหนดให้นักเรียน

เก่ง ปานกลาง อ่อน ควรยากง่ายกว่ากัน นั่นคือ ควรมีแบบฝึกหัดให้มาก ๆ เด็กที่มีความสามารถมากจะได้ทำมาก

หลักการใช้แบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง

1. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของสมุดแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเองแก่นักเรียน

2. ครูแจกสมุดแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง

3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหา
4. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในขณะปฏิบัติงาน
5. ครูตรวจงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็คต์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Petty. 1963 : 469 - 472) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้ เพราะเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
4. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง
5. แบบฝึกจัดเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
6. การได้ทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนจะได้ปรับปรุงแก้ไขได้ทันที่
7. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
8. แบบฝึกหัดที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้วช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่ต้อง

เตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ

9. ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตน

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และแฟรנקล (Frankel) ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า....แล้ว...." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

นอกจากนี้ มีผู้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

☆ นิตยา กิจโร (2530 : 11) ได้สร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบบฝึกประกอบด้วย

1. ชื่อแบบฝึก
2. คำนำ
3. คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม

ขั้นตอนของกิจกรรม คือ

1. นักเรียนศึกษาวิธีการตั้งคำถาม
2. นักเรียนศึกษาตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกตั้งคำถามในแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งประกอบด้วย

สถานการณ์ที่กำหนด เพื่อการฝึกทักษะการตั้งคำถาม คำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

☆ รุ่งชิวา สุขดี (2531 : 47 - 48) ได้สร้างแบบฝึกการออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรูปแบบดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำชี้แจง
2. ส่วนที่เป็นภารกิจ
3. ส่วนที่เป็นกาารให้ข้อมูลย้อนกลับ

วิธีดำเนินการฝึก

1. ให้นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นคำชี้แจง
2. นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึก
3. นักเรียนศึกษาแนวทางของคำตอบจากแบบฝึก ส่วนที่เป็นเอกสารให้ข้อมูลย้อนกลับ
4. ภายหลังกิจกรรมและศึกษาแนวทางของคำตอบ (แนวทดลอง) แล้ว ครู

และนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ขั้นการทดลอง

✓ นงนุช มาบุตร (2532 : 48) ได้สร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีรูปแบบดังนี้

① แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลในช่วงอภิปรายก่อนการทดลอง มีลักษณะเป็นแบบฝึกปลายปิด มีขั้นตอนในการฝึกดังนี้

1.1 กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาว่าเป็นปัญหาที่ทดลองได้หรือไม่

1.2 ให้นักเรียนแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา โดยการเชื่อมโยงจับคู่ระหว่างสาเหตุกับปัญหาในข้อ 1.1 ที่สอดคล้องกัน

1.3 ให้นักเรียนมาปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 1.2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

1.4 ให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดเพื่อตัดสินใจเลือกข้อความซึ่งเป็นสมมติฐานการทดลอง แล้วนำไปทดลองในห้องเรียน โดยใช้เกณฑ์จากการกำหนดอุปกรณ์ให้

② แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลในช่วงอภิปรายหลังการทดลอง มีลักษณะเป็นแบบฝึกปลายเปิด มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

2.1 กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนระบุปัญหา

2.2 ให้นักเรียนแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 2.1

2.3 ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความลงในรูปประโยค ถ้า....แล้ว....

2.4 ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ตรวจสอบกับคำตอบของตน

จากเอกสารเกี่ยวกับแบบฝึกดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าแบบฝึกนี้จะช่วย ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ โดยผู้วิจัยสร้างแบบฝึกทักษะการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการทดลอง ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง และขั้นตอนหลังการทดลอง ในแต่ละขั้นจะเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ระบุปัญหาตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง เลือกใช้เครื่องมือทดลอง ทำการทดลอง และตัดสินใจเลือกรูปแบบบันทึกผลตามข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดอย่างรอบคอบ เพื่อตัดสินใจเลือกข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

เอกสารเกี่ยวกับความคิดและความคิดวิจารณ์

✓ การคิดและการพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั่วไปมีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาทุกระดับดังที่ เฟรดเดอริคเซน (สมเจตน์ ไวยาการณ์ 2530 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Fredericksen. 1984) กล่าวว่า ภารกิจเบื้องต้นของสถาบันการศึกษานับตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา คือ การทำหน้าที่สอนหรือปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ และทักษะการคิด ทั้งนี้เพราะการสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสาระวิชาโดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น จะทำให้การคิดของผู้เรียนเป็นการคิดตามตำราหรือเป็นไปตามขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียนมา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วผู้เรียนจะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริงที่แตกต่างไปจากที่ตนพบในโรงเรียน ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม (สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530 : 11; อ้างอิงมาจาก Sieglen. 1978, Bono. 1983, Dirkes. 1985, Sternberg. 1985)

ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาท่านต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 336) กล่าวว่าไว้ว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวความคิดหรือจิตใจ

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (Bruner and others. 1956) และ ทาบ (Taba. 1965) ต่างให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจําแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กิลฟอร์ด (Gullford. 1967) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม (Generalization) ทัศนะของ กิลฟอร์ด สอดคล้องกับการคิดในระดับการสร้างแนวคิดรวบยอดที่ บลูมและคนอื่น ๆ ได้เสนอไว้

เปียเจต์ (Piaget. 1962 : 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิด หมายถึง การกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

พอจะสรุปได้ว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกัน คือ ในกรณีที่กำลังกล่าวถึงกระบวนการก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึงคุณภาพการคิดซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือทำงาน ในการจัดการศึกษานี้มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดีเพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการ ตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ประเภทของการคิด

การที่จะปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหรือวิธีการคิดตามที่ต้องการดังกล่าวนั้นจะต้องพิจารณาว่ามีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดใดที่ส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริมเกี่ยวกับลักษณะหรือประเภทของการคิดโดยทั่วไป กาเย่ (Gagne. 1970 : 283) ได้จำแนกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นจากประสบการณ์ตรงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้วเมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจากพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่คนใดขึ้นมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง เพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของคนหรือเป็นการคิดฝัน เนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไว้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายใดจุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้วซึ่งจำแนกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกันหรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์กันได้ กล่าวคือ เมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็จะเห็นสะพานเชื่อมต่อไปหะลิกถึงสิ่งอื่น ๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

เบนตัน และคนอื่น ๆ (บุญสม ครุฑทา. 2525 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Benton and others. 1974) แบ่งการคิดเป็น 2 ชนิด คือ

1. การคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมาย แต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub - Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งแบ่งเป็น การเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) และการคิดแบบคิดฟุ้งซ่าน (Autistic Thinking)
2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการแก้ปัญหาหรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรงหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายนั่นเอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ การคิดวิพากษ์ (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสแมร์ และริปเปิล (สมเจตน์ ไวยากาวัฒน์ 2530 : 14; อ้างอิงมาจาก Klausmeir and Ripple. 1971) ให้ทัศนะว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้น บุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อความจริงหรือปัญหาใหม่ ๆ ในลักษณะต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

เมื่อพิจารณาจากประเภทของการคิดตามที่ กาเย่และเบนตัน ได้จัดแบ่งประเภทไว้แล้ว พบว่า วิธีการคิดที่จะช่วยผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษาก็คือ การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายหรือเป็นการคิดแบบสร้างสรรค์ และการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (การคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง) ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการวิเคราะห์ จะช่วยผู้เรียนนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ความคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)

วิจารณ์ มักเป็นคำกล่าวที่ใช้อยู่ทั่วไป เมื่อมีสถานการณ์ที่ต้องใช้การตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างรอบคอบ ดังนั้นวิจารณ์จึงเป็นการคิดแบบหนึ่งที่สำคัญเหตุผลและข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจซึ่งการคิดแบบนี้ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบุคคลเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา เพื่อตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ถูกต้องและเหมาะสม

ความคิดวิจารณ์มีความหมายกว้าง แต่นักการศึกษาหลายท่านได้พยายามให้ความหมายและนิยาม เพื่อให้ชัดเจนขึ้นดังนี้

โพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2523 : 144 - 147) ให้ความหมาย ความคิดวิจารณ์อย่างสั้น ๆ ว่า เป็นการตรวจหาเหตุผล

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 337) ได้ให้นิยามไว้ว่า ความคิดวิจารณ์ คือ ความสามารถในการตัดสินใจข้อความหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

ฮัดจิ้นส์ (Hudgins. 1977 : 173-180) ได้สรุปความหมายของความคิดวิจารณ์ว่า หมายถึง การมีทัศนคติในการค้นคว้าหาหลักฐานในการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้ จ्ञานนข้อมูล และตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

นอกจากนี้การศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายแล้วยังอธิบายลักษณะ และคุณสมบัติของผู้ที่มีความคิดวิจารณ์ ดังนี้

เครก (Craig. 1966 : 108 - 111) กล่าวว่า พฤติกรรมที่เป็นผลจากการคิดวิจารณ์ จะมีดังนี้ คือ

1. ใช้คำถามที่เป็นลักษณะอธิบายเหตุการณ
2. ค้นหาอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
3. ตระหนักว่าปรากฏการณ์บางอย่างนักวิทยาศาสตร์ยังอธิบายไม่เหมาะสม
4. ไม่ยกให้เป็นเรื่องของธรรมชาติในการอธิบาย
5. ไม่เชื่อเรื่องวิญญาน
6. ตระหนักว่าคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์อาจถูกต้องในวันนี้ และอาจจะปรับปรุงใหม่โดยนักวิทยาศาสตร์คนเดิม หรือคนใหม่ได้ในวันข้างหน้า

7. ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อมีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า
8. ไม่ใช่การเดาในการหาข้อเท็จจริง
9. ทำการทดลองซ้ำ เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง
10. หาหลักฐานเพิ่มเติม เมื่อหลักฐานมีไม่เพียงพอ
11. ละทิ้งความคิดที่ผิด ๆ
12. เต็มใจที่จะได้รับการตรวจสอบคำสรุป
13. ถามถึงแหล่งความรู้ที่ถูกต้อง
14. พิสูจน์คำกล่าวของคนอื่น ๆ
15. ไม่ยอมรับความเชื่อ เมื่อยังไม่ได้พิสูจน์
16. ถามเกี่ยวกับความเชื่อหรือความกลัวที่ไม่มีเหตุผล
17. ตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา
18. เสนอวิธีตรวจสอบสมมติฐาน
19. ตระหนักถึงความสำคัญของความรู้ที่เชื่อถือได้
20. เชื่อมมั่นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ เกรก ยังให้ความเห็นว่า เราสามารถพัฒนาความคิดวิจารณ์ได้ทุกระดับ
 ซึ่งควรมีส่วนช่วยส่งเสริมและปรับปรุงความคิดให้พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ

เอ็นนิส (Ennis. 1967 : 144 - 146) มีแนวคิดว่าลักษณะของบุคคล ที่มีความ
 คิดวิจารณ์พัฒนาขึ้น บางลักษณะมีความสอดคล้องกับที่ Craig ได้รวบรวมไว้ดังนี้

1. สามารถเข้าใจความหมายของข้อความและรู้เรื่องราวที่จะนำมาอ้างเพื่อสนับสนุน
 เหตุผลและข้อโต้แย้งต่าง ๆ
2. สามารถพิจารณาตัดสินข้อความที่คลุมเคลือในเหตุผลที่เสนอจะต้องมีความเข้าใจใน
 ความหมายของข้อความที่แตกต่างกัน 2 ข้อความ โดยที่ข้อความแรกเป็นข้อความที่ยอมรับแล้ว
 ส่วนอีกข้อความนั้นจะเป็นการนำสิ่งที่ยอมรับมาประยุกต์ใช้ ถ้าข้อความทั้งสองมีความหมายตรงกันก็
 พิจารณาตัดสินใจว่ามีความสอดคล้องกัน แต่ถ้าข้อความนั้นมีความหมายไม่ตรงกัน ก็พิจารณาตัดสินได้
 ว่ามีความคลุมเคลือในเหตุผลที่เสนอ

3. เป็นบุคคลที่สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่ขัดแย้งซึ่งกันและกันได้เพื่อประโยชน์ในการตัดข้อความที่ขัดแย้งออก ลักษณะเช่นนี้มักต้องอาศัยพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

4. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความได้ว่า มีข้อมูลเพียงพอหรือไม่

5. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อสรุปตามที่ข้อมูลสนับสนุนได้ โดยใช้การตัดสิน

แบบอนุมาน

6. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่มีหลักการและนำไปประยุกต์ใช้ได้

7. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่สังเกตได้ว่า เชื่อถือได้เพียงใด

8. สามารถพิจารณาและตัดสินเหตุผลในการลงสรุปแบบอนุมานได้

9. สามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่าการกำหนดปัญหาแล้วหรือยัง

10. สามารถพิจารณาข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นได้

11. สามารถพิจารณาว่ามีค่านิยมเพียงพอหรือยัง

12. สามารถพิจารณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่า เป็นที่ยอมรับได้หรือไม่

นอกจากลักษณะ 12 ด้านดังกล่าว เอ็นนิส ได้แบ่งมิติของความคิดวิจารณ์เป็นสามมิติ

คือ

1. มิติทางด้านตรรกศาสตร์ เป็นมิติที่เกี่ยวกับความหมายและข้อความจะรู้จักใช้คำตามหลักตรรกศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เช่น "ทั้งหมด" "บางอย่าง" "ไม่มีเลย" "ไม่" "และ" "ถ้า...ต่อไป" "หรือ" "นอกจาก" ฯลฯ

2. มิติทางด้านเกณฑ์การพิจารณา จะเกี่ยวข้องกับเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินข้อความ

3. มิติทางด้านการปฏิบัติ เกี่ยวข้องกับการตัดสินข้อความที่เหมาะสมกับจุดประสงค์

ในตอนสุดท้าย เอ็นนิส ได้พยายามชี้ให้เห็นถึงการประเมินความคิดวิจารณ์ที่สร้างขึ้น

โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงและหาความเชื่อมั่น และเสนอแนะเป็นข้อคิดในการวิจัยเกี่ยวกับการสอนให้เด็กเกิดความคิดวิจารณ์ด้วย

ในการพัฒนาแบบประเมินความคิดวิจารณ์นั้น วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 : 10 - 15) ผู้มีชื่อเสียงในด้านนี้ได้พิจารณาความคิดวิจารณ์ว่า ประกอบด้วย ทักษะคิด ความรู้ และทักษะ ดังนี้

1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ (Attitude of Inquiry) มีความสามารถในการพิจารณาปัญหาและค้นหาหลักฐานที่จะมาสนับสนุนว่าข้อความนั้นเป็นจริง
2. ความคิดด้านการลงสรุปด้วยหลักเหตุผล
3. ทักษะที่จะนำทักษะคิดและความรู้ในสองข้อแรกไปประยุกต์ใช้ตัดสินพิจารณาข้อความต่าง ๆ

การประเมินความคิดวิจารณ์สามารถทำการประเมินรายบุคคลด้วยแบบทดสอบย่อย
ห้าฉบับ

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 : 10 Citing Dressel and Mayhew) ได้รายงานผลการศึกษาของ The Cooperative Study of Evaluation in General Education เกี่ยวกับความสามารถทางความคิดที่ได้ศึกษาไว้ ปรากฏว่า ความสามารถทางความคิดที่เกี่ยวกับความคิดรอบยอดของความคิดวิจารณ์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการกำหนดปัญหา
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นและข้อความใดไม่ใช่
4. ความสามารถที่จะจัดและเลือกสมมติฐาน
5. ความสามารถที่จะลงสรุป

วัตสัน เป็นคนแรกที่พัฒนาแบบทดสอบความคิดวิจารณ์ขึ้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1937 เกลเซอร์ ได้ทำการปรับปรุงตั้งแต่ปี ค.ศ. 1937 เป็นต้นมา แบบทดสอบนี้ได้มีการวิเคราะห์และทดลอง ปรากฏว่าประสบความสำเร็จมากขึ้น และมีการพิจารณาอย่างละเอียดทางด้านทฤษฎีเกี่ยวกับสังกัดความคิดวิจารณ์ ผลของการใช้แบบทดสอบความคิดวิจารณ์พบว่า มีประโยชน์และตรงตามคำนิยามที่กล่าวไว้ ในปี ค.ศ. 1963 วัตสัน และเกลเซอร์ จึงได้ทำการปรับปรุงเป็นแบบประเมินความคิดวิจารณ์ของ วัตสัน - เกลเซอร์ (Watson - Glaser Critical Thinking Appraisal) นับว่าเป็นแบบทดสอบความคิดวิจารณ์ที่มีชื่อเสียงมาก แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ฉบับนี้แบ่งสองฟอร์ม คือ Ym และ Zm

นอกจากนี้ ฮัดจิ้นส์ (Hudgins. 1977 : 173 - 206) ได้อธิบายลักษณะของผู้ที่มีความคิดวิจารณ์อย่างเพิ่มเติมอีกว่า

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายว่าความคิดวิจารณ์จะเกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักหรือเข้าใจในสิ่งที่ข้อโต้แย้ง ดังนั้นจึงต้องมีพื้นฐานของสิ่งที่ตั้งและข้อมูลเพียงพอในการพิจารณา ความน่าจะเป็นจริงของข้อโต้แย้ง หรือทำนายผล ที่น่าจะเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น มีปัญหาว่าควรจะอนุญาตให้ตั้งโรงงานปฏิกรณ์ปรมาณูใกล้ตัวเมืองหรือไม่ ถ้าอนุญาตให้ตั้งโรงงานได้แล้วเกิดมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจะป้องกันอย่างไร ปัญหาเช่นนี้จะตัดสินใจได้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าหลาย ๆ ด้าน หรืออาจจะดูตัวอย่างในประเทศที่มีการใช้ปฏิกรณ์ปรมาณู

2. สามารถแสวงหาหลักฐาน เพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้งหรือข้อสรุปได้ลักษณะนี้ มีความสำคัญมากต่อการตัดสินใจเรื่องราวให้ถูกต้อง มีเหตุผล ซึ่งสามารถตรวจสอบ หลักฐานตามวิธีการต่อไปนี้

- พิจารณาจากข้อเท็จจริง จากข้อมูลที่สังเกตได้ หรือข้อมูลอื่น ๆ

- พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนของหลักฐาน ที่จะนำมาประกอบการลงข้อสรุป เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจจะเชื่อถือ

3. เป็นบุคคลที่สามารถชั่งน้ำหนักหรือประเมินหลักฐาน ที่นำมาใช้ก่อนที่จะมีการสรุป พึงหลีกเลี่ยงการสรุปจนกว่าจะมีหลักฐานเพียงพอ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่มีเหตุผล

4. เป็นบุคคลที่สนใจบันทึกและเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ไม่ได้กล่าวในข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุป เพื่อใช้ตรวจสอบข้อตกลงและตีความสิ่งที่ยังคลุมเคลือหรือการสรุปลักษณะต่าง ๆ ซึ่งอาจจะไม่ได้กล่าวชัดเจนในข้อตกลง

จากความหมาย นิยามของความคิดวิจารณ์และคำอธิบายลักษณะของบุคคลที่เป็นนักคิดวิจารณ์ สรุปได้ว่า ความคิดวิจารณ์ หมายถึงความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยการหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจชี้ขาดตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้นเพื่อลงข้อสรุปที่ถูกต้อง ลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีความคิดวิจารณ์ มีดังนี้

1. สามารถแยกความเชื่อ และศรัทธาออกจากความจริง แยกความจริงออกจากความคิดเห็นได้

2. สามารถประเมินได้ว่ามีข้อมูลที่เป็นหลักฐานเพียงพอหรือไม่ ในการลงข้อสรุป

3. สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง ตามข้อมูลที่กำหนดให้หรือที่มีอยู่

4. บอกถึงข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังการสรุปได้

5. ลงข้อสรุป ตามหลักอนุมาน และอนุมานได้

จากเอกสารเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์ญาณ ทำให้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าความคิดวิจารณ์ญาณเป็นสิ่งที่สำคัญของบุคคลที่เข้าในการเผชิญปัญหา และสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ดีและเหมาะสมในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งครูและนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความคิดวิจารณ์ญาณในการตรวจสอบหาเหตุผล เพื่อลงข้อสรุปอยู่เสมอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมที่พัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณให้นักเรียนเพื่อเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลใช้ความคิดวิจารณ์ญาณและมีสมรรถภาพในการคิดวิจารณ์ญาณที่สมบูรณ์

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียน ที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับโดยการที่ใช้

การอภิปรายตามคู่มือครู และโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

รุ่งชิวา สุขติ (2531 : 68) ได้ศึกษา ผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้องกับฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01

เมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 455) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบเชิญชวนให้ใช้ความคิดสืบเสาะหาความรู้ (Invitation to Inquiry) กับการสอนสืบเสาะหาความรู้แบบธรรมดา (Simple Inquiry) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเตรียมอุดมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 46 คนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบเชิญชวนให้ใช้ความคิดสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบธรรมดา ทำการสอนสัปดาห์ละ 5 วัน (วันละ 40 นาที 3 วัน และวันละ 80 นาที 2 วัน) เป็นเวลา 1 ปี ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสอนที่ปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของซุคแมน กับนักเรียนระดับเกรด 5 ในเมืองดีทรอยต์ จำนวน 25 คน ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ใช้เวลาทดลองสอนติดต่อกัน 3 ปี และวัดความคิดเปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เรียน

วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ผลปรากฏว่าในปี 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปี 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภท และคิดวิเคราะห์แบบโยงความสัมพันธ์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ปี 1965 การวิเคราะห์ ทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดวิเคราะห์แบบต่าง ๆ ของนักเรียน

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทาง (Guided - Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครอบงำความรู้ตามตำรา (Expository - Text Approach) ที่ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลายจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทางกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครอบงำความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าแม้การสอนจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่ถ้าจัดกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ต่างกัน อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนแตกต่างกัน และไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นครูควรใช้วิธีการที่เหมาะสม ในการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น
จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบฝึกทักษะการทดลอง

งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ร่วมมือกับสมาคมระหว่างชาติ
เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IEA) ดำเนินการวิจัยเพื่อประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ร่วม
กับนานาชาติ (2521 - 2531) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งด้านความรู้ ความคิด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
พบว่า นักเรียนท่าชนะแผนเฉลิมวิชาวิทยาศาสตร์ได้ ประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและประเมินหลักสูตร และการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
ของไทย เมื่อศึกษาโดยใช้เครื่องมือระดับนานาชาติ สรุปได้ว่าหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษาที่ใช้อยู่ในประเทศไทยขณะนี้ โดยเฉพาะหลักสูตรวิชาเคมี และฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลายนับได้ว่าบรรจุเนื้อหาต่าง ๆ ไว้ครบถ้วนตามรายการเช่นเดียวกับหลักสูตรของประเทศ
ต่าง ๆ ทั่วโลก สำหรับหลักสูตรวิชาชีววิทยามีเนื้อหาเกือบครบถ้วนขาดไปเพียงรายการเดียว และ
กำหนดให้เน้นมากในการเรียนการสอนตามหลักสูตรแทบทุกหัวข้อ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นบรรจุเนื้อหาไว้ครอบคลุม ประมาณร้อยละ 64 ของขอบข่ายเนื้อหาวิชา
ทั้งหมด และในการเรียนการสอนตามหลักสูตรเน้นค่อนข้างมากสำหรับทุกหัวข้อที่มีครอบคลุมเนื้อหา
ประมาณ ร้อยละ 60 ของขอบข่ายเนื้อหาวิชาทั้งหมด แต่นี่เน้นในการเรียนการสอนมากนัก
สำหรับในเรื่องของพฤติกรรมวิทยาศาสตร์นี้ทุกหลักสูตรได้บรรจุไว้ครบถ้วนทุกรายการและ นับได้
ว่าค่อนข้างมากในการเรียนการสอน

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ณล หลีกภัย (2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิด
เหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.01

อุทัย บุญมาดี (2529 : 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง และตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ละดา คอนหงษา (2531 : 63) ได้ศึกษา ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยเกมฝึกทักษะ และแบบฝึกทักษะไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

อภิรดี สุวีรานนท์ (2532 : 79) ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุช มาบุตร (2532 : 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกเบิล และรับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียน่า จำนวน 58 คน พบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

ไรเลย์ (Riley. 1975. : 5152-A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนฝึกสอนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก เป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองเช่นกัน ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี ส่วนกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครูจะพบว่าสิ่งที่ให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและไม่แตกต่างกันนอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอน ที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปด้วย

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์

พยอม ตันมณี (2524 : 137 - 153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหา จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาความคิดวิจารณ์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหา และรูปแบบทั่วไป จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาความคิดวิจารณ์และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .001

วาระ เมืองช้าง (2525 : 49-51) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทรประดิษฐาราม วิทยาคม กรุงเทพมหานคร พบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กนิษฐา อุ่นอนันต์ (2532 : 94) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลเลียม (William. 1981 : 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นจุดศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ควิล (ทิพา เพชรดี 2515 : 20; อ้างอิงมาจาก Cruz. 1971 : 12) ได้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของความคิดวิจารณ์จากการสอนด้วยวิธีการค้นพบ (Discovery Centered) กับ

วิธีที่ใช้ครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กเกรด 6 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองมีสองฉบับ คือฉบับแรกวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ (Reason Logically) และวัดความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์ และ ฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ ซึ่งมีแบบทดสอบย่อยห้าฉบับ คือ

1. แบบทดสอบวัดการตระหนักรู้ในข้อตกลง (Recognition of Assumption)
2. การตีความข้อมูล (Interpretation of Data)
3. การอนุมาน (Deduction)
4. สรุปความ (Inference)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument)

ใช้แบบทดสอบนี้สอบเด็กทั้งก่อนและหลังการทดลอง เมื่อใช้ t-test เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง พบว่าแบบทดสอบฉบับแรก ความคิดแบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบบทดสอบฉบับหลัง คือ แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติฉบับย่อย และอีกฉบับคือ ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ฮันกินส์ (Hunkins. 1972 : 697 -704) ได้ศึกษาผลของคำถามแบบวิเคราะห์และแบบการประเมินที่มีต่อความคิดวิจารณ์กับเด็กเกรด 6 จำนวน 260 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในชนบท ซึ่งมีสภาพทางภูมิศาสตร์คล้ายคลึงกับทางตอนเหนือของรัฐโอไฮโอ จำนวนสามโรงเรียน โดยแบ่งเด็กออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก จำนวน 127 คน กลุ่มที่สอง จำนวน 133 คน การแบ่งกลุ่มแบ่งโดยคำนึงถึง I.Q. ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ The California Test of Mental Maturity Form S. และแบ่งระดับผลสัมฤทธิ์ในการอ่านของเด็กในแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบ Stanford Achievement Test Form W. ให้เด็กทั้งสองกลุ่ม อ่านหนังสือในตอนที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม คำถามของกลุ่มแรกเป็นแบบวิเคราะห์และการประเมิน คำถามของกลุ่มที่สองเป็น แบบวัดความรู้ความจำ ทำเช่นนี้ทุกวัน วันละ 30 - 35 นาที เป็นเวลาสี่สัปดาห์ เนื้อหาที่ให้อ่านเป็นเรื่องทางสังคม คือ "Africa and Oceania" ซึ่งจากประสบการณ์ ผู้วิจัย

เห็นว่าเด็กไม่มีพินความรู้เรื่องนี้มาก่อน ใช้แบบทดสอบ The Social Studies Inference Test วัดความคิดวิจารณ์ญาณ แบบทดสอบนี้มีสี่แบบย่อย คือ สรุปความ (Inference) เหตุผล (Caution) การลงสรุป (Over - Generalization) และ การแยกประเภท (Discrimination) สอบก่อนลงมือสองสัปดาห์ครึ่งหนึ่ง และสอบเมื่อทดลองเสร็จแล้วอีกครึ่งหนึ่ง

โปลันสกี้ (Polanski. 1975 : 5952A-5953A) ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดแบบวิเคราะห์หิวจาร์ณ และความคิดสร้างสรรค์กับความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับเกรด 4 จำนวน 111 คน และระดับเกรด 6 จำนวน 109 คน ปรากฏว่า ความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์และความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์หิวจาร์ณมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับคำประกอบที่เรียกว่า "ความเข้าใจ" ในเนื้อหาวิชาศาสตร์ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเนื้อหาวิชาศาสตร์เพียงเล็กน้อย ทั้งพบว่านักเรียนระดับเกรด 6 ทำคะแนนจากการสอนทุกด้านได้ดีกว่านักเรียนระดับเกรด 4

ฮัดจิ้นส์ (Hudgins. 1977 : 173 - 206) ได้ให้คำนิยามของความคิดวิจารณ์ญาณว่าเป็นสิ่งกัที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ คือ

1. ทศนคติในการแสวงหาหลักฐาน
2. มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ อย่างพอเพียง
3. ทักษะทางสติปัญญา

บาสมาเจียน (Basmajian. 1978 : 210 - A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของเพียเจท์ของนักเรียนชั้นปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนีย กับความสามารถในการเรียนรู้อชีววิทยา และพัฒนาการการคิดแบบวิเคราะห์หิวจาร์ณกับกลุ่มนักศึกษา 83 คน ที่เรียนวิชาชีววิทยา 1 (Biology I) โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นีย์ (Bourne) ปรากฏว่า นักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดด้วยนามธรรม

การศึกษาความคิดวิจารณ์ในระดับประถมศึกษา

การตรวจสอบความคิดวิจารณ์ของเด็กระยะก่อนวัยรุ่นนี้เท่าการพิจารณาสองด้าน คือ

1. พิจารณาความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามลำดับขั้นทางพัฒนาการ แบบทดสอบทางสติปัญญาที่ได้พัฒนาขึ้นฉบับแรก คือแบบทดสอบของ อัลเฟรด บิเนท์ ในระยะปี 1900 - 1909 จะบรรจุด้วยข้อสอบที่เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผล ต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง ไชริล เบิร์ท (Cyril Burt) ได้พัฒนาแบบทดสอบขึ้นในปี ค.ศ. 1919 มีลักษณะเป็นปัญหา ได้ทำการประเมินความสามารถทางเหตุผลในหลาย ๆ ด้าน โรเบอร์จ (Roberge) ได้นำแบบทดสอบทางด้านเหตุผลสามฉบับ ไปสอบกับเด็กระดับชั้นต่าง ๆ พบว่า*เด็กอายุมากกว่าจะทำแบบทดสอบได้ดีกว่าอายุน้อย แต่อย่างไรก็ตามก็ได้เน้นบทบาทของครูที่จะมีส่วนช่วยส่งเสริม*

2. พิจารณาผลการสอนในด้านความคิดวิจารณ์ มอร์แกน และคาร์ริงตัน (Morgan and Carrington) ได้นำแบบทดสอบมีลักษณะเป็นปัญหาสอบเด็กก่อนสอนและหลังสอน พบว่าเด็กมีความสามารถทางความคิดที่มีเหตุผลเพิ่มขึ้น และในปี ค.ศ. 1938 อาร์โนล (Arnold) ได้พัฒนาบทเรียนเป็นเรื่องราว 25 เรื่อง เพื่อสอนนักเรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะในการสอนเน้นรูปแบบการอภิปรายปัญหาจากเรื่องราวที่พัฒนาขึ้น วิธีการสอนครูอ่านเรื่องให้นักเรียนฟัง ต่อจากนั้นเสนอแนะให้ร่วมอภิปรายตามลำดับ คำถามที่กำหนควไว้ ผลปรากฏว่าเมื่อนำแบบทดสอบมาสอบหลังสอน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ระหว่างปี ค.ศ. 1960 - 1969 ทาบ่า (Taba) และคนอื่น ได้พัฒนาและทดลองใช้หลักสูตรสังคมศึกษาระดับประถม โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเพื่อพัฒนาความคิดวิจารณ์ โดยจัดทำตำราเรียนและวัสดุอุปกรณ์การสอนอื่น ๆ ที่จะสามารถพัฒนาความคิดวิจารณ์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

การศึกษาความคิดวิจารณ์ระดับมัธยมศึกษา

ได้มีความพยายามที่จะสอนผู้เรียนให้เกิดความคิดวิจารณ์ โดยผ่านวิชาเรขาคณิต และสังคมศึกษา แต่ความเห็นของฮัจจินส์ ได้ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาความคิดด้านเหตุผลสามารถทำได้

โดยผ่านกระบวนการทางเนื้อหาใด ๆ ก็ได้ ซึ่งต้องอาศัยการปรับปรุงเนื้อหาเพื่อพัฒนาความคิดการ
ศึกษาเรื่องความคิดนี้ ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1930 - 1939 และ ค.ศ. 1940 - 1949 ได้ พัฒนา
ความคิดโดยอาศัยวิชาภาษาอังกฤษ เรขาคณิต เคมี เพราะได้มีการวางแผนและปรับปรุง เนื้อหา
ในหลักสูตร ตัวอย่างที่เห็นชัด คือ การศึกษาของฟอว์เซตต์ (Fawcett) จากเอกสารได้ทำการ
ศึกษาวิชาเรขาคณิตในด้านการพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณ ฟอว์เซตต์เองก็เห็นว่าสามารถขยายไปที่
วิชาอื่น ๆ ได้ ที่ไม่ใช่เป็นกลุ่มคณิตศาสตร์ เขาได้จัดทำเอกสารที่เกี่ยวกับธรรมชาติของการพิสูจน์
โดยเน้นว่าคุณลักษณะของนักเรียนที่เข้าใจธรรมชาติ การพิสูจน์แบบอนุมานแล้วจะนำไป ซึ่งความ
คิดที่มีเหตุผลด้วยคุณลักษณะของนักเรียนที่พึงมีในความคิดของฟอว์เซตต์ คือ

1. สามารถพิจารณาและเลือกความสำคัญจากข้อความต่าง ๆ
2. ต้องการหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่สรุป
3. วิเคราะห์หลักฐานและความแตกต่างของข้อเท็จจริงในข้อตกลงที่กำหนด
4. ชี้ได้ว่าข้อความใดได้กล่าวหรือไม่ได้กล่าวไว้ในข้อตกลงซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญใน

การสรุป

5. ประเมินข้อตกลงต่าง ๆ ที่กำหนดและสามารถในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับ
6. ประเมินข้อโต้แย้ง ยอมรับหรือไม่ยอมรับข้อสรุป
7. ตรวจสอบซ้ำในข้อตกลงต่าง ๆ ซึ่งอยู่เบื้องหลังความเชื่อ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณ์ญาณ พบว่า ความคิดวิจารณ์ญาณเป็นกระบวนการ
การคิดและการตัดสินใจอย่างรอบคอบในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างเหมาะสมถูกต้อง การคิด
วิจารณ์ญาณจะบรรลุผลสำเร็จได้นั้น ต้องได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียน
การสอน จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาโดยมีกระบวนการคิดอย่างรอบคอบ มีเหตุผล ถ้า
ตัดสินใจในการกระทำนั้น ๆ พร้อมทั้งให้ได้ค้นพบด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้
ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้รับการฝึกทักษะการทดลองให้ออกแบบ
การทดลอง ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง และบันทึกผลได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนได้
พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดวิจารณ์ญาณ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน
4. ความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีนักเรียน 16 ห้องเรียน จำนวนทั้งสิ้น 716 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เรื่อง สารรอบตัว ซึ่งเป็นบทเรียน บทที่ 3 ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว 101) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design (ลิ้น สหายศ และอังคณา สหายศ 2531 : 216) ซึ่งมีลักษณะการทดลอง ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนของการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
 C คือ กลุ่มควบคุม
 E คือ กลุ่มทดลอง
 T₁ คือ การทดสอบก่อนเรียน
 T₂ คือ การทดสอบหลังเรียน
 X คือ การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบฝึกทักษะการทดลอง
2. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารรอบตัว แบ่งเป็น
 - 2.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง
 - 2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แบบฝึกทักษะการทดลอง มีลำดับการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของทฤษฎี และทักษะของนักการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการทดลอง จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอน การจัดกิจกรรมในแบบฝึก
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของแบบฝึก
3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่อง สารรอบตัว จากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 (ว 101) และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว 101)
4. วิเคราะห์เนื้อหาที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการสร้างแบบฝึกทักษะการทดลอง
5. สร้างแบบฝึกทักษะการทดลอง
6. นำแบบฝึกทักษะการทดลอง ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและกิจกรรมในแบบฝึก
7. นำแบบฝึกทักษะการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Try out) กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย ที่ไม่เข้ากลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) เรื่อง สารรอบตัว มาก่อนโดยดำเนินการทดลองดังนี้

7.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้ พร้อมทั้งจดบันทึกปัญหาต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการให้ทำ ในแบบฝึกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

7.2 ทดลองรายกลุ่ม จำนวน 5 คน บันทึกปัญหา ข้อบกพร่องเพื่อนำผลมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

7.3 ทดลองภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 40 คน แล้วนำปัญหาที่พบมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้จริง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ดำเนินการสร้างตามลำดับชั้น ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมาย และเนื้อหาเรื่อง สารรอบตัว จากหนังสือหลักสูตร คู่มือครู และหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. สร้างแผนการสอน จำนวน 20 คาบ ประกอบด้วยความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล กิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ดำเนินการ ดังนี้

2.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง มีขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนการทดลอง เป็นส่วนที่กำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

2.1.2 ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง เป็นส่วนที่นักเรียนทำการทดลอง พร้อมทั้งฝึกบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นักเรียนจะมีโอกาสพิจารณาตัดสินใจเลือกรูปแบบบันทึกข้อมูล

2.1.3 ขั้นตอนหลังการทดลอง ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุป เพื่อตรวจสอบความสามารถด้านทักษะการทดลอง

2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง

2.2.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา

2.2.1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลอง

2.2.1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง

2.2.2 ขั้นตอนทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในแบบเรียน

2.2.3 ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

3. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมทางด้านภาษา และความถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย ที่ไม่ใช่มกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการ ดังนี้

4.1 ทดลองสอนกับนักเรียนรายบุคคล เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่นระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมาย กิจกรรม แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น

4.2 ทดลองสอนภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไข ปรับปรุงก่อนการนำไปใช้จริง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว จากหนังสือและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นพฤติกรรม

ด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์ข้อดีส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 ข้อ

5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง ตามเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษา แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 150 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกต้องให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เดห์ ฟาน โดยตัดเอา 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เดห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186 - 187) ได้ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86

แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์

1. แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ที่ใช้ในการศึกษา ค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของวีระ เมืองช้าง (2525 : 23 - 25) ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพแล้ว

2. คัดแปลงข้อความและสถานการณ์ของแบบทดสอบให้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบทดสอบที่ปรับปรุงมี 5 ตอน คือ

2.1 การสรุปความ	จำนวน	12	ข้อ
2.2 การตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น	จำนวน	10	ข้อ
2.3 การตีความ	จำนวน	12	ข้อ
2.4 การอนุมาน	จำนวน	13	ข้อ
2.5 การประเมินข้อโต้แย้ง	จำนวน	12	ข้อ

3. การตรวจให้คะแนน ให้ข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง คำตอบที่ผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

4. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ ที่ปรับปรุงแล้วมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนง จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR - 20 (ลิวน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.80

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้นักเรียน กลุ่มละ 40 คน ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเอง ทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือ ใช้เวลาย่อยละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการสอน ดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

3.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์

5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2531 : 59)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531

: 63)

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เดห์ ฟาน (Fan, 1956 : 6 - 32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2531 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับนั้น

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจรรย์ภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t - test Independent ในรูป Difference - Score (Scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มควบคุม

$\frac{2}{S_D}$	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ เรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการ ทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อหาพัฒนาการของความคิดวิจารณ์ภายใน
กลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ แบบ t - test Dependent (ฉ้วน
สายยศ และอังคณา สายยศ 2531 : 87)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ห้ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ห้ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ห้ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบก่อนการทดลอง
\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบหลังการทดลอง
D	แทน	ผลต่างของคะแนน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองและก่อนการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
S	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$MD_1 - MD_2$		
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	S $MD_1 - MD_2$	t
กลุ่มทดลอง	40	20.7	30.9	10.2	1.067	1.45
กลุ่มควบคุม	40	19.325	27.975	8.65		

จากตารางแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	S _{MD₁ - MD₂}	t
กลุ่มทดลอง	40	35.13	38.60	3.47	.86	2.93**
กลุ่มควบคุม	40	33.68	34.63	0.95		

$$t (.01, 78) = 2.647$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งจะไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	40	35.13	38.60	139	793	7.79**

$$t (.01, 39) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มควบคุม	40	33.68	34.63	38	888	1.285

จากตารางแสดงว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการสอนและก่อนการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้า เป็นการศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิด
วิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการ
สอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการสอนที่
ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะ
การทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจาก
ได้รับการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจาก
ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แบบ
ฝึกทักษะการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับ
การสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง
หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน
4. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่า
ก่อนการสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แบบฝึกทักษะการทดลอง

2.2 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

2.3 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.86

2.5 แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบความคิดวิจารณ์ของ วีระ เมืองช้าง (2525 : 23 - 25) จำนวน 59 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.80

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 16 ห้องเรียน แล้วจับฉลากอีกครั้ง แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 40 คน

3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์

3.3 ค่าเน้นการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกันระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยผู้เขียนการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง

3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยผู้เขียนการสอนตามคู่มือครู

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์

3.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1, 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดวิจารณ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference-Score (Scott. 1962 : 264)

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 87)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนกับก่อน
การสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ผลการวิจัย และ อภิปรายผล ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่ม เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่แบ่งกิจกรรมเป็น 3 ขั้นตอน คือ อภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และอภิปรายหลังการทดลอง ขั้นตอนทั้ง 3 นั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดเหมือนกัน กล่าวคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง นักเรียนได้ฝึกคิดพิจารณาหาเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และฝึกคิดไปตามแนวคำถามที่ให้ไว้ในแบบฝึก ซึ่งเป็นสิ่งเร้าที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากคิดติดตามเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม จนตั้งเป็นสมมติฐานได้ พร้อมทั้งออกแบบการทดลองได้ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ได้มีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนโดยการใช้คำถาม ทำให้นักเรียนสามารถ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และบอกวิธีการทดลองได้ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นโอกาสให้แก่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นไปสู่การได้ความรู้เช่นเดียวกัน จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ โอลารินอย (Olarinoye.

1974 : 4848-A) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นทั้งสองกลุ่มได้มีการฝึกปฏิบัติการทดลอง เพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้เหมือนกัน เมื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ฝึกปฏิบัติการทดลองต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วสิ่งที่ได้ตามมาก็คือ ความรู้ความเข้าใจ และเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้หลายด้านสอดคล้อง กับคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58 - 84) ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้าหากนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามมาด้วย ส่วนข้ออภิปรายหลังการทดลองทั้งสองกลุ่มได้มีการอภิปรายร่วมกัน ระหว่างครูกับนักเรียน ก็มีประสิทธิภาพพอ ๆ กัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยา กิจโร (2530 : 102) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกทักษะการตั้งคำถามและการสอนตามคู่มือคู่มือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และงานวิจัยของ นงนุช มาบุตร (2532 : 87) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือคู่มือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สอง นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง และนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อยู่ในสภาพแวดล้อมขณะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่คล้ายคลึงกันโดยมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จึงมีลักษณะช่วยให้นักเรียนอยากเรียนรู้ซึ่งสถานการณ์นั้นครูเป็นผู้จัดกิจกรรม เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าด้วยตนเอง และให้โอกาสนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ใช้ความคิดเห็นของตนเอง สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ ชันด์ (สวัมภ์ นิยมคำ 2517 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Sund. 1967) กล่าวว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ โดยการจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด นอกจากนี้นักเรียนทั้งสองกลุ่ม

อยู่ในวัยเดียวกัน ต่างก็มีความต้องการที่จะเป็นที่ยอมรับและต้องการที่จะได้รับการยกย่อง (พยอม วงศ์สารศรี 2526 : 157 - 176) จึงมีความรับผิดชอบในการเรียนมากประกอบกับการเรียนในภาคนี้เป็นภาคแรกของปีการศึกษาที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมาอยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่จึงพยายามปรับตัว และมีความกระตือรือร้นในการเรียนทั้งสองกลุ่ม จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ประการที่สาม เวลาที่ใช้ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีช่วงเวลาการอภิปรายเท่ากัน แต่กิจกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองจะอ่านเอกสารประกอบการฝึกคิด เพื่อตัดสินใจเลือกข้อมูลในการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมมีส่วนร่วมในการอภิปรายโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ฉะนั้นนักเรียนทั้งสองกลุ่มจึงมีช่วงเวลาของการคิดพอ ๆ กัน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม (กลุ่มทดลอง 10.2 และกลุ่มควบคุม 8.65 ตามลำดับ) จึงน่าจะมีความโน้มเอียงว่าหากได้ขยายเวลาของการวิจัยให้นานขึ้นกว่าครั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มอาจจะแตกต่างกัน

2. เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

ประการแรก กิจกรรมที่จัดให้แบบฝึกทักษะการทดลองเป็นกิจกรรมที่จัดตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นที่ทักษะการทดลองโดยให้นักเรียนฝึกคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในสถานการณ์ที่เตรียมให้ เพื่อการตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ถูกต้องและเหมาะสม โดย

กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนคิดเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของเนื้อหา สถานการณ์มีลักษณะเป็นรูปภาพประกอบข้อความ ข้อความนั้นมีการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม แสดงถึงความรู้ และมีการจูงใจ จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมาถามในรูปคำถาม เพื่อให้นักเรียนตัดสินใจเลือกข้อความที่เป็นไปตามข้อตกลงของสถานการณ์ เมื่อนักเรียนเลือกข้อความได้แล้ว ก็นำมาเขียนเป็น ปัญหาและตั้งสมมติฐานได้ ย่อมเป็นการฝึกให้นักเรียนมีลักษณะของคนที่มีความคิดวิจารณ์อย่าง ดังที่ เอนนิส (Ennis. 1967 : 144 - 146) กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดวิจารณ์นั้น ต้องมีความสามารถพิจารณาข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นได้และตัดสินใจสรุปตามที่ข้อมูลสนับสนุนได้โดยใช้การตัดสินใจแบบอนุমান/จากสมมติฐานให้นักเรียนกำหนดอุปกรณ์ที่เหมาะสมและ ออกแบบการทดลองตามแนวความคิดของนักเรียนเอง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูล ตามที่เสนอไว้ในแบบฝึกเพื่อการกล้าตัดสินใจในข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งการปฏิบัติกิจกรรมลักษณะดังกล่าวเป็นการให้นักเรียนได้มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งผลให้นักเรียนมีความคิดวิจารณ์อย่าง ดังจอร์จ (George. 1968 : 421) กล่าวว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ความคิดวิจารณ์ในการตรวจสอบสมมติฐานต่าง ๆ จึงไม่สามารถแยกความคิดวิจารณ์ออกจากการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้/นอกจากนี้นักเรียนยังได้ฝึกสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสามารถตรวจสอบทักษะการทดลองของนักเรียนได้จากการให้นักเรียนบอกถึงการใช้อุปกรณ์และปัญหาในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีทักษะการทดลองเพิ่มขึ้นหรือไม่ เมื่อนักเรียนได้ฝึกการคิดหาเหตุผล และหาวิธีแก้ปัญหาโดยการตัดสินใจเลือกในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เหมาะสมกับข้อมูล จะทำให้นักเรียนเป็นคนที่มีความคิดวิจารณ์และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระ เมืองช้าง (2525 :49) พบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สอง การเรียนโดยใช้แบบฝึกมีข้อดีที่ช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา

ค้นคว้าหาความรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่จัดทำไว้ในแบบฝึกซึ่งได้มีการวางแผนกำหนดขั้นตอนการหาความรู้ที่ถูกต้อง ทุกคนได้ทำงานตามอิสระของตนเองไม่ต้องรอผู้อื่นแต่ละครั้งนักเรียน

ได้พบกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกันและมีวิธีแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งช่วยให้ได้ฝึกคิดแก้ปัญหา และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง เป็นการสร้างความสนใจและจูงใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น กระจ่างหรือวันที่จะเรียนและยังได้รับผลของคอบสนองทันทีว่าแนวทางที่ถูกหรือเป็นไปได้อย่างไร เป็นการสร้างความพอใจและแรงจูงใจแก่นักเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ สอดคล้องกับแนวความคิดของฮาร์เลส (Haress. n.d. 93-94) ที่กล่าวว่าแบบฝึกเปิดโอกาสให้นักเรียนคอบสนองต่อสิ่งเร้า และการที่นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จากแบบฝึกทักษะการทดลอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้เด็กเรียนมีความคิดวิจารณ์ญาณสูงขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ ธอร์นไคค์ ในเรื่องกฎแห่งการฝึกหัด (สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย (2522 : 52 - 62) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตาม ที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดี และสอดคล้องกับเพิตตี้ (นิตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Petty 1963 : 467 - 472) ที่ว่า แบบฝึกเป็นส่วนช่วยเสริมการเรียนรู้ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดภาระของครูได้ และช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลแบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนจะช่วยทำให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ผลการศึกษาพบว่า ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ การทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ กิจกรรมขั้นก่อนการทดลองและปฏิบัติการทดลอง ในแบบฝึกทักษะการทดลองเป็นสิ่งเร้าสำหรับนักเรียนมีสถานการณ์ที่ชวนให้เกิดความสงสัยเป็นการดึงดูดความสนใจในการคิดของนักเรียนให้เป็นอย่างมีเหตุมีผล และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างรอบคอบ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่จัดทำขึ้นโดยใช้คำถามที่เชื่อมโยงมาจากสถานการณ์ด้วยการเน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกข้อมูลที่มีให้ เพื่อ

การระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับการศึกษาของนอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ที่พบว่า วิธีสอนที่ปรับปรุงมาจากวิธีของซุคแมน ที่เป็นการวิเคราะห์แบบต่าง ๆ ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภทแบบโยงความสัมพันธ์ และสรุปอ้างอิง นั้นแตกต่างกับวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองยังช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ตามแนวความคิดของนักเรียนเอง โดยเฉพาะการบันทึกผลการทดลองมีรูปแบบมาให้เลือก บันทึกผลตามความเหมาะสมของข้อมูล เมื่อนักเรียนเลือกรูปแบบได้แล้ว ก็ต้องบันทึกผลตามรูปแบบนั้น ๆ จึงเห็นได้ว่าการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความคิดมีวิจารณญาณ นอกจากนี้นักเรียนยังได้มีการคิดวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ จากข้อมูล ข้อเท็จจริงตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นผลให้นักเรียนต้องใช้เวลา ความคิดอย่างรอบคอบก่อนการตัดสินใจสอดคล้องกับคำกล่าวของฮันด์จิน (Hundgins. 1977 : 173 - 206) ที่ว่า บุคคลที่มีความคิดวิจารณ์ ต้องเป็นคนที่มีความสามารถแสวงหาหลักฐาน เพื่อสนับสนุนได้ให้ความสำคัญต่อการตัดสินใจเรื่องราวได้ถูกต้อง มีเหตุผล ย่อมจะช่วยพัฒนาความคิดวิจารณ์ของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของกนิษฐา อุ่นอนันต์ (2532 : 94) ที่พบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ พยอม ตันมณี (2524 : 53) ได้พบว่า ผู้ที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชา จิตวิทยาการศึกษาแบบเชิงปัญหามีความคิดวิจารณ์มากกว่าผู้ที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยา รูปแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากเหตุผลดังกล่าว นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจึงมีความคิดวิจารณ์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

4. เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ผลการศึกษาพบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการสอนกับก่อนการสอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู นั้นไม่ได้

เน้นการคิดมีวิจารณญาณในช่วงอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง การสอนเป็นเพียงครูและนักเรียนช่วยกันเสนอปัญหาโดยใช้คำถาม บอกจุดประสงค์ของการทดลอง บอกวิธีการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาสคิดพิจารณาในข้อมูลที่ให้มี และให้นักเรียนได้กล้าตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสม ส่วนใหญ่จะเป็นการปฏิบัติตามนักเรียนจึงได้รับการพัฒนาในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก และกิจกรรมในขั้นอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง เป็นการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้รับการฝึกคิดหาเหตุผลและพิจารณาอย่างรอบคอบเพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง และการอภิปรายเป็นกลุ่มมีให้นักเรียนทุกคนไม่มีโอกาสคิดด้วยตนเอง นอกจากนั้นแล้วเวลาที่ให้นักเรียนคิดก็มีขอบเขตจำกัด เนื่องด้วยเนื้อหาความรู้ต้องเร่งสอนให้ทันเวลา จึงไม่ค่อยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดเท่าที่ควร จึงทำให้การพัฒนาความคิดวิจาร์ณญาณของนักเรียนหลังการสอนและก่อนการสอนไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู - อาจารย์ ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรมีวิธีการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความคิดวิจาร์ณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองนั้น นักเรียนจะใช้เวลานานขั้นอภิปรายก่อนการทดลองมาก ทำให้ผู้สอนต้องเร่งเวลาในขั้นการปฏิบัติทดลอง ดังนั้น ครู-อาจารย์ที่เจ้านำแผนการสอนนี้ไปใช้ต้องนำไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียน และควรเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนโดยให้นักเรียนได้ฝึกหัดระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเกิดความคล่องตัวในเรื่องดังกล่าว จะได้ใช้เวลาในขั้นนี้ให้น้อยลงขณะดำเนินการวิจัย

1.3 บรรยายากศในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีโอกาสทำกิจกรรมด้วยตนเองให้มาก และมีการร่วมมือกันภายในกลุ่มเนื่องจากนักเรียนสามารถช่วยกันคิดแก้ปัญหาได้ดีกว่าการคิดคนเดียว ดังนั้นครูจึงมีส่วนร่วมในการช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนไม่ควรจำกัด

ความคิดของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนจะต้องนำไปสู่การฝึกให้นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลต่อการคิด วิจยารณญาณในแต่ละด้านของความคิดวิจยารณญาณ เช่น การสรุปความ การตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น การตีความ การอนุมาน และการประเมินข้อโต้แย้ง

2.3 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองว่ามีผลต่อความคิด วิจยารณญาณของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน และระดับชั้นอื่น ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนิษฐา อ่อนนงค์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- กิ่งฟ้า สีนวรงค์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยม. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525. อัดสำเนา.
- กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้โจทย์เป็นรายบุคคล. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการศึกษาฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- โชติ เพชรชื่น. "แบบทดสอบสถานการณ์," การวัดผลการศึกษา. 2 : 7 - 16 ; กันยายน - ธันวาคม 2526.

- ทิพา เพชรดี. การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิด
สืบสวนสืบสวน ความคิดวิจารณ์และความคิดขั้นกับสิ่งรอบข้างไม่ขั้นกับสิ่งรอบข้าง.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2515.
อัสสาเนา.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัสสาเนา
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทย โดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม
ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขต
บดินทรหมาเมษ กรุงเทพฯ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัสสาเนา.
- นิตยา ฤทธิโยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการ
สอนภาษาไทย. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520. อัสสาเนา.
- นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ
การตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัสสาเนา.
- บุณสม คุรุททา. การสร้างแบบวัดการคิดเป็น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2525. อัสสาเนา.
- ประคินันท์ อูปรนัย. "จิตวิทยาเกี่ยวกับผู้เรียนในระบบการเรียนการสอน," วิทยาการการสอน
เล่ม 1 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, รุ่งศิลป์การพิมพ์ 2525.
- ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่" เอกสารการนิเทศการศึกษา.
ฉบับที่ 233 ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.
อัสสาเนา.

- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์โดย
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ปรีชา วงศ์สุทธิ. "ความหมายและองค์ประกอบของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์," เอกสารชุดวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 6 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมาธิราช, 2525.
- ผลดี ตามไท. "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น," จันทร์เกษม (203) :
54 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2531.
- พยอม ตันฉวี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตัวราเรียนวิชาจิตวิทยา
ในรูปแบบเชิงป้องกันกับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- พยอม วงศ์สารศรี. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สารเสรี, 2526.
- พรหม ภาณุदानนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. "การอ่านอย่างวิจารณ์," วิทยาศาสตร์. 34 (2) : 144 - 147 ;
2523.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. "แนวคิดบางประการในการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการ
ปฏิบัติการ," ศึกษาศาสตร์. 8 (1) : 51 ; ตุลาคม 2526 - มกราคม 2527.
- มังกร ทองสุคติ. "โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์", เอกสารนิเทศการศึกษา.
ฉบับที่ 201 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2521. อัดสำเนา.

- ✓ มันทนา จงสุขสันต์กุล. ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น โรงเรียนวัดบวรนิเวศในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. 2525. อัดสำเนา.
 _____ . ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. 2525. อัดสำเนา.
- รุ่งชิวา สุกดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ละดา ดอนหงษา. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6
ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ลัดดา ศุภวีดี. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. หน้า 224. กรุงเทพฯ : โอเคเนชั่น, 2523.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร,
 2531. อัดสำเนา.
- วิระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :
 อำนวยการพิมพ์, 2521. อัดสำเนา.
- วีระ เมืองช้าง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ตาม การแก้ปัญหา
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทพรประดิษฐาราม
กม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525.
 อัดสำเนา.
- ✓ ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. ม.ป.ป. อัดสำเนา.

สมจิต สวอนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

----- . วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

สมจิต สมัตถพันธุ์. "สอนอย่างไร? จึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน". ครู. 3 : 61 -63 ; ธันวาคม 2522.

สมเจตน์ ไวยาการณ์. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล. ปรินซ์ตันพจน์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

สมสุข อีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน และแบบค้นพบ", เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.

สมหวัง ชัยคามล. การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท. ทักษะและคำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เอกสารหมายเลข 5). ม.ป.ท., ม.ป.ป. อัดสำเนา.

สำนักศึกษา, กรม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ. หน่วยศึกษานิเทศก์, 2526. อัดสำเนา.

----- . หน่วยศึกษานิเทศก์. การมัธยมศึกษา กับสังคมไทยในอนาคต เอกสารการสัมมนาวิชาการลำดับที่ 3. ครูสภา 2529, 140 หน้า.

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522. อัดสำเนา.

สุวิทย์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517. อัดสำเนา.

_____ . ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1 - 2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์, 2531. อัดสำเนา

อภิชาติ สุวิรินทร์. การศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

American Association for the Advancement of Science. Science a Process Approach Commentary for Teacher. Washington D.C. AAAS. 1970. 683 p.

Anderson, Charles Raymond. "The Effectiveness of a Simulation Learning Game in Teaching Consumer Credit to Senior High School Student in Comparison to a Conventional Approach to Instruction," Dissertation Abstract International. 31 (2) : 670 - 671A, 1978.

Basmajian, Ronald Keith. "The Relationship between Piagetian Cognitive Maturity and Scholastic Success of Students Enrolled in an Audio-Tutorial Biology Program," Dissertation Abstracts International. 39 : 210-A ; July, 1978.

Bruner and others. Studies in Cognitive Growth a Collaboration at the Center for Cognitive Studies. New York : Wiley, 1956.

Butts, David P. The Teaching of Science a Self Directed Planning Guide. New York, Harper & Row Publisher. 1974. 72 p.

- ✓ Craig Gerald. Science for the Elementary Teacher. Massachusetts : Blaisdell Publish Company. 1966.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 (7) : 4164-A, January, 1976.
- Edward J. Kormondy and Bernice E. Essential Biology. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1984.
- Ennis, Robert H. "A Concept of Critical Thinking Approposed Basis for Research in the Teaching and Eevaluation of Critical Thinking Ability," Psychological Concept in Education. Chicago : Rand McNally and Company, 1967.
- Fan, Chung Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey Education Testing Service, 1952. 32 p.
- Gabel, Dorothy L. and Pelir A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Eroperience on Physics - Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching," Science Education. 61 : 503-511 ; October - December, 1977.
- Gane, Robert M. The Condition of Learning. 2nd. ed., New York Holy, Rinehart and Winston, Inc., 1970. 407 p.
- George, Keneth D. "The Effect of Critical Thinking Upon Course Grades in Biology," Journal of Science Education. 52 (5) : 421.
- ✓ Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill, 1967.
- Haress, J.H. "The Two Meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. India, Anand Press, Nodate. 93-94 p.
- Hilgard Ernest R. Introduction to Psychology. New York : Harcourt Brace and World, Inc., 1962.
- ✓ Hudgins, Bryce B. Learning and Thinking. Illinois, F.E. Peacock Publishers, Inc., 1977. 375 p.
- ✓ Hunkins, Francis P. Questioning Strategies and Teachniques. Boston, Massachusetts, Allyn and Bacon, Inc., 1972. 146 p.
- ✓ Meyer, James H. "The Influence of Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31 (71) : 451-453, October, 1969.

- Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. Vol. 7. : 95-102 ; April, 1970.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 (8) : 484-A ; February, 1978.
- Piaget, J. The Origins of Intelligence in Children. New York, W.W. Norton, 1962, 510 p.
- Polanski, Harold. "Piaget's Logical Operation and Science Content Comprehension," Dissertation Abstracts International. 35 : 5952A-5953A ; March, 1975.
- Riley, Joseph Philip. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science, Attitudes Towards Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 : 5152-A, February, 1975.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed., New York : John Wiley and Son, Inc., 1962.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publishs by Charles E. Merrill Publishing Company, 1973. 631p.
- Watson, Goodwin and Edward M. Glaser. Critical Thinking Appraisal : Manual For Forms 1M and 2M. New York, Harcourt, Barce and World, I Inc., 1964. 15 p.
- Williams, James Melford. "A Comparison Study of the Tradition Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History," Dissertation Abstracts International. 42 (4) : 1605-A ; October, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 7 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารรอบตัว

ข้อที่	PH	PL	p	r	ข้อที่	PH	PL	p	r
1	.73	.55	.64	.20	26	.98	.53	.80	.66
2	.93	.75	.85	.31	27	.93	.38	.69	.61
3	.83	.63	.73	.25	28	.53	.20	.36	.36
4	.70	.32	.51	.38	29	.70	.15	.41	.56
5	.38	.15	.26	.29	30	.68	.25	.46	.43
6	.63	.18	.40	.47	31	.98	.73	.88	.52
7	.88	.38	.65	.54	32	.98	.58	.82	.63
8	.50	.23	.36	.29	33	.60	.25	.42	.36
9	.63	.25	.44	.39	34	.88	.43	.67	.50
10	.58	.23	.40	.36	35	.83	.40	.63	.45
11	.55	.20	.37	.37	36	.90	.40	.67	.55
12	.65	.32	.48	.34	37	.53	.25	.39	.30
13	.73	.38	.56	.36	38	.68	.35	.52	.33
14	.85	.48	.68	.41	39	.43	.23	.33	.23
15	.50	.28	.39	.23	40	.35	.13	.23	.29
16	.70	.30	.50	.40	41	.63	.25	.44	.39
17	.73	.33	.53	.40	42	.88	.53	.72	.42
18	.95	.78	.88	.34	43	.58	.35	.46	.23
19	.55	.20	.37	.37	44	.80	.50	.66	.33
20	.83	.63	.73	.25	45	.45	.20	.32	.28
21	.98	.65	.85	.58	46	.70	.35	.53	.35
22	.95	.55	.78	.55	47	.45	.23	.34	.25
23	.83	.35	.60	.50	48	.60	.25	.42	.36
24	.90	.58	.76	.41	49	.68	.23	.45	.45
25	.68	.28	.48	.40	50	.88	.48	.70	.46

ตาราง 8 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารรอบตัว

ข้อที่	p	$q = 1-p$	pq	ข้อที่	p	$q = 1-p$	pq
1	.75	.25	.19	26	.77	.23	.18
2	.88	.12	.11	27	.69	.31	.21
3	.73	.27	.20	28	.37	.63	.23
4	.80	.20	.16	29	.60	.40	.24
5	.37	.63	.23	30	.53	.47	.25
6	.55	.45	.30	31	.91	.09	.08
7	.57	.43	.25	32	.79	.21	.17
8	.30	.70	.21	33	.36	.64	.23
9	.47	.53	.25	34	.62	.38	.24
10	.44	.56	.25	35	.53	.47	.25
11	.37	.63	.23	36	.46	.54	.23
12	.27	.73	.20	37	.49	.51	.25
13	.45	.55	.25	38	.42	.58	.24
14	.76	.24	.18	39	.38	.62	.24
15	.42	.58	.24	40	.33	.67	.22
16	.42	.58	.24	41	.38	.62	.24
17	.56	.44	.25	42	.30	.70	.21
18	.82	.18	.15	43	.67	.33	.22
19	.51	.49	.25	44	.43	.57	.25
20	.74	.26	.19	45	.47	.53	.25
21	.79	.21	.17	46	.45	.55	.25
22	.32	.68	.22	47	.32	.68	.22
23	.47	.53	.25	48	.29	.71	.21
24	.84	.16	.13	49	.50	.50	.25
25	.71	.29	.21	50	.78	.22	.17

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารรอบตัว โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเคอร์วิชาร์คสัน

$$\begin{aligned} \Sigma pq &= 10.84 \\ \Sigma x &= 2,702 \\ \Sigma x^2 &= 80,084 \\ \text{จากสูตร } S_t^2 &= \frac{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)} \\ \text{แทนค่า} &= \frac{100 \times (80084) - (2702)^2}{9900} \\ &= 71.47 \\ \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\ \text{แทนค่า} &= \frac{50}{50-1} \left\{ 1 - \frac{10.84}{71.47} \right\} \\ &= 1.02 (1 - .15) \\ &= 1.02 \times .85 \\ \text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} &= 0.86 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์แผน โดยใช้สูตร

KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 10.93$$

$$\Sigma x = 4,348$$

$$\Sigma x^2 = 194,031$$

จากสูตร $S_t^2 = \frac{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}$

แทนค่า $= \frac{100 \times 194031 - (4348)^2}{9900}$

$$= \frac{497996}{9900} = 50.30$$

จากสูตร $r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\}$

แทนค่า $= \frac{59}{59-1} \left\{ 1 - \frac{10.93}{50.30} \right\}$

$$= 1.02 (1 - .22)$$

$$= 1.02 \times .78$$

แบบทดสอบนี้ค่าความเชื่อมั่น = 0.80

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องสารรอบตัว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง สารรอบตัว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

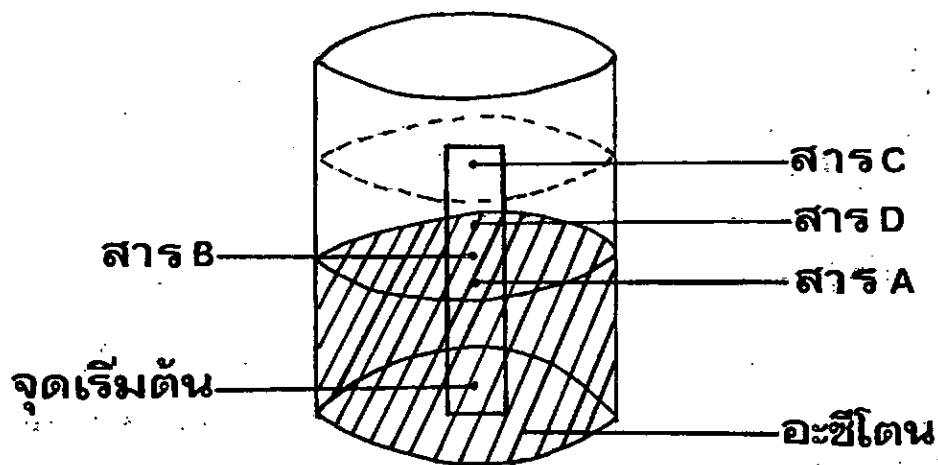
1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ
 2. ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 50 ข้อ ใช้เวลาทำ 40 นาที
บางข้ออาจยากบางข้ออาจง่าย นักเรียนไม่ควรเสียเวลาทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
นักเรียนควรคิดให้รอบคอบเสียก่อน เพราะการเดาไม่ทำให้คะแนนดีขึ้นเลย
 3. การตอบให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (X)
ลงในกระดาษคำตอบ
 4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้
1. ประชาชนมีส่วนส่วนใดที่นำมาใช้จำแนกสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม
 - ก. กายสัมผัส
 - ข. หู
 - ค. ตา
 - ง. จมูก
 - จ. ลิ้น
 2. ข้อใดเป็นสารเนื้อเดียวที่มีสารเพียงอย่างเดียวเป็นองค์ประกอบ
 - ก. น้ำอัดลม
 - ข. น้ำกลั่น
 - ค. น้ำอบไทย
 - ง. น้ำหวาน
 - จ. น้ำแข็ง

3. ข้อใดเป็นสารเนื้อผสม
- น้ำประปา
 - น้ำปลา
 - น้ำก้นพีช
 - น้ำอบไทย
 - น้ำทะเล
4. ข้อใดเป็นสารเนื้อเดียว
- ข้าวเหนียวน้ำกะทิ
 - พริกน้มนเกลือ
 - ผงเหล็กในกองเหล็ก
 - เกลือปนน้ำตาล
 - พริกน้มน้มน
5. วิธีการใดใช้แยกสารเนื้อเดียว
- กลั่น, กรอง
 - โครมาโทกราฟี, กลั่น
 - กรอง, ใช้แม่เหล็กดูด
 - สกัดด้วยตัวทำละลาย, กรอง
 - การระเหย, การใช้แม่เหล็กดูด
6. ถ้าต้องการจัดเหล็ก, คาร์บอนและเกลือแกง ให้อยู่พวกเดียวกันควรรู้สมบัติข้อใดเป็นเกณฑ์
- การละลาย
 - การนำไฟฟ้า
 - ความหนาแน่น
 - สถานะ
 - จุดหลอมเหลว

7. การแยกสารโดยการให้สารขึ้นไปตามวัตถุประสงค์คือ เรียกว่า
- การคูดั้ม
 - โครมาโทกราฟี
 - การตกผลึก
 - การกวน
 - การกลั่นลำดับส่วน
8. กระบวนการโครมาโทกราฟี ประกอบด้วย
- ตัวดูดซับ, สารที่กำลังศึกษา, ตัวทำละลาย
 - ตัวดูดซับ, ความเข้มข้นของสารละลาย, ตัวถูกละลาย
 - ตัวดูดซับ, ความหนาแน่นของสารละลาย, สารที่กำลังศึกษา
 - ตัวกลาง, สารที่กำลังศึกษา, ความเข้มข้นของสารละลาย
 - ตัวกลาง, สารที่กำลังศึกษา, สารบริสุทธิ์
9. การแยกสารละลายโดยวิธีโครมาโทกราฟี อาศัยหลักการที่สำคัญ คือ
- สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำต่างกัน
 - สารแต่ละชนิดถูกดูดซับบนกระดาษกรองหรือซอล์กได้เร็วช้าต่างกัน
 - ความสามารถของตัวทำละลายในการละลายสารเท่ากัน
 - สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในแอลกอฮอล์ได้เท่ากัน
 - สารแต่ละชนิดถูกดูดซับบนกระดาษกรองหรือซอล์กได้เท่ากัน
10. นำแท่งซอล์กสีขาวมาวางลงในกล่องพลาสติกมีสารละลายอยู่ ทั้งไว้ประมาณ 30 นาที พบว่า ไม่ปรากฏสีบนแท่งซอล์กเลย นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
- ซอล์กเปียก
 - สารละลายที่ใช้ไม่มีสี
 - ซอล์กไม่คูดั้มสารละลาย
 - โมเลกุลของสารละลายใหญ่เกินไป
 - ความหนาแน่นของสารละลายมากเกินไป

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 11-12

ในการทดลองแยกสารทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีโครมาโทกราฟี แบบใช้กระดาษได้ผลดังนี้



11. สารใดที่ละลายได้ดีที่สุดในอะซีโตน

- ก. สาร A
- ข. สาร B
- ค. สาร C
- ง. สาร D
- จ. สาร A, B, D

12. สารใดที่ถูกดูดซับด้วยกระดาษได้ดีที่สุด

- ก. สาร A
- ข. สาร B
- ค. สาร C
- ง. สาร D
- จ. สาร A, B

13. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าสีแดงและสีน้ำเงิน สีใดมีความสามารถในการละลายน้ำดีกว่ากัน จะออกแบบการทดลองอย่างไร

- ก. นำสีทั้ง 2 ละลายน้ำตรวจวัดความเข้มข้น
- ข. นำสีทั้ง 2 ละลายในน้ำคนละภาชนะแล้วทดสอบย้อมผ้าชนิดต่างกัน
- ค. นำสีทั้ง 2 มาหาบนกระดาษจับเวลาการแห้งของสีเปรียบเทียบกัน
- ง. นำสีทั้ง 2 ละลายน้ำรวมกันแล้วทำการทดลองโดยวิธีโครมาโทกราฟี
- จ. นำสีทั้ง 2 ละลายน้ำรวมกันแล้วทำให้ตกผลึก

14. ปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสภาพจากของแข็งไปเป็นก๊าซหรือไอ โดย ไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า

- ก. การกลั่น
- ข. การควบแน่น
- ค. การระเหิด
- ง. การระเหย
- จ. โครมาโทกราฟี

15. สารต่อไปนี้ชนิดใดมีสมบัติแตกต่างไปจากสารอื่น

- ก. น้ำตาลทราย
- ข. เกลือแกง
- ค. ด่างทับทิม
- ง. การบูร
- จ. ผงขี้ด

16. ถ้าให้นายสมชายและนายสมปองจัดหมวดหมู่ของสารต่อไปนี้คือ ทองคำ น้ำเชื่อม นาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่าทั้ง 2 คน จัดได้ไม่เหมือนกันเพราะเหตุใด

- ก. ใช้เกณฑ์ตัดสินต่างกัน
- ข. มีความรู้ต่างกัน
- ค. ใช้การทดลองต่างกัน
- ง. มีคนใดคนหนึ่งจัดผิด
- จ. ใช้ประสบการณ์ตัดสิน

17. จากข้อ 16 ถ้านายสมชายจัดทองคำและภาชนะบอไนไดออกไซด์อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และจัด
 นากและน้ำเชื่อมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน นายสมชายใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัด

- ก. สถานะ
- ข. ความเป็นโลหะกับอโลหะ
- ค. ความบริสุทธิ์ของสาร
- ง. การนำไฟฟ้า
- จ. จุดเดือดของสาร

ข้อความต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 18 - 20

กำหนดวิธีที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแยกสารเนื้อผสมออกจากกัน คือ

- วิธีที่ 1 การกรอง
- วิธีที่ 2 การระเหย
- วิธีที่ 3 การใช้แม่เหล็กดูด
- วิธีที่ 4 การใช้มือหยิบ
- วิธีที่ 5 การระเหิด

18. การแยกผงเหล็กกับขี้เลื่อยออกจากกันใช้วิธีใด

- ก. วิธีที่ 1
- ข. วิธีที่ 2
- ค. วิธีที่ 3
- ง. วิธีที่ 4
- จ. วิธีที่ 5

19. การแยกการบูรกับทรายละเอียด คือวิธีใด

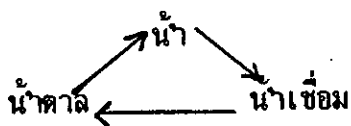
- ก. วิธีที่ 1
- ข. วิธีที่ 2
- ค. วิธีที่ 3
- ง. วิธีที่ 4
- จ. วิธีที่ 5

20. การแยกกรวดละเอียดกับน้ำ คือวิธีใด

- ก. วิธีที่ 1
- ข. วิธีที่ 2
- ค. วิธีที่ 3
- ง. วิธีที่ 4
- จ. วิธีที่ 5

21. น้ำตาลผสมกับน้ำได้น้ำเชื่อมควรเสนอข้อมูลใหม่ ตามข้อใด

- ก. น้ำตาล \rightarrow น้ำ \rightarrow น้ำเชื่อม
- ข. น้ำตาล + น้ำ \rightarrow น้ำเชื่อม
- ค. น้ำตาล + น้ำ + น้ำเชื่อม
- ง. น้ำตาล \rightarrow น้ำ + น้ำเชื่อม
- จ.



28. การตกผลึก หมายถึง กระบวนการในข้อใด

- ก. สารแขวนลอยในน้ำจับตัวกันตกลงมา
- ข. สารละลายเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง
- ค. ตัวถูกละลายเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง
- ง. ตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายอิ่มตัว
- จ. ตัวทำละลายมีตัวถูกละลายอยู่มากเกินไป

23. อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการละลายข้อความใดถูกต้อง

- ก. เกลือสามารถละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ข. น้ำตาลสามารถละลายน้ำได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ค. กาซอออกซิเจนสามารถละลายได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ง. สารส้มสามารถละลายน้ำได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- จ. จุนส์สามารถละลายน้ำได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 24 - 25

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลองเทน้ำประมาณ 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์แล้วค่อย ๆ เติมสารลงไปทีละน้อยจนจนไม่ละลาย อันให้สารละลายร้อนประมาณ 50 องศาเซลเซียส เติมสารลงไปอีกจนจนไม่ละลายตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

24. อุปกรณ์ชนิดใด ไม่จำเป็น ต้องใช้ในการทดลองนี้

ก. บีกเกอร์

ข. กรวย

ค. แท่งแก้วคน

ง. กระจกควง

จ. ตะเกียงแอลกอฮอล์

25. การทดลองนี้เป็นทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไร

ก. การกลั่น

ข. การหาจุดเดือดของน้ำ

ค. การตกผลึก

ง. การหาความหนาแน่นของน้ำ

จ. การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 26 - 27

จากการทดลองละลายสาร A ในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ผลดังต่อไปนี้

อุณหภูมิ (C°)	ความสามารถในการละลาย (กรัม)
10	31
20	37
30	43
40	49

26. จากข้อมูลในตารางเมื่อสาร A ละลายน้ำได้ 40 กรัม อุณหภูมิจะเป็นเท่าใด
- 10 °C
 - 15 °C
 - 20 °C
 - 25 °C
 - 30 °C
27. จากข้อมูลในตารางเมื่ออุณหภูมิ 50 °C สาร A จะละลายได้กี่กรัม
- 56 กรัม
 - 55 กรัม
 - 52 กรัม
 - 50 กรัม
 - 49 กรัม
28. สารข้อใดมีความเข้มข้น 25%
- สาร A น้ำหนัก 10 กรัม ละลายในน้ำ 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - สาร B น้ำหนัก 20 กรัม ละลายในน้ำ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - สาร C น้ำหนัก 40 กรัม ละลายในน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - สาร D น้ำหนัก 15 กรัม ละลายในน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - สาร E น้ำหนัก 30 กรัม ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
29. ถ้านำเกลือแกงหนัก 1.5 กรัม มาละลายในน้ำทำให้เป็นสารละลาย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด
- 5.5%
 - 6.5%
 - 7.5%
 - 8.5%
 - 9.0%

30. ถ้าต้องการเตรียมน้ำเชื่อมมีความเข้มข้น 30 กรัม/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้น้ำตาลทรายกี่กรัม

- ก. 10 กรัม
- ข. 12 กรัม
- ค. 15 กรัม
- ง. 18 กรัม
- จ. 20 กรัม

จงใช้ผลการทดลองต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 31 - 33

สาร	ตัวทำละลาย	ปริมาณมากที่สุดของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 10 ลบ.ซม. (ข้อนี้)	
		น้ำ	เอทิลแอลกอฮอล์
A		7	-
B		-	1
C		5	-
D		2	-
E		-	3

31. จากตารางสารชนิดใดละลายน้ำได้

- ก. A, B, C
- ข. A, C, D
- ค. B, C, D
- ง. C, D, E
- จ. A, D, E

32. สารใดละลายน้ำได้ดีที่สุด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

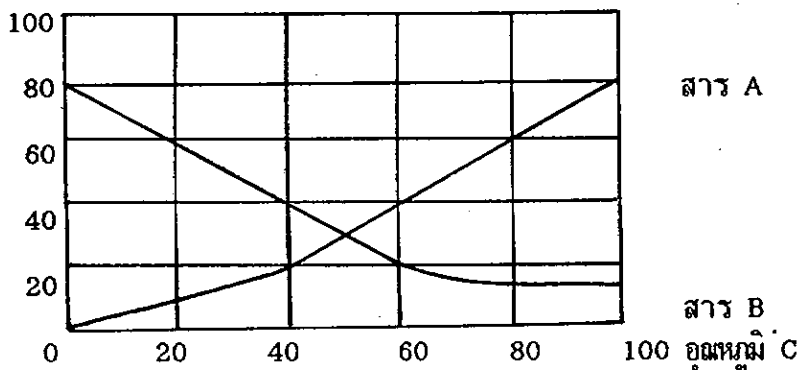
33. จากผลการทดลองข้อใดที่สรุปได้ว่าสารชนิดเดียวกัน ละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ต่างกัน

- ก. สาร A ละลายน้ำได้ 7 ชั้น แต่สาร C ละลายได้ 5 ชั้น
- ข. สาร C ละลายน้ำได้ 5 ชั้น แต่สาร E ไม่ละลายในน้ำ
- ค. สาร D ละลายน้ำได้ 2 ชั้น แต่สาร E ไม่ละลายน้ำ
- ง. สาร E ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์
- จ. สาร A, C, D, ไม่ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์

คำชี้แจง กราฟต่อไปนี้ แสดงความสามารถในการละลายของสาร A และ B ในน้ำใช้ข้อมูลนี้ ประกอบการตอบคำถามข้อ 34 - 35

ความสามารถในการละลาย

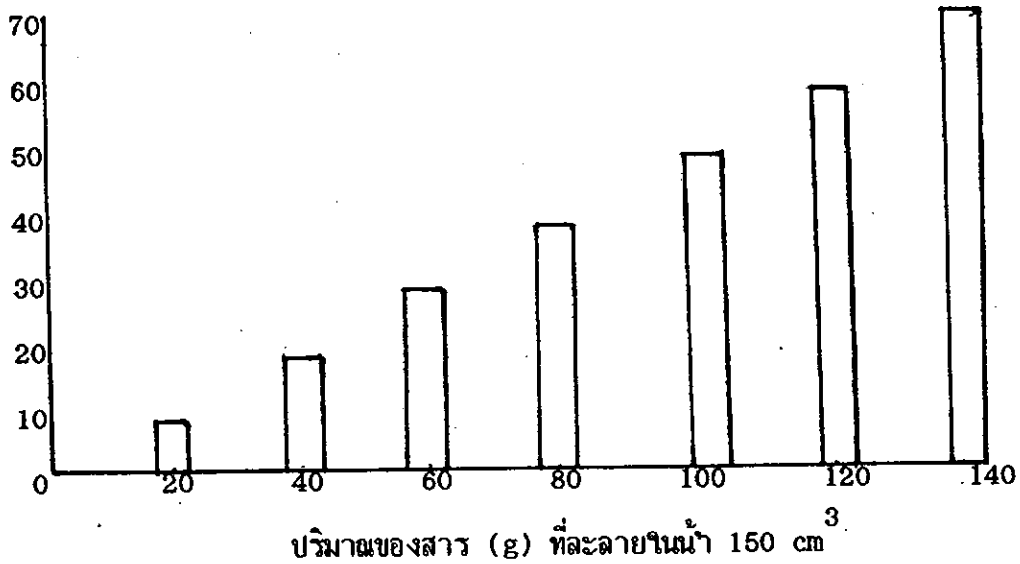
(g/100 cm³)



34. ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สาร B ละลายน้ำได้กี่กรัม
- 80 กรัม
 - 60 กรัม
 - 40 กรัม
 - 20 กรัม
 - 10 กรัม
35. จากกราฟแสดงความสามารถในการละลายของสาร A จะสรุปได้อย่างไร
- สาร A ละลายน้ำได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิต่ำลง
 - ความสามารถในการละลายของสาร A ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ
 - สาร A ละลายได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 - สาร A ละลายได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 - ความสามารถในการละลายของสาร A จะคงที่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

จากกราฟต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถาม ข้อ 36 - 38

อุณหภูมิ (°C)



36. จากกราฟสรุปความสามารถในการละลายของสารได้ว่าอย่างไร
- สารจะละลายได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - สารจะละลายได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิต่ำลง
 - สารจะละลายได้น้อย เมื่ออุณหภูมิต่ำลง
 - ปริมาณสารที่ละลายไม่คงที่ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - ไม่แน่นอนเมื่ออุณหภูมิต่ำลง
37. ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ถ้าใส่สารลงไป 50 กรัม ในน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะเป็นอย่างไร
- สารละลายไม่หมด
 - สารจะละลายหมดพอดี
 - สารเหลือ 10 กรัม
 - สารเหลือ 20 กรัม
 - สารขาดไป 10 กรัม
38. ถ้าต้องการให้สารที่ตกผลึกที่อุณหภูมิห้อง (35°C) ต้องเติมสารเท่าไรในน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 20 กรัม
 - 40 กรัม
 - 60 กรัม
 - 70 กรัม
 - 80 กรัม
39. สารต่อไปนี้สารในข้อใดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็น น้ำเงิน ทั้งหมด
- น้ำเชื่อม น้ำอัลมอนด์
 - น้ำขี้เถ้า สารละลายผงซักฟอก
 - น้ำมะนาว ผงฟู
 - น้ำมะขาม น้ำเกลือ
 - น้ำส้มสายชู น้ำปูนใส

40. ข้อใดเป็นกรดที่ได้จากพืช

- ก. กรดกำมะถัน
- ข. กรดเกลือ
- ค. กรดน้ำส้ม
- ง. กรดอินปะลิว
- จ. กรดคาร์บอนิก

จงใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 41 - 43

กรด	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมสารละลายเงินเขียนไวโอเลต
A	ไม่เปลี่ยนแปลง
B	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง
D	เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียว
E	เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวอมน้ำเงิน

41. กรดชนิดใดเป็นกรดอินทรีย์

- ก. D และ E
- ข. A และ B
- ค. A, B และ C
- ง. C และ D
- จ. ยังสรุปไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

42. น้ำส้มสายชูปลอมมีกรดชนิดใดเจือปนอยู่
- E
 - D
 - A และ B
 - D และ E
 - A หรือ B หรือ C
43. กรดชนิดใดที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหารแล้ว ไม้เป็นอันตราย ต่อร่างกาย
- A, B, C, D, และ E
 - A, B, C, D
 - A, B, C
 - D และ E
 - ยังสรุปไม่ได้
44. เย็นวันหนึ่งขณะที่แม่กำลังทำกับข้าวบังเอิญน้ำปลาหมด นักเรียนควรแนะนำให้แม่ใช้สารใดแทน
- โซเดียมคาร์บอเนต
 - โซเดียมคลอไรด์
 - ซูโครส
 - กลูโคส
 - โมโนโซเดียมกลูตาเมต
45. "สารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบสย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง จากข้อความนี้ตัวแปรต้นคืออะไร
- การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
 - การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีแดง
 - การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน
 - สารที่มีสมบัติเป็นกรด
 - สารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบส

46. สารกลุ่มใดต่อไปนี้จัดเป็นสารบริสุทธิ์
- น้ำเชื่อม หินปูน โซเดียมคลอไรด์
 - น้ำมันก๊าด น้ำมันพืช น้ำคลอง
 - ทองแดง กำมะถัน อากาศ
 - น้ำตาลทราย พรอท ค่างทับทิม
 - น้ำมันพืช น้ำทะเล น้ำอัดลม
47. สบู่เกิดจากการนำสารใดมาผสมกัน
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำมันพืช
 - สารละลายผงซักฟอกกับน้ำมันพืช
 - แชมพูกับน้ำมันพืช
 - สารละลายโซเดียมคลอไรด์กับน้ำมันพืช
 - สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตกับน้ำมันพืช
48. เหตุผลข้อใดสนับสนุนว่าผงซักฟอกทำความสะอาดเสื้อผ้าได้
- สารละลายผงซักฟอกทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกมาได้
 - สารละลายผงซักฟอกมีฟองที่ขจัดคราบสกปรก
 - สารละลายผงซักฟอกละลายไขมันได้
 - สารละลายผงซักฟอกมีฤทธิ์เป็นกรดจึงขจัดสิ่งสกปรกได้
 - สารละลายผงซักฟอกมีฤทธิ์เป็นเบสจึงขจัดสิ่งสกปรกได้
49. ถ้าในบ้านมีหลอดยาสีฟัน น้ำมันใส่ผม เครื่องสำอาง ซึ่งเป็นสารใช้ภายนอกที่มีลักษณะเป็นหลอดเหมือนกันควรใช้สารเหล่านี้อย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย
- ศึกษาสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารนั้น ๆ
 - ศึกษาถึงพิษและอันตรายของสารเหล่านั้น
 - ดูเครื่องหมายมาตรฐานรับรองสินค้า
 - ศึกษาวิธีใช้จากคำอธิบาย
 - เชื่อตามคำโฆษณา

50. จากตารางข้างล่างนี้ใช้เกณฑ์อะไรในการจัดประเภท

ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2
<p>สบู่</p> <p>ผงซักฟอก</p> <p>แชมพู</p>	<p>น้ำยาล้างห้องน้ำ</p> <p>น้ำส้มสายชู</p> <p>น้ำอัดลม</p>

- ก. จุดเดือด
 - ข. สถานะ
 - ค. ชนิดของธาตุ
 - ง. การนำไฟฟ้า
 - จ. สมบัติเป็นกรด-เบส
-

ภาคผนวก ค

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 1 - 2

เรื่อง การจำแนกสารรอบตัวและองค์ประกอบของสารเนื้อเดียว

ความคิดรวบยอด

สารรอบตัวมีสถานะต่าง ๆ กัน เมื่อใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์การจำแนกแบ่งได้ 2 พวก คือ สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม สารเนื้อเดียวเป็นสารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวมีองค์ประกอบของสารเพียงอย่างเดียวหรือมากกว่าหนึ่งอย่างก็ได้ การแยกสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างโดยวิธีการระเหยแห้งซึ่งทำได้โดยการนำสารเนื้อเดียวมาต้มจนของเหลวระเหยไปหมดจะเหลือสารที่เป็นของแข็ง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้
2. จำแนกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารและสารเนื้อผสมได้
3. ทดลองและสรุปวิธีการแยกองค์ประกอบของสารเนื้อเดียวโดยการระเหยได้
4. สรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการขององค์ประกอบของสารเนื้อเดียวได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 1 เรื่องการจำแนกสารรอบตัวและองค์ประกอบของสารเนื้อเดียว
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 1
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขึ้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองที่ปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลอง เรื่องการจำแนกสารรอบตัวและองค์ประกอบของสาร
เนื้อเดียว
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เรื่องการจำแนกสารรอบตัวและองค์
ประกอบของสารเนื้อเดียว

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
คาบที่ 3 - 6
เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม

ความคิดรวบยอด

การแยกสารเนื้อผสมทำได้โดยการกรอง การระเหย การระเหิด และการใช้อำนาจแม่เหล็ก การกรองเป็นการแยกประกอบของสารเนื้อผสมที่ไม่ละลายน้ำ การระเหยเป็นการแยกองค์ประกอบของสารที่ละลายได้ในน้ำ การระเหิดเป็นปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นกาซหรือไอโดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด สามารถแยกองค์ประกอบสารเนื้อผสมโดยอาศัยสมบัติการระเหิดและการแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมซึ่งองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ การแยกสารเนื้อผสมด้วยวิธีการเหล่านี้เป็นการแยกสารโดยวิธีการทางกายภาพเมื่อแยกสารองค์ประกอบออกแล้วสารที่ได้จะมีสมบัติเหมือนเดิม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า การกรอง การระเหย การระเหิดได้
2. ทดลองและสรุปหลักการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสมโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพได้
3. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 2 เรื่องการแยกสารเนื้อผสม
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 2
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติการรวมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติการรวมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลอง เรื่องการแยกสารเนื้อผสม
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เรื่องการแยกสารเนื้อผสม

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติการรวม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนแบบทดลอง

คาบที่ 7 - 8

เรื่อง จะแยกสารเนื้อเดียวได้อย่างไร

ความคิดรวบยอด

การแยกสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถแยกองค์ประกอบได้โดยให้ซึมผ่านวัตถุบางอย่าง เช่น ซอล์ก หรือกระดาษกรอง วิธีการนี้ เรียกว่า วิธีโครมาโทกราฟี เป็นการแยกสารเนื้อเดียวออกจากกันให้เป็นสารบริสุทธิ์ อาศัยหลักการที่ว่า สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายต่างกันและถูกดูดซับที่ต่างกันจึงทำให้สารแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและสรุปวิธี การแยกสารเนื้อเดียวโดยวิธีโครมาโทกราฟีได้
2. สามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 3 เรื่องจะแยกสารเนื้อเดียวได้อย่างไร
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 3
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขึ้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติกาทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติการรวมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติการรวมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลองเรื่องจะแยกสารเนื้อเดียวได้อย่างไร
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่องจะแยกสารเนื้อเดียวได้อย่างไร

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติการรวม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 9 - 10

เรื่อง สารละลาย

ความคิดรวบยอด

สารชนิดต่าง ๆ มีความสามารถในการละลายน้ำได้ต่างกันสารบางชนิดละลายน้ำได้ บางชนิดไม่ละลายน้ำ และปริมาณของสารที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันการละลายของสารในน้ำจะละลายได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า สารละลาย ตัวละลาย ผสม และการตกผลึกได้
2. ทดลองและเปรียบเทียบการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำได้
3. ชั่งตัวทำละลายและตัวถูกละลายได้
4. ออกแบบและทดลองทดลองจนสรุปเกี่ยวกับการละลายของสารเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 4 เรื่องสารละลาย
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 4
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลองเรื่อง สารละลาย
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง สารละลาย

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 11 - 12

เรื่อง การละลายของสารในตัวละลายต่างกัน

ความคิดรวบยอด

สารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ต่างกัน สารต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวได้ต่างกัน และการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย เรียกว่าความเข้มข้นของสารละลาย การบอกความเข้มข้นของสารละลายนิยมบอกเป็นปริมาตรหรือมวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายอิ่มตัว คือ สารที่มีตัวถูกละลายอยู่เต็มที่อุณหภูมิไม่สามารถละลายได้อีกแล้วในอุณหภูมิขณะนั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า สารละลายอิ่มตัว ความเข้มข้นของสารละลาย
2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายต่างชนิดได้
3. เขียนแผนภูมิแห่งแสดงการละลายของสารในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้
4. คำนวณความเข้มข้นเป็นร้อยละของสารในสารละลายได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 5 เรื่องการละลายของสารในตัวทำละลายต่างกัน
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 5
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้^๕ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลองเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลายต่างกัน
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลายต่างกัน

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 13 - 14

เรื่อง ความเป็น กรด - เบส ของสารที่ใช้น้ำ

ความคิดรวบยอด

สารที่ทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินแล้วได้สีแดง มีสมบัติเป็นกรด ส่วนสารที่ทำให้กระดาษลิตมัสสีแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน มีสมบัติเป็นเบส สารที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสอง มีสมบัติเป็นกลาง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. จำแนกสารที่ใช้น้ำโดยใช้ประโยชน์และสมบัติความเป็นกรด - เบส เป็นเกณฑ์ได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติของสารเมื่อทำปฏิกิริยากับกระดาษลิตมัสได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลอง เรื่อง ความเป็นกรด - เบส ของสารที่ใช้น้ำ
2. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในแบบฝึกทักษะการทดลอง
2. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถาม เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลอง เรื่อง ความเป็นกรด - เบส ของสารที่ใช้ในบ้าน
2. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ความเป็นกรด - เบสของสารที่ใช้ในบ้าน

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 15 - 17

เรื่อง สมบัติของสารที่เป็นกรดและกรดในชีวิตประจำวัน

ความคิดรวบยอด

กรดมีสมบัติทั่วไป คือมีรสเปรี้ยว เมื่อถูกกับสังกะสีและหินปูนจะเกิดฟองก๊าซ และทำให้สังกะสี หินปูนผุกร่อน กรดที่ใช้ในชีวิตประจำวันเป็นกรดที่ได้จากพืช ได้แก่ กรดน้ำส้ม น้ำมะนาว น้ำมะขาม เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายเงินเขียนไวโอเลตจะไม่เปลี่ยนสีของเงินเขียนไวโอเลต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองและสรุปสมบัติที่ทดสอบอย่างง่าย ๆ ของกรดได้
2. เลือกสารบางชนิดที่ใช้ในบ้านได้โดยอาศัยสมบัติของกรด
3. ทดสอบเพื่อชี้บ่งประเภทของกรดได้
4. ทดสอบน้ำส้มสายชูอย่างง่าย ๆ ได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผล การทดลองได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 7 เรื่องสมบัติของสารที่เป็นกรดและกรดในชีวิตประจำวัน
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 7
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขึ้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติกรทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลองเรื่อง สมบัติของสารที่เป็นกรดและกรดในชีวิตประจำวัน
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง สมบัติของสารที่เป็นกรดและกรดในชีวิตประจำวัน

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกทักษะการทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 18 - 20

เรื่อง สารที่เป็นเบส

ความคิดรวบยอด

เบสมีสมบัติทั่วไป คือ เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินมีรสฝาด เมื่อถูกกับแอมโมเนียในแคทรต ได้ก๊าซที่มีกลิ่นคล้ายแอมโมเนีย เมื่อถูกกับอะลูมิเนียมจะเกิดฟองก๊าซ เมื่อถูกกับน้ำมันพืชหรือน้ำมันหมูจะได้สารละลายขุ่นมีฟองคล้ายสบู่ น้ำมันพืชหรือน้ำมันหมูไม่ละลายน้ำ สบู่ ผงซักฟอก และแชมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำได้สารละลายขุ่นขาว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปสมบัติโดยทั่วไปของเบสได้
2. ทดลองเปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับการละลายของน้ำมันพืชหรือน้ำมันหมูในน้ำก่อนและหลังเติมสารทำความสะอาดบางชนิดได้
3. อธิบายสาเหตุที่สบู่ ผงซักฟอกและแชมพูสามารถทำความสะอาดได้
4. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองและบันทึกผลการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแจกเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 8 เรื่องสารที่เป็นเบส
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองชุดที่ 8
3. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลองเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ปฏิบัติการทดลอง

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ในขั้นก่อนการทดลอง
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง
6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นหลังการทดลอง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกทักษะการทดลองเรื่อง สสารที่เป็นเบส
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง สสารที่เป็นเบส

การประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกทักษะการทดลอง

ภาคผนวก ง

แบบฝึกทักษะการทดลอง

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 1

เรื่อง การจำแนกสารรอบตัวและองค์ประกอบของสารเนื้อเดียว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้
2. จำแนกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้
3. ทดลองและสรุปวิธีการแยกองค์ประกอบของสารเนื้อเดียวโดยการระเหยได้
4. สรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการขององค์ประกอบของสารเนื้อเดียวได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

คำชี้แจง

1. แบบฝึกมีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาดูการกำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

การจำแนกสารรอบตัว

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

ค.ญ. นำฝนไปซื้อของกับแม่ที่ศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง เมื่อกลับมาบ้านแม่แบ่งสิ่งของเป็น 2 พวก คือ พวกที่ใช้ทำความสะอาด กับพวกที่รับประทานได้ พวกที่ใช้ทำความสะอาด เช่น ผงซักฟอก สบู่ น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำยาขัดพื้น พวกที่รับประทานได้ เช่น น้ำส้มสายชู น้ำหวาน ขนมคุกกี้ น้ำพริก แอ่งส้ม ข้าวเหนียวมะม่วง ฝนมีความรู้สึกตื่นเต้นเมื่อแม่บอกให้แบ่งสิ่งของต่าง ๆ ตามความคิดของฝนบ้าง



2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นั้น ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ โดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สาเหตุ คือ เมื่อสิ่งเกิดสารชนิดต่าง ๆ
ผล คือ สารบางชนิดจะมีสถานะและลักษณะเนื้อสารต่างกัน
- ข. สาเหตุ คือ เมื่อสิ่งเกิดสารชนิดต่าง ๆ
ผล คือ สารบางชนิดจะมีสถานะของสารต่างกัน
- ค. สาเหตุ คือ สารบางชนิดจะมีสถานะและลักษณะเนื้อสารต่างกัน
ผล คือ เมื่อสิ่งเกิดสารชนิดต่าง ๆ
- ง. สาเหตุ คือ สารบางชนิดจะมีลักษณะเนื้อสารต่างกัน
ผล คือ เมื่อสิ่งเกิดสารชนิดต่าง ๆ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษร ที่อยู่หน้าข้อความนั้นๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้น มาเขียนเรียบเรียงใหม่ ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า....แล้ว....ข้อความนี้

เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองตั้งข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการทดลองอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้าง มาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1. เมล็ดข้าวสุก | 11. ลอดช่องน้ำกะทิ |
| 2. แป้งมัน | 12. ส้มตำ |
| 3. เกลือแกง | 13. บิ๊กเกอร์ |
| 4. น้ำตาลทราย | 14. หลอดทดลอง |
| 5. น้ำพริก | 15. ตะเกียงแอลกอฮอล์ |
| 6. ถ่าน | 16. ที่จับหลอดทดลอง |
| 7. น้ำเกลือ | 17. ตะแกรงพร้อมที่กั้นลม |
| 8. น้ำหวาน | 18. กระดาษขาว |
| 9. น้ำส้มสายชู | 19. แห้งแก้วสำหรับคน |
| 10. ดิน | |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนี้ให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง
-
-
-
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ในรูปการเรียงลำดับ และ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบการบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้นให้เข้าใจความสมบูรณ์
- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-
- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-
- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุป เพื่อเป็นความรู้ใหม่

.....
.....
.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปสรรคที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอน การใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....
.....
.....

บทสรุปเพิ่มเติม

การจำแนกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์จะจำแนกสารออกได้ 2 ประเภท คือ สารเนื้อเดียว กับสารเนื้อผสม

1. **สารเนื้อเดียว** คือ สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน องค์ประกอบของสารมีสมบัติ เหมือนกันทุกประการ สารเนื้อเดียวเป็นได้ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ

ของแข็ง เช่น ทองคำ เหล็ก ตะกั่ว แก้ว

ของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำ

ก๊าซ เช่น ก๊าซออกซิเจน ไอ้ น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

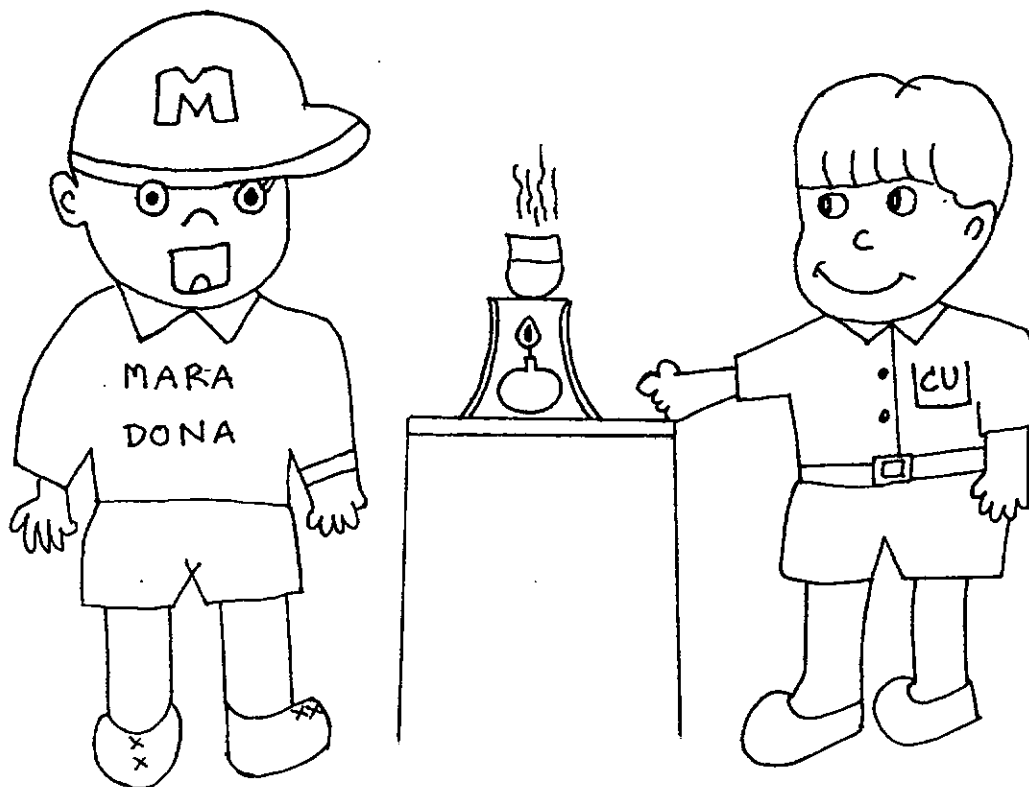
2. **สารเนื้อผสม** คือ สารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และประกอบด้วยสาร มากกว่า 1 ชนิด ลักษณะหรือสมบัติของสารไม่เหมือนกัน เช่น น้ำมัน พริกเกลือ น้ำโคลน ดิน ส้มตำ น้ำส้มผสมน้ำ

องค์ประกอบของสารเนื้อเดียว

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

ไชฟาย พบบีกเกอร์ที่ใส่ของเหลวที่มีลักษณะขาวใสไม่มีสีในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ จึงเรียกเพื่อนมาดู แล้วทั้งสองคนปรึกษากันว่า สารที่อยู่ในบีกเกอร์น่าจะเป็นสารเนื้อเดียวตามที่เคยเรียนมา เพื่อนถามไชฟายว่า ถ้าเป็นสารเนื้อเดียวจะเป็นสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบของสารเพียงอย่างเดียวหรือมากกว่า 1 อย่าง ไชฟายบอกว่าต้องทำการพิสูจน์โดยการนำสารเนื้อเดียวนั้นไปต้มให้ของเหลวระเหยไป



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่ไซฟายจะลงมือต้มสารเนื้อเดียวเขาเกิดความสงสัยว่า เมื่อต้มจนแห้งจะเหลือสารเป็นของแข็งหรือไม่มีสารเหลืออยู่เลย

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 ปัญหาของไซฟายในเรื่องนี้ คือข้อใด
 - ก. เมื่อแยกสารเนื้อเดียวจะเหลือสารที่เป็นของแข็ง
 - ข. เมื่อแยกสารเนื้อเดียวจะเหลือสารที่เป็นสีต่าง ๆ
 - ค. เมื่อต้มสารเนื้อเดียวจนแห้งจะเหลือสารที่เป็นของแข็ง
 - ง. เมื่อต้มสารเนื้อเดียวจนแห้งจะไม่เหลือสารอยู่เลย

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกต้องให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมียมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องนั้นมาเรียบเรียงใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นั้น ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สาเหตุ เมื่อต้มสารเนื้อเดียวจนแห้ง
ผล จะเหลือสารที่เป็นของแข็ง
- ข. สาเหตุ เมื่อต้มสารเนื้อเดียวจนแห้ง
ผล จะไม่เหลือสารอยู่เลย
- ค. สาเหตุ จะเหลือสารที่เป็นของแข็ง
ผล เมื่อต้มสารเนื้อเดียวจนแห้ง
- ง. สาเหตุ จะไม่เหลือสารอยู่เลย
ผล เมื่อต้มสารเนื้อเดียวจนแห้ง

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้น มาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

- 2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.

 2.

 3.

 4.

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสรรและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. น้ำกลั่น | 6. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 2. สารละลายแอมโมเนีย | 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่ก้นกลมและตะแกรงลวด |
| 3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ | 8. หลอดหยด |
| 4. จานหลุมโลหะ | 9. ที่ตั้งหลอดทดลอง |
| 5. ไม้ขีดไฟ | 10. แท่งแก้วคน |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง
-
-
-
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือแยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-
- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-
- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

๕
 ขณหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่
-
-
-
8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีข้อหาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีข้อหาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้ข้ออย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-
-
-

บทสรุปเพิ่มเติม

สารเนื้อเดียว อาจเป็นสารที่มีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว หรือมากกว่าหนึ่งอย่างก็ได้

ถ้าสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเป็นของแข็งละลายในของเหลว สามารถแยกองค์ประกอบนั้น ออกจากกันได้โดยการนำไปต้มจนแห้งจะเหลือแต่องค์ประกอบที่เป็นของแข็ง วิธีการนี้เรียกว่า การระเหยแห้ง

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 2
เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า การกรอง การระเหย และการระเหิดได้
2. ทดลองและสรุปหลักการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสมโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพได้
3. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

คำชี้แจง

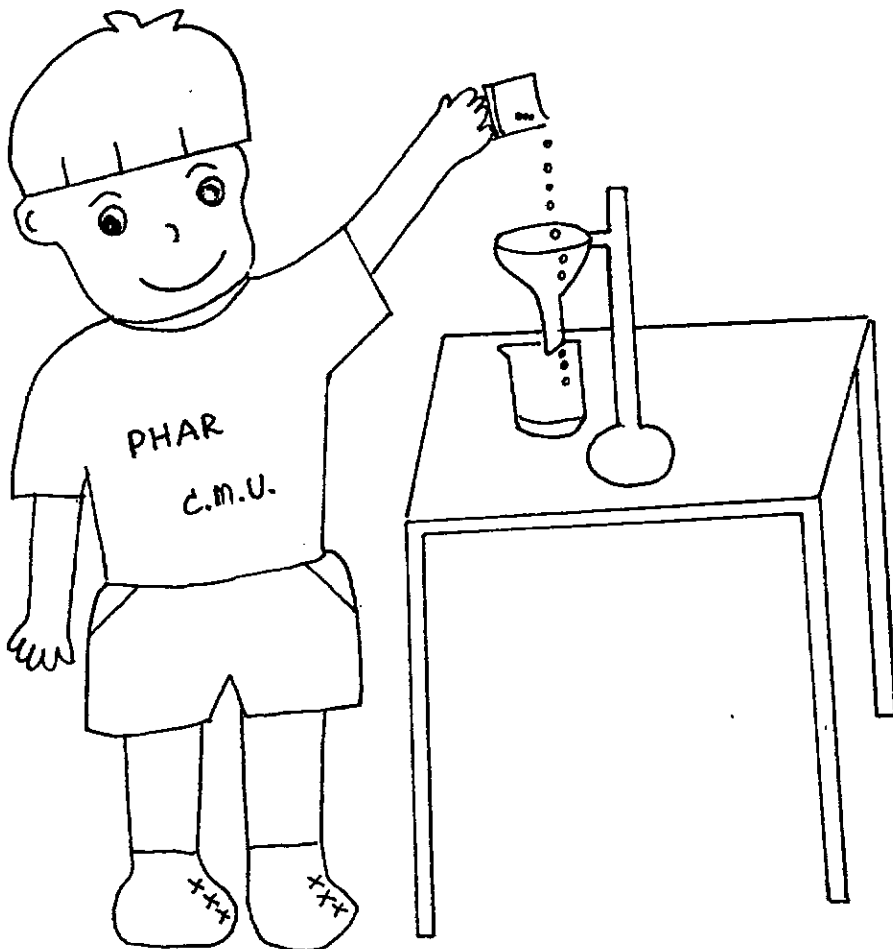
1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

ตอนที่ 1

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

ปรีดีพาเพื่อนมาตั้งอยู่หน้าโต๊ะ เขาสังเกตเห็นว่าของเหลวในขวดมีสีขาวขุ่น เขาจึงลองเอาผ้าขาวบางมากรองสารปรากฏว่า สิ่งที่กรองได้เป็นแป้ง เขาจึงสรุปได้ว่าน้ำในขวดนี้เป็นสารเนื้อผสมตามที่เขาเคยจำแนกลักษณะเนื้อสารมาแล้ว พบว่าสารเนื้อผสมจะมีสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันอยู่ ต่อมาในชั่วโมงวิชาวิทยาศาสตร์ปรีดีรู้สึกตื่นเต้นดีใจ เมื่อครูบอกให้นักเรียนทุกคนทดลองแยกสารเนื้อผสมที่ครูเตรียมไว้ให้โดยใช้กระดาษกรอง



3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการทดลองอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้าง มาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. กระดาษกรอง | 9. ข้อนเบอร์ 2 |
| 2. ไม้ขีดไฟ | 10. หลอดฉีดยาขนาด 10 cm ³ |
| 3. ขาดังและที่จับหลอดทดลอง | 11. ถ้วยกระเบื้อง |
| 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 12. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ |
| 5. หลอดทดลองขนาดกลาง | 13. โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) |
| 6. แท่งแก้วสำหรับคน | 14. ผงถ่าน |
| 7. กรวยพลาสติก | 15. น้ำกลั่น |
| 8. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | |

3.2 นักเรียนจงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ในรูปการเรียงลำดับ และ/หรือแยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบการบันทึกผลข้อมูลแบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้นให้ได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

ชั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุป เพื่อเป็นความรู้ใหม่
-
-
-
8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-
-
-

บทสรุปเพิ่มเติม

การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมที่ไม่ละลายในน้ำทำได้โดยการกรอง ส่วนการแยกองค์ประกอบของสารที่ละลายได้ใต้น้ำทำได้โดยการระเหยจนแห้ง

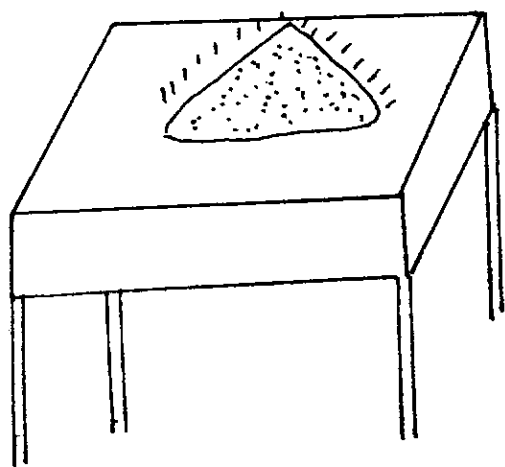
การแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีการกรองและ/หรือการระเหยจนแห้ง สามารถนำไปใช้ในการแยกสารเนื้อผสมอื่น ๆ ได้ เช่น การกรองน้ำกะทิออกจากกาก การกรองเอาฝุ่นผงออกจากน้ำเชื่อม การพามาเกลือ

ตอนที่ 2

ขั้นก่อนการทดลอง

สถานการณ์

หนูเหวนเป็นคนช่างสังเกตและชอบจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต วันหนึ่งเพื่อนให้แม่เหล็ก มาแท่งหนึ่ง หนูเหวนรู้สึกดีใจมากเที่ยวเอาแม่เหล็กไปดูดสิ่งของต่าง ๆ ปรากฏว่ามีทั้งที่ติดกับแม่เหล็ก และไม่ติดกับแม่เหล็ก หนูเหวนจดบันทึกแยกไว้เป็นพวก จากการรวบรวมหนูเหวนพบว่าพวกที่แม่เหล็กดูดติดได้นั้นเป็นพวกที่ทำมาจากโลหะ ต่อมาหนูเหวนพบของผสมก้อนหนึ่งที่มีลักษณะเป็นผงสีขาวปนกับผงสีเหลือง หนูเหวนอยากจะแยกสารในของผสมนี้โดยใช้แม่เหล็กดูด



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่จะแยกสารเนื้อผสม หนูแหวนเกิดความสงสัยว่า เมื่อสังเกตลักษณะเนื้อสารจะเป็นอย่างไร และองค์ประกอบของสารส่วนใดที่ติดมากับแม่เหล็ก

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 ปัญหาของหนูแหวนในเรื่องนี้ คือข้อใด
 - ก. เมื่อสังเกตลักษณะเนื้อสารจะเป็นอย่างไร
 - ข. องค์ประกอบของสารส่วนใดที่ติดมากับแม่เหล็ก
 - ค. องค์ประกอบของสารใดที่ไม่ติดมากับแม่เหล็ก
 - ง. ถูกทุกข้อ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเรียบเรียงใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นี้ ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สาเหตุ เมื่อสังเกตลักษณะเนื้อสาร
ผล ลักษณะเนื้อสารจะต่างกัน
- ข. สาเหตุ เมื่อแยกองค์ประกอบสารเนื้อผสม
ผล ส่วนที่เป็นผงสีดำติดมากับแม่เหล็ก
- ค. สาเหตุ ลักษณะเนื้อสารจะต่างกัน
ผล เมื่อแยกองค์ประกอบสารเนื้อผสม
- ง. สาเหตุ ส่วนที่เป็นผงสีดำจะติดมากับแม่เหล็ก
ผล เมื่อแยกองค์ประกอบสารเนื้อผสม

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

- 2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.

 2.

 3.

 4.

 5.

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. กระดาษสีขาว | 4. ผงกำมะถัน |
| 2. แม่เหล็ก | 5. โซเดียมคลอไรด์ |
| 3. ผงตะไบเหล็ก | 6. แท่งสำหรับคน |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....

.....
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผล ข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่

.....

.....

.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปฏิกิริยาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือถ้าหากนักเรียนไม่มีปฏิกิริยาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

บทสรุปเพิ่มเติม

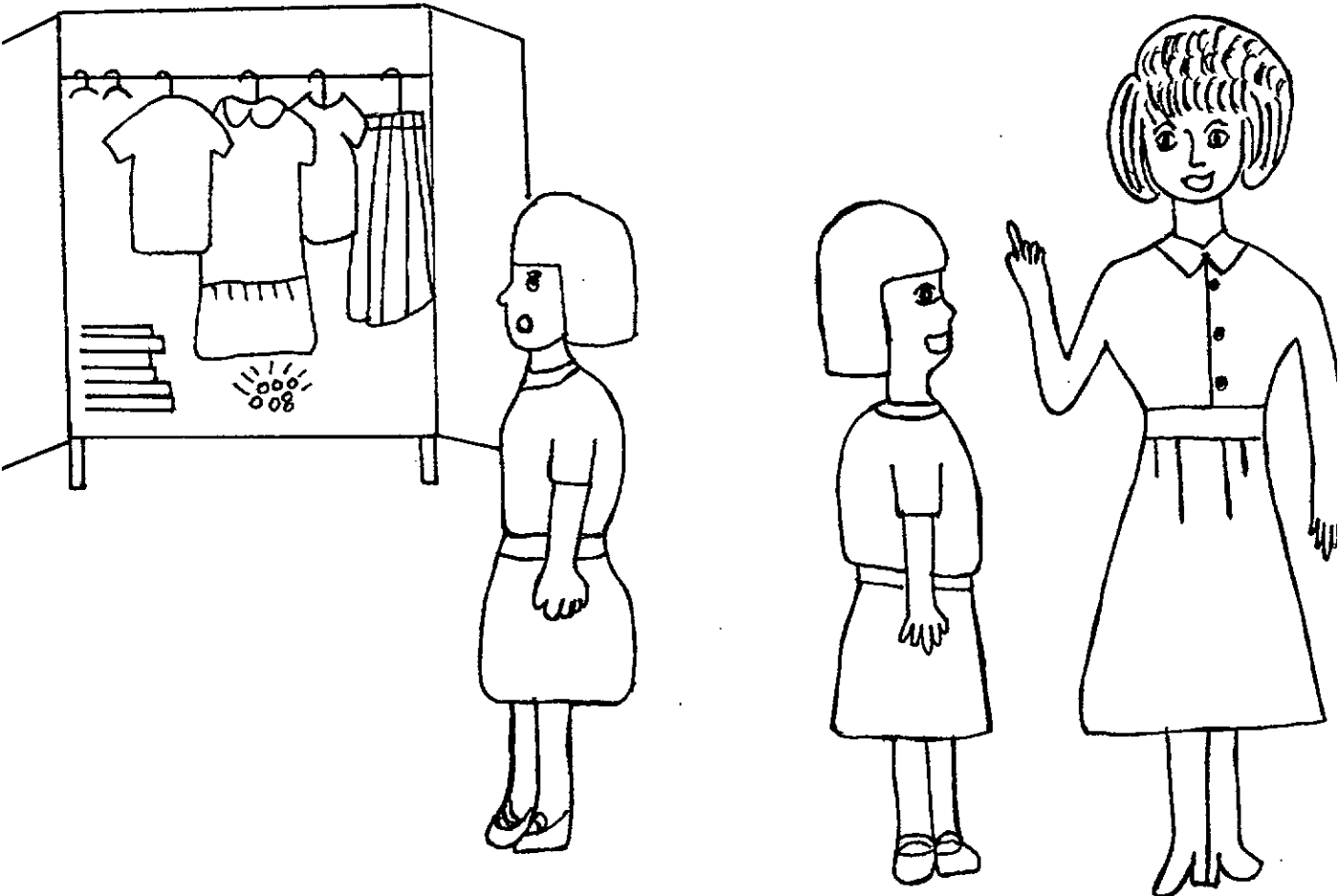
การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสม ซึ่งองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ สามารถแยกสารได้โดยการใช้แม่เหล็กดูด

ตอนที่ 3

ขั้นก่อนการทดลอง

สถานการณ์

เมวิก้าเห็นพี่สาวเธอเลือกเสื้อผ้าใส่ตู้เสื้อผ้า เมวิก้าถามพี่สาวว่าใส่ลูกเข็มทำไม พี่สาวบอกว่าใช้ป้องกันแมลงไม่ให้กัดผ้า หลังจากนั้นหลายวันเมวิก้าไปเปิดตู้เสื้อผ้าไม่พบลูกเข็ม ได้แต่กลิ่นลูกเข็มในตู้ ทำให้เมวิก้ามีความอยากรู้ว่าลูกเข็มหายไปได้อย่างไร จึงไปถามครู ๗ อธิบายให้ฟังว่า มีสารบางชนิดที่มีสมบัติเฉพาะตัว คือ เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นก๊าซหรือไอ โดยไม่เปลี่ยนเป็นของเหลว เช่น ลูกเข็ม การบูร การที่สารมีสมบัติต่างกันเราสามารถนำมาใช้แยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิดที่มีลักษณะคล้ายกันได้ เมวิก้ารู้สึกดีใจมาก เมื่อครูบอกให้ทดลองแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็ง โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะของสาร



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่จะทำการทดลอง เมวิกาสงสัยว่า เมื่อสังเกตลักษณะเนื้อสารจะเป็นอย่างไร และ
 ถ้านำสารเนื้อผสมมาเผาจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้น

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของเมวิกาสงสัยในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. เมื่อสังเกตลักษณะเนื้อสารจะเป็นอย่างไร
- ข. เมื่อนำสารเนื้อผสมมาเผา
- ค. เมื่อนำสารเนื้อผสมมาเผาจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้น
- ง. ถูกทุกข้อ

ให้นักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความ
 นั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเรียบเรียง
 ใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.
 4.
 5.

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นี้ ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

ก. สาเหตุ คือ เมื่อสังเกตุลักษณะเนื้อสาร

ผล คือ เป็นของแข็งสีขาว

ข. สาเหตุ คือ เมื่อนำสารเนื้อผสมมาเผา

ผล คือ จะกลายเป็นไอ

ค. สาเหตุ คือ เป็นของแข็งสีขาว

ผล คือ เมื่อสังเกตุลักษณะเนื้อสาร

ง. สาเหตุ คือ จะกลายเป็นไอ

ผล คือ เมื่อนำสารเนื้อผสมมาเผา

ให้นักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

- 2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.
-
2.
-
3.
-
4.
-

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าชื่อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|---|----------------|
| 1. กระดาษแข็ง 6 cm x 6 cm | 6. ผงตะไบเหล็ก |
| 2. ไม้ขีดไฟ | 7. ซ้อนเบอร์ 1 |
| 3. ถ้วยกระเบื้อง | 8. ซ้อนเบอร์ 2 |
| 4. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ | 9. เกลือแกง |
| 5. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | 10. การบูร |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนี้ให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....

.....
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผล ข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่

.....
.....
.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้ข้ออย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....
.....
.....

บทสรุปเพิ่มเติม

1. การแยกสารเนื้อผสมเป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งสารต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เราสามารถแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิดได้โดยอาศัยสมบัติการระเหิด

2. การระเหิด คือ ปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นกาซหรือไอโดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน

จากการทดลองทั้งสามตอน เป็นการแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีการต่าง ๆ เช่นการกรอง การระเหยแห้ง การระเหิด และการใช้ไซ้มาจุ่มเหล็ก

นอกจากนี้ยังมีการแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีอื่น ๆ อีก เช่น การกลั่น การตกผลึก การใช้วิธีง่าย ๆ เช่น การเขี่ย การหยิบออก เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่เป็นส่วนประกอบ

การแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีดังกล่าวทั้งหมด เรียกว่า การแยกโดยวิธีทางกายภาพ ซึ่งเมื่อแยกแล้ว สารที่ได้จะมี สมบัติเหมือนเดิม

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 3

เรื่อง จะแยกสารเนื้อเดียวได้อย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปวิธีการแยกสารเนื้อเดียวโดยวิธีโครมาโทกราฟี
2. อธิบายความหมายของคำว่า สารบริสุทธิ์และยกตัวอย่างสารบริสุทธิ์ในชีวิตประจำวันได้
3. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

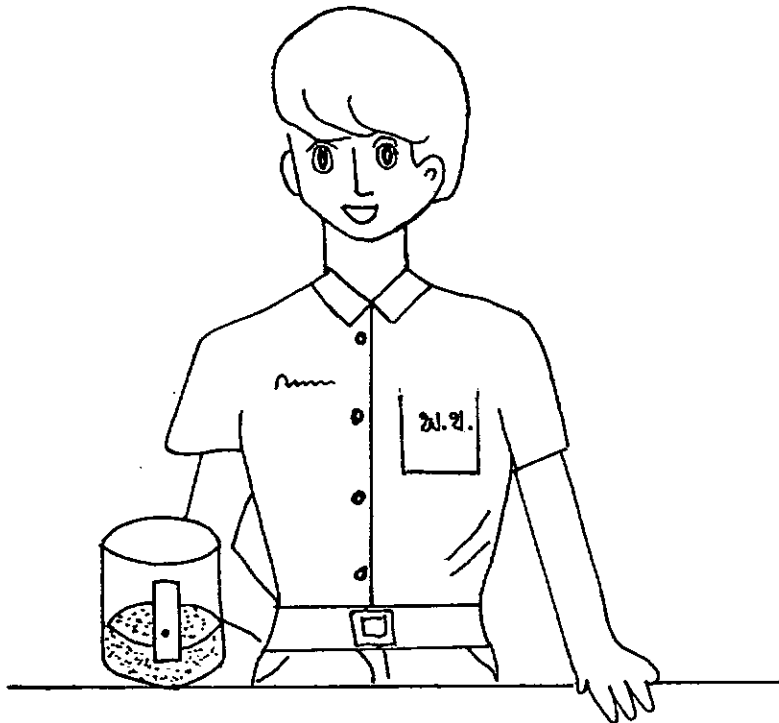
คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

มนตรีเคยเรียนเรื่องสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมมาแล้ว ทำให้เขาสามารถจำแนกสารชนิดต่าง ๆ ได้โดยใช้เกณฑ์ของเนื้อสาร ต่อมามนตรีได้ทำการทดลองเรื่องการแยกสารเนื้อผสม โดยการกรอง การระเหิด การใช้แม่เหล็กดูด ซึ่งการแยกสารเนื้อผสมด้วยวิธีเหล่านี้เป็นวิธีการทางกายภาพ คือสารที่แยกออกมาจะมีสมบัติเหมือนเดิม มนตรารู้สึกดีใจ เมื่อครูบอกให้ทำการทดลองเพื่อแยกสารเนื้อเดียวที่มองเห็นเป็นสีเดียวกัน เช่น น้ำหมักสีดํา โดยการใช้ตัวดูดซับ



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่จะทำการทดลอง มนตรีเกิดความสงสัยว่า สารเนื้อเดียวที่มองเห็นเป็นสีเดียวกันมีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างสามารถแยกสารออกได้โดยการผ่านตัวดูดซับหรือไม่

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของมนตรีในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบอย่างเดียว สามารถแยกสารออกได้โดยการผ่านตัวดูดซับ
- ข. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างสามารถแยกสารออกได้โดยการผ่านตัวดูดซับ
- ค. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบอย่างเดียวนั้นไม่สามารถแยกสารออกได้โดยการผ่านตัวดูดซับ
- ง. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างนั้นสามารถแยกสารออกได้โดยการผ่านตัวดูดซับ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะผิดมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเรียบเรียงใหม่เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
-
-
-
-
-

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ โดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

ก. สาเหตุ คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบหนึ่งอย่าง

ผล คือ ถูกแยกออกได้โดยผ่านวัตถุคุดซ์

ข. สาเหตุ คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่าง

ผล คือ สารที่เป็นองค์ประกอบจะแยกออกมาได้

ค. สาเหตุ คือ แยกสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่าง

โดยการผ่านวัตถุคุดซ์

ผล คือ สารที่เป็นองค์ประกอบจะแยกออกมาได้

ง. สาเหตุ คือ สารที่เป็นองค์ประกอบจะแยกออกมาได้

ผล คือ แยกสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่าง

โดยการผ่านวัตถุคุดซ์

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษร ที่อยู่หน้าข้อความนั้น (ซึ่งอาจจะมียมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้น มาเขียนเรียบเรียงใหม่ ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า...แล้ว...ข้อความนี้

เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการทดลองอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้าง มาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. สารละลายสีดํา | 5. กล้องพลาสติก เบอร์ 1 |
| 2. ซอล์กสีขาว | 6. น้ำกลั่น |
| 3. ปากกาหมึกซึมหรือปากกาคอแฉ่ง | 7. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 4. กระดาษกรองขนาด 2 cm x 5.8 cm | 8. กรวย |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง
-
-
-
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ในรูปการเรียงลำดับ และ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบการบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้นให้ได้รับความสมบูรณ์
- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-
- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-
- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

๕
 ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุป เพื่อเป็นความรู้ใหม่
-
-
-
8. จากทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-
-
-

บทสรุปเพิ่มเติม

สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างสามารถแยกออกจากกันได้ โดยให้ซึมผ่านวัตถุบางชนิด ซึ่งเป็นวัตถุตัวดูดซึม เช่น กระดาษกรอง ซอลก วิธีการเรียกว่า วิธีโครมาโทกราฟี โครมาโทกราฟี (Chromatography) เป็นวิธีการแยกสารเนื้อเดียวออกจากกันให้เป็นสารบริสุทธิ์ โดยอาศัยหลักที่ว่า

"สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างกัน และถูกดูดซับที่ต่างกัน จึงทำให้สารแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้"

ตัวทำละลาย จะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น น้ำ เอทิลแอลกอฮอล์ อีเทอร์

ตัวดูดซับ จะเป็นส่วนที่ติดอยู่กับที่ เช่น กระดาษ ซิลิกา เป็นต้น

เทคนิคโครมาโทกราฟี อาศัยสมบัติของสารดังนี้ คือ

- ก. สารที่ละลายในตัวทำละลายได้ดี และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้น้อยจะเคลื่อนที่ไปได้เร็ว
- ข. สารที่ละลายในตัวทำละลายได้น้อย และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้มากจะเคลื่อนที่ไปได้ช้า

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบของสารเพียงชนิดเดียว ไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้ ไม่มีสารชนิดอื่นมาเจือปนสมบัติของสารบริสุทธิ์ จะคงที่และมีสมบัติเฉพาะตัว เช่น ถ่าน ทองคำ น้ำ ก๊าซออกซิเจน เหล็ก เกลือแกง น้ำตาล ต่างทั้งมี

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 4

เรื่องสารละลาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า สารละลาย, ตัวทำละลาย, ตัวถูกละลาย, ผลึกและการตกผลึกได้
2. ทดลองและเปรียบเทียบการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำได้
3. ชั่งตัวทำละลายและตัวถูกละลายได้
4. ออกแบบการทดลองและทดลองคลอคจนสรุปเกี่ยวกับการละลายของสาร เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

คำชี้แจง

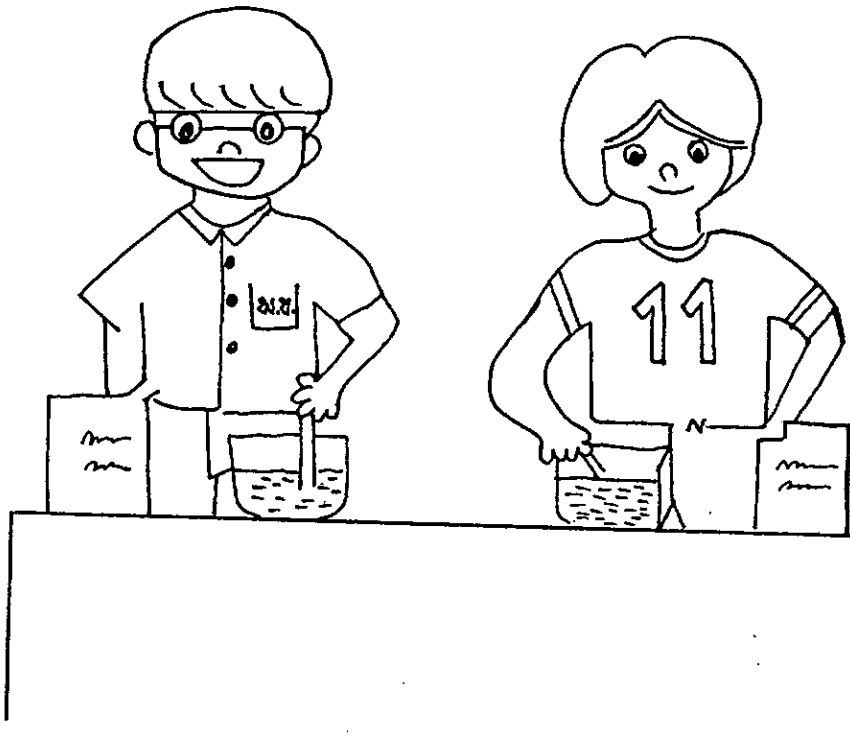
1. แบบฝึกที่มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหาตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

อภิวัฒน์เห็นแม่เอาน้ำตาลทรายละลายน้ำเพื่อเชื่อมกล้วย ปรากฏว่าน้ำตาลทรายละลายน้ำได้หมด มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน อภิวัฒน์ลองเอาเกลือแกง แป้งมัน ดินเหนียว มาละลายน้ำบ้าง เขาพบว่า เกลือแกงละลายน้ำได้ ส่วนแป้งมันและดินเหนียวไม่ละลายน้ำ อภิวัฒน์จึงไปชวนเพื่อนให้หาสารชนิดต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมาละลายน้ำแข่งขันกันเพื่อจะรู้ว่าสารใดบ้างละลายน้ำได้ สารใดละลายน้ำไม่ได้ และสารใดละลายน้ำได้มากที่สุด



3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้าง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1. ดินเหนียวบดละเอียด | 8. โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) |
| 2. หลอดทดลองขนาดกลาง | 9. คอปเปอร์ซัลเฟต (จุนดี) |
| 3. ช้อนเบอร์ 1 | 10. น้ำกลั่น |
| 4. หลอดจลิตยาขนาด 10 cm^3 | 11. แคลเซียมซัลเฟต |
| 5. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 12. โซเดียมไฮดรอกไซด์ |
| 6. แป้งมัน | 13. ตะเกียงแอลกอฮอล์ |
| 7. สารส้ม | 14. แท่งแก้วสำหรับคน |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

๕ ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง
-
-
-
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ในรูปการเรียงลำดับ และ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบการบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้นให้ได้ใจความสมบูรณ์
- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-
- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-
- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุป เพื่อเป็นความรู้ใหม่

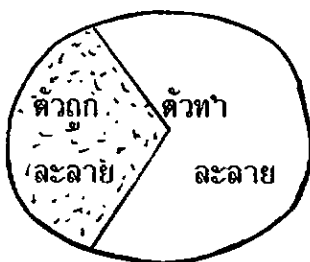
8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ
 ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอน
 การใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-

บทสรุปเพิ่มเติม

1. ถ้าใช้การละลายน้ำเป็นเกณฑ์ จะจำแนกสารได้เป็น 2 ประเภท คือสารที่ละลายได้ในน้ำและสารที่ไม่ละลายน้ำ
2. สารต่างชนิดกันละลายในน้ำได้ต่างกัน
3. สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวที่ประกอบไปด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
4. เกณฑ์ที่กำหนดว่าสารใดเป็นตัวทำละลายหรือตัวถูกละลายพิจารณาจากสถานะและปริมาณขององค์ประกอบ คือถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็นตัวถูกละลาย สารที่มีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลาย แต่ถ้าองค์ประกอบในสารละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเหมือนกับสารละลายจัดว่าเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลายเป็นตัวละลาย

ตัวอย่างตารางการขึ้นองค์ประกอบในสารละลาย

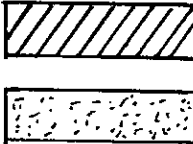
สารละลาย	องค์ประกอบ	ตัวถูกละลาย	ตัวทำละลาย
น้ำเกลือ	น้ำ + เกลือแกง	เกลือแกง	น้ำ
น้ำเชื่อม	น้ำ + น้ำตาลทราย	น้ำตาลทราย	น้ำ
น้ำยาล้างตา	น้ำ + ยา	ยา	น้ำ
แอลกอฮอล์สำหรับเช็ดแผล	น้ำ + แอลกอฮอล์	น้ำ	แอลกอฮอล์
นาก	ทองคำ+ทองแดง+เงิน	ทองคำ, เงิน	ทองแดง
ทองเหลือง	ทองแดง+สังกะสี	สังกะสี	ทองแดง
น้ำโซดา	น้ำ+ก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	น้ำ
อากาศ	ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ +อื่น ๆ	ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ก๊าซไนโตรเจน



สารละลายที่มีองค์ประกอบ
ซึ่งมีสถานะเดียวกัน



สถานะของสารละลาย



ตัวทำละลาย
สถานะขององค์ประกอบ
ในสารละลาย

สารละลายที่มีองค์ประกอบซึ่งมีสถานะต่างกัน

การละลายของสารเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

ด.ช. ปุกปุยได้ศึกษาเรื่องการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ พบว่าสารที่ละลายน้ำได้เป็นเนื้อเดียวกันเรียกว่า สารละลาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย ส่วนปริมาณของสารที่ละลายได้ในน้ำมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับสมบัติของสารนั้น ปุกปุยได้นำเอา เกลือแกง, สารส้ม, จุนสี มาละลายน้ำจนสารเหล่านั้นไม่ละลายน้ำอีก ปุกปุยพบว่า เกลือแกงละลายน้ำได้มากที่สุด สารส้มละลายน้ำได้น้อยที่สุด ๗ อุณหภูมิห้อง ถ้าปุกปุยอยากทดลองต่อไป เพื่อทดสอบว่าถ้าทำให้สารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้นสารส้มจะละลายได้เพิ่มขึ้นหรือไม่



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่ปุ๋ยจะทำกรทดลองเกิดความสงสัยว่า ถ้าสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้สารละลายได้มากขึ้นหรือไม่ และเมื่อสารละลายอิ่มตัว เย็นลงจะเกิดอะไรขึ้น

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของปุ๋ยในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น สารจะละลายได้มากขึ้น
- ข. สารละลายอิ่มตัว เมื่อเย็นลงจะเกิดอะไรขึ้น
- ค. สารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ไม่มีผลต่อการละลายของสาร
- ง. สารละลายเมื่อต้มให้ร้อนขึ้น จะมีตัวถูกละลายแยกออกมา

ให้นักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกต้องให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องมาเรียบเรียงใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.
 4.
 5.

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นี้ ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สาเหตุ ถ้าสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น
ผล ตัวถูกละลายสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น
- ข. สาเหตุ ถ้าสารละลายอิ่มตัวเย็นลง
ผล จะมีสารเป็นของแข็งเกิดขึ้น
- ค. สาเหตุ ตัวถูกละลายสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น
ผล ถ้าสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น
- ง. สาเหตุ จะมีสารเป็นของแข็งเกิดขึ้น
ผล ถ้าสารละลายอิ่มตัวเย็นลง

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.
.....
2.
.....
3.
.....
4.
.....

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าชื่อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1. ไมขีดไฟ | 6. โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) |
| 2. บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 7. สารส้ม |
| 3. เทอร์โมมิเตอร์ | 8. คอปเปอร์ซัลเฟต |
| 4. ตะเกียงแอลกอฮอล์ | 9. น้ำกลั่น |
| 5. ช้อนเบอร์ 2 | 10. ช้อนเบอร์ 1 |

3.2 นักเรียนจงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนี้ให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

๕ ขั้นปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง
-
-
-
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผล ข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-
- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-
- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

๕
 ขั้นหลังการทดลอง

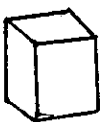
7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่
-
-
-
8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีใ้ดูหาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนมีใ้ดูหาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามี ขั้นตอนการใช้ข้ออย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-
-
-

บทสรุปเพิ่มเติม

การนำสารละลายอิ่มตัวไปทำให้ร้อน ตัวถูกละลายที่เป็นของแข็งมักจะละลายได้มากขึ้น เมื่อปล่อยให้สารละลายเย็นลงตัวถูกละลายจะละลายได้ น้อยลงและตัวถูกละลายเริ่มแยกตัว ออกจากสารละลาย เราเรียกกระบวนการที่ตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายอิ่มตัวเมื่อ อุณหภูมิต่ำลงว่า การตกผลึก

ผลึก เป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัวมีเหลี่ยม มุม และผิวหน้าเรียบ

รูปผลึกที่มีรูปร่างสมมาตร



เกลือแกง



สารส้ม



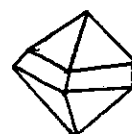
โกเมน



กำมะถัน



หินอ่อน



พลอยสี



จุนลี

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 5

เรื่อง การละลายของสารในตัวทำละลายต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า สารละลายอิ่มตัว ความเข้มข้นของสารละลาย
2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับการละลายของสารในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้
3. เขียนแผนภูมิแท่ง แสดงการละลายของสารในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้
4. คำนวณความเข้มข้นเป็นร้อยละของสารละลายได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

ชั้นก่อนการทดลอง

สถานการณ์

วันหนึ่งวินัย ช่วยพ่อทำเครื่องรถยนต์ เมื่อทำเสร็จแล้ววินัย มีรอยคราบน้ำมันเปื้อนอยู่หลายแห่ง วินัยนำไปซักด้วยผงซักฟอกปรากฏว่า คราบน้ำมันไม่ออก วินัยจึงไปถามแม่ แม่ให้คำแนะนำว่าควรใช้น้ำส้มล้างจึงจะออก วินัยนำน้ำส้มมาซักพบว่ารอยเปื้อนออกจริง ๆ เขารู้สึกแปลกใจว่า ทำไมน้ำมันไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในน้ำส้ม เขาจึงมีความคิดอยากจะลองนำสารต่าง ๆ มาละลายในน้ำและในแอลกอฮอล์บ้าง



3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองคั้งข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการทดลองอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้าง มาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1. สีส้มอาหาร | 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์ |
| 2. เซลล์ลึค | 8. โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) |
| 3. หลอดทดลองขนาดกลาง | 9. แอลกอฮอล์ |
| 4. ซ้อนเบอร์ 1 | 10. น้ำกลั่น |
| 5. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 11. น้ำยันทน |
| 6. หลอดจลิตยาขนาด 10 cm ³ | 12. กรวยแก้ว |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

๕ ขั้นปฏิบัติการทดลอง
--

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....

.....
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผล ข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

**ขั้น
บทหลังการทดลอง**

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่

.....

.....

.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

บทสรุปเพิ่มเติม

1. สารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ต่างกัน
2. สารต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกันได้ต่างกัน
3. การละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย
4. ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย เรียกว่า ความเข้มข้นของสารละลาย
5. การบอกความเข้มข้นของสารละลาย นิยมบอกเป็นปริมาตรหรือมวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. สารละลายอิ่มตัว หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่เต็มที่จนไม่สามารถละลายได้อีกแล้วในอุณหภูมิขณะนั้น

ตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย

ถ้านำโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) 2 กรัม ละลายในน้ำทำให้เป็นสารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) มีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด

สารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) 2 กรัม

$$\frac{2 \times 100}{10} \text{ กรัม}$$

$$= 20 \text{ กรัม}$$

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) จึงเป็น 20 กรัมต่อสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

แบบฝึกหัด

1. ถ้านำเกลือแกง 3 กรัม มาละลายในน้ำ ทำให้เป็นสารละลาย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด
2. ถ้าละลายต่างหัทิม 4 กรัม ในน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร อยากทราบว่า สารละลายต่างหัทิมนี้มีความเข้มข้นเท่าใด

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 6

เรื่อง ความเป็นกรด-เบสของสารที่ใช้ในบ้าน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. จำแนกสารที่ใช้ในบ้าน โดยใช้ประโยชน์และสมบัติความเป็นกรด-เบส เป็นเกณฑ์ได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติของสาร เมื่อทำปฏิกิริยากับกระดาษลิตมัสได้

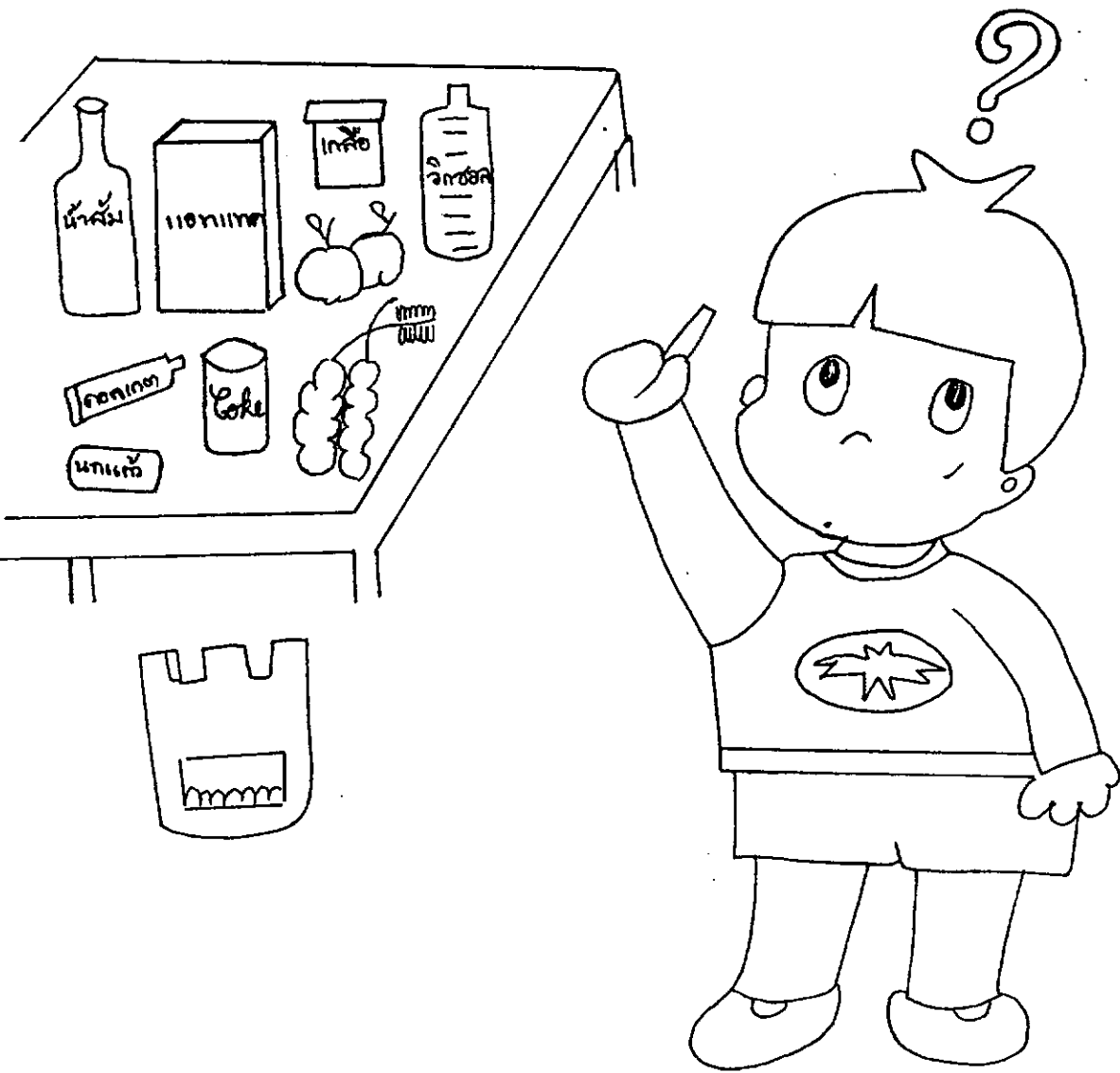
คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหาตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลอง และขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

จากการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คุณสมบัติของสาร มาะได้มีโอกาสใช้
กระดาษลิตมัสจุ่มสารต่าง ๆ มาะรู้สึกตื่นเต้นเมื่อเห็นกระดาษลิตมัสเปลี่ยนสีไปจากเดิม มาะ
พบว่ากระดาษลิตมัสสีน้ำเงินจุ่มในน้ำมะนาวเปลี่ยนเป็นสีแดง และกระดาษลิตมัสสีแดงจุ่มในน้ำขี้เถ้า
เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน มาะรู้สึกดีใจและกระตือรือร้นมาก เมื่อได้ยืมอาจารย์บอกว่าให้นักเรียน
ทุกคนนำกระดาษลิตมัสไปใช้ทดสอบกับสารที่ใช้ในบ้าน



3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารที่ใช้ในบ้านและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้าง มาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------|
| 1. กระดาษขาว | 2. น้ำอัดลม | 3. น้ำมะขาม |
| 4. น้ำมะนาว | 5. น้ำส้มสายชู | 6. น้ำขี้เถ้า |
| 7. น้ำสบู่ | 8. สารละลายผงซักฟอก | 9. สารละลายยาสีฟัน |
| 10. น้ำยาล้างห้องน้ำและ | 11. หลอดทดลองขนาดกลาง | 12. แท่งแก้วคน |
| เครื่องสูบลม | | |
| 13. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 14. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน | |
| 15. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) | | |
| 16. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (น้ำปูนใส) | | |
| 17. บู่ยูเรีย | | |
| 18. บู่แอมโมเนีย | | |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อที่ใช้ในบ้านและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนี้ให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดเห็นของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....
6. นำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับ และ/หรือ แยกประเภท
ให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบการบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง
จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกข้อมูลในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่

.....

.....

.....

.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนแก้ปัญหาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบ หรือ ถ้าหากนักเรียนแก้ปัญหาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้อย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

บทสรุปเพิ่มเติม

สารที่ใช้ในบ้านบางชนิดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน บางชนิดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และบางชนิดไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี การใช้คุณสมบัติของสารที่ทำให้กระดาษลิตมัสเปลี่ยนแปลงมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารได้ คือ

สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง จัดว่ามีสมบัติเป็นกรด

สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน จัดว่ามีสมบัติเป็นเบส

และสารที่ไม่เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสองสี จัดว่ามีสมบัติเป็นกลาง

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 7

เรื่อง สมบัติของสารที่เป็นกรดและกรดในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดลองและสรุปสมบัติที่ทดสอบอย่างง่าย ๆ ของกรดได้
2. เลือกสารบางชนิดที่ใช้ในบ้านได้โดยอาศัยสมบัติของกรด
3. ทดสอบเพื่อขบ่งประเภทของกรดได้
4. ทดสอบน้ำส้มสายชูอย่างง่าย ๆ ได้
5. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

สมบัติของสารที่เป็นกรด

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

น้องแป้งได้เคยเรียนรู้เรื่อง จำแนกสารที่ใช้ในบ้าน พบว่าแยกได้ 3 พวก คือ กรด เบส และกลาง โดยการใช้กระดาษลิตมัสทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีกระดาษลิตมัส วันหนึ่งในห้องทดลองวิทยาศาสตร์แป้งได้บังเอิญทำการดัดสีฟิวริกกรดบนแผ่นโลหะ ปรากฏว่ามีฟองก๊าซเกิดขึ้น ทำให้แป้งรู้สึกแปลกใจว่าเกิดอะไรขึ้น จนอยากรู้อาสาต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีสมบัติเป็นกรดมาทดสอบสารจำพวกโลหะและหินปูน



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่น้องแบ่งจะทำการทดลองเกิดความสงสัยว่า ถ้าน้ำสารที่มีสมบัติเป็นกรดหยดบนสารจากพวกโลหะและหินปูน จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของน้องแบ่งในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สารที่มีสมบัติเป็นกรด หยดบนสารจากพวกโลหะจะมีการเปลี่ยนแปลง
- ข. สารที่มีสมบัติเป็นกรด หยดบนสารจากพวกหินปูนจะมีการเปลี่ยนแปลง
- ค. สารที่มีสมบัติเป็นกรดหยดบนสารจากพวกโลหะและหินปูนจะมีการเปลี่ยนแปลง
- ง. ถูกทุกข้อ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกต้องให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องนั้นมาเรียบเรียงใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.
 4.
 5.

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นั้น ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สาเหตุ สารที่มีสมบัติเป็นกรดหยดบนสารพวกโลหะ
ผล จะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น
- ข. สาเหตุ สารที่มีสมบัติเป็นกรดหยดบนสารพวกหินปูน
ผล จะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น
- ค. สาเหตุ จะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น
ผล สารที่มีสมบัติเป็นกรดหยดบนสารพวกโลหะ
- ง. สาเหตุ จะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น
ผล สารที่มีสมบัติเป็นกรดบนสารพวกหินปูน

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องนั้นมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.

 2.

 3.

 4.

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองตั้งข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1. กระดาษขาว | 8. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) |
| 2. หลอดทดลองขนาดกลาง | 9. สารละลายกรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน) |
| 3. หลอดทดลองขนาดใหญ่ | 10. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ |
| 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 11. สารละลายผงซักฟอก |
| 5. แท่งแก้วคน | 12. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน |

ขนาด 1 cm x 0.5 cm

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 6. หลอดจึกชยาขนาด 10 cm ³ | 13. แผ่นลึงกะสีขนาด 1 cm x 1 cm |
| 7. สารละลายกรดแอสติก (กรดน้ำส้ม) | 14. หินปูนก้อนเล็ก ๆ |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผล ข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ใ้ได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่
-
-
-
8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้ข้ออย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-
-
-

บทสรุปเพิ่มเติม

1. สารทุกชนิดที่นำมาทดลอง เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่าสารทุกชนิดมีสมบัติเป็นกรด
2. กรดมีสมบัติโดยทั่วไป คือ มีรสเปรี้ยว เมื่อถูกกับสังกะสีและหินปูนจะเกิดฟองก๊าซ และทำให้สังกะสีและหินปูนผุกร่อน
3. กรดมีสมบัติกัดกร่อนโลหะ หินปูนและเนื้อเยื่อ
4. การบรรจุกรดในภาชนะต่าง ๆ ต้องเลือกภาชนะที่กรดไม่กัดกร่อน

กรดในชีวิตประจำวัน

ขั้นก่อนการทดลอง

สถานการณ์

ค.ญ. น้ำตาลได้ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารที่ใช้ในบ้านมาแล้ว พบว่าสารที่เราใช้ปรุงแต่งอาหารหลายชนิดมีสมบัติเป็นกรด เช่น น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว น้ำมะขาม ค.ญ. น้ำตาลเคยเห็นโฆษณาทางทีวีให้ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบน้ำส้มสายชูโดยการหั่นพริกหรือใบผักชีใส่ในน้ำส้ม ถ้า น้ำส้มสายชูยังใสและพริกหรือใบผักชียังสด แสดงว่าเป็นน้ำส้มสายชูที่รับประทานแล้วไม่เป็นอันตราย ถ้า น้ำส้มสายชูปลอมขึ้นผักจะขุ่น น้ำส้มสายชูจะขุ่น เพราะมีกรดซัลฟิวริกฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง เป็นอันตรายรับประทานไม่ได้ ค.ญ. น้ำตาลรู้สึกตื่นเต้นดีใจเมื่อครูบอกให้นักเรียนทุกคนเอาสารเจนเขียนไวโอเลต หรือน้ำยาสีม่วงป้ายปากไปใช้ทดสอบ สารที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้บริโภคหรือใช้ในการผสมอาหาร ที่รับประทานได้ว่าเป็นกรด ที่ได้มาจากไหนและมีการเปลี่ยนแปลงกับสีเจนเขียนไวโอเลตอย่างไร



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่น้ำตาลจะทำการทดลอง เกิดสงสัยว่า สารที่ใช้ในบ้านที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้บริโภคหรือใช้ในการผสมอาหารรับประทานได้ไม่ใช่อันตรายนั้น ได้มาจากไหน และมีการเปลี่ยนแปลงกับสีของเงินเขียนไวโอลิตหรือไม่

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของน้ำตาลในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สารที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้บริโภคได้ไม่ใช่อันตรายได้มาจากไหน
- ข. สารที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้ในการผสมอาหารรับประทานได้ไม่ใช่อันตรายได้มาจากไหน
- ค. สารที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้บริโภคและใช้ในการผสมอาหารมีการเปลี่ยนสีของเงินเขียนไวโอลิตหรือไม่
- ง. ถูกทุกข้อ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเรียบเรียงใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.

2. จากปัญหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นั้น ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

ก. สาเหตุ คือ สารที่มีสมบัติเป็นกรดใช้บริโภครับประทานได้ไม่เป็นอันตราย
ผล คือ ได้มาจากพืช

ข. สาเหตุ คือ สารที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้ในการผสมอาหารรับประทานได้
ไม่เป็นอันตราย

ผล คือ ได้มาจากพืช

ค. สาเหตุ คือ สารที่มีสมบัติเป็นกรดที่ใช้บริโภค หรือใช้ผสมอาหารรับประทานได้
ไม่เป็นอันตราย

ผล คือ ไม่มีการเปลี่ยนสีของเจนเขียนไวโอเลต

ง. ถูกทุกข้อ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

- 2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.
 4.

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าชื่อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|----------------------|---------------------------------------|
| 1. น้ำมะนาว | 7. กระบอกจลิตยา 10 cm ³ |
| 2. น้ำมะขาม | 8. สารละลายเจนซีนไวโอเลต |
| 3. น้ำมะกรูด | 9. สารละลายกรดแอสติก (กรดน้ำส้ม) |
| 4. หลอดทดลองขนาดกลาง | 10. สารละลายกรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน) |
| 5. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 11. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) |
| 6. หลอดหยด | 12. น้ำกลั่น |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนี้ให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง
-
-
-
-
-
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือแยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์
- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-
-
-
- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-
-
-
- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่
-
-
-
8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปสรรคที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้ข้ออย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ
-
-
-

บทสรุปเพิ่มเติม

1. กรดที่ได้จากพืช ซึ่งได้แก่ กรดแอสซิดิก น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำมะกรูด จะไม่เปลี่ยนสีของเจนเขียนไวโอเลต
2. กรดที่ได้จากแร่ธาตุ ซึ่งได้แก่ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก จะเปลี่ยนสีของเจนเขียนไวโอเลตจากสีม่วงเป็นสีเขียวหรือน้ำเงิน
3. การจำแนกประเภทของกรดทำได้โดยการทดสอบกับสารละลายเจนเขียนไวโอเลตเป็นเกณฑ์

แบบฝึกทักษะการทดลอง

ชุดที่ 8
เรื่อง สารที่เป็นเบส
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปสมบัติโดยทั่วไปของเบสได้
2. ทดลองเปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับการละลายของน้ำส้มพืชในน้ำก่อนและหลังเติมสารทำความสะอาดบางชนิดใด
3. อธิบายสาเหตุที่สบู่ ฟองซักฟอก และแชมพูสามารถใช้ทำความสะอาดได้
4. นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้

คำชี้แจง

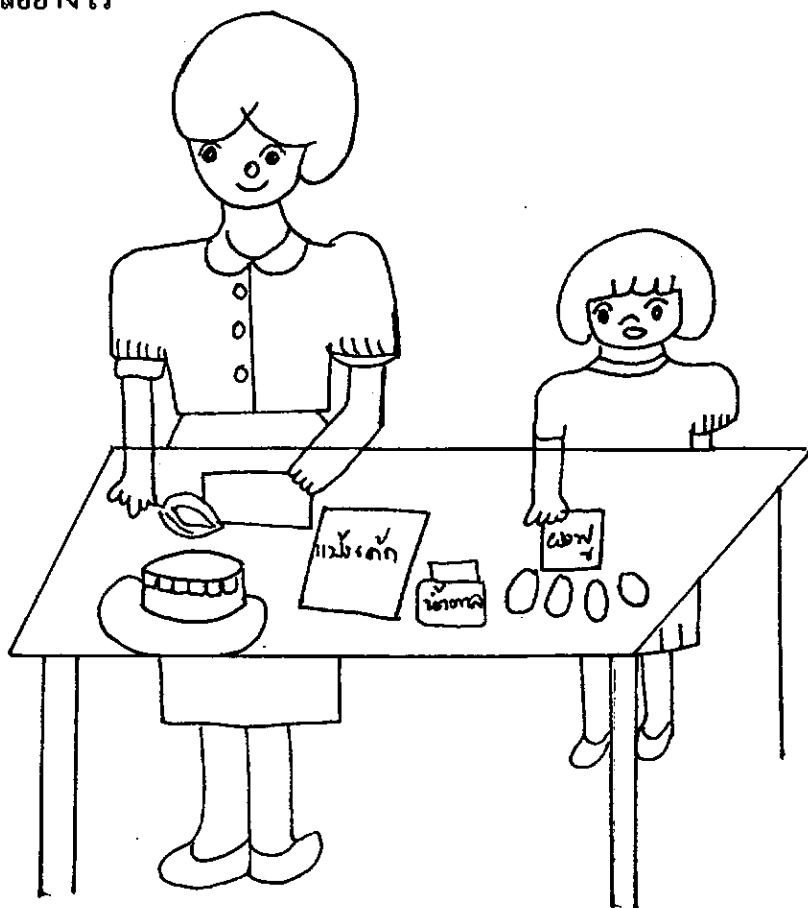
1. แบบฝึกหัดมีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนความชำนาญให้นักเรียนเกี่ยวกับทักษะการทดลองด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากขั้นก่อนการทดลอง
3. ให้นักเรียนตอบปัญหาจากสถานการณ์ตามลำดับ ในขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง
4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลองและขั้นหลังการทดลอง
5. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารแบบฝึกทักษะการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

เบสมีสมบัติอย่างไร

ขั้น ก่อนการทดลอง

สถานการณ์

น้องกวางได้ทำการทดลองและศึกษาสมบัติของสารที่มีสมบัติเป็นกรด เบสมาแล้ว ด้วย การทดสอบกับกระดาษลิตมัส ถ้าสารเป็นกรดจะเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง ถ้าสาร เป็นเบสจะเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน วันหนึ่งน้องกวางได้ช่วยแม่ทำขนมเค้ก แม่ให้ ช่วยหยิบส่วนผสมอย่างหนึ่ง คือผงฟู น้องกวางอยากรู้ว่าผงฟูมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส จึงนำไป ทดสอบกับกระดาษลิตมัสปรากฏว่า เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน จึงรู้ว่าผงฟูมีสมบัติเป็น เบส นอกจากนี้น้องกวางยังอยากทราบว่าสารที่มีสมบัติเป็นเบส เมื่อนำมาทดสอบกับสารอื่น ๆ แล้วจะมีผลอย่างไร



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่น้องกวางจะทำการทดลองเกิดความสงสัยว่า สารที่มีสมบัติเป็นเบส เมื่อเติมแอมโมเนียมไนเตรต เติมน้ำส้มปืช เติมเศษอะลูมิเนียม จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของน้องกวางในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. สารที่มีสมบัติเป็นเบส นำมาเติมแอมโมเนียมไนเตรตจะมีการเปลี่ยนแปลง
- ข. สารที่มีสมบัติเป็นเบส นำมาเติมน้ำส้มปืช จะมีการเปลี่ยนแปลง
- ค. สารที่มีสมบัติเป็นเบส นำมาเติมเศษอะลูมิเนียมจะมีการเปลี่ยนแปลง
- ง. ถูกทุกข้อ

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องมาเรียบเรียงใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.
 4.

2. จากข้อหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นี้ ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

ก. สาเหตุ สาวที่มีสมบัติเป็นเบสน้ำมาเติมแอมโมเนียมไนเตรด

ผล ได้ก๊าซที่มีกลิ่นฉุน

ข. สาเหตุ สาวที่มีสมบัติเป็นเบสน้ำมาเติมน้ำมันพืช

ผล ได้สารละลายขุ่นเป็นฟอง

ค. สาเหตุ สาวที่มีสมบัติเป็นเบสน้ำมาเติมเศษอะลูมิเนียม

ผล มีฟองก๊าซเกิดขึ้น

ง. สาเหตุ สาวที่มีสมบัติเป็นเบส

ผล น้ำมาเติมแอมโมเนียมไนเตรด

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมีความมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกต้องมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.

.....

2.

.....

3.

.....

4.

.....

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสรรและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าข้อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. กระดาษขาว | 9. หลอดจึกยา ขนาด 5 cm ³ |
| 2. น้ำมันพืชหรือน้ำมันหมู | 10. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน |
| 3. หลอดทดลองขนาดกลาง | 11. เศษอะลูมิเนียมชิ้นเล็ก ๆ |
| 4. แท่งแก้วคน | 12. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ |
| 5. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 13. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ |
| 6. ไม้หนีบหรือที่จับหลอดทดลอง | 14. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ |
| 7. ข้อนเบอร์ 1 | 15. แอมโมเนียมไนเตรด |
| 8. หลอดหยด | |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.

**๕
บทปฏิบัติการทดลอง**

- 4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
- 5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....

.....

.....

- 6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือ แยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผล ข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้ได้ใจความสมบูรณ์

- ก. แบบเขียนเป็นข้อความ
-
-
-

- ข. แบบเขียนเป็นตาราง
-
-
-

- ค. แบบอื่น ๆ
-
-
-

๕
บทหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่

.....
.....
.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหากการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง พร้อมให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหากการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้ข้ออย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....
.....
.....

บทสรุปเพิ่มเติม

สมบัติทั่วไปของเบส

1. สารที่เป็นเบสจะมีรสฝาด ถูกมือแล้วจะลื่นคล้ายสบู่
2. ทดสอบกับกระดาษลิตมัสจะเปลี่ยนสีจากแดงเป็นน้ำเงิน
3. ทาปฏิกิริยากับโลหะพวกอลูมิเนียม ทำให้โลหะผุกร่อนและมีฟองก๊าซเกิดขึ้น
4. เมื่อถูกกับแอมโมเนียมไนเตรตจะได้ก๊าซแอมโมเนีย
5. ทาปฏิกิริยากับน้ำส้มพิช, ไขมันสัตว์จะได้สบู่

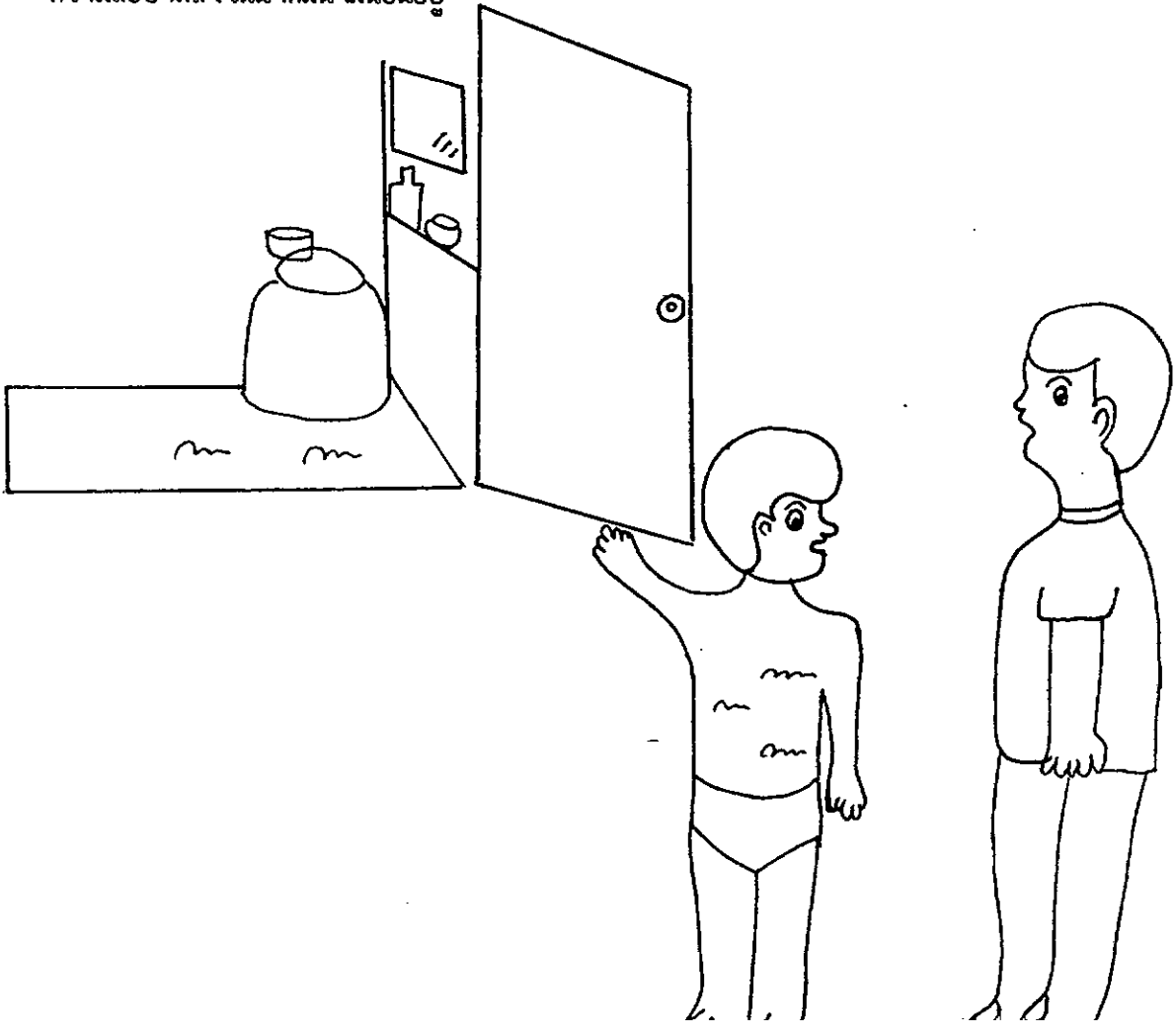
ตัวอย่างสารที่ใช้ในบ้านที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น โซดาซักผ้า ผงฟู ผงซักฟอก น้ำปูนใส น้ำยาล้างห้องน้ำ สบู่ แชมพู เป็นต้น

สบู่ ผงซักฟอก และแชมพู ทำความสะอาดได้อย่างไร

ขั้นตอนการทดลอง

สถานการณ์

เบิร์ตกับน้องชายวิ่งเล่นกันจนเหนื่อย เมื่อเลิกเล่นน้องชายวิ่งเข้าห้องน้ำ เอาน้ำราดตัวตั้งแต่ศีรษะจรดเท้าแล้วบอกว่าอาบน้ำเสร็จแล้ว เบิร์ตบอกให้ใช้สบู่ถูตัวและสระผมด้วยแชมพู น้องชายถามว่าใช้น้ำล้างอย่างเดียวไม่ได้หรือ เบิร์ตตอบว่าไม่ได้เพราะร่างกายไม่สะอาด เนื่องจากร่างกายคนเราขับไขมันออกมาทางผิวหนัง เราทราบมาแล้วว่าไขมันหรือน้ำมันไม่ละลายในน้ำ น้องชายถามว่าแล้วสบู่กับแชมพูจะทำให้ไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำได้อย่างไร น้องชายรู้สึกตื่นเต้นเมื่อเบิร์ตบอกว่าเราต้องพิสูจน์โดยการทดลองเติมไขมันลงในน้ำ เพื่อเปรียบเทียบกับกรณีผสมสบู่ที่ทำความสะอาดลงในน้ำที่ไขมันปนอยู่



จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนศึกษาต่อไป

1. ก่อนที่เบิร์ตภรรยาจะทำการทดลอง เกิดสงสัยว่า เมื่อเติมน้ำลงในน้ำผลจะเป็นอย่างไร และเติมสารที่ใช้ทำความสะอาด เช่น น้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก สารละลายแชมพูลงในน้ำที่มึ่น้ำนั้นอยู่ผลจะเป็นอย่างไร

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ปัญหาของเบิร์ตและภรรยาในเรื่องนี้ คือข้อใด

- ก. เมื่อเติมน้ำลงในน้ำ ผลจะเป็นอย่างไร
- ข. เมื่อเติมน้ำสบู่ลงในน้ำที่มึ่น้ำนั้นอยู่ ผลจะเป็นอย่างไร
- ค. เมื่อเติมสารละลายแชมพูลงในน้ำที่มึ่น้ำนั้นอยู่ ผลจะเป็นอย่างไร
- ง. เมื่อเติมสารละลายผงซักฟอกลงในน้ำที่มึ่น้ำนั้นอยู่ ผลจะเป็นอย่างไร

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูกก็เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมึ่มากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเรียบเรียง

ใหม่ เพื่อสรุปให้อยู่ในรูปของข้อความที่เป็น ปัญหาของการทดลอง

- 1.2 ปัญหาของการทดลอง คือ
1.
 2.
 3.
 4.

2. จากข้อหาที่นักเรียนเขียนไว้ในข้อ 1.2 นั้น ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุและในส่วนที่เป็นผล

2.1 สาเหตุและผลในเรื่องนี้ คือข้อใด

ก. สาเหตุ คือ เมื่อเติมน้ำมันลงในน้ำ

ผล คือ น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำเป็นชั้น

ข. สาเหตุ คือ เมื่อเติมน้ำสบู่ สารละลายแอมพู สารละลายผงซักฟอกลงในน้ำที่มีน้ำมันปนอยู่

ผล คือ น้ำมันจะหายไป

ค. สาเหตุ คือ น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำเป็นชั้น

ผล คือ เมื่อเติมน้ำมันลงในน้ำ

ง. สาเหตุ คือ น้ำมันจะหายไป

ผล คือ เมื่อเติมน้ำสบู่ สารละลายแอมพู สารละลายผงซักฟอกลงในน้ำที่มีน้ำมันปนอยู่

ถ้านักเรียนเห็นว่าข้อใดถูก ให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าข้อความนั้น ๆ (ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้) แล้วนำข้อความที่เห็นว่าถูกนั้นมาเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยคของ ถ้า.....แล้ว.....ข้อความนี้ เราเรียกว่า สมมติฐานของการทดลอง

- 2.2 สมมติฐานของการทดลอง คือ 1.

 2.

 3.

3. จากข้อความที่เป็นสมมติฐานของการทดลองดังข้อ 2.2 กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

3.1 เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ให้ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกสารและอุปกรณ์ใดบ้างมาใช้ในการทดลอง โดยให้เขียนเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลขหน้าชื่อที่นักเรียนเลือก

- | | |
|---------------------|--------------------------------------|
| 1. น้ำมันพืช | 5. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 2. น้ำสบู่ | 6. ที่ตั้งหลอดทดลอง |
| 3. สารละลายผงซักฟอก | 7. หลอดจิจดยา ขนาด 5 cm ³ |
| 4. สารละลายแอมมู | 8. ตะเกียงแอลกอฮอล์ |

3.2 นักเรียนคงเลือกรายชื่อสารและอุปกรณ์ไว้มากมาย จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการทดลอง โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในข้อ 3
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง

.....

.....

.....
6. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 5 มาเขียนใหม่ ในรูปการเรียงลำดับและ/หรือแยกประเภทให้อยู่ในรูปที่อ่านและเข้าใจง่าย โดยให้นักเรียนเลือกแบบ การบันทึกผลข้อมูล แบบใดแบบหนึ่ง จาก ก, ข, ค แล้วบันทึกในรูปแบบนั้น ให้อ่านได้ใจความสมบูรณ์
 - ก. แบบเขียนเป็นข้อความ

.....

.....

.....
 - ข. แบบเขียนเป็นตาราง

.....

.....

.....
 - ค. แบบอื่น ๆ

.....

.....

.....

๕
 ขั้นหลังการทดลอง

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อเป็นความรู้ใหม่

.....

.....

.....

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนมีปัญหาการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง หรือมีให้เหตุผลประกอบหรือ ถ้าหากนักเรียนไม่มีปัญหาการใช้เครื่องมือให้นักเรียนเขียนถึงอุปกรณ์ที่นักเรียนชอบว่ามีขั้นตอนการใช้อย่างไร หรือมีให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

บทสรุปเพิ่มเติม

1. สารที่ใช้ทำความสะอาดในบ้านมีหลายชนิด เช่น สบู่ ผงซักฟอก แคมพู สารเหล่านี้ มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำได้สารละลายขุ่นขาว

2. สารทำความสะอาดห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ที่จำหน่ายในประเทศมีสมบัติเป็นกรด จะกัดกร่อนพื้นห้องน้ำ นอกจากนี้ยังกัด เนื้อเยื่อและเสื้อผ้าอีกด้วย

3. สารทำความสะอาดห้องน้ำเป็นกรดที่เป็นไอได้ง่าย ถ้าสูดหายใจเข้าไปจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินของลมหายใจ

4. การใช้สารทำความสะอาดห้องน้ำต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกร่างกาย เสื้อผ้าและไม้ สูดหายใจเอาไอของสารเข้าไป ต้องล้างพื้นห้องน้ำทันทีหลังจากใช้สารทำความสะอาดแล้ว

สารทำความสะอาดห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์มี 2 ประเภท คือ

1. ประเภทผงขัด จะมีสารที่มีหน้าที่ขัดและสารอื่น ๆ เช่น สบู่ และสารซึ่งมีสมบัติเป็นกรด ที่ทำปฏิกิริยากับปูน ทำให้ปูนส่วนที่อยู่ผิวหน้าหลุดออกไป การใช้สารพวกนี้ต้องใช้แปรงขัดจะช่วย ทำความสะอาดได้ดีขึ้น

2. ประเภทของเหลว มักจะประกอบไปด้วยกรดไฮโดรคลอริก ดังนั้นเมื่อถูกกับพื้นห้องน้ำที่มี ปูนหรือสารพวกคาร์บอเนตอยู่ จึงทำปฏิกิริยากับเกลือคาร์บอเนตให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น ฟองพุ่งขึ้นมา ขณะที่ราดน้ำยาลงบนพื้นจะมีไอลุ่งขึ้นมาด้วย ไอนี้เป็นไอของกรดไฮโดรคลอริก จึง ไม่ควรสูดหายใจเอาไอของกรดเข้าไป

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวเบญจมาศ ชื่อสกุล สันประเสริฐ
เกิด	วันที่ 30 เดือนเมษายน พุทธศักราช 2501
สถานที่เกิด	เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	93 ซอยมีสุวรรณ 2 ถนนสุขุมวิท 71 เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย ถนนสุขุมวิท 62 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2519	ม.ศ. 5 จากโรงเรียนวัดธาตุทอง
พ.ศ. 2521	ป.กศ.สูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูจันทระเกษม
พ.ศ. 2523	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2533	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ
ของ
เบญจมาศ สันประเสริฐ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโท สาขา วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2533

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเรียนอยู่ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัย แบบ Radomized Control - group Pretest - posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแจกแจงแบบ $t - test$ Independent ในรูป Difference-Score และ $t - test$ Dependent

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลัง การสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนกับก่อน การสอน แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY ON THE EFFECT OF EXPERIMENTAL EXERCISE SKILL
UPON SCIENTIFIC ACHIEVEMENT AND CRITICAL THINKING
OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

BENJAMAS SUNPRASRIET

Presented in partial fulfillment of requirements for the Master
of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

December 1990

The purpose of this study was to investigate the effect of Experimental Exercise Skill upon scientific achievement and Critical Thinking of Mathayom Suksa I Students'.

The sample used in this study was 80 Mathayom Suksa I students of Phrakhanong-phittayalai School, Phrakhanong Zone, Bangkok, in the first semester Academic year 1990. The sample was simply randomized and divided into experimental and control groups with forty students in each. The randomized control-group; pretest-posttest designed was used in the experiment. The experimental group was taught through the Experimental Exercise Skills; whereas the control group was taught through the IPST Teacher's Manual. Each group taught with the same contents for twenty 50 minutes's periods. Statistical Techniques used in this study were the t-test Difference Score for between groups comparison and the t-test Dependent for with in group comparison.

The results of this study indicated that :

1. There was no significant difference in Scientific achievement between the students taught through the Experimental Exercises skill and through the method in the IPST Teacher's Manual.
2. The critical thinking of the students taught through the Experimental Exercises Skills and the method through the IPST Teacher's Manual was significantly different at the .01 level.
3. The critical thinking of the students taught through the Experimental Exercises Skills was grown up significantly different at the .01 level.
4. There was no significant difference of the critical thinking development of the students taught through the IPST Teacher's Manual.