

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน
 ด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

ปริญญานิพนธ์

ของ

แสงศิริ กิริมมงคล

-4 พ.ศ. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

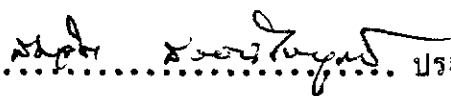
มกราคม 2529

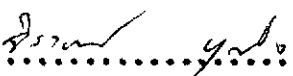
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178155

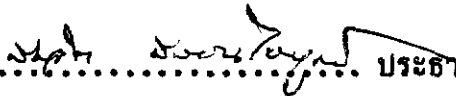
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบให้พิจารณาวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

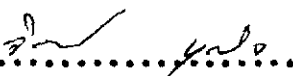
คณะกรรมการที่ปรึกษา

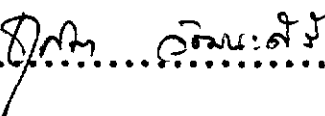
.......... ประธาน

.......... กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.......... ประธาน

.......... กรรมการ

.......... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความเรียบร้อยเพราะได้รับความช่วยเหลือและการแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธน์ไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิราภรณ์ บุญส่ง และ อาจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนศิริ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณโรงเรียนบางคดที่ "สกลวิสุทธิ" และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ที่อำนวยความสะดวกและร่วมมือในการทดลองงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณต่อบุพการีทุกท่าน และขอบคุณ อาจารย์ลัดดาวัลย์ ศิริมงคล ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

แสงศิริ ศิริมงคล

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านความรู้พื้นฐาน	11
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ..	18
	เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีบททวน	41
	สถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	53
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	56
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	58
	ประชากร	58
	กลุ่มตัวอย่าง	58
	แบบแผนของการทดลอง	59
	วิธีดำเนินการทดลอง	59
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	61
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	62
	วิธีการและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	66

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอน	
โดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ...	67
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มี	
ระดับความสามารถทางการเรียนสูงที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน	
ด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	68
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มี	
ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้	
พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	69
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มี	
ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน	
ด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	70
เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดย	
การทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	71
เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ	
ความสามารถทางการเรียนสูง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน	
ด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	72
เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ	
ความสามารถทางการเรียนปานกลาง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้	
พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	73
เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ	
ความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน	
ด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน	74

เปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วย

ครูทบทวน	75
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	77
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	77
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	77
วิธีดำเนินการทดลอง	78
การวิเคราะห์ข้อมูล	79
สรุปผลการทดลอง	79
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	80
ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	95

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	เปรียบเทียบกิจกรรมการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน และช่วยครูทบทวน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	59
2	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	68
3	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนสูง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	69
4	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนปานกลาง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	70
5	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนต่ำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	71
6	เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	72
7	เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนสูง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
8	เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนปานกลาง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	74
9	เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางการเรียนต่ำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	75
10	เปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	76

บทนำ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านการทางปัญญาและสภาวะความเป็นอยู่ ปัจจุบันมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากที่สุดไม่ว่าจะเป็น การปฏิบัติการใด ๆ ในชีวิตประจำวัน วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมมากมายทั้งในอดีต ปัจจุบันและอนาคตอย่างไม่ มีที่สิ้นสุด นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะปรับปรุงคุณภาพทางการกินคืออยู่ดีเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์ยังช่วย พัฒนาคนให้มีระเบียบ มีเหตุผลใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันได้ (เขาวนิ อะยะวงค์ 2526 : 1) ความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ในวัน จะยิ่งมากขึ้น สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ทางกระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้เพื่อเป็นการวางรากฐานทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กเรียน จึงจัด ให้มีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้ . (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

ในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไปกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนไว้ 4 ขั้นตอน คือ (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 6)

1. กำหนดจุดประสงค์ในการเรียนการสอน
2. ตรวจสอบพฤติกรรมเบื้องต้นหรือพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียน

3. ทำเนิการให้เกิดมีการเรียนการสอนขึ้น

4. วัดและประเมินผลการเรียนจากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก

ผู้ที่ได้รับประโยชน์อย่างมากจากการสอนโดยวิธีดังกล่าวก็คือ นักเรียนที่มีพื้นฐานเดิมคืออยู่แล้ว ส่วนนักเรียนที่มีพื้นฐานเดิมไม่เพียงพออาจได้รับประโยชน์น้อยมากจะเห็นได้ว่าการบวนการเรียนการสอนมีผลกระทบโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมศักดิ์ สันตะระเวญ 2523 : 64)

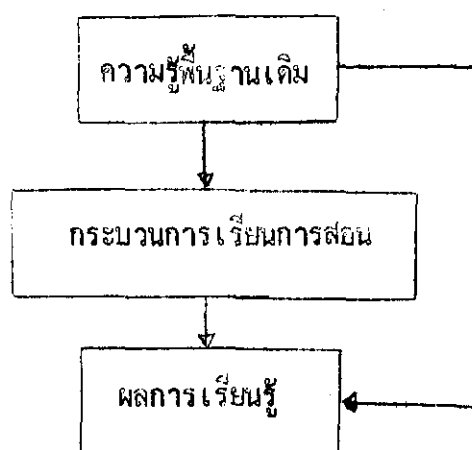
สำหรับการจัดการเรียนการสอนในวิทยาวิทาศาสตร์ได้มีการทดลองหาวิธีการสอนใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลาเพื่อให้การเรียนการสอนได้บรรลุเป้าหมายในการเรียนสูงสุด กล่าวคือ ให้มีความแปรปรวนของผลการเรียนน้อยนั่นเอง แต่โดยทั่วไปมักจะพบว่าเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้วผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันมาก (ยงยุทธ ยรรยงเมธ 2526 : 2) วิธีการจัดการเรียนการสอนนั้นมีอยู่หลายวิธี วิธีการที่นิยมกันมากคือ ผู้สอนจะดำเนินการสอนในชั้นและให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมที่จัดขึ้นในชั้นเรียนโดยใช้ระยะเวลาที่เท่ากันและด้วยวิธีเดียวกันกับนักเรียนทุกคน การเรียนการสอนโดยวิธีแบบนี้มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน (Carnine. 1979 : 29)

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นขั้นตอนที่ไม่ควรจะละเลยก็คือ การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อนการเรียนการสอนในบทเรียนใหม่ ดังที่ เกอร์ลัค และอีลาย (Gerlach and Ely. 1971 : 13) ได้กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานเดิมในการรับรู้ความรู้ใหม่ของนักเรียนมีความสำคัญต่อการสอนของผู้สอนมาก นอกจากนี้ บลูม (Bloom. 1976 : 169) ได้สรุปว่า ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตอนปลายเทอมถึงร้อยละ 50 สอดคล้องกับ มาลี นิสสัยสุข (มาลี นิสสัยสุข 2527 : 12) ที่ได้ศึกษาหาปัจจัยหรือตัวแปรที่จะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า ความรู้พื้นฐานจะเป็นตัวกำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถึงร้อยละ 50 ส่วนอีกร้อยละ 50 จะได้จากอิทธิพลการสอนของครู ด้วยเหตุนี้รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียนของ แคโรล (Carroll. 1973) โคลแมน และคณะ (Coleman and Others. 1966) วิลเล่ย์ (Willey. 1973) บลูม (Bloom. 1976) ฮาร์นิเฟเกอร์ และ วิลเล่ย์ (Harnischfeger and Willey. 1978) สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (Boonruangtana. 1978) และ บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด : 2524)

จัดให้ความรู้พื้นฐานเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น ครูควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อครูจะได้สอนซ่อมเสริมเพื่อรับความรู้เดิมให้ได้มาตรฐานพอที่รับความรู้ใหม่ได้ ผู้เรียนจะได้เรียนและเข้าใจบทเรียนใหม่ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ในการสอนบทเรียนใหม่ครูจึงควรที่จะพิจารณาว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมเพียงพอแล้วหรือยัง ถ้านักเรียนมีพื้นฐานไม่เพียงพอ ก็จะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนบทเรียนต่อไป และอาจทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึงถือเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องตระหนักถึงความสำคัญของการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนก่อนที่จะสอน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในสภาพปัจจุบัน ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มักจะไม่สามารถ สอนทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมให้แก่นักเรียนได้อย่างเพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้เพราะผู้สอนมักจะมุ่งเน้นเนื้อหาสาระใหม่จึงทำให้เกิดข้อจำกัดของเวลาในการสอนทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม ผู้สอนจึงมักถือเอาว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมในการเรียนเนื้อหาใหม่แล้ว หรือผู้สอนอาจจะให้นักเรียนได้ไปทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสับสนเพราะไม่ทราบว่าเนื้อหาสาระใดที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ หรือเมื่อนักเรียนได้ไปทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมด้วยตนเองแล้วเกิดความเข้าใจสับสนไม่กระจ่างชัดในถ้อยคำที่ใช้อธิบาย จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมแตกต่างกัน หรือในบางกรณีผู้สอนก็ไม่ทราบว่า เนื้อหาสาระใดที่เป็นความรู้พื้นฐานแก่เนื้อหาสาระใหม่จึงจะละเลยต่อการสอนทบทวน จากสภาพการดังกล่าว ทำให้ผู้สอนสอนเนื้อหาสาระใหม่โดยที่ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนยังแตกต่างกันอยู่ ถ้าการเรียนการสอนเป็นอยู่อย่างนี้ตลอดไปนาน ๆ ก็อาจจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกิดความแตกต่างกันมากขึ้นระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง (Bloom. 1976 : 44 - 45)

จะเห็นว่า ความรู้พื้นฐานเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่าง ๆ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความคิดว่า ปัจจัยที่สำคัญในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมดั้งเดิมซึ่งหมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนพึงจะต้องคำนึงและหาวิธีการเพิ่มพูนหรือทบทวนความรู้พื้นฐานเหล่านี้ในการเรียนบทเรียนใหม่ ความรู้พื้นฐานเดิมจึงจัดว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในรูปแบบผลการเรียน ดังนี้



ตามรูปแบบของผลการเรียนที่เสนอนี้ ผลการเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนการสอน และความรู้พื้นฐานเดิม กระบวนการเรียนการสอนเป็นกลไกสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนและตัวแปร ที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนที่สำคัญ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการเรียนกับคุณภาพของการสอน องค์ประกอบด้านความรู้พื้นฐานเป็นตัวแปรนอกเหนือจากการสอนที่มีผลต่อการเรียนรู้

สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ความรู้พื้นฐานโดยทั่วไปมีทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ (A body of Knowledge) และส่วนที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) (สมจิต ลวณไพบูลย์ 2526 : 12)

สำหรับการจัดการเรียนการสอนแล้วทำให้ความแตกต่างระหว่างนักเรียนในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีน้อยหรือแทบจะไม่มีเลย กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนทุกคนจะมีผลผลิตทางการศึกษาสูงในระดับที่เท่าเทียมกัน (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2523 : 1 - 2) โดยวิธีการจัดสภาพการเรียนการสอนให้สนองกับความแตกต่างระหว่างบุคคล บทเรียน สำเร็จรูปจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามกำลังความสามารถของตนเอง (Trow. 1963)

ดังนั้น ผู้วิจัยคิดที่จะทดลองใช้บทเรียนสำเร็จรูปเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิชา วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันครูคนหนึ่ง ๆ ต้องสอนนักเรียนใน ชั้นประมาณ 30 กว่าคนขึ้นไป การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามต้องการนั้น เป็น สิ่งที่ยากมาก (นิยม ทองอุดม 2520 : คำนำ) จึงได้นำเอาบทเรียนทบทวนที่มีลักษณะเป็น

บทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนตามเอกัตภาพได้ บทเรียนสำเร็จรูปดังกล่าวนี้เป็นชุดการเรียนที่จัดไว้สำหรับนักเรียนโดยเฉพาะ นักเรียนจะดำเนินการเรียนที่ปรากฏอยู่ในชุดการเรียนนั้น โดยศึกษาไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง เมื่อศึกษาจบแล้วก็ทำแบบฝึกหัด ถ้ามีข้อหาระหว่างศึกษาอยู่ นักเรียนก็ปรึกษากันได้หรือปรึกษาครูผู้สอนที่ประจำอยู่ ซึ่งจะให้ความช่วยเหลือทันที (สุนันท์ ปัทมาคม 2519 : 18) ผู้วิจัยจึงคิดว่าด้วยคุณลักษณะของบทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้เป็นบทเรียนทบทวนจะสามารถแก้ปัญหาและช่วยทำให้การทบทวนความรู้พื้นฐานเกิดผลดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเอาบทเรียนทบทวนเป็นสื่อในการทดลองทบทวนความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ในการทดลองครั้งนี้ หัวใจในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ คือ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลงที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
3. เพื่อ เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
4. เพื่อ เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
5. เพื่อ เปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิจัยในครั้งนี้

1. จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เลือกวิธีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน และทำให้ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เห็นความสำคัญของการทบทวนความรู้พื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ได้ตัวอย่างบทเรียนทบทวนสำหรับใช้ทบทวนความรู้พื้นฐานเป็นการอำนวยความสะดวกในขณะดำเนินการจัดการเรียนการสอนของครู

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำกัดอยู่ในขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่จะศึกษาดังนี้

1. ประชากร

ประชากรสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 120 คน โรงเรียนบางคณที "สกลวิสุทธิ" อำเภอบางคณที จังหวัดสมุทรสงคราม

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ กลุ่มของนักเรียนที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จากประชากรโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนจากการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนจำนวน 40 คน กลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน จำนวน 40 คน รวมนักเรียนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 80 คน

3. ระยะเวลาในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ทดลองเป็นเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญของพลังงาน
2. พลังงานและการเปลี่ยนแปลง
3. พลังงานความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่
4. มวลสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. การเปลี่ยนรูปของพลังงาน
5. ตัวแปรที่จะศึกษา
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ คือ การสอน แบ่งออกเป็น
 - 5.1.1 การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน จำแนกเป็น
 - 5.1.1.1 การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน
 - 5.1.1.2 การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน
 - 5.1.2 ระดับความสามารถทางการเรียน จำแนกเป็น
 - 5.1.2.1 ระดับความสามารถทางการเรียนสูง
 - 5.1.2.2 ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง
 - 5.1.2.3 ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ
 - 5.2 ตัวแปรตาม คือ
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

- * 1. ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และมีความต่อเนื่องสำหรับใช้ในการเรียนบทเรียนใหม่

ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (A Body of Knowledge) ได้แก่ การใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Science Concept)

ส่วนที่เป็นทักษะกระบวนการ (Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะการวัด ทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการคำนวณ

2. บทเรียนบทวน หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้ในการทบทวน ความรู้พื้นฐานของนักเรียน บทเรียนดังกล่าวมีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ลักษณะของบทเรียนสำเร็จรูปจะมีทั้งส่วนที่เป็นบทเรียนแบบโปรแกรม สถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยกรอบความรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น ตอนย่อย ๆ เล็ก ๆ แต่ละตอนเรียกว่า "กรอบ" ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านและทำการตอบสนองทุกกรอบ เมื่อผู้เรียนตอบสนองแต่ละกรอบ ผู้เรียนจะรู้ผลว่าตอบถูกหรือผิดหากตอบถูกก็เป็นการย้า หากตอบผิด ก็จะมีคำตอบที่ถูกซึ่งทำหน้าที่แก้คำตอบที่ผิดให้

2.2 สถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความเกี่ยวกับปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ โดยอยู่ในรูปคำถามประกอบข้อความ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำเอาความรู้ในเนื้อหาที่ใช้ทดลองไปใช้ ซึ่งวัดได้จากความสามารถของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้และการ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาใด ๆ จนเกิดชำนาญและความแคล่วคล่องซึ่งสามารถวัด ได้โดยแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะครอบคลุมทักษะ การวัด ทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการคำนวณแต่ละทักษะมีค่านิยามปฏิบัติการ ดังนี้

4.1 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและการใช้เครื่องมือที่ เหมาะสมเพื่อใช้ในการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนให้เหมาะสมและ ถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

4.2 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้รับการสังเกต การวัด และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับจัดแยกประเภทและคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

4.3 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำตัวเลขมาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

5. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งวัดได้จากผลต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง

6. ระดับความสามารถทางการเรียน

6.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง หมายถึง นักเรียนที่ได้เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

6.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง หมายถึงนักเรียนที่ได้เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ระหว่าง 26 - 74

6.3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ 25 ลงไป

7. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน หมายถึง การให้นักเรียนศึกษาบทเรียนทบทวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้สำหรับทบทวนความรู้พื้นฐานของบทเรียนใหม่ก่อนเริ่มเรียนบทเรียนใหม่ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีขั้นตอนดังนี้

7.1 ทบทวนความรู้พื้นฐาน ให้นักเรียนศึกษาจากบทเรียนทบทวน

7.2 ขึ้นวางแผน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้

7.3 ขึ้นสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะ และ/หรือ ดำเนินการทดลอง

7.4 ขึ้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการสืบเสาะ และ/หรือ ทดลอง

8. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน หมายถึง การให้นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานกับครูผู้สอนซึ่งเป็นผู้ทบทวนความรู้พื้นฐานของบทเรียนใหม่ก่อนเริ่มเรียนบทเรียนใหม่ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีขั้นตอน ดังนี้

- 8.1 ทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูเป็นผู้ดำเนินการอธิบายเพื่อทบทวน
- 8.2 ชี้แจงวางแผน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการสืบเสาะหา

ความรู้

- 8.3 ขึ้นสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะ และ/หรือ ดำเนินการทดลอง
- 8.4 ขึ้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการสืบเสาะ และ/หรือ

ทดลอง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ สำหรับดำเนินการวิจัยโดยศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านความรู้พื้นฐาน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนบทวน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านความรู้พื้นฐาน

มีผู้ให้ความหมายของความรู้พื้นฐานไว้เช่น ยงยุทธ ยรรยงเมธ กล่าวว่า ความรู้พื้นฐาน คือ ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใหม่ (ยงยุทธ ยรรยงเมธ 2526 : 6) ส่วนยุพิน พิพิธกุลให้ความหมายของความรู้พื้นฐานว่า หมายถึง ทักษะ ความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ ๆ ที่เป็นความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไป (ยุพิน พิพิธกุล 2525 : 1) สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานเดิมหมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อผู้เรียนเพื่อนำไปใช้สำหรับบทเรียนใหม่ ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้มากที่สุดตัวหนึ่ง โดยมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลของการเรียนรู้ ความรู้พื้นฐานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ (ยุพิน พิพิธกุล 2525 : 1)

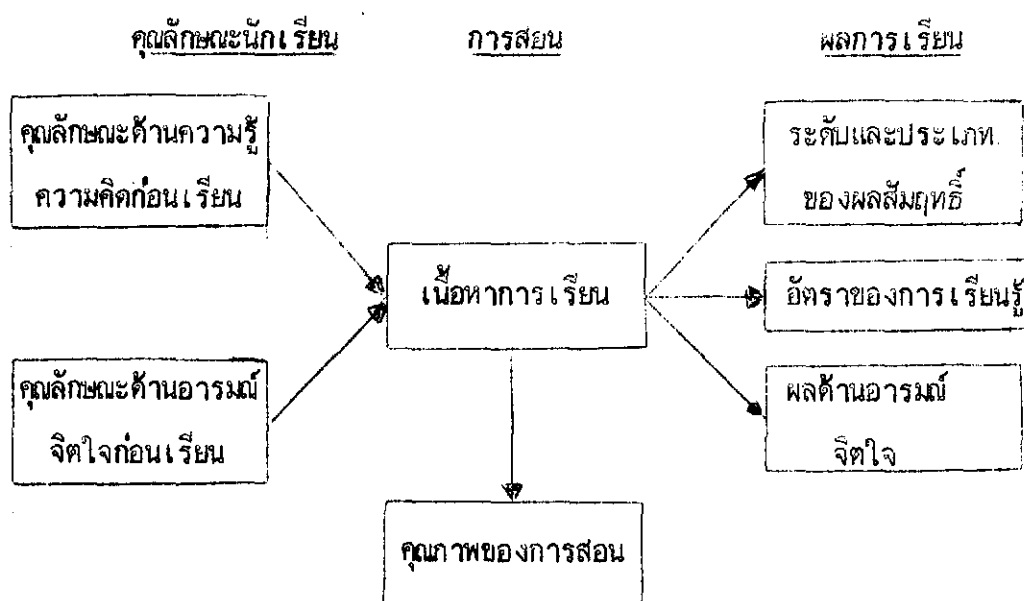
1. ความสามารถทั่วไปที่จำเป็นในการเริ่มต้นหน่วยการเรียนการสอน
2. ความรู้เฉพาะที่ได้เรียนมาแล้วในหน่วย การเรียนการสอนก่อน ๆ

การมีความรู้พื้นฐานอยู่มากจะเป็นรากฐานที่สำคัญเพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น เร็วขึ้น และคงทนขึ้น บลูม (Bloom) เน้นความสำคัญของความรู้พื้นฐานเดิมมากจึงได้จัดไว้เป็นองค์ประกอบสำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ ในปี ค.ศ. 1976 บลูม (Bloom) ได้เสนอรูปแบบของทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนโดยได้รับแนวความคิดมาจากรูปแบบของ แคโรล (J.B. Carrol) รูปแบบของบลูม (Bloom) มีข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการ (Bloom. 1976 : 13 - 15)

ประการแรกพื้นฐานของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนในโรงเรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะเข้ามาเรียนวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนด้วยพื้นฐานที่จะช่วยให้เรียนได้สำเร็จแตกต่างกัน ถ้าแต่ละคนเข้าเรียนในชั้นด้วยพื้นฐานที่คล้ายกันมากแล้วก็จะมามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันมาก

ประการที่สอง คุณลักษณะของแต่ละคน (ความรู้ที่จำเป็นก่อนเรียน แรงจูงใจในการเรียน) และคุณภาพของการสอน เป็นสิ่งที่ปรับปรุงได้เพื่อให้แต่ละคนและทั้งกลุ่มมีระดับการเรียนที่สูงขึ้น

รูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม (Bloom) มีดังนี้ (Bloom, 1976 : 11)



ในรูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม (Bloom) ความสามารถหรือคุณลักษณะด้านความรู้ - ความคิด (Cognitive) คุณลักษณะด้านอารมณ์ - จิตใจ (Affective) ก่อนเรียนและคุณภาพการสอนจะเป็นตัวกำหนดผลการเรียน ซึ่งผลการเรียนได้แก่ระดับและประเภทของผลสัมฤทธิ์ อัตราการเรียนรู้และคุณลักษณะด้านอารมณ์ - จิตใจ

คุณลักษณะด้านความรู้ - ความคิดก่อนเรียนรู้ (Cognitive)

หมายถึง การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อีกเรื่องหนึ่งและมีมาก่อนการเรียนรู้อีกเรื่องหนึ่ง ในการเรียนเรื่องใด ๆ ถ้ามีการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อีกเรื่องหนึ่งแตกต่างกันก็จะมีส่วนทำให้เกิดความแตกต่างในผลการเรียนรู้อีกเรื่องหนึ่ง แต่ถ้าทุกคนต่างก็มีการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อีกเรื่องนั้นอย่างเพียงพอมาก่อนก็จะช่วยให้ทุกคนสามารถเรียนรู้เรื่องนั้นได้ในระดับสูง ถ้าได้รับการจัดแจงและเรียนในสภาพที่มีคุณภาพของการสอนสูง

จากการศึกษาค้นคว้าของบลูม (Bloom. 1976 : 167 - 169) สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานของนักเรียนมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตอนปลายเทอม 50 % องค์ประกอบทางด้านจิตใจมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตอนปลายเทอม 25 % ส่วนคุณภาพการสอนมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตอนปลายเทอม 25 %

นอกจากรูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม (Bloom) แล้ว รูปแบบของผลการเรียนของ คิม (Kim. 1970) สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (Boonruangrutana. 1978) ฮาร์นิสเฟเกอร์ และไวเลย์ (Harnisfeger and Wiley. 1978) เซนทรา และพอตเตอร์ (Centra and Potter. 1980) ผดุงวุฒิ สุวรรณวงศ์ (ผดุงชาติ สุวรรณวงศ์ 2520) รุจิร ภู่อาระ (รุจิร ภู่อาระ 2522) คำรง ศิริเจริญ (คำรง ศิริเจริญ 2524) และบุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2524) ต่างก็ให้ความสำคัญของความรู้พื้นฐานเดิม โดยจัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งในรูปแบบของการเรียนรู้

ในปี ค.ศ. 1961 (Arlin. 1973 : 12 Citing Gagne. 1961 : Classer : Yeager. 1965 and Block. 1975) ได้วิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานเดิมในการเรียนรู้ และอัตราการเรียนรู้อีกเรื่องหนึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกกล่าวคือระดับความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนเป็นฐานสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้น เร็วขึ้นและมั่นคงขึ้น นอกจากบลูม (Bloom. 1976 : 167) ได้ศึกษาผลงานวิจัยของนักการศึกษาหลายคนแล้วสรุปว่า

1. ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนสามารถพยากรณ์ระดับหรืออัตราความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้

2. ความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนช่วยให้โรงเรียนสามารถกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนส่วนใหญ่ได้อย่างไม่มีปัญหา

แกลสมี่เพอร์ (Ghasemipur. 1978 : 2775 - A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาปีที่หนึ่ง มหาวิทยาลัยเตหะราน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มซึ่งสุ่มมาจากนักศึกษาที่ผ่านการสอบคัดเลือกและรับเข้าเรียนในมหาวิทยาลัย กลุ่มแรกเป็นพวกที่รับเข้าเรียนในปี ค.ศ. 1974 และกลุ่มที่สองเป็นพวกที่รับเข้าเรียนในปี ค.ศ. 1976 สุ่มแต่ละกลุ่มมาจำนวน 160 คน ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษา (เกรดเฉลี่ยสะสม) และคะแนนรวมในการสอบคัดเลือกเป็นตัวพยากรณ์ผลการเรียนได้มากที่สุด ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยสะสมในระดับมัธยมศึกษา กับเกรดเฉลี่ยของปีที่หนึ่งอยู่ระหว่าง .277 ถึง .499 ต่อมาในปี ค.ศ. 1979 เทวารี่ (Tewari. 1980 : 5351 - A) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งรัฐเวอรจิเนีย จำนวน 341 คน ผลการวิเคราะห์ โดยใช้ Path Analysis พบว่าภูมิหลังทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีอิทธิพลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และในปีเดียวกันนี้ มุลลา (Mulla. 1979 : 2521 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาภาษาอังกฤษกับตัวพยากรณ์ต่าง ๆ โดยศึกษากับนักเรียนชายปีสุดท้ายของชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ในประเทศซาอุดีอาระเบีย ผลการศึกษาพบว่า เกรดเดิมในวิชาภาษาอังกฤษเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ที่สุดตัวหนึ่ง นอกจากนี้จากการศึกษาระยะยาวของ บลูม (Bloom. 1976 : 41 citing Payne. 1963) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาเลขคณิตในเกรดหก สามารถพยากรณ์ได้ด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเลขคณิตในเกรดสอง ด้วยค่าสหสัมพันธ์ประมาณ .70 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอ่านในเกรดห้า สามารถพยากรณ์โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอ่านในเกรดสอง ด้วยค่าสหสัมพันธ์ประมาณ .75 แค ฟายส์ และ โอคีย์ (Fiel and Okey. 1974 : 253 - 255) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการทดสอบย่อยและการสอนซ้ำในความรู้พื้นฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 90 คน ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง

กราฟในการทดลองพบว่า การทดสอบ และการสอนความรู้พื้นฐานไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปได้ว่า การทบทวนความรู้พื้นฐานควรจะได้มีการส่งเสริมการสอนโดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานให้กว้างขวางและเป็นขั้นตอนที่ไม่ควรละเลย เพื่อจะได้เกิดประโยชน์ในด้านการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยนั้น ในปีพ.ศ. 2519 อาทิตย์ เหล่าวณิชวัฒนา (อาทิตย์ เหล่าวณิชวัฒนา 2519) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น (ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับปีที่ 2 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2517 จากวิทยาลัยครูภาคเหนือ 4 แห่ง ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน เป็น นักเรียนชาย 240 คน และเป็นนักเรียนหญิง 160 คน ผลการวิจัยสรุปว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้นกับคะแนนจากแบบทดสอบวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันมีค่าเป็นบวก กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้นได้ดี ย่อมส่งผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วย

นพพร พานิชกุล (นพพร พานิชกุล 2522) ได้กล่าวถึงปัญหาในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นว่า ปัญหาแรกที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เห็นเด่นชัดมากคือ เรื่องความรู้พื้นฐานเดิมในทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน นักเรียนบางคนก็มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่แน่นเพียงพอในอันที่จะสามารถเข้าใจและเรียนวิชา คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไปได้อย่างที่พอสมควร แต่ที่ว่านักเรียนอีกส่วนหนึ่งนั้นมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถจะเข้าใจบทเรียนได้อย่างดี ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาและความยุ่งยากใจแก่ผู้สอนมาก ทั้งนี้เพราะระดับความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่าเทียมกัน อาจจะเนื่องมาจากสาเหตุประการหนึ่งที่ว่า นักเรียนแต่ละคนนั้น ได้รับการอบรมสั่งสอนวิชาคณิตศาสตร์มาจากโรงเรียนในระดับที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนเหล่านี้ต่างก็มีความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เท่าเทียมกัน ยังผลให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างช้าๆ ความรวดเร็วหรือขาดประสิทธิภาพเท่าที่ควรทำให้บทเรียนบางบทเรียนต้องเสียเวลาสอนอย่างมาก

ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา (ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา 2524 : 9 - 10) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโปรแกรมที่ 1 กับโปรแกรมที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จำนวน 787 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนักเรียนที่เรียนโปรแกรมที่ 1 และโปรแกรมที่ 2 และจากผลการเปรียบเทียบพบว่า นักเรียนที่เรียนโปรแกรมที่ 1 มีความรู้พื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่เรียนโปรแกรมที่ 2

รุจิร ภู่อาระ (รุจิร ภู่อาระ 2523) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนและมีการสอนซ่อมเสริมกับนักเรียนที่ไม่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานและไม่มีการสอนซ่อมเสริม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 180 คน ของโรงเรียนมัธยมสาธิตรามคำแหง ผลการวิจัยสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนและมีการสอนซ่อมเสริมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ไม่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานและไม่มีการซ่อมเสริม

ระยับ ทฤษฎีคุณ (ระยับ ทฤษฎีคุณ 2523 : 45 - 48) ได้สำรวจความคิดเห็นของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูในกรุงเทพมหานคร จำนวน 600 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานจำเป็นมาก วิธีสอนและกิจกรรมต้องเน้นบทบาทของผู้เรียนและเห็นว่าผู้สอนต้องใช้สื่อการเรียนการสอนหลาย ๆ อย่างโดยสื่อการเรียนการสอนควรมีคุณภาพดี และเหมาะสมกับบทเรียน

ดำรง ศิริเจริญ (ดำรง ศิริเจริญ 2524) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสอนด้วยวิธีการสอนที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือวิธีที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมที่มีการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล วิธีที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมที่มีการสอนซ่อมเสริมเป็นกลุ่มและวิธีบรรยายไม่มีการสอนซ่อมเสริมความรู้พื้นฐานเดิม เนื้อหาวิชาที่สอนเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 140 คน โรงเรียนวัดยาง อำเภอมือง จ. พิษณุโลก ผลการศึกษาสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการตรวจสอบ

ความรู้พื้นฐานเดิมที่มีการสอนซ่อมเสริมทั้งวิธีเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนวิธีบรรยายไม่มีการสอนซ่อมเสริมความรู้พื้นฐานเดิม

น้ำทิพย์ มากชู (น้ำทิพย์ มากชู 2526 : 40 - 43) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับวิธีเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 83 คน โรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์) ตอนเมือง อำเภอบางเขน กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียนโดยส่วนรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยงยุทธ ยรรยงเมธ (ยงยุทธ ยรรยงเมธ 2526 : 21 - 22) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนทบทวนและที่เรียนโดยไม่มีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนทบทวน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนพิษณุโลกศึกษา อำเภอมะนัง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 89 คน ผลการศึกษาสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอน โดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม จากบทเรียนทบทวนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนที่ไม่มีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนทบทวนที่ระดับนัยสำคัญ .01

ศิริวรรณ จันทกะพ้อ (ศิริวรรณ จันทกะพ้อ 2526 : 41 - 42) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ มาก่อนเรียนของครูผู้สอนวิชาภาษาไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้หนังสือเรียนภาษาไทย ชุดทักษะสัมพันธ์เล่ม 1 ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนวิชาภาษาไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความคิดเห็นในเรื่องความต้องการให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ ในระดับ "มากที่สุด" และ "มาก" สูงกว่าความต้องการในระดับ "น้อย" และ "น้อยที่สุด"

สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานเป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะจะส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยตรง เพราะช่วยเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนเริ่มเรียนบทเรียนในครั้งต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักศึกษาลงานท่านได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 - 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ
2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรจะรู้วิธีรักษาความปลอดภัยทั้งตนเอง และความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือแล้วนักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความคล่องตัวไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมาย และจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัดระบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ อาจจะเป็นการย่อข้อมูลดิบจัดหมวดหมู่ ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิหรือสรุปข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความหมาย ขยายความและสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้องไม่คลุมเครือ

6. ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือพิสูจน์โดยการค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนแผนการทดลองและควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ดี เหมาะสม สะดวก ในการปฏิบัติงานง่ายแก่การดำเนินการ ตลอดทั้งประหยัดเวลา กำลัง และเงินทองด้วย ผู้ที่มีทักษะในการเลือกแบบแผนการทดลองนี้จะใช้การทดลองที่ง่าย ประหยัด และได้ผลมาก

8. ทักษะในการคิดคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในทางวิทยาศาสตร์ นั้นมักจะเป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นอีกประการหนึ่งที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือการแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่ เวลา เป็นต้น

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ 2517 : 30 - 33) กล่าวว่า สิ่งจำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ทักษะที่สำคัญคือ

1. ทักษะในการสังเกต
2. ทักษะการอธิบาย
3. ทักษะการทำนาย
4. ทักษะการสร้างสมมุติฐาน
5. ทักษะการออกแบบการทดลอง
6. ทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สมถวิล ภูศิริ (สมถวิล ภูศิริ 2518 : 31 - 32) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ" และทักษะที่สำคัญและจำเป็นใช้ในการค้นคว้าทดลองมีอยู่หลายประการ ดังต่อไปนี้คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้องและรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)
2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้น ๆ ในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลองการบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การให้นิยามรวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่าโดยใช้ภาษาที่กระชับเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย
4. ทักษะในการจัดทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือความสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไปการจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้ อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว
6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์ หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลและอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง
7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำเป็นการทดลอง พิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ
8. ทักษะในการกีดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการกีดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ และเวลา เป็นต้น

ประหยัด จันทรชัย และประสพสันต์ อักษรมัต (ประหยัด จันทรชัย และประสพสันต์ อักษรมัต 2518 : 23 - 24) ได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ไว้ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการคือ

1. ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

- 1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย
- 1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด
- 1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ
- 1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- 1.5 ให้เด็กเกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหายุ่งยากเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาย่างต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์มี

- 2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาย่างต่าง ๆ
- 2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่และนำมาอธิบายได้
- 2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง
- 2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ
- 2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล
- 2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบหรือหาคำตอบปัญหาย่างต่าง ๆ

ด้วยการปฏิบัติทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสม

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ให้พบเห็นมารายงานหรือเขียนได้

ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 85) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ" ทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้มีหลายทักษะคือ

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด

การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมากจะต้องมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองหรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนหรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนกสิ่งเหล่านี้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

มิติ หมายถึง ความกว้าง ความยาว หรือความสูง (หนา) ของวัตถุ

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย

การสื่อความหมายเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป

8. ทักษะการทำนาย

การทำนาย คือ การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolation) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolation)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือ ข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้นโดยยังไม่มีหลักฐานรับรอง แต่ข้อความที่เป็นไปได้ชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

10. ทักษะในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การใช้คำพูดและคำศัพท์ที่ถูกต้อง รัดกุม เหมาะสมกับระดับชั้นเรียนเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าและทดลอง

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง

การทดลองเป็นกระบวนการที่รวบรวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุ อุปกรณ์และดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล และสรุปผล

ทักษะการแปลความหมายข้อมูล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2526 : 13 - 15) ได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอและรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมในการวัดด้วย

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลาก็คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปกับเวลา 10 วัน

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ ๆ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อน การทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันจนเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้จากประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ การใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และบางครั้งอาจรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือตั้งสมมติฐานใหม่ เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

อำนาจ เจริญศิลป์ (อำนาจ เจริญศิลป์ 2526 : 38 - 39) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น กาย สัมผัสปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดถูกต้องและรวดเร็วและต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไกรายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย

2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้น ๆ ในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลองการบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบจะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือความสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่ เป็นตาราง กราฟ แผนภูมิ เป็นต้น

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผล

6. ทักษะในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผลและอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำการทดลองที่สุจริตสมมติฐาน หรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง และระยะทาง เป็นต้น

โรเบิร์ต บี. ซันด์ และเลสลีย์ คัมบริว. ไทรวมบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93 - 95) ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพิจารณาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ดังนี้คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)

1.1 การฟังอย่างตั้งใจและถามเมื่อสงสัย

1.2 การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจ และคิดอย่างเป็นระบบ

1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูลและใช้แหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่งมาร่วม

พิจารณา

1.4 การสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยการสัมภาษณ์หรือการเขียนจดหมาย

ติดต่อสอบถาม

1.5 การตั้งปัญหา

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการบันทึกเป็นข้อความ เป็นตาราง

หรือจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

1.7 การค้นหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้ โดยทำการทดลองวิเคราะห์ผลการทดลองแล้วสรุปผล

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

2.1 การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ เป็นระเบียบและสมบูรณ์โดยรายงานเป็นตารางหรือเป็นแผนผัง

- 2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้
- 2.3 การเรียบเรียงข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อแสดงลำดับ
- 2.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้
- 2.5 การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่
- 2.6 การกำหนดเค้าโครงร่างออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย
- 2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสำคัญของข้อมูล
- 2.8 การประเมินผลและหาวิธีปรับปรุงแก้ไข
- 2.9 การวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

- 3.1 การวางแผนล่วงหน้า โดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้ รวมถึงการ
- 3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่เครื่องมือใหม่หรือระบบใหม่
- 3.3 การคิดค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ
- 3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ ๆ

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

- 4.1 การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ
- 4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดี
- 4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือและการทำงาน
- 4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง
- 4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ
- 4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อการแสดงและการทดลอง
- 4.7 การจัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอโมมิเตอร์ ตาชั่ง

เครื่องจับเวลา เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

- 5.1 การตั้งคำถามรู้จักเลือกใช้คำถามที่ดี
- 5.2 การอภิปรายรู้จักใช้ความคิดของตนเอง และรับฟังความคิดเห็นของ

ผู้อื่น

5.3 การอภิปรายที่ชัดเจน

5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียนหรือครู โดยเน้นเนื้อหาที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้

5.6 การวิจารณ์เชิงสร้างสรรค์ เพื่อประเมินค่าผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลการทดลองและแปลความหมายจากกราฟได้

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียน

เจมส์ อาร์ โอเค และ โรนัลด์ แอล ฟิเอล (Okey and Ronald Fiel. 1973 : 1 - 10) ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปว่า ครูวิทยาศาสตร์ควรจะต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ประการคือ

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) คือความสามารถที่จะบอกได้ว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable)

2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) คือความสามารถในการสร้างตารางข้อมูล จากข้อความต่าง ๆ หรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้องในการสร้างตารางข้อมูลนั้น ส่วนมากนิยมขึ้นต้นด้วย ตัวแปรอิสระแล้วต่อมาจึงเป็นตัวแปรตามและค่าตัวเลขที่มักนิยมจัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) คือ ความสามารถในการเขียนกราฟจากคำอธิบายหรือจากตารางข้อมูล หรือจากการทดลองซึ่งในการเขียนกราฟนิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกน x และตัวแปรตามอยู่บนแกน y

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relations between Variables) คือความสามารถในการลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (Best - fit line) บนกราฟและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำกับข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) คือ ความสามารถในการเก็บข้อมูลจากการทดลองแล้วนำมาเขียน

กราฟ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง ควรมีทักษะในการวัด
มาก่อนเพื่อช่วยให้เก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและง่ายขึ้น

6. การวิเคราะห์ทวนการของการทดลอง (Analizing Investigation) คือ ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอก
สำหรับการทดลองและปัจจัยสมมติฐานที่จะทดสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) คือ ความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหาให้

8. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ
ได้ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือ การกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการ
ทดลองนั้นสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถในการออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ การออกแบบ
การทดลองประกอบด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานของการทดลองและดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล
นำไปใช้ในการพิสูจน์สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดให้

โตนาสต์ ลันด์สตรอม และลอว์เรนซ์ โลเวอร์รี (Lundstrom and Lowery. 1978 : 209 - 210) กล่าวว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึง
วัยเด็ก เนื่องจากความพร้อมสำหรับทักษะแต่ละทักษะไม่ได้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ทักษะแต่ละอย่างจะเริ่มขึ้นที่วัยต่าง ๆ กัน เช่น ถ้าจะฝึกให้เด็กปฏิบัติการทดลองต้องฝึกเมื่อเด็ก
เรียนถึงเกรด 4 แล้ว เด็กจึงจะทำได้ ถ้าฝึกก่อนเกรด 4 การฝึกนั้นจะไร้ผล

คณะกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for The Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ได้ศึกษาวิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่ามีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบและค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อย่างไรบ้าง และพบว่าวิธีการหรือทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะ ทักษะทั้งหมดนี้แบ่งเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ

ก. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills)
ได้แก่

1. การสังเกต (Observing)
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relationships)
3. การจัดพวก (Classifying)
4. การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)
5. การวัด (Measuring)
6. การสรุปอ้างอิง (Infering)
7. การทำนาย (Predicting)
8. การสื่อความหมาย

ข. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrate Process Skills)

9. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Definining Operational Definition)
10. การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and

Manipulating Variables)

11. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis)
12. การประมวลและการตีความหมายของข้อมูล (Data Processing and

Interpreting)

13. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigation)

ในปี พ.ศ. 2513 ได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และได้ทำการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์โดยได้ให้ความสำคัญของการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสท.) ได้กำหนดให้มีการเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operation definition) ของทักษะต่าง ๆ ตามแนวของ AAAS (American Association for the Advance of Science - AAAS) กำหนดให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะต้องปลูกฝังให้กับนักเรียนเป็น 9 ทักษะ ดังนิยามต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 1 - 12)

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้องและรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)
2. ทักษะในการเลือก และใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้นในการทดลองได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระเบียบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การให้นิยามรวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กระชับรัดกุมเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิหรือสมการทางคณิตศาสตร์
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผลรวดเร็ว
6. ทักษะในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเน ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำการทดลองพิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่หาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่และเวลา เป็นต้น

กึ่งฟ้า สันตวงษ์ และคณะ (กึ่งฟ้า สันตวงษ์ และคณะ 2525 : 10 - 11)

ได้เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะของคณะกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Comission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) ดังนี้

สสวท. 9 กระบวนการ	AAAS 13 กระบวนการ
1. การสังเกต 2. การรู้จักใช้เครื่องมือวัด 3. การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย 4. การจัดกระทำกับข้อมูล 5. การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป 6. การสร้างสมมติฐาน 7. การออกแบบการทดลองและการดำเนินการทดลอง 8. การคิดคำนวณ 9. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ	1. การสังเกต 2. การวัด 6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 9. การสร้างสมมติฐาน 11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 12. การทดลอง 5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและระหว่างสเปกกับเวลา 3. การจัดจำแนกประเภท 7. การลงความเห็นจากข้อมูล 8. การทำนายหรือการพยากรณ์ 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ทักษะโดยนำมาเปรียบเทียบกันในตารางข้างต้นนี้ อาจจะไม่ครอบคลุมโดยทักษะที่ 7 ของ AAAS อาจจะมีรวมอยู่ในทักษะที่ 5 ของ สสวท. ด้วยก็ได้ และทักษะการทำนายของ AAAS อาจจะมีบรรจุไว้ในทักษะการตั้งสมมติฐานของ สสวท. หรือ สสวท. อาจจะเลือกเอาเฉพาะทักษะที่คิดว่าสำคัญเฉพาะที่จะใช้กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ดังนั้นทักษะการจัดจำแนกประเภทและการลงความเห็นจากข้อมูลจึงไม่ปรากฏ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพฤติกรรมที่ควรจะต้องปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียนทุกคน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สันญา ทิพย์เสนา (สันญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) โดยฝึกทักษะกระบวนการพื้นฐาน (Basic Process) กับการสอนแบบเดิมโดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คนโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาค การศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การทดสอบค่า t ($t - test$) พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกันและกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และปีเดียวกันนี้ อุทัย ชีวะธนรักษ์ (อุทัย ชีวะธนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (Integrated Process Skill) กับการสอนแบบเดิม กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้สอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบครูเป็นผู้สืบสอบ (Passive Inquiry) ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการทดสอบค่า t ($t - test$) พบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน
2. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน

ปี พ.ศ. 2518 สุมาลี พิตรากุล (สุมาลี พิตรากุล 2518 : 45 - 46) ได้ศึกษาค้นคว้าแบบของกิจกรรมทางวาจาระหว่าง ครูและนักเรียนของแฟลนเดอร์สที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ทักษะ เชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูบุรีรัมย์ปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น

3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า เพศชายและเพศหญิงของแต่ละกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

พ.ศ. 2522 ทิพย์ภรณ์ คำรงกุลรัตน์ (ทิพย์ภรณ์ คำรงกุลรัตน์ 2522 : 37 - 41) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทดลองกับนิสิตปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา ซึ่งเรียนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2521 จำนวน 54 คน จัดเป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูลกลุ่มควบคุมเรียนในชั้นเรียนปกติเมื่อเรียนจบแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมกัน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พ.ศ. 2525 กิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์ และคณะ (กิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์ และคณะ 2525 : 51 - 95) ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดขอนแก่น โดยทดลองกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2,401 คน และนักเรียน ม. 4 จำนวน 2,646 คน จากโรงเรียน 14 โรงเรียน ในปีการศึกษา 2524 โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (χ^2 -test) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. นักเรียนทั้งสองระดับชั้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 1) ในเขตอำเภอเมืองขอนแก่น ทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนทั้งสองระดับชั้นในเขตนอกอำเภอเมืองขอนแก่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

3. นักเรียนในจังหวัดขอนแก่น และนักเรียนในโรงเรียนต่างจังหวัดมีความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พ.ศ. 2526 วนา ชลประเวศ (วนา ชลประเวศ 2526 : 77 - 79) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะรวม 9 ทักษะของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนคลองหลวงพิทยาคม จังหวัดปทุมธานี จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน เรียนโดยวิธีสอนแบบใช้เกมและกลุ่มควบคุม 45 คน เรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ Randomized Control Group Posttest Only Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ เกมการสอนแผน การสอนแบบปฏิบัติการทดลองและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะ จำนวน 9 ฉบับ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .72 - .93 ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ z - test ทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ของทั้งสองกลุ่ม

ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภทการตั้งสมมติฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง ส่วนทักษะที่เหลือ ได้แก่ ทักษะการวัด การคำนวณ การทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและในปีเดียวกันนี้ เขาวนิ อะยะวงค์ (เขาวนิ อะยะวงค์ 2526 : 59 - 60) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนมัธยมสวัสดิ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป ชนิดสื่อประสมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกด้วยครูคือผู้วิจัยเองโดยใช้แบบแผนการฝึกร่วมกันใช้เวลาในการฝึกเท่ากันทั้งสองกลุ่มคือสัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 12 คาบ เมื่อสิ้นสุดการฝึกแล้ว ได้สอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ฉบับเดียวกันและพร้อมกันทั้งสองกลุ่ม ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป ชนิดสื่อประสมกับด้วยครูฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พ.ศ. 2527 ภาณี โอภิธากรณ์ (ภาณี โอภิธากรณ์ 2527 : 74 - 75)

ได้ศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ 30 คน และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง 30 คน สุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำและสูงเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน ได้กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสารใช้เวลาเรียนกลุ่มละ 13 คาบ คาบละ 50 นาที วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาเปรียบเทียบกันเพื่อศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ และใช้ χ^2 -test ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกัน ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง และความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศในปี ค.ศ. 1971 บัทโซ (Butzow. 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนเด็กเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิทยาศาสตร์ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนสอน (Pretest) และภายหลังสอน (Posttest) พบว่า คะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้งแตกต่างกัน

กล่าวคือ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวกการวิเคราะห์ การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย

ค.ศ. 1972 วิคเดิน (Widdon. 1973 : 186) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดยศึกษาทดลองกับครู 26 คน กับนักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 พวก คือ กลุ่มทดลอง ครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มควบคุมครูจะสอนตามหลักสูตรเดิมและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คะแนนนักเรียนก่อนทำการสอนและหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่า หลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดีแต่ไม่มีผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่อย่างใดจะพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

ค.ศ. 1974 ยูจีนี แอนน์ โปโปราด แวนเนค (Eugenia Ann Poporad Vanek. 1974 : 1522 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษา 3 จำนวน 54 คน และระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยให้ทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมให้เรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ค.ศ. 1975 ควินและจอร์จ (Quinn and Geoge. 1975 : 289 - 296) ได้ทำการวิจัยเพื่อที่จะประเมินผลวิธีสอนการสร้างสมมติฐานของเด็กระดับประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตราส่วนจัดคุณภาพของสมมติฐาน (Hypothesis quality scale) ซึ่งสร้างโดยผู้วิจัยและเครื่องมือนี้มีค่าความเที่ยงตรง 0.94 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นเด็กนักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาทอลิก (Catholic School) ในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียนและจากโรงเรียนคาทอลิก เขตที่มีสถานภาพทางสังคมสูง 2 โรงเรียน ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีสถานภาพทางสังคมสูงและกลุ่มที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ ในแต่ละกลุ่มแยกเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้สอนการสร้างสมมติฐานและกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนการสร้างสมมติฐาน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการสร้างสมมติฐานจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน และความสามารถในการตั้งสมมติฐาน มีความสัมพันธ์กับสภาพสังคม สติปัญญา คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความสามารถในการอ่านและเลข กล่าวคือ นักเรียนที่มาจากฐานะทางครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง มีความสามารถในการอ่านสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานได้ดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ต่ำ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ มีความสามารถในการอ่านน้อยและพบว่า นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่านักเรียนชาย แต่นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนชาย

ค.ศ. 1977 เกเบิลและรับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอน และประสบการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา ค.ศ. 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า นักเรียนครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

จากผลการศึกษา¹¹ชี้ให้เห็นว่าครูสามารถจะฝึกให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้ถ้าได้รับการเน้นหนักทางทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์

ค.ศ. 1978 สตีเวนและแอตวูด (Stevens and Atwood. 1978 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The test of Science Process) และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Interest Inventory) จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนจากการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า นักเรียนมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย นั่นคือ อาจใช้คะแนนความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

สรุปผลงานวิจัยต่างประเทศในเรื่องการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นเรื่องที่จะต้องทำการปลูกฝังให้มากขึ้น

3. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนบทวน

บทเรียนบทวนที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นวิชาการหนึ่งของการสอนด้วยตนเอง (Self Instruction) ซึ่ง วิลเลียม คลาค โทรว์ (William Clark Trow) ได้สรุปลักษณะของแบบเรียนที่ใช้ในการสอนนี้ว่า

1. เนื้อหาที่เรียนประกอบด้วยขั้นย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกันไปอย่างมีเหตุผล
2. ผู้เรียนจะต้องตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เสนอไว้ในแบบเรียน
3. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามกำลัง ความสามารถของตนเอง
4. ผู้เรียนสามารถทราบผลการตอบสนองของตนในทันที
5. การตอบสนองที่ถูกต้องจะก่อให้เกิดแรงเสริมในการตอบสนองทุกครั้งต่อไป

ฉะนั้น แบบเรียนสำเร็จรูปจึงมีลักษณะที่จะใช้เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้เป็นอย่างดี ผลของการเรียนจะขึ้นอยู่กับรายการสอนเป็นสำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ ผู้เรียนตอบคำถาม ถ้าแต่ละชั้นของรายการสอนจัดทำไว้ดีแล้ว เด็กจะสามารถทำถูกเป็น ส่วนใหญ่

สมิธ (Smith. 1973 : 24 - 25) ได้อธิบายเกี่ยวกับชุดการเรียนสำเร็จรูป ว่า เราจะต้องยอมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนข้ามชั้นชุดการเรียนสำเร็จรูปในบางหน่วยได้ เมื่อนักเรียนมีพื้นความรู้หรือสอบได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และจะต้องยอมให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสตรวจผลความก้าวหน้าของตนเองก่อนที่จะรู้จะวัดผล ในการจัดกิจกรรมให้แก่ นักเรียนนั้นจะต้องจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกและหาวิธีการต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนด้วยเพื่อที่จะให้การ เรียนนั้นได้บรรลุเป้าหมาย เช่น

1. ใช้สื่อหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ทางการเรียนดีขึ้น
 2. หาวิธีการหลาย ๆ รูปแบบ โดยมีจุดหมายและขอบข่ายการหลายอย่าง เช่น อาจจัดให้เป็นไปตามขนาดของกลุ่มและจะต้องหาวิธีการที่เหมาะสม เฉพาะแต่ละกลุ่ม
 3. แบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอนตามลำดับความยากง่าย
 4. จัดกิจกรรมหลาย ๆ อย่าง ให้ผู้เรียนได้เลือกและมีส่วนร่วมในบทเรียน
- วัตถุประสงค์ในการจัดทำชุดการเรียนด้วยตนเอง สุนันท์ ปัทมาคม (สุนันท์ ปัทมาคม 2520) ได้กล่าวไว้ดังนี้
1. เพื่อใช้สอนเนื้อหา บทเรียนตามหลักสูตรและวัตถุประสงค์ทางการศึกษา
 2. เพื่อเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปของครูที่สอนนักเรียนโดยที่ครูไม่จำเป็นต้องเตรียม อุปกรณ์หรือวางแผนล่วงหน้ามาก่อนใหม่ ชุดการเรียนพร้อมที่จะให้ผู้เรียนหยิบใช้ได้ทันที ฉะนั้น ชุดการเรียนจึงไม่คำนึงถึงความแตกต่างในความหมายทางการสอนของครู
 3. เพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ชุดการเรียนสำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้น ให้ นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการเรียนนั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษา และเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตร การศึกษาต่อเนื่อง (Continuous Progress Curriculum) ชุดการสอนจะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาถูกแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงตามลำดับกันตั้งแต่ง่ายไปยาก ตามลำดับไป ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อ ๆ กันไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละสาขาวิชาที่ตนชอบได้ตามความสนใจ จะเรียนอย่างใดก่อนหลังและจะเรียนให้ก้าวหน้าไปเท่าใดก็ได้ไม่มีข้อจำกัด

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) กล่าวถึง โครงสร้างของชุดการเรียนว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การสอบครั้งแรก (Pre - test)
6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and Self - evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz)
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Post - test)

สุนันท์ ปัทมาคม (สุนันท์ ปัทมาคม 2519 : เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา Media - Based Individualized Instruction) ได้ใช้วิธีการอย่างมีระบบและกำหนดลำดับขั้นตอนในการวางแผนงานการทำชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน
 - 1.1 เลือกเรื่อง วิชา ชั้น
 - 1.2 ลำดับขั้นการผลิตและวิธีการ
 - 1.3 กำหนดรายละเอียด ช่วงระยะเวลาการจัดทำ

2. ขั้นตอนการ

2.1 กำหนดรายละเอียดของเนื้อหา

2.2 ตั้งวัตถุประสงค์

2.3 นำรายละเอียดของเนื้อหา มาจัดดำเนินการการผลิตตามวิธีการที่

กำหนดไว้

2.4 จัดทำสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบเนื้อหา

2.5 การทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post - test)

2.6 ลงมือผลิตและจัดทำเพื่อใช้ทดสอบขั้นต้น

3. การทดลอง (Try out)

นำชุดการสอนที่ผลิตแล้วไปรับการทดสอบหาความบกพร่อง

4. แก้ไขจุดบกพร่อง

5. แก้ไขและลงมือผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบจริง

6. ลงมือทดลอง

7. การเก็บรายงานผลข้อมูลในเชิงสถิติ

8. บรรจุ กล่องและคำชี้แจงรายละเอียดพร้อมทั้งรายละเอียดของการดำเนินงาน

9. รายงานผลต่อที่ประชุมใหญ่ของผลการจัดทำ

10. สิ่งงาน

อิทเทอร์ส (Heaters. 1977 : 344) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการเรียนด้วยตนเองดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา แล้วจัดลำดับชั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก

2. ประเมินหาความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

3. เลือกกิจกรรมการเรียน วิธีสอน และสื่อการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

โดยคำนึงถึงความพร้อม ความต้องการของผู้เรียน

4. กำหนดรูปแบบการเรียน

5. กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียน

6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่

บทบาทของครูในการเรียนรายบุคคลนั้น เฟลด์ฮูสเซน และคณะ (Feldhusen and Others. 1975 : 20 - 21) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูดังนี้

1. เลือกสรร ตัดแปลงหรือปรับปรุงวัสดุประกอบการเรียนและกิจกรรมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ให้การแนะนำช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคล

3. ประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนเกี่ยวกับพัฒนาการทางสังคมการปฏิบัติการ เลวิส (Lewis. 1971 : 107) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนว่า ในการเรียนด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง และควร เป็นกิจกรรมที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้สัมพันธ์กับเนื้อหา ควรมีกิจกรรมให้เลือกมากพอ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการกระทำกิจกรรม ซึ่งอาจจะเป็นการลงมือทดลองการเขียน การอ่านหรือโดยการฟังและสังเกต

นิพนธ์ สุขปรดี (นิพนธ์ สุขปรดี 2519 : 67) ได้กล่าวถึง ลักษณะของชุดการเรียนที่ดีว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นชุดการเรียนที่เหมาะสมตรงตามจุดหมายที่ตั้งไว้ที่สุด
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. สิ่งที่ใช้สามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี
4. มีคำแนะนำและวิธีการใช้อย่างละเอียดง่ายต่อการใช้

คุณค่าของชุดการเรียนด้วยตนเอง

กรีนวอลด์ (Grinewald. 1975 : 15 - 39) ได้กล่าวว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่า รู้สิ่งใดจะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก
3. สื่อต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ

4. ชุดการเรียนจะมีคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น

5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้ว ย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือกระทำกิจกรรมอื่น

อานรณ ชาทิบุรุษ (อานรณ ชาทิบุรุษ 2517 : 6 - 7) กล่าวถึง คุณประโยชน์ของการเรียนเป็นรายบุคคลว่ามีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถของเด็กแต่ละคนในเรื่องต่อไปนี้

1. ความรับผิดชอบในด้านการเรียน ความประพฤติ ความมีวินัยในตนเอง
2. การวัดผลในด้านความรู้อย่างเที่ยงตรง
3. การเฝ้าหาความรู้ซึ่งนำไปสู่ความปรารถนาที่จะศึกษาไม่สิ้นสุด
4. ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดในเชิงวิพากษ์วิจารณ์
5. การรู้จักเลือกสรรสิ่งที่เหมาะสมแก่ตนเอง
6. การรู้จักตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ
7. การรู้จักเคารพ เน้นถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปได้ว่า ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่เป็นบทเรียนสำเร็จรูปมีลักษณะคุณค่าและความเหมาะสมที่เพียงพอ สามารถที่จะนำมาใช้ในการทบทวนความรู้พื้นฐานและทบทวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาได้

บทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อการเรียนการสอนแบบหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเรียนได้เร็วตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลารอคอยกัน การเรียนนั้นผู้เรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบทเรียนนั้นอย่างเคร่งครัดและด้วยความซื่อสัตย์ (ไพโรจน์ เบาใจ 2520 : 1)

กู๊ด (Good. 1973 : 306) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมว่าหมายถึง บทเรียนที่นำมาใช้ในรูปแบบของสมุดแบบฝึกหัดตำราเรียน เครื่องกล หรือเครื่องประติมากรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุระดับของการกระทำที่ระบุไว้

1. เนื้อหาของบทเรียนถูกจัดแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ
2. ในแต่ละลำดับขั้นของบทเรียนจะมีคำถามอยู่หนึ่งคำถามหรือมากกว่า และจัดกระทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในทันทีทันใดเมื่อจะตอบคำถามถูกหรือผิดก็ตาม

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ก้าวไปตามความสามารถของตนเอง ไม่ว่าจะเรียนแบบเอกัตบุคคลหรือเรียนเป็นกลุ่ม

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ 2519 : 14) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรมคือ บทเรียนที่สร้างขึ้นมาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง จะเรียนได้ช้าหรือเร็วก็แล้วแต่ความสามารถของผู้เรียนโดยที่ครูไม่ต้องช่วยเหลือหรือนั่งอธิบายอยู่ใกล้ซิกนักรเรียนเป็นผู้ใช้ ครูมีหน้าที่เป็นผู้ดูแลและจัดบทเรียนให้ และให้คำแนะนำป้องกันที่จำเป็นเท่านั้น

ชม ภูมิภาค (ชม ภูมิภาค 2521 : 11 - 12) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า หมายถึง การเรียนการสอนที่แบ่งเนื้อเรื่องออกเป็นส่วนย่อย ๆ และต่อเนื่องกันโดยลำดับ เพื่อให้บรรลุจุดหมายในการสอนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าอย่างชัดเจน เนื้อหาที่เรียนแบ่งออกเป็นตอนย่อย ๆ เล็ก ๆ แต่ละตอนเรียกว่า "กรอบ" ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านและทำการตอบสนองทุกกรอบ เน้นลำดับต่อเนื่องกันหลายกรอบจนบรรลุเป้าหมายที่วางเอาไว้ เมื่อผู้เรียนตอบสนองแต่ละกรอบผู้เรียนจะรู้ว่า ตอบถูกหรือผิด หากตอบถูกก็เป็นการย้ำ หากตอบผิดก็จะมีคำตอบที่ถูกซึ่งทำหน้าที่แก้คำตอบผิดให้

เปรี๊ยะ กุมุท (เปรี๊ยะ กุมุท 2515 : 1) ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า หมายถึง ลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถโดยอาศัยหลักสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ

มณี เป็นสุข (มณี เป็นสุข 2522 : 12) ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเรียนได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องความสามารถทางการเรียน เนื้อหาที่เรียนแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ สั้น ๆ ที่เรียกว่า "กรอบ" แต่ละกรอบบรรจุ คำอธิบายและคำถามที่ต่อเนื่องกันไป โดยที่คำถามนั้นอาจจะเป็นลักษณะใดก็ได้ เช่น เติมคำถูกผิดหรือเลือกตอบ เมื่อผู้เรียนทำแต่ละกรอบเสร็จแล้วก็สามารถตรวจสอบได้ทันทีว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด

บุญเกื้อ ครอบหาเวช (บุญเกื้อ ครอบหาเวช 2521 : 19 - 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโปรแกรม ไว้ดังนี้

1. Active Participation ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกิจกรรมในการเรียนอย่างแข็งขัน เช่น นักเรียนได้อ่าน ให้ตอบคำถาม ให้ทดลอง หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่บทเรียนจะกำหนดให้ ต่างกับการอ่านหนังสือหรือตำราที่ผู้เรียนมีโอกาสรอ่านแต่เพียงอย่างเดียว และเมื่ออ่านแล้วก็ยังไม่แน่ใจว่าจะเข้าใจหรือรู้เรื่องที่อ่านจริงหรือไม่

2. Feedback หรือการมีข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีว่าสิ่งที่ตนทำไปนั้นถูกหรือผิด ซึ่งอาจจะจัดในลักษณะของคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมไว้ให้ด้วย

3. Success Experience ประสบการณ์แห่งความสำเร็จเมื่อผู้เรียนได้ทราบผลที่ตนตอบจาก Feedback ที่บทเรียนให้ไว้ว่าถูกต้อง จะเกิดความรู้สึกภูมิใจ สบายใจ และอยากเรียนต่อไป ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะที่ 4 ด้วย

4. Gradual Approximation การประมาณทีละน้อยเป็นการจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ ตามลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก แต่ละขั้นตอนมีความต่อเนื่องกันอย่างสนิทสนม ไม่ถี่หรือห่างจนเกินไป จะทำให้ยากแก่การเรียนรู้ผู้เรียนอาจเกิดความท้อถอยที่จะเรียนต่อไปได้

ธนพร เจียรกุล (ธนพร เจียรกุล 2523 : 6 - 8 อ้างอิงมาจาก Fry, 1963 Schramm, 1964 Jacobs, 1966 De Cecco, 1968 และ Rothman and Jones, 1971) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนโปรแกรมดังนี้คือ

1. มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน กล่าวคือ พฤติกรรมขั้นสุดท้ายของนักเรียนจะต้องถูกกำหนดลงไป เพื่อให้ให้นักเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางเอาไว้

2. เนื้อหาของบทเรียนถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เรียงลำดับไว้สร้างความสนใจของนักเรียนซึ่งแต่ละหน่วยเรียกว่า "กรอบ"

3. นักเรียนต้องแสดงการตอบสนองความรู้ในแต่ละกรอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง

4. การตอบสนองของนักเรียนจะได้รับการเสริมสร้าง โดยให้ทราบผลของการตอบทันที

5. นักเรียนค่อย ๆ เรียนเพิ่มทีละขั้นจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่ความรู้ใหม่ซึ่งบทเรียนได้จัดลำดับไว้ให้

6. ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

7. นักเรียนมีโอกาสเรียนได้ด้วยตนเอง เวลาที่ใช้เรียนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน

8. เนื้อหาบทเรียนได้ผ่านการทดลองใช้แล้ว และนำข้อมูลมาปรับปรุงโดยผู้เขียนบทเรียนโปรแกรม

ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

ถ้ายึดตามชนิดของการตอบสนองจะแบ่งบทเรียนโปรแกรมออกได้เป็น 2 ประเภท (บรรชา รัตนวิทย์ 2516 : 8) คือ

1. แบบที่ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง (Constructed Response) ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนที่จะนึก (Recall)
2. แบบมีคำตอบไว้ให้เลือก (Multiple Choice) ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถที่จะจำ (Recognition)

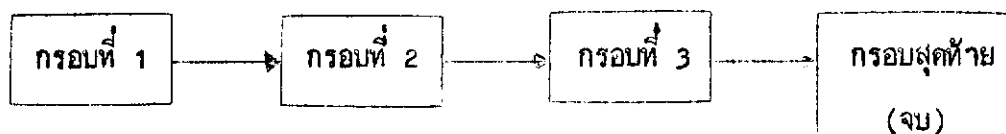
ถ้าจะแบ่งบทเรียนโปรแกรมตามเทคนิคของการเขียนสามารถแบ่งบทเรียนโปรแกรมออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Program)

บทเรียนจะประกอบไปด้วย "กรอบ" ซึ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ จากง่ายไปหายาก ผู้เรียนทุกคนจะได้อ่านข้อความเดียวกันตามลำดับเหมือนกันและตอบคำถามเหมือนกัน ผู้เรียนจะต้องเริ่มศึกษาจากกรอบแรกและก้าวหน้าไปตามลำดับ จนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่ง que ผู้เรียนจะได้รับจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในการเรียนกรอบต่อ ๆ ไป (Powell. 1969 : 169)

บทเรียนโปรแกรมแบบนี้ ทุกคนจะต้องทำแนวเดียวกันหมดและส่วนมากนักเรียนจะต้องตอบสนองด้วยการสร้างคำตอบ (Constructed Response) แต่ระยะหลังใช้ทั้ง Constructed Response และ Multipled - Choice Response (ชม ภูมิภาค 2521 : 66)

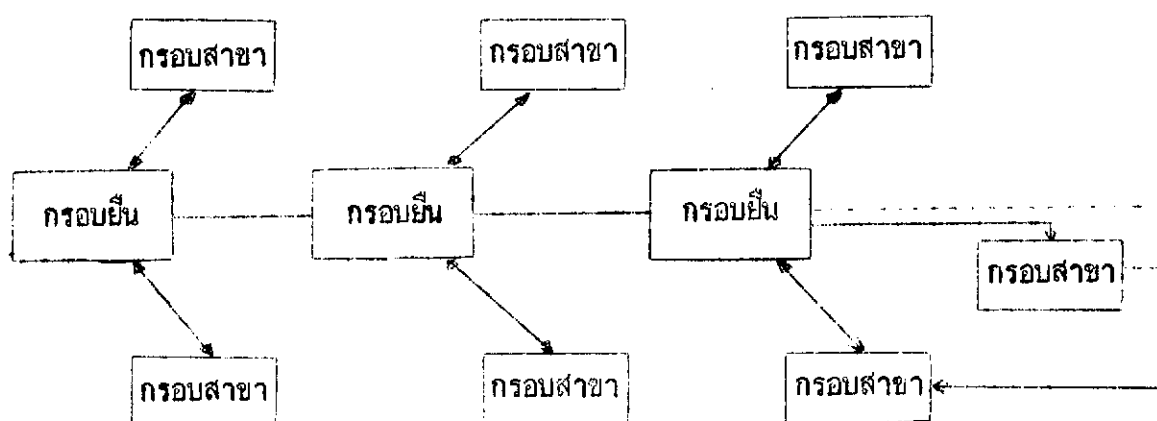
แผนผังบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง มีดังนี้



2. บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา (Branching Program)

บทเรียนแบบนี้จะประกอบด้วย กรอบหลัก ซึ่งผู้เรียนทุกคนต้องเรียนกรอบเหล่านี้ เรียกว่า "กรอบยี่น" ซึ่งเป็นกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน ในแต่ละกรอบยี่นจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่สอนอย่างสั้น ๆ ประมาณหนึ่งถึงสองย่อหน้า แล้วต่อด้วยคำถามให้ผู้เรียนตอบ ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบอาจมีสองหรือสามตัวเลือกหรือมากกว่า ในแต่ละตัวเลือกจะบอกกรอบหรือหน้ากำกับไว้ให้ผู้เรียนพลิกไป เมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบ ถ้าผู้เรียนตอบผิดผู้เรียนจะต้องศึกษากรอบสาขาที่มีคำอธิบายเพื่อแก้ไขความเข้าใจผิด พร้อมทั้งให้คำแนะนำให้ผู้เรียนเข้าใจว่า ตอบผิดอย่างไร จากนั้นจึงสั่งให้ผู้เรียนพลิกกลับไปยังกรอบยี่นเดิม เพื่อเลือกคำตอบอื่นในกรณีที่ผู้เรียนตอบถูก การเรียนของผู้เรียนก็จะดำเนินจากกรอบยี่นหนึ่งไปยังกรอบยี่นถัดไป (Stoburrow. 1961 : 58)

แผนผังของบทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา มีดังนี้



หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม

ในการเขียนบทเรียนโปรแกรม มีขั้นตอนที่ควรปฏิบัติอยู่ 3 ตอน (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์

2519 : 17 ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการหรือวางแผน
2. ขั้นการเขียนบทเรียน
3. ขั้นทดลองและแก้ไขปรับปรุง

1. ขั้นเตรียมการหรือวางแผน

ต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1.1 การเลือกบทเรียน

ในการเลือกบทเรียน ผู้เขียนควรพิจารณาในด้าน

- 1.1.1 เลือกบทเรียนหรือวิชาที่เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ใช้แล้วได้ผล

คุ้มค่ากับเวลาและแรงงานที่จัดทำ

- 1.1.2 ต้องเลือกบทเรียนที่คิดว่า ผู้เขียนมีความถนัดพอที่จะทำได้

- 1.1.3 คำนึงถึงความสั้นยาวของบทเรียน บทเรียนที่ยาวเกินไป

อาจจะแบ่งเป็นหลาย ๆ ตอน

- 1.1.4 บทเรียนบทหนึ่ง ควรใช้เวลาประมาณ 50 - 60 นาที ที่น่าจะเป็น

เป็นการเพียงพอแล้ว สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา

1.2 เตรียมเอกสาร หนังสือค้นคว้าประกอบการเขียน

การเขียนบทเรียนโปรแกรมนั้น ผู้เขียนจะต้องอ่าน ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล/หลักวิชา แล้วนำมาเรียบเรียง ฉะนั้นจึงต้องตระเตรียมแม้กระทั่งพจนานุกรมเพื่อเปิดดูศัพท์ว่าสะกดอย่างไร คำ ๆ นี้ เหมาะสมกับระดับชั้นหรือวัยของผู้เรียนหรือไม่

1.3 กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

การกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ นิยมกำหนดไว้ในแบบเชิงพฤติกรรม เพราะเป็นจุดมุ่งหมายที่เด่นชัดมองเห็นการกระทำของผู้เรียนได้ง่ายกว่า

1.4 สร้างข้อทดสอบวัดพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียน

ผู้เขียนบทเรียนจะต้องเขียนข้อมูลทดสอบขึ้นมาชุดหนึ่ง เพื่อเป็นการวัดภูมิหลังความรู้เบื้องต้นของผู้เรียนว่ามีมากน้อยแค่ไหน เพียงไร ข้อทดสอบเบื้องต้นนี้เรียกว่า การทดสอบก่อน

1.5 สร้างข้อทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมที่คาดหวังเมื่อเรียนจบ

เป็นข้อทดสอบที่เขียนขึ้นเพื่อจะวัดว่าผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามที่ตั้งไว้หรือคาดหวังไว้หรือไม่ บางทีผู้เขียนอาจจะใช้ข้อทดสอบชุดเดียวกันกับตอนทดสอบครั้งแรกก่อนเรียนบทเรียนก็ได้

2. ขั้นในการเขียนบทเรียน

ในขั้นนี้ ผู้เขียนต้องกำหนดไว้แน่นอนว่า บทเรียนนี้ต้องแบ่งออกเป็นกี่หน่วย กี่ข้อ หรือกี่กรอบและแต่ละหน่วยจะสอนเรื่องอะไร

สิ่งที่ควรคำนึงในการเขียนบทเรียนแต่ละหน่วย มีดังนี้

2.1 ต้องคำนึงเสมอว่าบทเรียนแต่ละหน่วยมุ่งที่จะสอน ไม่ใช่เพื่อทดสอบ มุ่งที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียน ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ การอธิบายหรือใช้ภาษา จึงต้องมุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ความรู้

2.2 การเขียนบทเรียนที่ดีจะต้องให้ผู้เรียนทำฝึกแต่บ่อย บทเรียนที่เขียนขึ้นแล้ว นักเรียนตอบผิดเป็นส่วนมากไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากนัก

2.3 บทเรียนแต่ละหน่วยหรือข้อ จะต้องมีการชี้แนะคำตอบไว้ในตัวคือ การใช้ถ้อยคำ ภาษาหรือคำอธิบายเป็นการชี้แนวทางให้ผู้เรียนทราบคำตอบได้เร็ว ง่ายต่อการเดา

2.4 การเขียนบทเรียนต้องคำนึงถึงความง่ายของการใช้ภาษาเขียนให้อ่านง่าย คำอธิบายแจ่มชัด และไม่ประสক্তিที่จะให้ผู้เรียนเกิดความไขว้เขวเมื่ออ่านบทเรียนบางอย่าง อาจจำเป็นต้องใช้ภาพประกอบ เพื่อช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.5 ต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยหรือข้อ ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วย มีการลำดับเรื่องเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

3. ขั้นตอนทดลองและแก้ไขปรับปรุง

เมื่อผ่านขั้นการเขียนมาแล้ว ก็ให้นักเรียนในระดับชั้นที่จะใช้บทเรียนนั้นได้ลองอ่านบทเรียนในแต่ละหน่วยเสียก่อนอย่างน้อยให้เด็ก 5 - 10 คน อ่านดูว่าภาษาเหมาะสมหรือไม่ เข้าใจตรงกันหรือไม่ เด็กไขว้เขวในการตีความบ้างหรือไม่ ความคิดรวบยอดแจ่มชัดเพียงไร ถ้าเกิดข้อบกพร่องเนื่องจากบทเรียนประการใด ตรงไหน ก็ต้องรีบแก้ไขทันที

ขั้นต่อไป นำบทเรียนไปอัดสำเนา แล้วนำไปทดลองใช้กับเด็กจำนวนที่มากกว่าเดิม เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและจะได้แก้ไขปรับปรุงเป็นขั้นสุดท้ายจึงนำไปใช้ได้

ข้อดีของบทเรียนโปรแกรม (คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา

2519 : 142)

1. นักเรียนมีโอกาสได้เรียนด้วยตนเอง ตามความสามารถคล้ายเรียนกับครู
 2. ถ้านักเรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้เยาะเย้ยและสามารถแก้ความเข้าใจผิดของตนเองได้ทันที มีการเสริมแรงเกิดขึ้นเนื่องจากทราบผลการตอบสนองของตนในทันทีทันใด
 3. สมองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล
 4. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู
 5. นักเรียนไม่ว่างในกิจกรรมเพราะต้องสร้างปฏิกิริยาตอบสนองต่อบทเรียนทันที
- จากข้อดีของบทเรียนโปรแกรมข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำเอาบทเรียนโปรแกรมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อใช้เป็นสื่อในการทบทวนความรู้พื้นฐานกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

สถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อความและคำถามระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้คือ (เอกสารประเมินผลของ สสวท. 2526 : 1 - 5)

1. ด้านความรู้ความจำ (Knowledge)
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension)

3. ด้านการนำไปใช้ (Application)

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

ดังนั้นคำถามที่จะใช้ในสถานการณ์ปัญหาจึงเป็นคำถามเกี่ยวกับระดับพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน กล่าวคือ

1. คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ (Knowledge) คำถามประเภทวัดความรู้ มีอยู่ 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ วัตถุเนื้อเรื่อง, วัตถุวิธีการ และวัดความรู้รวบยอด

2. คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจ (Comprehension) คำถามประเภทนี้มีอยู่ 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.1 คำถามแบบการแปลความ เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น แปลความหมายของข้อความ หรือภาพใด ๆ ตามท้องเรื่องนั้น ได้อย่างถูกต้อง

2.2 คำถามแบบตีความ เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการตีความหมายของเรื่องนั้นได้ คือ จับความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนย่อย ๆ ของเรื่องนั้น จนสามารถนำมากล่าวอีกแบบหนึ่งนัยหนึ่งได้

2.3 คำถามแบบการขยายความ เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการขยายความหมายและนัยของเรื่องนั้นให้กว้างไกลจากสภาพข้อเท็จจริงเดิมได้ ซึ่งเป็นคำถามขั้นสูงสุดของความเข้าใจ

3. คำถามเกี่ยวกับด้านการนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการนำเอาความรู้และความเข้าใจในเรื่องราวใด ๆ ที่ตนมี ไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ทำนองนั้นของเรื่องนั้นได้ (ชวาล แพรัตกุล 2520 : 11 - 211)

4. คำถามเกี่ยวกับด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) สามารถจำแนกคำถามชนิดต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ ดังนี้ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 89 - 92)

4.1 คำถามที่นำไปสู่การสังเกต คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อรับรู้และรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาต่อไปเป็นคำถามเบื้องต้นที่สำคัญของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- เมื่อใส่น้ำแข็งลงในแก้วใบหนึ่ง มีอะไรเกิดขึ้น
- เมื่อทำการทดลองแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า มีอะไรเกิดขึ้น

4.2 คำถามที่นำไปสู่การทำนายและการสร้างสมมุติฐาน คือ คำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบคาดการณ์อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้เดิมหรือจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ไปใช้ในการคาดคะเนว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น ในเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์นั้น ๆ หรือเป็นคำถามที่ผู้ตอบคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปในชั้นอธิบายให้กว้างขวางออกไป หรือคำถามที่กำหนดข้อมูลแล้วให้ผู้ตอบตั้งสมมุติฐานจากข้อมูลนั้น ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- ถ้าต้มน้ำบนยอดเขา น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่าหรือต่ำกว่าเมื่อต้มน้ำบนพื้นราบ

4.3 คำถามที่นำไปสู่การออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร คือ คำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอากฎเกณฑ์ หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลมาใช้ในการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐานและในการทดลองนั้น ๆ มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- ท่านจะหาอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าออกซิเจนจากสสารหายากกระบอกช่วยให้ปลามีชีวิตอยู่ได้

- ท่านจะออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรอย่างไร เพื่อพิสูจน์ว่าน้ำมีความหนาแน่นมากที่สุด 4 c

4.4 คำถามที่เกี่ยวกับการคิดคำนวณ คือ คำถามที่ผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นำข้อมูลมาบวก ลบ คูณ หาร หรือนำมาหาค่าเฉลี่ย ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสที่วัดได้ ณ เวลาต่าง ๆ กัน คือ 20, 25, 18, 21 และ 15 เป็นเท่าไร

4.5 คำถามที่เกี่ยวกับการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ คำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือข้อมูลที่ได้อ่านศึกษาไว้แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อสื่อความให้ผู้อ่านได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- จาการทดลองเรื่องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า สามารถนำมาเขียนเป็นกราฟได้กราฟเป็นรูปอะไร

4.6 คำถามที่เกี่ยวกับการวัด คือ คำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบคำถามที่เกี่ยวกับการเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- เครื่องมือที่ใช้วัดเส้นรอบรูปหอคอยเป็นอะไร
- ในการวัดความยาวของเส้นลวดยาวเส้นหนึ่ง หน่วยของความยาวควรใช้

หน่วยอะไร

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะใช้คำถามที่เกี่ยวกับการวัด การคิดคำนวณ การจัดการทำ และสื่อความหมายข้อมูลเท่านั้น

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้

2.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2.3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

3. การสอนโดยทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้

4.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

5. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและช่วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 120 คน โรงเรียนบางคดด้ "สกลวิสุทธิ" อำเภอบางคดด้ จังหวัดสมุทรสงคราม

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียนบางคดด้ "สกลวิสุทธิ" อำเภอบางคดด้ จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 80 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการ ดังนี้

1. รวบรวมเกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วหาจำนวนนักเรียนที่อยู่เหนือเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไปเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง เปอร์เซ็นต์ไทล์ระหว่าง 26 - 74 เป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมาเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ
2. สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ จำนวนกลุ่มละ 20 คน 40 คน, และ 20 คน ตามลำดับ โดยการสุ่มอย่างง่าย
3. สุ่มกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนเข้ากลุ่มเป็น 2 กลุ่ม ให้ได้จำนวนเท่า ๆ กัน ซึ่งจะได้จำนวนกลุ่มละ 40 คน
4. สุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ในข้อ 3 โดยวิธีจับฉลากให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน กลุ่มควบคุมสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน

แบบแผนของการทดลอง

แบบแผนของการทดลองในครั้งนี้ เป็นแบบ Randomized Control Group
Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 226)

วิธีดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเริ่มเรียนบทเรียนใหม่
ด้วยบทเรียนทบทวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้แก่กลุ่มทดลองและสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน
ด้วยครูทบทวนให้แก่กลุ่มควบคุม การทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
มีเนื้อหาเหมือนกัน เวลาที่ใช้สอนทั้ง 2 กลุ่มก็เท่ากัน โดยมีขั้นตอนของการสอนกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม ดังนี้

ตาราง 1 เปรียบเทียบกิจกรรมการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน
และด้วยครูทบทวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วย บทเรียนทบทวน มีกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ 1. ทบทวนความรู้พื้นฐาน ให้นักเรียนศึกษาจากบทเรียนทบทวน 2. ชื่นวางแผน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อหาแนวทางในการสืบเสาะหา ความรู้	การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วย ครูทบทวน มีกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ 1. ทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูเป็นผู้ดำเนินการอธิบายเพื่อทบทวน 2. ชื่นวางแผน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อหาแนวทางในการสืบเสาะหา ความรู้

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
3. ชั้นสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะ และ/หรือ ดำเนินการทดลอง	3. ชั้นสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะ และ/หรือ ดำเนินการทดลอง
4. ชั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปผลการสืบเสาะ และ/หรือ ทดลอง	4. ชั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปผลการสืบเสาะ และ/หรือ ทดลอง

การทดลองดำเนินการ ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) ด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลอง โดยการสอนทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนก่อนเรียนแล้วจึงเรียนเนื้อหาใหม่ 22 คาบ
3. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการสอนทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูก่อนเรียนแล้วจึงเรียนเนื้อหาใหม่ 22 คาบ
4. ทดสอบหลังเรียนพร้อมกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ตัวเลือก ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบ คาบละ 50 นาที
5. นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญของพลังงาน
2. พลังงานและการเปลี่ยนแปลง
3. พลังงานความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่
4. มวลสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. การเปลี่ยนรูปของพลังงาน

ตัวอย่าง เนื้อหาที่ใช้ทบทวนความรู้พื้นฐาน

1. ความสำคัญของพลังงาน

ทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ ความหมายของพลังงาน พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ พลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า

2. พลังงานและการเปลี่ยนแปลง

ทบทวนความสำคัญของพลังงานรูปต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ความสัมพันธ์ของพลังงานศักย์ พลังงานจลน์ และพลังงานกล

สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ทบทวนมี 3 ทักษะ โดยใช้นิยามปฏิบัติการ และการจัดประเภทของทักษะเหมือนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังนี้คือ

1. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ
2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่

เรียงลำดับ จัดแยกประเภทและคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของข้อมูล ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำตัวเลขมาหาคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. บทเรียนบททวน หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้ในการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน บทเรียนดังกล่าวมีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ลักษณะบทเรียนสำเร็จรูปจะมีทั้งส่วนที่เป็นบทเรียนแบบโปรแกรม สถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลำดับขั้นตอนของการสร้าง ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบเรียนด้วยตนเองจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียน และทำการวิจัยไว้เพื่อ เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมที่เหมาะสม

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียน และทำการวิจัยไว้เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลำดับขั้นตอนของทักษะที่จะบททวนในครั้งนี้

1.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้ทดลองในครั้งนี้ทั้งหมดจากคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ว 203) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องบททวน เพื่อนำมาสร้างบทเรียน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

1.5 ทำการสร้างบทเรียนบททวนเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐาน และบททวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม แล้วจึงร่างและเขียนกรอบของบทเรียนบททวนรวมทั้งกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตามลำดับโดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ สำหรับบทเรียนโปรแกรมจะมีหลักการ "The Ruleg System" ของ Evan Home and Glasser เทคนิคของ Skinner - Holland (เตือนใจ ทองสำริด 2515 : 35 - 44)

เมื่อเขียนเสร็จแล้วได้ดำเนินการปรับปรุงทดสอบบทเรียนดังต่อไปนี้

1.5.1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางครั้งละ 1 คน โดยผู้วิจัยให้บทเรียนแก่ผู้เรียนอ่านที่ละกรอบ แล้วให้ตอบคำถามที่เว้นว่างไว้ เสร็จแล้วให้ดูคำตอบ พร้อมทั้งซักถามเพื่อหาสาเหตุว่าทำไมจึงตอบอย่างนั้น และมีความยากง่ายเพียงใด โดยยึดหลักบทเรียนโปรแกรม ดังนี้ (อุดม มุ่งเกษม 2503 : 25)

1. ให้นักเรียนตอบกรอบแรกได้ถูกต้องเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน
2. ให้นักเรียนเรียนรู้ไปตามลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก
3. ให้นักเรียนตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และได้บันทึกเวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละกรอบไว้ด้วย

1.5.2 นำบทเรียนที่ทดลองใน 1.5.1 แล้วมาพิมพ์เป็นเล่มโดยให้เรียงกรอบตามลำดับ จนถึงหน้าสุดท้าย ส่วนคำตอบของแต่ละกรอบนั้นพิมพ์ไว้ด้านล่างของกรอบนั้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียนถือโอกาสดูคำตอบก่อนเสร็จแล้วก็ทำการทดลองแบบ "กลุ่มเล็ก" จำนวน 15 คน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางเพื่อหาข้อบกพร่อง เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป โดยบันทึกเวลาไว้ด้วย

1.5.3 จัดพิมพ์บทเรียนบททวนที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขในข้อ 1.5.2 ขึ้นใหม่ แล้วจึงนำไปทดสอบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนระดับปานกลาง จำนวน 50 คน เป็นครั้งสุดท้าย เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการทดสอบภาคสนามตามหลักมาตรฐาน 80/80

การทดสอบมาตรฐานของบทเรียนบททวน ผู้วิจัยยึดหลักการของความที่ว่า

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากบทเรียนบททวน ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากแบบทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนบททวนแล้วเฉลี่ยร้อยละ 80

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาความหมาย ขอบเขต และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทักษะ

3 ทักษะ คือ ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะในการคิดคำนวณ จากเอกสารงานวิจัยและหนังสือ Science - A process Approach, Commentary for Teacher ของ AAAS (AAAS. 1970 : 33 - 176) และของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สสวท. 2526 : 59)

2.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาเฉพาะด้านทักษะทั้ง 3 ทักษะ เท่านั้น

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 2.2 และให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ทักษะ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบเพื่อแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง

2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนา "นายกพิทยากร" อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน 200 คน

2.6 นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ ถ้านักเรียนตอบถูกจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบจะได้คะแนน 0 คะแนน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Chung - Teh, Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกข้อทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์คือ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และ

ค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไปไว้จำนวน 30 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมตามตาราง
ในข้อ 2.3 หลังจากนั้นนำแบบทดสอบที่คัดเลือกได้มาหาความเชื่อมั่นแบบ KR - 20
(ส้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 170 - 171) ได้ค่าความเชื่อมั่น .9326
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 2.1362 ค่าเฉลี่ย 15.1818 ความแปรปรวน 68.0277

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและการ
เปลี่ยนแปลงผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดีจากหนังสือเทคนิคการวัดผล

(ชวาล แพริตกุล 2518 : 111 - 273) คู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ (วิเชียร
เกตุสิงห์ 2518 : 20 - 37) หนังสือการวัดผลและประเมินผลการศึกษา (อนันต์ ศรีโสภา
2520 : 101 - 121)

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหาและพฤติกรรม โดยผู้วิจัย

วิเคราะห์ร่วมกับครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ท่าน โดยยึดหลักพฤติกรรม
ของ บลูม (Bloom. 1971 : 271 - 273)

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิด 5 ตัวเลือก ตามตาราง

วิเคราะห์หลักสูตรใน 3.2 จำนวน 84 ข้อ และให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญ
ในเรื่องการวัดผลการศึกษาอีก 1 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนบ้านนา "นายกพิทยากร" อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน 200 คน

3.5 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด

หรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นไว้ไม่ตอบจะได้คะแนน 0 คะแนน

3.6 นำผลจากการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบมาหาค่าความยากง่าย

และหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน
(Chung - Teh, Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกเฉพาะข้อทดสอบที่มีค่าความยาก
ง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้จำนวน 40 ข้อ โดย

ให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรใน 3.2 แล้วนำข้อทดสอบที่คัดเลือกได้มาหาค่าความเชื่อมั่นแบบ KR - 20 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 170 - 171) ได้ค่าความเชื่อมั่น .8554 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 2.8738 ค่าเฉลี่ย 16.5939 ความแปรปรวน 56.8889

วิธีการและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตารางของ จุง เท่ ฟาน (Fan. 1952)
2. คะแนนเฉลี่ย (Mean) (Ferguson. 1971 : 62)
3. ความแปรปรวนของคะแนน (Variance) (Ferguson. 1971 : 62)
4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของ กูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ที่ 20 (KR - 20) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 170 - 171)
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2524 : 97 - 98)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน ความแปรปรวน
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้น ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอน

โดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมี สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน และด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ ข้อมูลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	20.2000	25.7000	11.8492*
กลุ่มควบคุม	40	14.1250	13.9100	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน และด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	10	24.0000	29.3333	3.5514*
กลุ่มควบคุม	10	16.4000	16.2666	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S	t
กลุ่มทดลอง	20	19.9000	11.8842	5.7694*
กลุ่มควบคุม	20	13.8000	10.4842	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	10	17.0000	29.3333	2.1844*
กลุ่มควบคุม	10	12.5000	12.9444	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

5. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	28.7250	8.1532	9.5866**
กลุ่มควบคุม	40	16.0500	17.4846	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

6. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	10	25.8000	6.8444	6.2963**
กลุ่มควบคุม	10	18.3000	7.3444	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 7 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

7. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	20	23.2500	6.6184	6.4361**
กลุ่มควบคุม	20	16.2500	17.0394	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 8 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

8. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	10	22.6000	7.8222	5.6244**
กลุ่มควบคุม	10	13.4000	18.9333	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 9 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

9. เปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน โดยมีสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	3.5250	3.5891	2.2232*
กลุ่มควบคุม	40	2.4750	5.3326	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 10 พบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน ซึ่งได้สรุปผลของการศึกษาดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน และด้วยครูทบทวน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน
5. เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้
 - 2.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2.3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

3. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน และด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำ

4.1 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.3 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

5. การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

การดำเนินการทดลอง

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) ด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ดำเนินการสอน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสอนทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนก่อนเรียนแล้วจึงเรียนเนื้อหาใหม่ โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลาดูกลุ่มละ 22 คาบ ทำการสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ

3. ทดสอบหลังเรียนพร้อมกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$
3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$
4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$
5. เปรียบเทียบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน กับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน

4. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน

อภิปรายผลการศึกษาดังกล่าว

สมมติฐานข้อที่ 1

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู สอดคล้องกับผลการวิจัยของ รุจิร ภู่อาระ (รุจิร ภู่อาระ 2523) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ.

นักเรียนที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อน และมีการสอนซ่อมเสริมความรู้พื้นฐานสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ไม่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานและไม่มีการสอนซ่อมเสริม สอดคล้องกับ คำรง ศิริเจริญ (คำรง ศิริเจริญ 2524) ที่ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมที่มีการสอนซ่อมเสริมทั้งวิธีเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนวิธีบรรยายที่ไม่มีการสอนซ่อมเสริมความรู้พื้นฐานเดิม สอดคล้องกับ น้ำทิพย์ มากชู (น้ำทิพย์ มากชู 2526 : 40 - 43) ที่ได้ศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนสูงกว่าวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียนโดยส่วนรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมมติฐานข้อที่ 2

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู สอดคล้องกับผลการวิจัยของ น้ำทิพย์ มากชู (น้ำทิพย์ มากชู 2526 : 40 - 43) ที่ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาที่ปรากฏดังสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 นี้

อาจเป็นเพราะว่าวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่จะเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก จากช้าช้อนน้อยกว่าไปสู่ซับซ้อนมากกว่า เป็นลำดับต่อเนื่องกันไปในลักษณะที่เนื้อหาใหม่ต้องอาศัยเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว ซึ่งตามแนวความคิดของ บลูม (Bloom. 1976 : 32) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน การที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมอย่างเพียงพอจะเป็นพื้นฐานสำคัญช่วยให้เรียนรู้มากขึ้น เร็วขึ้น และมั่นคงขึ้น และกลุ่มตัวอย่างไม่เคยเรียนด้วยบทเรียนทบทวนที่มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปมาก่อนเลย โดยเฉพาะบทเรียนสำเร็จรูป

ที่ใช้ทบทวนความรู้พื้นฐานจึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมาก นักเรียนมีความตั้งใจ และปฏิบัติตามคำแนะนำของบทเรียนโดยเคร่งครัด กลุ่มตัวอย่างได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานจาก บทเรียนทบทวนอย่างต่อเนื่องจึงทำให้เกิดความพร้อมในการเรียนเรื่องใหม่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ เรียนโดยวิธีสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูซึ่งนักเรียนเคยชินกับวิธีการสอนแบบนั้นที่มีครู อธิบาย ความกระตือรือร้นในการเรียนและความตั้งใจเรียนจึงมีน้อย ความพร้อมในการเรียนเนื้อหา ใหม่จึงน้อยกว่า

สำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอน โดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่สอน โดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูอาจเป็นเพราะว่า การทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน เป็นการเรียนตามเอกัตภาพของนักเรียนแต่ละคน กล่าวคือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน สูงก็สามารถทบทวนความรู้พื้นฐานไปได้ตามความสามารถของตนเองโดยไม่ต้องรอนักเรียนที่มีความ สามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อการที่จะเรียนบทเรียนต่อไป ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำก็สามารถใช้บทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐาน ทบทวนความรู้ พื้นฐานของตนไปได้เองโดยไม่ต้องพะวงว่าจะตามเพื่อน ๆ ไม่ทัน นอกจากนี้นักเรียนที่มีความสามารถ ทางการเรียนต่ำยังไม่ต้องอายเพื่อน ๆ อีกด้วย

สมมติฐานข้อที่ 3

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน กับที่ได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดย การทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน ทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน

สมมติฐานข้อที่ 4

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวน ความรู้พื้นฐานด้วยครูทบทวน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง

ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครุทบทวน

ผลการศึกษาที่ปรากฏดังสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 นี้ อาจเป็นเพราะว่า

1. นักเรียนมีโอกาสทบทวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองมากขึ้นเท่ากับการบ้าน, เสริมสร้างและฝึกให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วให้มั่นคงยิ่งขึ้น ส่วนนักเรียนที่ยังไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือมีแล้วแต่ยังไม่เพียงพอที่จะเป็นการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้นไปอีก

2. การทบทวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบทเรียนทบทวนนี้ นักเรียนได้ฝึกโดยมีสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ช่วยเร่งเร้าให้เกิดความกระหายใคร่รู้ อยากกระทำและในบทเรียนก็มีคำขอบเพื่อเป็นการเสริมแรง หากนักเรียนตอบผิดก็จะได้แก้ไขในส่วนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง

3. ลักษณะของบทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานที่เป็นบทเรียนสำเร็จรูปนี้ สอดคล้องกับลักษณะนิสัยและความต้องการของนักเรียนระดับนี้ กล่าวคือ ส่งเสริมให้เขาได้มีโอกาสได้คิด ได้ทำ และตัดสินใจด้วยตนเอง

สมมติฐานข้อที่ 5

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครุทบทวน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน ทำให้มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครุทบทวน

ผลการศึกษาที่ปรากฏดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่า

1. นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องถึง 12 บทเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกและมีการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งนับว่าเป็นการทำให้ให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสัมผัสโดยตรง กล่าวคือ นักเรียนได้เป็นผู้คิด ผู้กระทำด้วยตนเองมากขึ้นเป็นผลดีต่อนักเรียนโดยตรง

ทำให้เกิดความแคลงสงสัย เพราะการทบทวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยิ่งมากก็ถือว่าเป็นการซ้ำ ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วมันคงยิ่งขึ้น

2. บทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐาน^๕ เป็นบทเรียนที่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้ทดลองจนได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นแล้ว ประกอบกับบทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานนี้มีสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ช่วยเร่งเร้าให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา จึงทำให้มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และต่อการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู - อาจารย์ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรได้ตระหนักถึงการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนการสอนบทเรียนใหม่เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันจะช่วยให้ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนบังเกิดผลดียิ่งขึ้น

1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรจะได้ส่งเสริมให้มีการสร้างบทเรียนทบทวนสำหรับใช้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกต่อครู - อาจารย์ผู้สอน และจะก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

1.3 เนื่องจากการทดลองพบว่า การทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำมักจะทำไม่บ่อยครั้งจึงควรที่จะให้มีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่เมื่อเวลาเรียนแต่ละครั้งจะเป็นการทบทวนในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนจะได้ไม่ลืมและสับสน และจะได้ไม่เป็นที่เบื่อหน่ายต่อการคอยสำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงและปานกลาง

1.4 เนื่องจากการทดลองนี้พบว่า มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้บทเรียนทบทวนจึงควรได้รับการส่งเสริมให้ครู - อาจารย์ผู้สอนได้ใช้

โดยอาจจะใช้เฉพาะด้านคือทบทวนเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความรู้
 ก้อยู่แล้ว เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเรื่องนี้อีก โดยเปลี่ยนเนื้อหาและเน้นทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือไปจากทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการคำนวณ
 เพื่อให้ได้ผลสรุปที่แน่นอน

2.2 ควรจะได้ศึกษาเพิ่มเติมว่านอกจากจะใช้บทเรียนสำเร็จรูปในการทบทวนความรู้
 พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่แล้ว ยังมีสื่อชนิดใดอีกบ้างที่จะช่วยเร้าความสนใจเด็กให้อยากเรียน
 เตรียมความพร้อมก่อนที่จะเรียนบทเรียนใหม่ได้

2.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมว่าการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่
 นั้นเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้คณิตศาสตร์บ้าง เช่น วิชาฟิสิกส์ วิชาเคมี หรือไม่ และการ
 ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่นั้นเหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิ่งฟ้า สันธวงษ์ และคณะอาจารย์ ภาควิชาการมัธยมศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525, 169 หน้า
- คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา เทคโนโลยีทางการศึกษา เจริญวิทย์การพิมพ์
2519, 190 หน้า
- ชม ภูมิภาค "ตำราเรียนแบบโปรแกรมกับมหาวิทยาลัยเปิด" วารสารการศึกษา
14 : 11 - 12, 66 - 70 มิถุนายน - กรกฎาคม 2521
- ชวาล แพร์ตกุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า
- เชาวนีย์ อะยะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และช่วยครูฝึกของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริญญาโท กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า อัดสำเนา
- คำรง ศิริเจริญ การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสนใจในวิชาที่เรียน
อัตรภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความแปรปรวนของอัตรภาพการเรียนรู้ (Mastery
Learning) กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีบรรยาย ปริญญาโท กศ.ค. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร 2524, 176 หน้า อัดสำเนา
- เตือนใจ ทองสำริด แบบเรียนสำเร็จรูป เอกสารประกอบการเรียน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 121 หน้า อัดสำเนา
- ทบวงมหาวิทยาลัย ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 กรุงเทพฯ 2525,
307 หน้า
- _____ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 กรุงเทพฯ 2525,
211 หน้า
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ "บทเรียนสำเร็จรูป นวัตกรรมที่น่าสนใจ" วิทยาสาร 27 :
14 - 22 ตุลาคม 2519

บรรชา รัตนวัย การสร้างและการทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 69 หน้า

อัครสำเนา

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถม

โรงพิมพ์คุรุสภา 2518, 63 หน้า

เป็รื่อง กุมุท การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป พิมพ์ครั้งที่ 2 วิทยาลัยวิชาการศึกษา

ประสานมิตร 2516, 131 หน้า

ผดุงชาติ สุวรรณวงศ์ "การเรียนรู้แจ้ง" คุรุปริทัศน์ 2 : 8 - 13 ตุลาคม 2520

พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" พัฒนาการวัดผล

10 : 49 - 51 มกราคม 2517

พิทยาภรณ์ คำรงกุลรัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบ

โมดูลกับการสอนปกติ เรื่อง กระบวนการวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 121 หน้า อัครสำเนา

ไพโรจน์ เบาใจ คู่มือการเขียนบทเรียนโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 34 หน้า

มณี เป็นสุข การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบศูนย์การเรียน

และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 289 หน้า

มาลี นิสสัยสุข "คอลัมน์สัมภาษณ์ : โครงการวิจัยพฤติกรรมกรรมการสอนเพื่อการเรียนรู้"

มติชน 7 (2503) : 22 มิถุนายน 2527

ยงยุทธ ยรรยงเมธ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม

ศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนทบทวน ปริญญาโท

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 26 หน้า

- ยุพิน พิพิธกุล “ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน” เอกสารประกอบการบรรยาย
การประชุมปฏิบัติการครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2525, 5 หน้า สิ่งพิมพ์
- รุจิร ภู่อาระ การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
6 วิธีที่จะให้ผลสัมฤทธิ์สูงสุด โดยมีความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ต่ำและใช้เวลาในการ
เรียนน้อยที่สุด ปรินุณานิพนธ์ กศ.ค. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2523, 128 หน้า อัดสำเนา
- ระยัม ทฤษฎีคุณ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของ
นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2523, 72 หน้า อัดสำเนา
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา โรงพิมพ์วิจิตรการพิมพ์
2524, 286 หน้า
- วนา ชลประเวศ การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบให้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 200 หน้า
อัดสำเนา
- วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเดียนการพิมพ์ 2518,
164 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ การประเมินผลการศึกษา สำนักทดสอบทางการศึกษา
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2521, 106 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
พุทธศักราช 2524 โรงพิมพ์กรมการศาสนา 2523, 111 หน้า
- ศิริวรรณ จันทนกะพ้อ การสำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานการเรียนรู้
วิชาภาษาไทย ตามเนื้อหาในหนังสือเรียนภาษาไทยชุดทักษะสัมพันธ์ เล่ม 1
ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526,
87 หน้า

ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา "ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ในกรุงเทพมหานคร"
เอกสารประกอบการสัมมนาและปฏิบัติการคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 2521,
12 หน้า สิ่งตีพิมพ์

ธนาพร เจียรกุล การเปรียบเทียบผลของการจัดลำดับการสอนในบทเรียนโปรแกรมด้วย
วิธีอุปมาน และวิธีอนุมานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 (ม. 1) ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2523, 164 หน้า อัดสำเนา

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์" ประชากรศึกษา
5 : 30 - 33 ธันวาคม 2517

นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิเศษ 2519, 198 หน้า
นพพร พานิชสุข "ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น"
มิตรครู 11 : 43 - 46, มิถุนายน 2522

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง บรรยายาก โดยใช้แบบเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 87 หน้า อัดสำเนา

น้ำทิพย์ มากชู การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับ
วิธีเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียน ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 53 หน้า

บุญเกื้อ ควรหาเวช นวัตกรรมการศึกษา เจริญวิทย์การพิมพ์ 2521, 177 หน้า

บุญชม ศรีสะอาด รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 292 หน้า อัดสำเนา

บุญมี ก้อนทอง เอกสารอ่านประกอบ หน่วยที่ 9 การใช้คำถาม ม.ป.ท., ม.ป.ป.
10 หน้า

- สาขาวิชาครู และหน่วยทดสอบและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518, 67 หน้า อัดสำเนา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ม.ป.ท. 2519, 24 หน้า อัดสำเนา
- สัญญา ทิพย์เสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบพหุ-สอบสวน (โดยเน้นทักษะ
เบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเติมในวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ปริณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 88 หน้า อัดสำเนา
- สมจิต สวณไพบูลย์ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 140 หน้า
- สมถวิล ภูศิริ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : การสัมมนาวิธีสอนวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยครูนครปฐม 1 - 4 ธันวาคม 18, 90 หน้า
- สมศักดิ์ สันธุระเวช "การประเมินผลการเรียน" การวัดผลการศึกษา 1 (3) :
มกราคม - เมษายน 2523
- สุนันท์ ปัทมาคม การผลิตชุดการสอน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520, 22 หน้า
- _____ ชุดการสอน ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2516, 18 หน้า
- _____ ลำดับขั้นในการทำและวางแผนงานทำชุดการสอน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519, 37 หน้า อัดสำเนา
- สุมาลี พิตรากุล ความสัมพันธ์ระหว่างกริยาร่วมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อน
ของขบวนการวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา วิทยานิพนธ์ ค.ม.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 121 หน้า อัดสำเนา

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ "การเรียนรู้เพื่อรอบรู้" การวัดผลการศึกษา 1 (3) : มกราคม - เมษายน 2523

อนันต์ ศรีโสภาก การวัดผลและประเมินผล ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า

อาภรณ์ ชาทิบุรุษ "การเรียนรู้เป็นรายบุคคล" วารสารครูศาสตร์ 4 : 14 - 16
มกราคม - กุมภาพันธ์ 2517

อุดม มุ่งเกษม การทดลองใช้เครื่องสอนประกอบการสอนวิชาภาษาอังกฤษในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 100 หน้า

อุทัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2517, 98 หน้า อัดสำเนา

อำนาจ เจริญศิลป์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ โอเดียนส์ไตร์ 2526,
98 หน้า

Arlin, Marchall N. Learning Rate and Variance Under Mastery Learning Condition. Unpublished Ph.D. Dissertation University of Chicago, 1973. 218 p.

Bloom, Benjamins., Thomas J. Hashing and George F. Macams. Handbook On Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York, McGraw - Hill Book Company, 1971. p. 43 - 57

_____. Human Characteristics and School Learning. New York, McGraw - Hill Book Company, 1976. 284 p.

Bloom, Benjamins, Editor, Taxonomy of Educational. Objective, Longmans Green and Co., New York, 1971. 292 p.

Boonruangrutana, Samrerng. A Model of School Effects. Doctor's Thesis, University of Illinois and Urbana - Champaign, 1978. 171 p.

Butzow, John W. "The process Learning Components of Introductory Physical Science : A Pilot Study." Research in Education. 6 : 85, October, 1971.

- Canine, Douglas. "Direct Instruction Successful System for Educationally High - Risk Children," Journal of Curriculum Study. 11 : 1, 29 - 45, April, 1979.
- Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Materials. New Jersey, Englewood Cliffs, 1973. 79 p.
- Carrol, John B. "A Model of School Learning," Teacher College Record. 64 : 723 - 733, May, 1963.
- Commission on Science Education of the AAAS. Science - A Process Approach, Commentary For Teachers. AAAS XEROX Coporation. 1970.
- Centra, John A. and Dand A. Polter. "School and Teacher Effects : An Interrelational Model," Review of Educational Research. 50 : 273 - 291, Summer, 1980.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. N.P. Education Testing Service, 1952. 52 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill, 1967. 529 p.
- Fiel, Ronald L. and James Okey. "The Effect of Formation Evaluation and Remediation on Mastery Learning of Intellectual Skills," Journal of Education Research. 68, 253 - 255, 1974.
- Gaber, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Attitude Towards Science and Science Teaching, and Process Skill Proficiency," Science Education. 61 : 503 - 511, October - December, 1977.
- Gerlach, Verson S. Teaching and Media : a Systematic. by Verson S. gerlach and Donald P. Ely Englewood Cliffs, Prentice - Hall, 1971. 394 p.
- Ghasemipur - Yazde, Manuchehr. "The Prediction of Freshman Achievement at the University of Tehran," Dissertation Abstracts International. 39 : 2775 - 6 A, November, 1978.
- Good, Thomas L. Looking in Classroom. by Thomas L. Good and Jere E. Brophy. New York, Harper and Row, 1973. 397 p.
- Harnischfeger, Annegret and David E. Wiley. "Conceptual Issues in Models of School Learning," Journal of Curriculum Studies. 10 : 215 - 231, 1978.
- Kim, Hongwon. Mastery Learning in the Korean Middle Schools. Final Report on Mastery Learning Project, March - August, 1970. 45p.

- Lundstrom, Donald, and Lawrence Lowery. "Process Patterns and Instructional Themes in Science," Inquiry Techniques for Teaching Science. Edited by William D. Roney. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice - Hall, 1978.
- Mulla, Mohammed Amin. "Aptitude, Attitude, Motivation, Anxiety, Intolerance of Ambiguity, and other Biographical Variables as Predictors of Achievement in EFL by high School Science Major Seniors in Saudi Arabia," Dissertation Abstracts International. 40 : 2521 - A, November, 1979.
- Okey, James R. and Ronald L. Piel. Basic Process Skills Program. Bloomington, Indiana University, 1973. 483 p.
- Powell, Leonard S. Communication and Learning. London, Sir Issac Pitman and Sons, Ltd., 1969. 217 p.
- Quinn, Mary Ellen and Kenneth D. George. "Teaching Hypothesis Formation," Science Education. 59 : 289 - 296, July - September, 1975.
- Smith, James E. Learning Packages in American Education. New Jersey, Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, 1973.
- Stevens, Truman J. and Ronald A. Atwood. "Interest Scores as Predictors of Science Process Performance for Junior High Students," Science Educations. 62 : 303 - 308, July - September, 1978.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Charles E. Merrill, 1971. 527 p.
- Taylor, John L. and Rex Walford. Simulation in the Classroom. Middlesex, England Penquinbooks, Inc., 1974. 190 p.
- Tewari, Mohinder Dev. "The Use of Path Analysis for Determining the Relative Significance of Selected Variable and Achievement in a Basic Mathematics Course," Dissertation Abstracts International. 40 : 5351 - A, April, 1980.
- Trow, William Clark, Teacher and Technology, Meredith Publishing Company, New York, 1963. 197 p.
- Widden, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science - A Process Approach," Dissertation Abstracts. 32 : 3583 - A, January, 1972.
- Willey, D.E. Another Hour. Another Day : Quality of Schooling A Potent Path for Policy. Studies of Education Process, Report No. 3 University of Chicago, 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 11 ค่า P, r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	P	r	Δ	ข้อที่	P	r	Δ
1	.57	.34	12.3	21	.73	.62	10.5
2	.53	.40	12.7	22	.49	.54	13.1
3	.59	.34	12.1	23	.44	.27	13.6
4	.71	.59	10.8	24	.9	.24	14.1
5	.64	.54	11.5	25	.49	.51	13.1
6	.22	.33	16.1	26	.31	.26	19.0
7	.57	.43	12.3	27	.45	.21	13.5
8	.43	.39	13.8	28	.63	.56	11.6
9	.40	.34	14.0	29	.46	.22	13.4
10	.67	.59	11.3	30	.51	.49	11.4
11	.34	.40	14.6	31	.29	.41	15.2
12	.45	.30	13.5	32	.22	.50	16.2
13	.74	.38	10.5	33	.63	.38	11.7
14	.76	.57	10.1	34	.32	.23	14.9
15	.22	.43	16.1	35	.51	.53	12.9
16	.52	.51	12.8	36	.28	.44	15.3
17	.40	.30	14.0	37	.39	.24	14.1
18	.43	.39	13.8	38	.39	.37	14.1
19	.54	.57	12.6	39	.39	.24	14.1
20	.51	.57	12.9	40	.31	.26	15.0

ตาราง 12 ค่า P , r และ Δ ที่ได้จากวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	P	r	Δ	ข้อที่	P	r	Δ
1	.55	.45	12.5	16	.60	.68	12.0
2	.53	.44	12.7	17	.70	.60	10.9
3	.69	.55	11.0	18	.47	.71	13.4
4	.63	.47	11.7	19	.66	.46	11.3
5	.31	.50	15.0	20	.62	.49	11.8
6	.41	.32	13.9	21	.51	.40	12.9
7	.71	.43	10.8	22	.42	.23	13.8
8	.44	.60	13.6	23	.32	.51	14.9
9	.74	.60	10.4	24	.67	.69	11.2
10	.56	.39	12.4	25	.52	.47	12.8
11	.70	.73	10.9	26	.51	.57	12.9
12	.55	.60	12.5	27	.41	.28	13.9
13	.61	.66	11.9	28	.53	.54	12.6
14	.62	.74	11.7	29	.54	.43	12.6
15	.60	.36	12.0	30	.23	.31	16.0

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
3. คำถามแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวเท่านั้น เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้ว ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท ($\times$) ลงในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนคิดว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้เท่านั้น ดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ก ข ค ง จ

ข้อ (๐)

$\times$

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด ($\equiv$) ทับลงบนคำตอบเดิมแล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ก ข ค ง จ

ข้อ (๐)

$\times$

~~$\times$~~

4. จงอย่างขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
5. เมื่อส่งสัสิ่งใดให้สอบถามอาจารย์ผู้คุมห้องสอบเท่านั้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

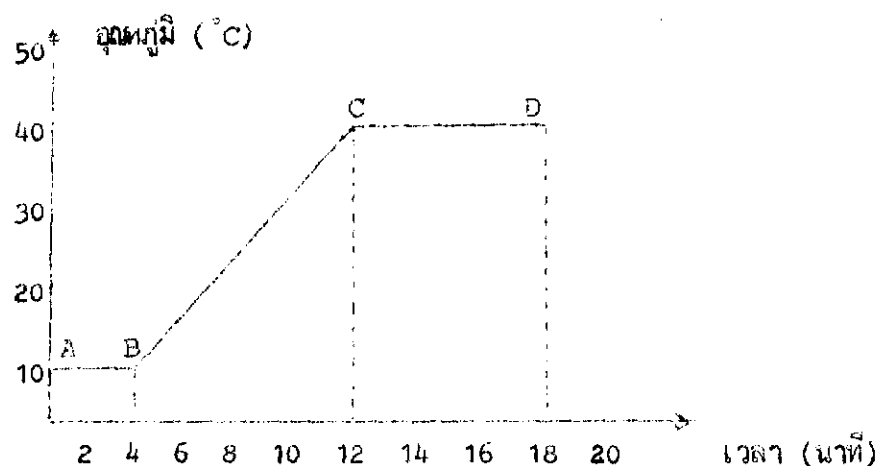
1. ในปฏิกิริยาเคมีที่สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B บราพบว่าได้สาร C และสาร D เกิดขึ้น นักเรียนจะใช้กฎทรงมวลอธิบายได้อย่างไร
 - ก. น้ำหนักของสาร A และ B รวมกันจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของสาร C และ D
 - ข. น้ำหนักของสาร A และ C รวมกันจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของสาร B และ D
 - ค. น้ำหนักของสาร A จะเท่ากับของสาร C และน้ำหนักของสาร B จะเท่ากับของสาร D
 - ง. น้ำหนักของสาร A จะเท่ากับของสาร B และน้ำหนักของสาร C จะเท่ากับของสาร D
 - จ. น้ำหนักของสาร A และ C รวมกันจะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของสาร B และ D
2. น้ำแข็งทอมเหลวที่อุณหภูมิ 0°C แต่น้ำแข็งจะแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำเท่าใด
 - ก. 0°C
 - ข. 4°C
 - ค. ต่ำกว่า 0°C เล็กน้อย
 - ง. ต่ำกว่า 4°C เล็กน้อย
 - จ. สูงกว่า 0°C เล็กน้อย
3. สารในข้อต่อไปนี้ถือว่าเป็น "อิเล็กโทรไลต์" ทั้งหมด
 - ก. น้ำมะนาว น้ำ ทองแดง
 - ข. น้ำกลั่น น้ำมะนาว น้ำ
 - ค. ตะปู น้ำส้มสายชู กรดซัลฟริก
 - ง. น้ำกลั่น น้ำกระเจียบ น้ำหวานแดง
 - จ. น้ำมะนาว กรดซัลฟริก กรดไฮโดรคลอริก
4. กรดซัลฟริก (H_2SO_4) ประกอบด้วยไฮโดรเจนกี่อะตอม
 - ก. 1 อะตอม
 - ข. 2 อะตอม
 - ค. 3 อะตอม
 - ง. 4 อะตอม
 - จ. 5 อะตอม

5. พลังงานที่เกิดขึ้นในขณะที่หนังสือตกจากโต๊ะคือข้อใด
 - ก. พลังงานกล
 - ข. พลังงานศักย์
 - ค. พลังงานจลน์
 - ง. พลังงานเคมี
 - จ. พลังงานความร้อน
6. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยคิดไฟได้เป็นเวลาว่างช้าและเกิดเชื้อเห็ดสีขาวซึ่งเมื่อนำไปละลายน้ำจะเปลี่ยนสีกระดาษสีน้ำตาลจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินข้อสรุปใดที่ไม่ถูกต้อง
 - ก. มักเนเซียมออกไซด์เป็นสารประกอบ
 - ข. เชื้อเห็ดขาวเรียกว่า มักเนเซียมออกไซด์
 - ค. มักเนเซียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเมื่อร้อน
 - ง. มักเนเซียมออกไซด์เมื่อละลายน้ำมีคุณสมบัติเป็นเบส
 - จ. เหม่ มักเนเซียมต่อไปจะละลายได้มักเนเซียมออกไซด์
7. ในการตกของวัตถุก้อนหนึ่ง ณ จุดหนึ่งพบว่าจะมีค่าของพลังงานศักย์น้อยที่สุด นักเรียนคิดว่า ณ จุดนั้นค่าของพลังงานจลน์จะเป็นอย่างไร
 - ก. คงที่
 - ข. น้อยที่สุด
 - ค. มากที่สุด
 - ง. เท่ากับค่าของพลังงานศักย์ที่น้อยที่สุด
 - จ. เท่ากับค่าของพลังงานศักย์ที่มากที่สุด
8. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาเคมี
 - ก. ทำน้ำเชื่อม
 - ข. ทำเกลือจากน้ำทะเล
 - ค. ต้มน้ำให้กลายเป็นไอ
 - ง. ทำน้ำให้เป็นน้ำแข็ง
 - จ. บีบมะนาวลงบนหินอ่อน

9. ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าเป็นการ เปลี่ยนแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

- ก. เปิดวิทยุฟังเพลง
- ข. ถีบจักรยานไฟหน้ารถล่ว่วงขึ้น
- ค. เปิดตู้เย็นแล้วเปิดน้ำอัดลมเพื่อดื่ม
- ง. กดสวิทช์ไฟฟ้าแล้วไฟฟ้าล่ว่วงทั้งห้อง
- จ. ต่อสายไฟฟ้าจากเบตเตอร์ไปยังกระดิ่งไฟฟ้า

จงใช้กราฟต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10 - 11



กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ก

10. ช่วงใดของกราฟที่แสดงว่าสาร ก มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

- ก. AB
- ข. BC
- ค. CD
- ง. AB และ BC
- จ. BC และ CD

11. ช่วงใดของกราฟที่แสดงว่ามีความร้อนแฝงเข้ามาเกี่ยวข้อง

- ก. AB
- ข. BC
- ค. CD

- ก. CD
- ง. AB และ CD
- จ. AB, BC และ CD
12. ในการทดลองเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร เมื่อได้รับความร้อนโดยการเผา
 คอปเปอร์คาร์บอเนตแล้วผ่านก๊าซที่ได้ลงในสารละลายคลอไรด์ของไฮดรอกไซด์ ถ้าหากไม่มี
 สารละลายคลอไรด์ของไฮดรอกไซด์ นักเรียนจะใช้สิ่งใดแทน
- ก. น้ำฝน
- ข. น้ำคลอง
- ค. น้ำประปา
- ง. น้ำขาวขุ่น
- จ. น้ำขุ่นที่ก้นกับหมาก
13. ถ้าน้ำน้ำแข็ง 1 กรัม มาทำให้หลอมเหลวหมดโดยให้อุณหภูมิคงเดิม จะต้องใช้ปริมาณ
 ความร้อนเท่าใด
- ก. 8 คาลอรี
- ข. 80 คาลอรี
- ค. 800 คาลอรี
- ง. 8000 คาลอรี
- จ. 80000 คาลอรี
14. ความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอของน้ำเดือดมีค่าเท่าใด
- ก. 8 คาลอรี/กรัม
- ข. 80 คาลอรี/กรัม
- ค. 54 คาลอรี/กรัม
- ง. 540 คาลอรี/กรัม
- จ. 5,400 คาลอรี/กรัม

15. ถ้าจะทำน้ำแข็ง 10 กรัม ให้กลายเป็นไอทั้งหมด จะต้องใช้ความร้อนกี่แคลอรี ถ้าความร้อนแฝงของน้ำแข็งเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม ความร้อนแฝงของไอน้ำเท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม
- ก. 400 แคลอรี
ข. 800 แคลอรี
ค. 5,400 แคลอรี
ง. 6,200 แคลอรี
จ. 7,200 แคลอรี
16. ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีปรากฏว่าหลอดที่ 1 ได้สาร ก เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง หลอดที่ 2 ได้สาร ข เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน หลอดที่ 3 ได้สาร ค ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส ถ้ากล่าวในข้อใดถูกต้องมากที่สุด
- ก. สาร ก, ข เป็นกรด สาร ค เป็นเบส
ข. สาร ก เป็นกรด สาร ข เป็นเบส สาร ค เป็นกลาง
ค. สาร ก เป็นเบส สาร ข เป็นกรด สาร ค เป็นกลาง
ง. สาร ก เป็นกลาง สาร ข เป็นกรด สาร ค เป็นเบส
จ. สาร ก เป็นกลาง สาร ข เป็นเบส สาร ค เป็นกรด

จงใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 17 - 18

หลอดที่	สารที่ใช้ผสมกัน	อุณหภูมิก่อนการเปลี่ยนแปลง (°C)	อุณหภูมิหลังการเปลี่ยนแปลง (°C)
1	น้ำและโซเดียมไฮดรอกไซด์	30	74
2	น้ำและโปรตัสเซียมไนเตรต	30	25
3	น้ำและกรดซัลฟิวริก	30	34

17. หลอดใดมีการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน
- ก. หลอดที่ 1
ข. หลอดที่ 2

- ก. หลอดที่ 3
- ง. หลอดที่ 1 และ 2
- จ. หลอดที่ 1 และ 3
18. หลอดใดที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบคู่ควบความร้อน
- ก. หลอดที่ 1
- ข. หลอดที่ 2
- ค. หลอดที่ 3
- ง. หลอดที่ 1 และ 3
- จ. หลอดที่ 1, 2 และ 3
19. เกณฑ์นักเรียนใช้ในการเลือกดอกไม้มาทำอินดิเคเตอร์คือข้อใด
- ก. ต้องไม่เปลี่ยนสีในสารละลายที่เป็นกลาง
- ข. เปลี่ยนสีในสารละลายที่เป็นกรดเท่านั้น
- ค. เปลี่ยนสีในสารละลายที่เป็นเบสเท่านั้น
- ง. เปลี่ยนเป็นสีหนึ่งในสารละลายกรดและเป็นอีกสีหนึ่งในสารละลายเบส
- จ. เปลี่ยนเป็นสีหนึ่งในสารละลายกรดและเป็นอีกสีหนึ่งในน้ำบริสุทธิ์
20. นอกจากจะใช้ดอกขบาศทดสอบความเป็นกรดหรือความเป็นเบสได้แล้ว นักเรียนคิดว่ายังใช้ดอกไม้อะไรทดสอบได้อีก
- ก. ดอกแค
- ข. ดอกบัว
- ค. ดอกขี้เหล็ก
- ง. ดอกกุหลาบ
- จ. ดอกพยับพลึง
21. กรดซัลฟริก (H_2SO_4) การมีอัตราส่วนระหว่างมวลของไฮโดรเจน (H) : ซัลเฟอร์ (S) : ออกซิเจน (O) เป็นเท่าใด
- ก. 1 : 2 : 4
- ข. 2 : 1 : 4
- ค. 4 : 1 : 2

ง. $1 : 4 : 2$

จ. $1 : 2 : 4$

22. ถ้าจุด A และ B มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ถ้ากล่าวข้อใดถูกต้องมากที่สุด

ก. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุด A ไปยังจุด B

ข. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุด B ไปยังจุด A

ค. กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหล

ง. เป็นไปได้ทั้งข้อ ก และ ข

จ. ถูกทุกข้อ

23. มีเซลล์ไฟฟ้า ก, ข และ ค แต่ละเซลล์มีความต่างศักย์ไฟฟ้าดังนี้ 250, 750 และ 850 โวลต์ ตามลำดับ เมื่อนำเซลล์ทั้ง 3 มาต่อเชื่อมกันด้วยลวดตัวนำดังรูป กระแสไฟฟ้าจะไหลในทิศทางใด



ก. ก $\longrightarrow$ ข $\longrightarrow$ ค

ข. ก $\longrightarrow$ ค $\longrightarrow$ ข

ค. ค $\longrightarrow$ ก $\longrightarrow$ ข

ง. ค $\longrightarrow$ ข $\longrightarrow$ ก

จ. กระแสไม่ไหล

24. ขณะที่รถยนต์แล่นมีการ เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ก. พลังงานกล $\longrightarrow$ พลังงานจลน์

ข. พลังงานจลน์ $\longrightarrow$ พลังงานกล

ค. พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานจลน์

ง. พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานจลน์

จ. พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานกล

25. การหยิบหนังสือมาวางบนโต๊ะมีการ เปลี่ยนพลังงานจลน์มาเป็นพลังงานศักย์ ข้อใดมีการ เปลี่ยนแปลงพลังงานเหมือนกับเหตุการณ์ข้างต้น

ก. มะพร้าวหล่นจากต้น

ข. นาฬิกาทำลังเดิน

- ก. เด็กขมที่วัดกันในสวนดอกไม้
 - ง. โยนก้อนหินข้างบนหลังคา
 - จ. น้ำไหลจากก๊อกสู่พื้นดิน
26. ข้อใดที่ไม่ใช่หลักการการทำงานของมอเตอร์
- ก. พัดลม
 - ข. เครื่องบดน้ำแข็ง
 - ค. จักรเย็บผ้าไฟฟ้า
 - ง. เครื่องรับโทรทัศน์
 - จ. กระจกไฟฟ้า
27. อุปกรณ์ชนิดใดที่ได้จากการ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
- ก. เตาไรต์
 - ข. วี ที โอ
 - ค. พัดลม
 - ง. โทรทัศน์
 - จ. หม้อแปลงไฟฟ้า
28. เมื่อต่อกระดิ่งไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจรแล้ว ปรากฏว่า กระดิ่งไฟฟ้าไม่ดัง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากข้อใดมากที่สุด
- ก. สายไฟอาจขาด
 - ข. แบตเตอรี่หมดไฟ
 - ค. ขั้วสายไฟที่จุดต่าง ๆ อาจหลวม
 - ง. กันแคะอยู่ห่างแม่เหล็กเหนี่ยวนำมากเกินไป
 - จ. ถูกทุกข้อ
29. ถ้าหากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากไดนาโมมีปริมาณมาก ค่ากล่าวในข้อใดว่าจะถูกห้อยมากที่สุด
- ก. ไดนาโมหมุนเร็วมาก
 - ข. จำนวนรอบของขดลวดมีมาก
 - ค. แม่เหล็กมีอำนาจการเหนี่ยวนำมาก

- ง. ถูกทั้ง ก และ ข
 จ. ถูกทั้ง ก, ข และ ค
30. เมื่อนำแผ่นโลหะ 2 ชนิดจุ่มลงในสารละลายชนิดหนึ่ง แล้วห่อแผ่นโลหะทั้งสองด้วยตัวนำไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ปรากฏว่าเข็มไม้มัดกระดิก จะหึ่งสมมติฐานเกี่ยวกับผลที่ปรากฏขึ้นว่าอย่างไร
- ก. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอาจจะเสีย
 ข. สารละลายนั้นไม่ใช่สารละลายอิเล็กโทรไลต์
 ค. แผ่นโลหะทั้ง 2 ชนิดที่นำมาใช้ทดลองอาจจะไม่สะอาด
 ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข
 จ. ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ค
31. พลังงานที่ทำให้โมเลกุลของสาร เกิดการสั่นเลื่อนอยู่ตลอดเวลา ก็คือพลังงานในข้อใด
- ก. พลังงานศักย์
 ข. พลังงานจลน์
 ค. พลังงานเคมี
 ง. พลังงานไฟฟ้า
 จ. พลังงานความร้อน
32. กระบวนการใดที่เกิดขึ้นในขณะที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ
- ก. ดูดความร้อน
 ข. คายความร้อน
 ค. ดูดและคายความร้อน
 ง. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
33. ดอกไม้ชนิดใด ดอกไม้ชนิดใดที่ใช้เป็นอวัยวะเกสรตัวผู้
- ก. ดอกชมพู
 ข. ดอกกุหลาบ
 ค. ดอกบานบุรี

ง. ดอกบานเย็น

จ. ดอกหทัยคง

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 34 - 35

เมื่อนำ A และ B มาทำปฏิกิริยากันเพื่อได้สารประกอบ D โดยต้องใช้ A และ B ดังต่อไปนี้

การทดลองครั้งที่	มวล A (g)	มวล B (g)
1	0.01	0.02
2	0.50	1.00
3	1.00	2.00
4	4.00	8.00
5	16.00	32.00

34. อัตราส่วนอย่างต่ำระหว่างมวล A และมวล B ที่ได้จากการทดลอง 5 ครั้งคือข้อใด

ก. 0.5 : 1.0

ข. 1.0 : 2.0

ค. 4.0 : 8.0

ง. 16.0 : 32.0

จ. 16.0 : 8.0

35. ถ้ามีมวล A เพียง 3 กรัม จะต้องใช้มวล B เท่าใดจึงจะทำปฏิกิริยาพอดี

ก. 2 กรัม

ข. 3 กรัม

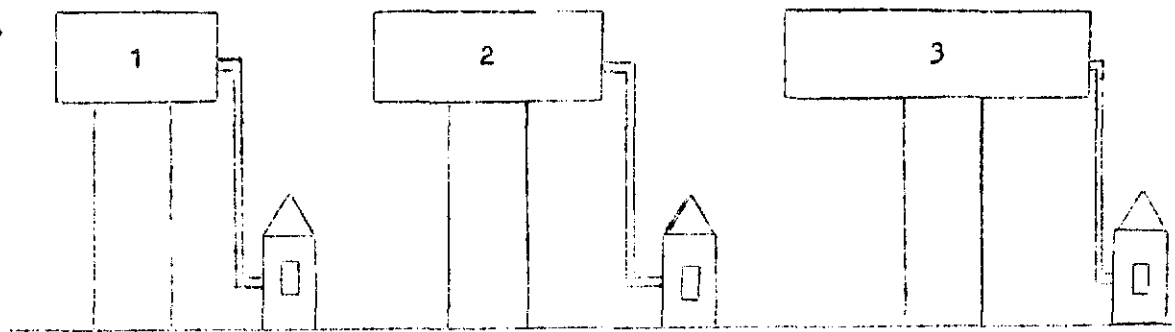
ค. 4 กรัม

ง. 5 กรัม

จ. 6 กรัม

36. ในการต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี 2 เซลล์พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปสักครู่ ปรากฏว่ากระแสไฟฟ้าไม่ไหล อธิบายได้ว่าอย่างไร
- สารเคมีหมดคุณภาพ
 - ที่ขั้วทั้งสองของเซลล์มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน
 - ที่ขั้วทั้งสองของเซลล์มีความต้านทานเท่ากัน
 - ที่ขั้วทั้งสองของเซลล์มีความต่างศักย์เท่ากัน
 - ที่ขั้วทั้งสองของเซลล์มีความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์เท่ากัน
37. ขบวนการ เปลี่ยนแปลงพลังงานในกระดิ่งไฟฟ้าเป็นไปตามลำดับขั้นอย่างไร
- ไฟฟ้า $\longrightarrow$ แม่เหล็ก $\longrightarrow$ เสียง $\longrightarrow$ กล
 - ไฟฟ้า $\longrightarrow$ แม่เหล็ก $\longrightarrow$ กล $\longrightarrow$ เสียง
 - ไฟฟ้า $\longrightarrow$ เสียง $\longrightarrow$ แม่เหล็ก $\longrightarrow$ กล
 - ไฟฟ้า $\longrightarrow$ กล $\longrightarrow$ แม่เหล็ก $\longrightarrow$ เสียง
 - ไฟฟ้า $\longrightarrow$ แม่เหล็ก $\longrightarrow$ เสียง $\longrightarrow$ ไฟฟ้า
38. ข้อใดเป็นการ เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
- เปิดวิทยุฟังเพลง
 - ถ่านจากรถไฟฟ้านำมาถ่วงขึ้น
 - เปิดตู้เย็นหยิบน้ำอัดลมออกมาเปิดจุก
 - กดสวิทช์ไฟฟ้าแล้วไฟฟ้าลงตัวดังต๊อง
 - ต่อสายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังกระดิ่งไฟฟ้า
39. กระดิ่งไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้หลักการทำงานในข้อใด
- เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
 - เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานเสียง
 - เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลและพลังงานเสียง
 - เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าและพลังงานเสียง

40.



จากรูป ถังน้ำในรูปที่ 1, 2 และ 3 สูงเท่ากัน แต่ปริมาณน้ำในถังใบที่ 3 มากที่สุด
รองลงมาคือถังใบที่ 2 และใบที่ 1 ตามลำดับ ท่อน้ำที่ต่อลงมาถึงพื้นชั้นล่างก็มีขนาด
เท่ากัน บ้านหลังใดได้รับพลังน้ำที่ตกลงมาอยู่พื้นมากกว่ากัน

- ก. บ้านหลังที่ 1
- ข. บ้านหลังที่ 2
- ค. บ้านหลังที่ 3
- ง. ได้รับพลังงานน้ำเท่ากัน
- จ. ทั้งข้อ ก, ข, ค และ ง

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ โดยเป็นแบบวัดทักษะการวัด 10 ข้อ ทักษะการคำนวณ 10 ข้อ และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 10 ข้อ
2. ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
3. แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือกแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียวเท่านั้น เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้เท่านั้น ดังตัวอย่างการเลือก ตอบข้อ ง ข้อนี้

ก ข ค ง จ

ข้อ (0) X

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (≡) ทับลงบนคำตอบเดิมแล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

(0) ก ข ค ง จ

ข้อ (0) X ~~X~~

4. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
5. เมื่อส่งสัสิ่งใดให้สอบถามอาจารย์ผู้คุมห้องสอบเท่านั้น

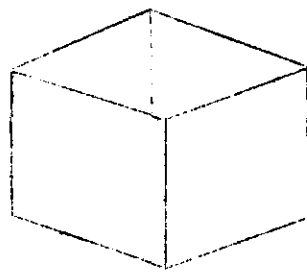
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ทักษะการวัด

1. ข้อใดที่ใช้หน่วยของการวัดความกว้าง ความยาว ของดูโบสกาได้ถูกต้อง...
 - ก. กว้าง 12 เมตร ยาว 25 เมตร
 - ข. กว้าง 1200 นิ้ว ยาว 2500 นิ้ว
 - ค. กว้าง 1200 เซนติเมตร ยาว 2500 นิ้ว
 - ง. กว้าง 1200 เซนติเมตร ยาว 2500 เซนติเมตร
 - จ. กว้าง 1200 นิ้ว ยาว 2500 เซนติเมตร
2. นักเรียนต้องทำการวัดสิ่งใดบ้าง ถ้าจะหาปริมาตรของรูปทรงลูกบาศก์
 - ก. อุณหภูมิ น้ำหนัก มวล
 - ข. น้ำหนัก มวล ความยาว
 - ค. น้ำหนัก ความสูง ความยาว
 - ง. ความหนาแน่น มวล อุณหภูมิ
 - จ. ความสูง ความกว้าง ความยาว
3. นักเรียนต้องทำการวัดสิ่งใดบ้าง ถ้าจะหาความหนาแน่นของทองแดงก้อนหนึ่ง
 - ก. มวล ปริมาตร
 - ข. อุณหภูมิ ปริมาตร
 - ค. น้ำหนัก ปริมาตร
 - ง. อุณหภูมิ ความยาว
 - จ. ความยาว ปริมาตร
4. นักเรียนคิดว่าการรายงานผลการยังชีพนักของโตะตัวหนึ่งในข้อใดถูกต้องมากที่สุด
 - ก. 45 เมตร
 - ข. 45 บอนต์

- ก. 45 นิ้วตัน
 ง. 45 กิโลกรัม
 จ. 45 ลูกบาศก์เมตร
5. ถ้าจะบอกปริมาณในหน่วย เอส.ไอ. ควรจะบอกปริมาตรเป็นอย่างไร
- ก. ลูกบาศก์เมตร
 ข. ลูกบาศก์นิ้ว
 ค. ลูกบาศก์ฟุต
 ง. ลูกบาศก์หลา
 จ. ลูกบาศก์เซนติเมตร

6.



นักเรียนจะวัดความกว้าง ความยาวและความสูงของกล่องใบนี้โดยใช้หน่วยการวัดในข้อใด

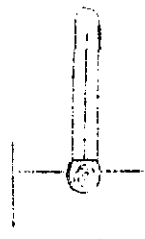
- ก. กว้าง 10 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว สูง 12 นิ้ว
 ข. กว้าง 5 คืบ ยาว 6 คืบ สูง 6 คืบ
 ค. กว้าง 0.8 ฟุต ยาว 1 ฟุต สูง 1 ฟุต
 ง. กว้าง 24 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร สูง 29 เซนติเมตร
 จ. กว้าง 24 กรัม ยาว 29 กรัม สูง 29 กรัม
7. ในการวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ของนักเรียน 4 คน แต่ละคนทำการวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ดังรูปข้างล่าง



คนที่ 1



คนที่ 2



คนที่ 3



คนที่ 4

นักเรียนคนใดวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

- ก. คนที่ 1
- ข. คนที่ 2
- ค. คนที่ 3
- ง. คนที่ 4
- จ. ทั้ง ก, ข, ค และ ง

8. หน่วยการวัดที่ใช้กับเนื้อของห้องเรียนควรจะเป็นข้อใด

- ก. ไร่
- ข. เมตร
- ค. ตารางฟุต
- ง. กิโลเมตร
- จ. ตารางเมตร

9. ข้อใดเป็นการใช้เครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม

- ก. วัดรอบเวยโดยใช้สายวัด
- ข. วัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์
- ค. วัดความลึกของน้ำในคลองโดยใช้ไม้เมตร
- ง. วัดน้ำหนักของลูกสุนัขโดยใช้เครื่องชั่งสปริง
- จ. วัดความหนาของกระดาษโดยใช้ไมโครเมตร

10. นักเรียนคิดว่าผลการวัดความกว้าง ความยาว และความสูงของตู้ใบหนึ่ง ข้อใดถูกต้องมากที่สุด

- ก. 40, 60, 150
- ข. 40, 60, 150 เซนติเมตร
- ค. 40, 60 เซนติเมตร, 150 เซนติเมตร
- ง. 40 เซนติเมตร, 60 เซนติเมตร, 150 เซนติเมตร
- จ. 40, 60, 150 (เซนติเมตร)³

11. รถจักรยานยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าเติมน้ำมัน 1 ลิตร
วิ่งได้ระยะทาง 10 กิโลเมตร ถ้ารถจักรยานยนต์คันนี้ต้องวิ่งเป็นระยะทาง 260
กิโลเมตร ต้องเติมน้ำมันอย่างน้อยที่สุดกี่ลิตร
- 23 ลิตร
 - 24 ลิตร
 - 25 ลิตร
 - 26 ลิตร
 - 27 ลิตร
12. จากการวัดส่วนสูงของนักเรียนหญิง 6 คน ปรากฏผลดังนี้ 140, 145, 142, 150,
160 และ 161 เซนติเมตรค่ามัธยฐาน ความสูงโดยเฉลี่ยของนักเรียนหญิงกลุ่มนี้คือข้อใด
- 129.7 เซนติเมตร
 - 139.7 เซนติเมตร
 - 149.7 เซนติเมตร
 - 159.7 เซนติเมตร
 - 169.7 เซนติเมตร
13. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าส่วนสูงของนักเรียนชั้น ม.2/1 ควรทำอย่างไร
- เอาส่วนสูงของนักเรียนทั้งหมดรวมกัน
 - เอาส่วนสูงของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหารด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมด
 - เอาส่วนสูงของนักเรียนทั้งหมดรวมกันคูณด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมด
 - เอาน้ำหนักของนักเรียนทั้งหมดรวมกันบวกด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมด
 - เอาน้ำหนักของนักเรียนทั้งหมดรวมกันลบด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมด
14. ในการวัดความยาวและความกว้างของสนามฟุตบอลแห่งหนึ่งพบว่ากว้าง 20 เมตร ยาว
40 เมตร พื้นที่ของสนามฟุตบอลแห่งนี้คือข้อใด
- 2 ตารางเมตร
 - 20 ตารางเมตร
 - 40 ตารางเมตร

ง. 60 ตารางเมตร

จ. 800 ตารางเมตร

คำสั่ง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 15 - 16

ตารางแสดงการวัดปริมาณของอิฐมณูที่ได้จากการประมาณโดยสายตาและจากการวัดจริง

	อิฐมณู			
	ยาว (ซม.)	กว้าง (ซม.)	หนา (ซม.)	มวล (กก.)
ค่าประมาณโดยสายตา	25	11	7	80
ค่าที่ได้จากการวัดจริง	20	10	5	100

ปริมาตรของอิฐมณูจากค่าประมาณโดยสายตา = 1925 ลบ.ซม.

ปริมาตรของอิฐมณูจากค่าที่ได้จากการวัดจริง = 1000 ลบ.ซม.

15. ค่าประมาณโดยสายตาและค่าที่ได้จากการวัดจริง ข้อมูลใดแตกต่างกันมากที่สุด

ก. มวล

ข. ปริมาตร

ค. ความยาว

ง. ความหนา

จ. ความกว้าง

16. ค่าประมาณโดยสายตาและค่าที่ได้จากการวัดจริง ข้อมูลใดใกล้เคียงกันมากที่สุด

ก. มวล

ข. ปริมาตร

ค. ความยาว

ง. ความหนา

จ. ความกว้าง

17. ก๊าซไฮโดรเจนรวมหัวพอดีกับก๊าซออกซิเจน 2 : 1 โดยน้ำหนัก ถ้ามีก๊าซไฮโดรเจน 20 กรัม จะต้องใช้ก๊าซออกซิเจนกี่กรัมจึงจะรวมกับก๊าซไฮโดรเจนได้หมดพอดี
- 1 กรัม
 - 2 กรัม
 - 10 กรัม
 - 20 กรัม
 - 30 กรัม
18. การชั่งมวลของปากกาที่นักเรียนใช้ปรากฏว่าได้ข้อมูลดังนี้ (หน่วยเป็นกรัม) 9, 10, 11, 12, 8, 9, 10, 11, 10, 10, 10, 10, 9, 9.5, 9.5, 10, 13, 12, 11, 10.5, 11.5, 10.5 ตามลำดับ ในการหาค่าเฉลี่ยของมวลปากกาที่นักเรียนใช้จะต้องเอามวลที่ยังได้รวมกันและในขั้นตอนต่อไปนี้ต้องดำเนินการอย่างไร
- เอา 10 ไปบวก
 - เอา 10 ไปหาร
 - เอา 22 ไปบวก
 - เอา 22 ไปหาร
 - เอา 22 ไปลบ
19. การทำงานของชายคนหนึ่งในเวลา 1 ชั่วโมงเขาทำงานได้ 120 จูล ถ้าเขาทำงานนี้เพียง 10 นาที จะได้งานเท่าใด
- 10 จูล
 - 20 จูล
 - 30 จูล
 - 40 จูล
 - 50 จูล
20. หนังสือเล่มหนึ่งมีมวล 210 กรัม ปริมาตร 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนังสือเล่มนี้มีความหนาแน่นเป็นเท่าใด
- 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ค. 3 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ง. 4 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
 จ. 5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

21. ผลจากการเผาคาร์บอน 5 ครั้ง โดยใช้ปริมาตรของคาร์บอนและออกซิเจนต่าง ๆ กันจะได้สารประกอบดังตารางข้างล่างนี้

เผาครั้งที่	มวลของสารประกอบ	มวลของออกซิเจน	มวลของคาร์บอน
1	43.5	31.5	12.0
2	35.0	25.0	10.0
3	22.2	16.0	6.2
4	14.8	10.7	4.1
5	11.3	8.0	3.3

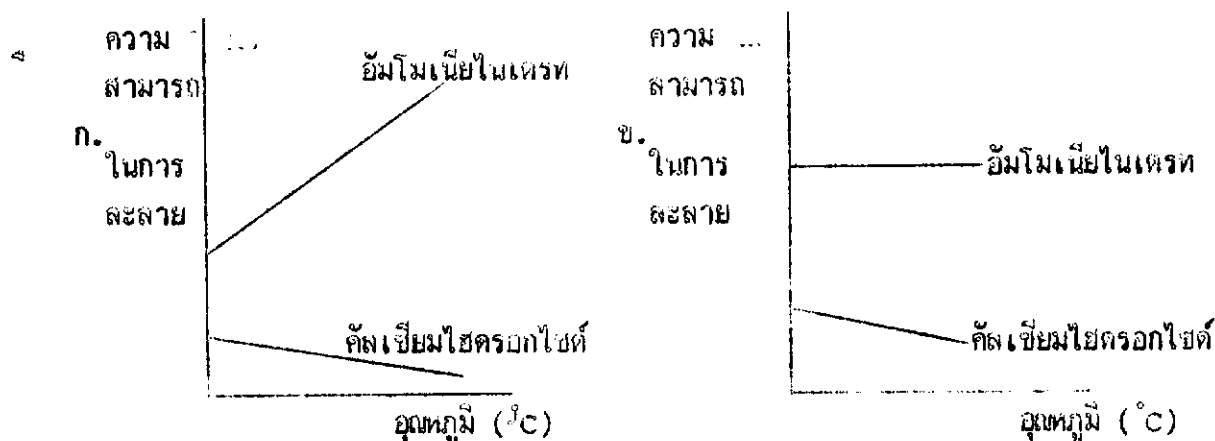
จากตารางบันทึกข้อมูลข้างต้นยังเป็นตารางที่ไม่สมบูรณ์ตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลอง
 สิ่งที่ต้องเพิ่มเติมคือข้อใด

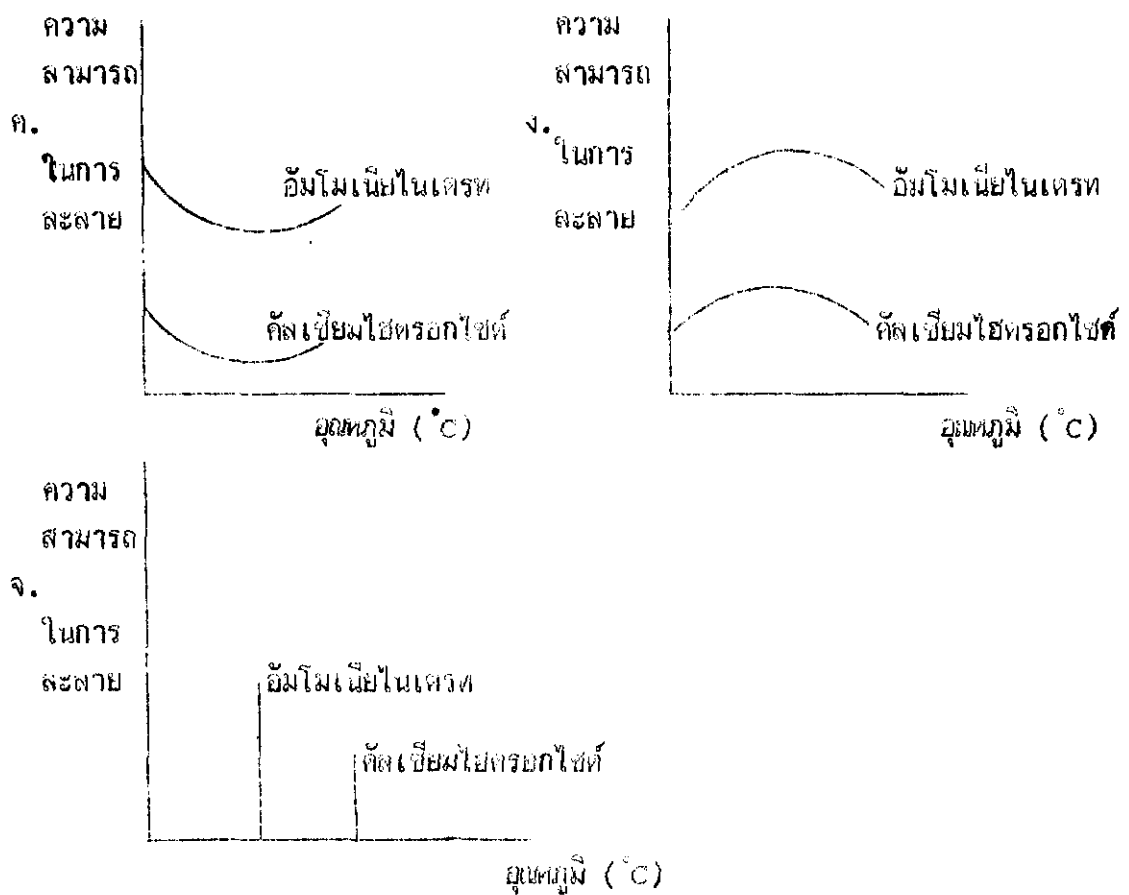
- ก. หน่วยของการเผาแต่ละครั้ง
 ข. หน่วยของมวลของสารประกอบ
 ค. หน่วยของมวลของออกซิเจน
 ง. หน่วยของมวลของคาร์บอน
 จ. ถูกทั้งข้อ ข, ค และ ง
22. คำตอบใดที่ใช้อธิบายสมการข้างล่างนี้ได้ดีที่สุด
- เชื้อเพลิง + ออกซิเจน $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + ซีเด้า + พลังงาน
- ก. เชื้อเพลิงและออกซิเจนกับความร้อนกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ, ซีเด้าและพลังงาน
- ข. เชื้อเพลิงกับออกซิเจนเผาแล้วแยกตัวเป็นคาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ, ซีเด้าและพลังงาน

- ค. เชื้อเพลิงรวมกับออกซิเจนโดยใช้ความร้อนเป็นตัวช่วยผลที่ได้ก็คือคาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ, ซัลเฟอร์ และพลังงาน
- ง. เชื้อเพลิงและออกซิเจนเกิดจากการรับอนไดออกไซด์รวมทั้งซัลเฟอร์, น้ำและพลังงาน
- จ. เชื้อเพลิงและออกซิเจนรวมกับความร้อนเกิดจากการสลายตัวของคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งซัลเฟอร์, น้ำ และพลังงาน
23. ข้อมูลต่อไปนี้แสดงความสามารถในการละลายน้ำ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ กันของแอมโมเนียในเตรท และคัลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำ 100 กรัม

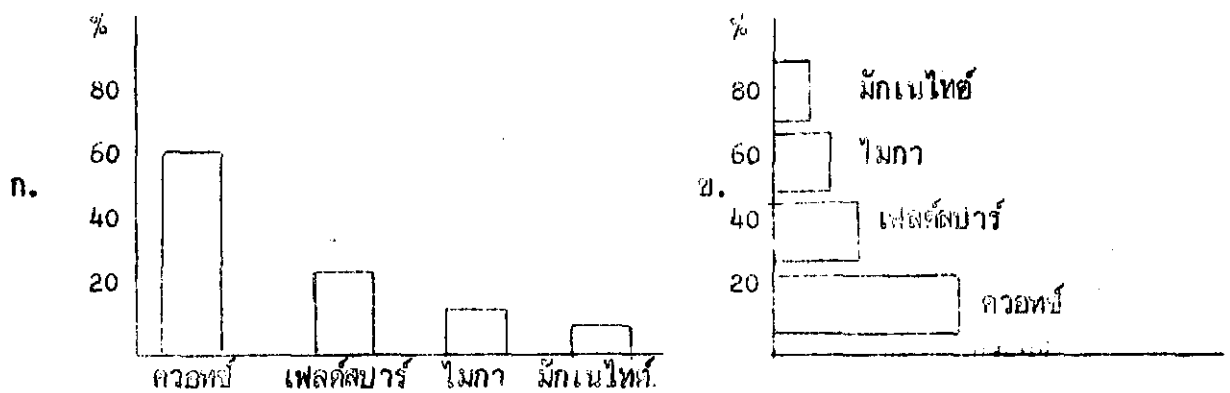
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	แอมโมเนียในเตรท (กรัม)	คัลเซียมไฮดรอกไซด์ (กรัม)
0	118	19
20	192	17
30	242	15
40	297	14
50	344	13
60	421	12
70	499	11
80	540	9
100	671	6

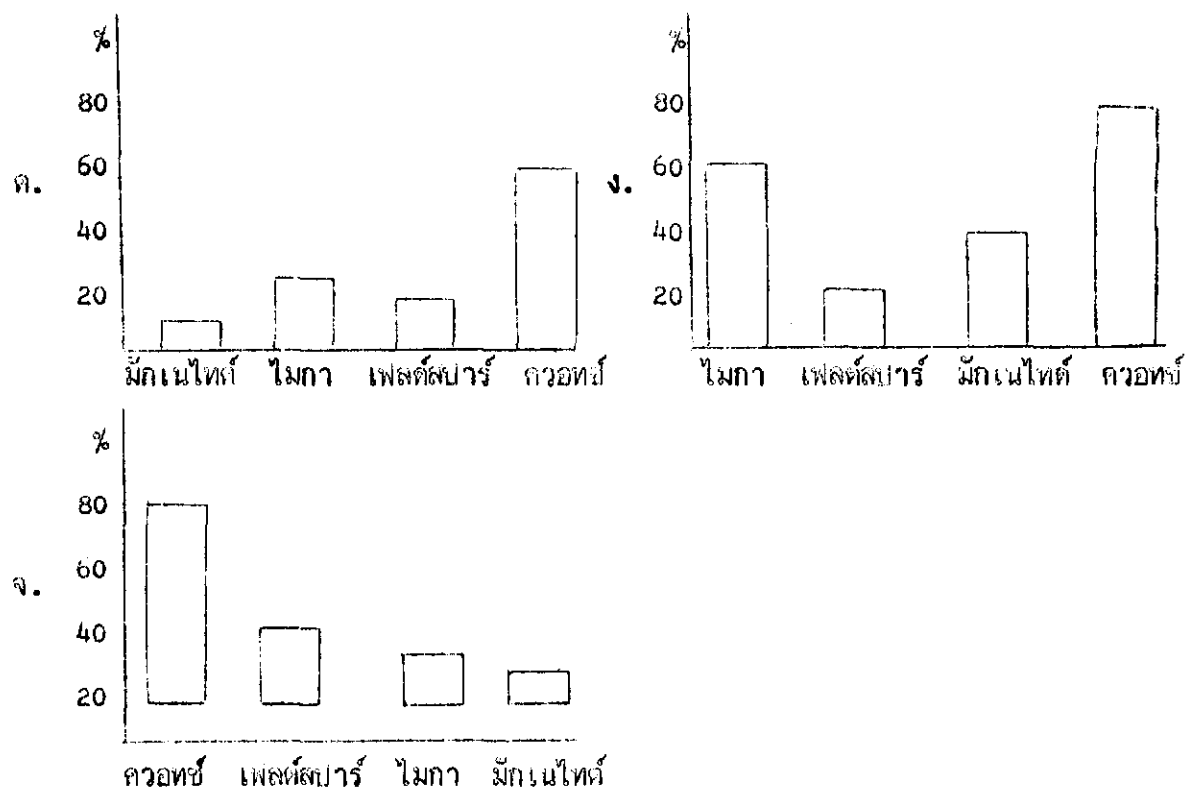
กราฟแสดงความสามารถในการละลายของสารแต่ละชนิดควรเป็นไปตามข้อใด



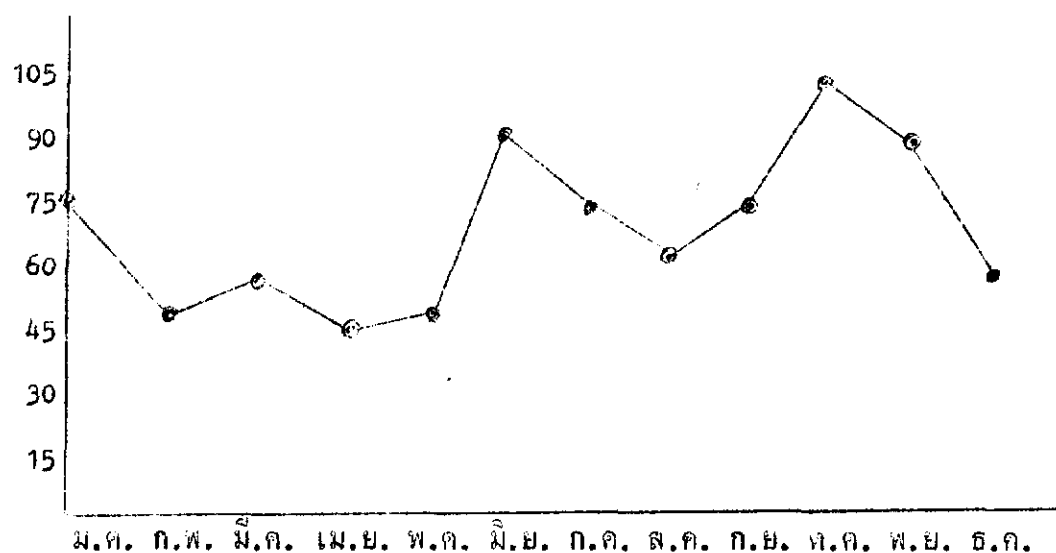


24. จากการสำรวจแร่ที่หาทรายแห่งหนึ่งพบว่าประกอบด้วยควอตซ์ 60 % เฟลด์สปาร์ 22 % ไมกา 10 % และมักเนไทต์ 8 % หากนำข้อมูลดังกล่าวมาเขียนเป็นกราฟแท่งจะได้ดังข้อใด





25. กราฟต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ตลอดปี โดยทำการวัดระหว่างเวลา 08.00 - 09.00 น. ณ กรุงเทพมหานคร เป็นต้น



การเขียนกราฟข้างต้นยังไม่สมบูรณ์ อีกเรียนคิดว่าสิ่งที่ต้องเติมลงไปเพื่อให้กราฟสมบูรณ์คืออะไร

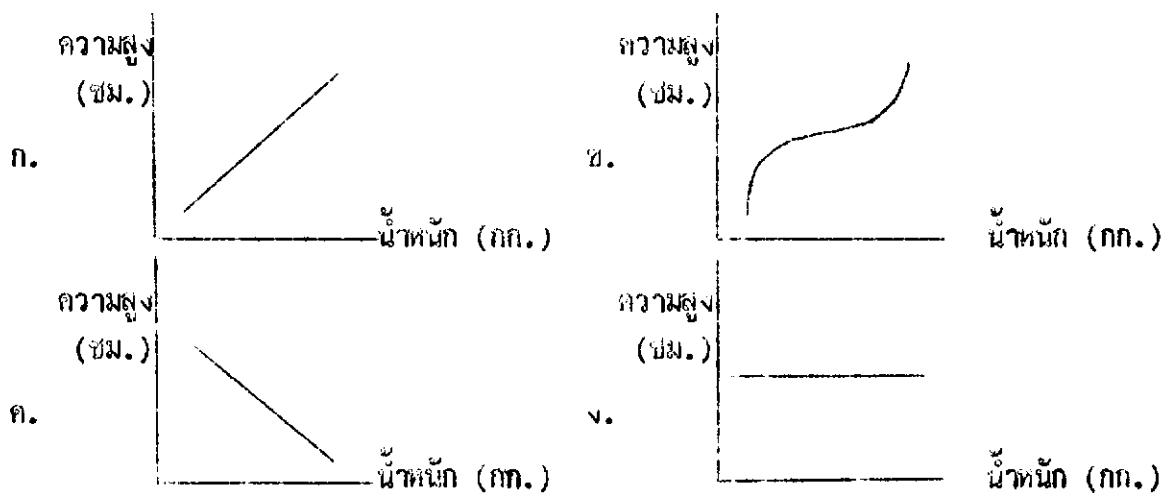
- ก. แกนนอนต้องมีหน่วยบอกปริมาณเพื่อเอนกำกับไว้

- ข. แกนตั้งต้องมีหน่วยของปริมาณคือเบอร์เซนต์กัมกับไว้
 ค. แกนนอนต้องมีหน่วยของปริมาณคือเบอร์เซนต์กัมกับไว้
 ง. แกนตั้งต้องมีหน่วยของปริมาณคือเดียนกัมกับไว้
 จ. ทั้งข้อ ก และ ข

26. การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและน้ำหนักของผู้หญิงคนหนึ่ง เมื่อมีอายุต่างกัน
 เป็นดังนี้

อายุ (ปี)	ความสูง (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)
10	120	35
13	135	40
17	150	45
20	165	60
23	130	80
27	195	85

ถ้านำข้อมูลจากตารางมาเสนอใหม่ในรูปของกราฟ กราฟในข้อใดที่เหมาะสมที่สุด



จ. เหมาะสมทุกข้อ

คำสั่ง คำตอบต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 27 - 29

ก.

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (Kcal.)	
	ชาย	หญิง

ข.

ธาตุ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของนม.)

ค.

ธาตุ	ความสำคัญ	แหล่งอาหาร

ง.

ธาตุ	ความสำคัญต่อพืช	ลักษณะของพืชที่ขาดธาตุนั้น

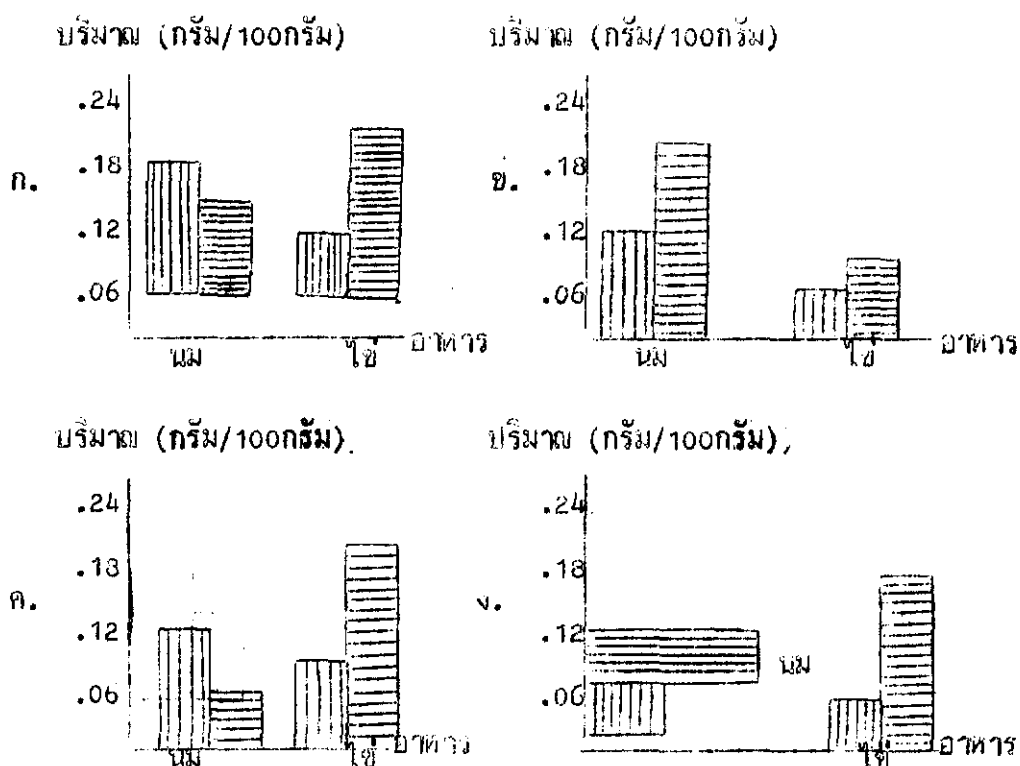
จ.

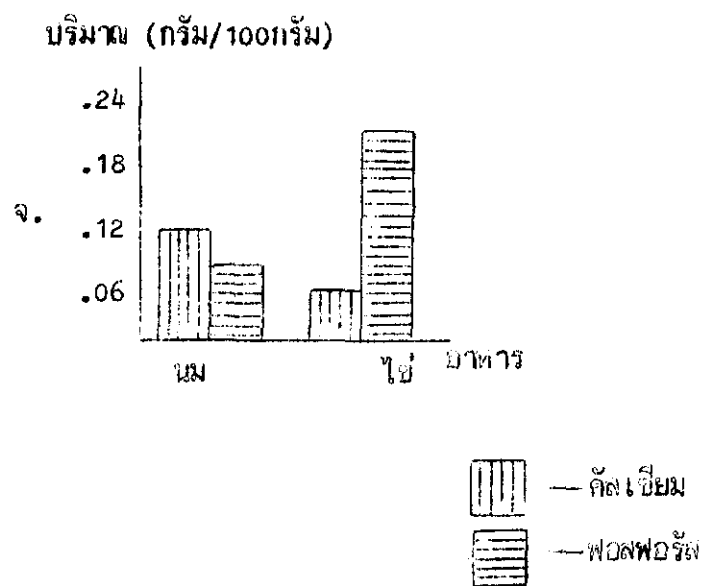
สภาพที่	ปลูกในน้ำจืด			สภาพที่	ปลูกในน้ำเค็ม		
	ความสูง(ซม.)	จำนวนใบ	ลักษณะใบ		ความสูง(ซม.)	จำนวนใบ	ลักษณะใบ

27. การศึกษาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในร่างกายของคนเราควรใช้ตารางในข้อใดจึงจะเหมาะสม
28. การศึกษาแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางอย่างที่สำคัญต่อร่างกายของคนเรา ควรใช้ตารางในข้อใดจึงจะเหมาะสม
29. การศึกษาเรื่องการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ของคน ควรใช้ตารางในข้อใดจึงจะเหมาะสม
30. ตารางต่อไปนี้แสดงปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในนมและไข่ที่หนัก 100 กรัม

อาหาร	แคลเซียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)
นม	0.12	0.09
ไข่	0.06	0.21

กราฟแท่งที่แสดงปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหาร รูปใดเหมาะสมที่สุด





ภาคผนวก ค

รายละเอียดของเนื้อหาและความรู้พื้นฐานที่ใช้บทวนในบทที่ 7 เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

ตาราง 13 รายละเอียดของเนื้อหาและความรู้พื้นฐานที่ใช้บททวนใบที่ 7 เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. ความสำคัญของพลังงาน (1 คาบ) - พลังงานที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน - แหล่งกำเนิดของพลังงานที่สำคัญ - ความสัมพันธ์ของพลังงานต่าง ๆ - การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังน้ำ	ความหมายของพลังงานกล พลังงานเสียง, พลังงานความร้อน, พลังงานแสง พลังงานเคมี, พลังน้ำ การทดลองที่ 5.5	-
2. พลังงานและการเปลี่ยนแปลง (3 คาบ) - ความร้อนแฝง - การหาค่าความร้อนที่ทำให้ น้ำเปลี่ยนสถานะ (การทดลองที่ 7.1) - กระบวนการดูดความร้อนและคายความร้อน	สถานะ, จุดหลอมเหลว และจุดน้ำแข็ง การทดลองที่ 2.1 การทดลองที่ 2.2	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล
	-	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. พลังงานความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่ (7 คาบ) - การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อได้รับความร้อน (การทดลองที่ 7.2) - ปฏิริยาเคมี	การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) การเผาคาร์บอนในอากาศ (การทดลองที่ 4.10) การแยกสลายสาร (การทดลองที่ 4.7) พลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เกิดการเปลี่ยนแปลง	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- พลังงานเคมี พลังงานความร้อนและพลังงานแสง (การทดลองที่ 7.3)	การแยกสลายสาร (การทดลองที่ 4.7) การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) การเผาคาร์บอนในอากาศ (การทดลองที่ 4.10)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- เกณฑ์ในการตัดสินใจว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น (การทดลองที่ 7.4) - อินดิเคเตอร์	พลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลง (การทดลองที่ 4.5) การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) การแยกสลายสาร (การทดลองที่ 4.7) สมบัติบางประการของธาตุ (การทดลองที่ 4.8) การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) การเผาคาร์บอนในอากาศ (การทดลองที่ 4.10)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- การสกัดสีของดอกไม้และการทำกระดาษลิตมัส อินดิเคเตอร์ (การทดลองที่ 7.5) - วิธีทดสอบกรดซัลฟิวริกในน้ำส้ม - จำแนกสารที่เป็นกรดและเบส	พลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลง (การทดลองที่ 4.5) การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) การแยกสลายสาร (การทดลองที่ 4.7)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- สารบางชนิดกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (การทดลองที่ 7.6)	สมบัติบางประการของธาตุ (การทดลองที่ 4.8) การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) การเผาคาร์บอนในอากาศ (การทดลองที่ 4.10) เกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมี อินดิเคเตอร์	
4. มวลสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี (4 คาบ) - มวลสารก่อนและหลังปฏิกิริยาเคมี (การทดลองที่ 7.7) - กฎทรงมวลของสาร - กฎสัดส่วนคงที่	พลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลง (การทดลองที่ 4.5) การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) การแยกสลายสาร (การทดลองที่ 4.7) การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) การเผาคาร์บอนในอากาศ (การทดลองที่ 4.10)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- พลังงานกลกับพลังงานไฟฟ้า - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม (การทดลองที่ 7.9) - มอเตอร์ไฟฟ้า - ความสัมพันธ์ของพลังงาน (การทดลองที่ 7.10)	การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) เซลล์ไฟฟ้าเคมี (การทดลองที่ 7.8) อิเล็กโตรไลต์ ศักย์ไฟฟ้า แบตเตอรี่	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท และสื่อความหมาย ข้อมูล
- พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเสียง - กระดิ่งไฟฟ้า (การทดลองที่ 7.11) - แม่เหล็กไฟฟ้า - พลังงานแสงกับพลังงานเคมี (การทดลองที่ 7.12)	พลังงานกลกับพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม (การทดลองที่ 7.9) มอเตอร์ไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของพลังงาน (การทดลองที่ 7.10)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท และสื่อความหมาย ข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	๑. ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- อะตอมและโมเลกุล - สัญลักษณ์ของธาตุบางชนิด - การเขียนสูตรเคมีของสารต่าง ๆ - การเขียนสมการเคมีเพื่อแสดงปฏิกิริยาเคมีโดยอาศัยหลักการของจอห์น ดาลตัน	พลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลง (การทดลองที่ 4.5) การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) การแยกสลายสาร (การทดลองที่ 4.7) การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) การเผาคาร์บอนในอากาศ (การทดลองที่ 4.10)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
5. การเปลี่ยนรูปของพลังงาน (7 คาบ) - พลังงานเคมีกับพลังงานไฟฟ้า - เซลล์ไฟฟ้าเคมี (การทดลองที่ 7.8) - อิเล็กโทรไลต์ - ศักย์ไฟฟ้า - ความต่างศักย์ไฟฟ้า - แบตเตอรี่	การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) การรวมตัวของธาตุ (การทดลองที่ 4.9) ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา	ความรู้พื้นฐาน	
	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- พลังงานกลกับพลังงานไฟฟ้า - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม (การทดลองที่ 7.9) - มอเตอร์ไฟฟ้า - ความสัมพันธ์ของพลังงาน (การทดลองที่ 7.10)	การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (การทดลองที่ 4.6) เซลล์ไฟฟ้าเคมี (การทดลองที่ 7.8) อิเล็กโตรไลต์ ศักย์ไฟฟ้า แบตเตอรี่	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล
- พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเสียง - กระดิ่งไฟฟ้า (การทดลองที่ 7.11) - แม่เหล็กไฟฟ้า - พลังงานแสงกับพลังงานเคมี (การทดลองที่ 7.12)	พลังงานกลกับพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม (การทดลองที่ 7.9) มอเตอร์ไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของพลังงาน (การทดลองที่ 7.10)	ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล

ภาคผนวก ง
บทเรียนบททวนความรู้พื้นฐาน

คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

บทเรียนที่นักเรียนจะได้เรียนต่อไปนี้เรียกว่า "บทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐาน" เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนได้ใช้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนที่จะเรียนต่อไป ซึ่งนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำในการใช้บทเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานดังนี้

1. อ่านบทเรียนที่ละเอียดหรือที่ละเอียดรอบคอบลำดับ ขณะอ่านควรสังเกตและทำความเข้าใจในแต่ละกรอบแล้วตอบคำถามลงในช่องว่าง ถ้าไม่มีช่องว่างก็แสดงว่าไม่ต้องการคำตอบในกรอบนั้นเพียงแต่ให้นักเรียนทำความเข้าใจ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการหาคำตอบในกรอบถัดไป

2. เมื่อนักเรียนทำบทเรียนเสร็จหนึ่งกรอบให้นักเรียนตรวจคำตอบในกรอบถัดไป

3. ถ้านักเรียนทำข้อใดผิดไม่ต้องเสียใจ ขอให้นักเรียนกลับไปอ่านข้อความในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่งแล้วหาคำตอบที่ผิดให้ถูกต้องก่อนที่จะทำข้อใหม่โดยขีดฆ่าคำตอบเดิมแล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงไปแทน

4. อย่าเปิดดูคำตอบก่อนที่จะเติมคำตอบลงไปเป็นอันขาดเพราะจะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ขึ้นมาเลยและจะเป็นการเรียนรู้ที่สูญเปล่า

5. การทบทวนความรู้พื้นฐานนี้ไม่จำเป็นต้องเรียนให้เสร็จพร้อมคนอื่น ให้นักเรียนเรียนไปตามความสามารถของตัวเอง

ขอแนะนำให้นักเรียนอ่านข้อความของแต่ละกรอบด้วยความตั้งใจ ไม่ต้องรีบร้อนนักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกต้องซึ่งจะได้ใช้เป็นความรู้พื้นฐานเพื่อจะได้เรียนบทเรียนใหม่ต่อไป

บทเรียนทบทวน (1)

1	นักเรียนเคยได้ทราบมาแล้วว่า ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานแสงสว่าง และพลังงานความร้อนที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ กล่าวคือ มนุษย์นำเอาพลังงานนี้ไปใช้ในรูปของอาหารที่พืชสร้างขึ้นและกลายเป็นพลังงานสะสมในร่างกาย ทำให้สามารถมีพลังงานประกอบการทำงานต่าง ๆ ได้ ด้วยเหตุนี้ความสามารถที่จะทำงานได้เราก็เรียกกันว่า <u>พลังงาน</u> นักเรียนคิดว่าพลังงานคืออะไร
2	ความสามารถที่จะทำงานได้
3	แหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญคือ
4	ดวงอาทิตย์
5	สิ่งสำคัญที่ทำให้มนุษย์และสัตว์สามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้คือสิ่งใด
6	อาหาร
7	พลังงานที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วได้แก่ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ถ้าหากวัตถุอยู่สูงจากพื้นมาก พลังงานชนิดนี้ก็มีค่ามาก หากอยู่ต่ำก็จะมีพลังงานชนิดนี้น้อย พลังงานชนิดนี้คือ <u>พลังงานศักย์</u> พลังงานศักย์คืออะไร

8	พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ
9	พลังงานศักย์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใดเป็นสำคัญ
10	ตำแหน่งความสูง, ตำแหน่ง
11	ส่วนพลังงานอีกพวกหนึ่งจะเกิดขึ้นในขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ หากมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงก็จะมีพลังงานชนิดนี้มาก และหากมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำก็จะมีพลังงานชนิดนี้น้อย พลังงานชนิดนี้เรียกว่า <u>พลังงานจลน์</u>
12	พลังงานจลน์คืออะไร พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด
13	พลังงานที่เกิดกับวัตถุในขณะที่มีการเคลื่อนที่ ความเร็วสูง, ตำแหน่ง
14	พลังงานอีกพวกหนึ่ง เป็นพลังงานที่นำไปใช้งานหรือทำให้เครื่องจักรกลต่าง ๆ เกิดการหมุนหรือเกิดการเคลื่อนที่หรือแม้แต่การที่กล้ามเนื้อของคนและสัตว์ทำงานได้ก็เนื่องมาจากพลังงานชนิดนี้ ซึ่งเรียกว่า <u>พลังงานกล</u> พลังงานกลคืออะไร
15	พลังงานที่นำไปใช้งานหรือทำให้เครื่องจักรกลต่าง ๆ เกิดการหมุนและเคลื่อนที่

16	ยังมีพลังงานอีกหลายรูปที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนเรา เช่น พลังงานที่ทำให้คนเราได้ยินเสียง เราก็เรียกว่า <u>พลังงานเสียง</u> พลังงานที่ใช้ให้ความอบอุ่นหรือใช้หุงต้มอาหาร ก็เรียกว่า <u>พลังงานความร้อน</u> ซึ่งมักจะได้จากเชื้อเพลิงต่าง ๆ พลังงานที่ทำให้เกิดแสงสว่างมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ก็เรียกว่า <u>พลังงานแสง</u>
17	พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินหรือการฟังคือพลังงานอะไร พลังงานที่ใช้ให้ความอบอุ่นหรือใช้ในการปรุงอาหารคือพลังงานอะไร ... พลังงานที่ช่วยให้แสงสว่างคือพลังงานอะไร
18	พลังงานเสียง พลังงานความร้อน พลังงานแสง
19	ประเทศไทยเรามีแหล่งน้ำตามธรรมชาติมากมาย จึงได้คิดที่จะใช้แหล่งน้ำเหล่านี้ให้มีประโยชน์ให้มากที่สุด โดยวิธีการทำเป็นเขื่อนกักเก็บน้ำไว้ ทำให้น้ำหน้าเขื่อนและหลังเขื่อนมีระดับความสูงต่างกันมาก ๆ เมื่อปล่อยให้น้ำไหลผ่านประตูน้ำจะทำให้มีน้ำมีพลังงานไปหมุนกังหันแล้วสามารถทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้ามาใช้กันได้ทั่วไป การที่น้ำสามารถหมุนกังหันแล้วทำให้ได้ไฟฟ้าใช้กันนั้น แสดงว่า <u>เกิดพลังงานน้ำ</u> ขึ้น พลังงานน้ำ สามารถนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานที่สำคัญได้แก่พลังงานอะไร
20	พลังงานไฟฟ้า

21	ขณะที่นักเรียนเฝ้าคาร์บอน ผลปรากฏว่า เกิดก๊าซชนิดหนึ่งที่ทำให้น้ำปูนใสขึ้น แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ซึ่งเกิดสารใหม่ขึ้นมา ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมีมักจะมีพลังงานเกิดขึ้นด้วยเสมอ พลังงานชนิดนี้เราเรียกว่า <u>พลังงานเคมี</u> พลังงานเคมี มักเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการเกิดสิ่งใด
22	ปฏิกิริยาเคมี
23	เหตุการณ์ต่อไปนี้ เหตุการณ์ใดที่เกิดพลังงานศักย์ ลูกฟุตบอลค้างอยู่บนกิ่งไม้ รถยนต์กำลังวิ่ง ลูกมะม่วงบนต้นแก๊จิด หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ พัดลมกำลังหมุน
24	ลูกฟุตบอลค้างอยู่บนต้นไม้ ลูกมะม่วงบนต้นแก๊จิด หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ
25	จากกรอบที่ 23 เหตุการณ์ใดเป็น <u>พลังงานจลน์</u>
26	รถยนต์กำลังวิ่ง พัดลมกำลังหมุน
27	นายเก่ง ยกกระสอบข้าวสารขึ้นบนรถยนต์ นายเก่ง ใช้พลังงานชนิดใด
28	พลังงานกล

บทเรียนทบทวน (2)

1	น้ำที่เรารู้จักคือ น้ำที่มีสถานะเป็นของเหลวและเป็นของแข็ง นอกจากนี้ น้ำยังมีสถานะเป็นก๊าซได้ กล่าวคือเมื่อน้ำได้รับความร้อน ในทำนองเดียวกัน น้ำแข็ง หากได้รับความร้อนก็สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำได้ นักเรียนคิดว่าตัวการที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะคืออะไร
2	ความร้อน
3	นักเรียนคงทราบแล้วว่า เมื่อน้ำแข็ง (มีสถานะเป็นของแข็ง) ได้รับความร้อนก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ (มีสถานะเป็นของเหลว) และถ้าน้ำได้รับความร้อนก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซได้ ในทางกลับกันถ้าหากก๊าซมีการสูญเสียความร้อนก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ (มีสถานะเป็นของเหลว) และถ้าน้ำมีการสูญเสียความร้อนก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง (มีสถานะเป็นของแข็ง) ถ้าหากนักเรียนต้องการทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง นักเรียนสามารถทำได้โดยใช้หลักการอย่างไร
4	โดยวิธีการทำให้น้ำสูญเสียความร้อน

5	การที่นักเรียนทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำนั้น มีช่วงที่น้ำแข็งยังละลายไม่หมดซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่น้ำแข็งกำลัง<u>หลอมเหลว</u> และถือว่า อุณหภูมิขณะนั้นเป็น<u>จุดหลอมเหลว</u> (หรือจุดเยือกแข็ง) ของน้ำแข็ง จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งคืออะไร
6	คืออุณหภูมิขณะที่น้ำแข็งกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว
7	ในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวยุ้นั้นอุณหภูมิขณะนั้นจะคงที่ เป็นเพราะว่า น้ำแข็งเอาพลังงานความร้อนจากภายนอกไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ พลังงานความร้อนที่ใช้ไปนี้เรียกว่า <u>ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง</u> ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งคืออะไร
8	คือความร้อนที่น้ำแข็งได้รับจากภายนอกไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ (ของเหลว)
9	นักเรียนได้ทดลองมาแล้วในชั้น ม.1 พบว่า เมื่อให้ความร้อนปริมาณหนึ่งแก่น้ำอุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น และจะสังเกตเห็นได้ว่ามีไอน้ำเกิดขึ้นด้วย เราเรียกปรากฏการณ์ที่ของเหลวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นไอน้ำว่า <u>การระเหย</u> หรือ <u>การกลายเป็นไอ</u> และเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งน้ำก็จะเดือด ขณะนั้นอุณหภูมิของน้ำจะคงที่ เราเรียกอุณหภูมิขณะนั้นว่า <u>จุดเดือด</u> ของน้ำ ปกติแล้ว<u>น้ำบริสุทธิ์</u>จะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส การระเหยคืออะไร

10	คือปรากฏการณ์ของเหลวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นไอ (ก๊าซ) ที่เฉพาะ ผิวหน้าเท่านั้น
11	จุดเดือดของน้ำคืออะไร
12	คือปรากฏการณ์ของเหลวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นไอ (ก๊าซ) ทุก ๆ ส่วนของของเหลว
13	ในขณะที่น้ำเดือดอุณหภูมิของน้ำคงที่ทั้ง ๆ ที่เรายังคงให้พลังงานความร้อน สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะว่าน้ำเอาพลังงานความร้อนนี้ไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจาก ของเหลวให้กลายเป็นไอ (ก๊าซ) พลังงานความร้อนในส่วนนี้เราเรียกว่า <u>ความร้อนแฝง</u> <u>ของการกลายเป็นไอ</u> ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอคืออะไร
14	คือความร้อนที่ของเหลวใช้ในการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ (ก๊าซ)
15	ในการวัดอุณหภูมิของน้ำในเวลา 8 วัน ปรากฏว่าได้ผลการวัดดังนี้ 14, 16, 17, 13, 12, 11, 15, 18 องศาเซลเซียส ให้นักเรียนสร้างตารางเพื่อบันทึกข้อมูลที่ทำให้เกิดความสะดวกต่อการพิจารณา

16

เมื่อนักเรียนได้ลองสร้างตารางแล้ว คราวนี้นักเรียนลองมาพิจารณาการสร้าง
ตารางของนักเรียนคนหนึ่ง ซึ่งได้รับการพิจารณาว่า เป็นตารางที่ดูแล้วเข้าใจง่าย

ชื่อเรื่อง การศึกษาอุณหภูมิ ณ เวลาต่าง ๆ กัน

หมายเลขตาราง 1.1

17

วันที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
1	14
2	16
3	17
4	13
5	12
6	11
7	15
8	18

18

จากกรอบที่ 17 ถ้าให้นักเรียนเรียงอุณหภูมิสูงสุดจนถึงอุณหภูมิต่ำสุดจะได้
อย่างไร

19

นักเรียนลองดูคำตอบที่ถูกต้อง
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11 หน่วยเป็นองศาเซลเซียส
ในการเขียนหรือบอกจำนวนที่ได้จากการวัด นักเรียนต้องใส่หน่วย ลงไปด้วยเสมอ

20

ในการวัดอุณหภูมิ นักเรียนคิดว่าควรใช้อะไรทำการวัดจึงจะเหมาะสมที่สุด
.....
.....

21

เทอร์โมมิเตอร์

22

การใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิไม่ควรจับส่วนใดของเทอร์โมมิเตอร์ ...
.....

23

ไม่ควรจับส่วนที่เป็นกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ เพราะ หากจับส่วนนี้ อุณหภูมิ
ของมือจะทำให้วัดอุณหภูมิผิดจากความเป็นจริง

24

นักเรียนลองหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิจากการวัดทั้ง 8 วันในกรอบที่ 15 ว่ามี
ค่าเท่าใด
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิจากการวัดทั้ง 8 วันคือ
.....
.....
.....

25

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิจากการวัด 8 วันคือ $\frac{14 + 16 + 17 + 13 + 12 + 11 + 15 + 18}{8}$
= 14.5 องศาเซลเซียส

หากนักเรียนยังไม่ได้ใส่หน่วยของค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ก็จงใส่เสีย เพื่อเราจะได้
รู้ว่าตัวเลขนี้เป็นตัวเลขที่ได้จากการวัดปริมาณของอุณหภูมิ

บทเรียนบททวน (3)

- 1 ข้อมูลต่อไปนี้คือ สถิติการผสมโคนมในประเทศไทยระหว่างปี 2514 - 2517
 โคนมที่ได้รับการผสม 5,048 ตัว ไข่ลูก 3,009 ตัว ในปี 2515 โคนมที่ได้รับการผสม
 7,071 ตัว ไข่ลูก 5,048 ตัว ในปี 2516 โคนมที่ได้รับการผสม 7,841 ตัว ไข่ลูก
 5,238 ตัว และในปี 2517 โคนมที่ได้รับการผสม 7,024 ตัว ไข่ลูก 4,876 ตัว

ให้นักเรียนออกแบบตารางบรรจุข้อมูลในกรอบที่ 1 แล้วบรรจุข้อมูลลงใน
 ตารางให้เรียบร้อย

รูปแบบของตาราง ที่น่าจะเหมาะสมสำหรับบรรจุข้อมูลในกรอบที่ 1 คือ

เรื่อง

สถิติการผสมโคนมในในประเทศไทยระหว่างปี 2514-2517

หมายเลขตาราง

ปี พ.ศ.	จำนวนโคนม	
	ที่ได้รับการผสม (ตัว)	จำนวนลูกวัวที่เกิด (ตัว)
2514	5,048	3,009
2515	7,071	5,048
2516	7,841	5,238
2517	7,024	4,876

3

นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า ตารางที่ดีควรมีลักษณะกระชับรัดกุม เหมาะสมกับหน้ากระดาษที่นำเสนอ อ่านง่าย และประการที่สำคัญที่สุดคือ สามารถที่จะใช้เปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้อย่างรวดเร็ว

ตารางบรรจุข้อมูลที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

4

1. กระชับรัดกุมเหมาะสมกับหน้ากระดาษที่นำเสนอ
2. อ่านได้ง่าย
3. สามารถที่จะใช้เปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้อย่างรวดเร็ว

5

จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่า ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในร่างกาย
คนมีดังนี้ (หน่วยกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนัก) ออกซิเจน 65, คาร์บอน 18,
ไฮโดรเจน 10, ไนโตรเจน 3, คัลเซียม 1.5, ฟอสฟอรัส 1.0, โพแทสเซียม 0.35

ให้นักเรียนออกแบบตารางแล้วบรรจุข้อมูลดังกล่าวลงในตาราง

6

รูปแบบของตารางที่นี้จะเหมาะสมสำหรับบรรจุข้อมูลในกรอบที่ 5 คือ

เรื่อง ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในร่างกายของคน

หมายเลขตาราง

ธาตุ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของน้ำหนัก)
ออกซิเจน	65
คาร์บอน	18
ไฮโดรเจน	10
ไนโตรเจน	3
แคลเซียม	1.5
ฟอสฟอรัส	1.0
โปแตสเซียม	0.35

7

จากตารางในกรอบที่ 7 นักเรียนคิดว่า ถ้านักเรียนมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม
จะมีธาตุแคลเซียมโดยเฉลี่ยเท่าไร

8

.....
.....

9

750 กรัม (หากนักเรียนลืมใส่หน่วย ต้องกลับไปใส่หน่วยก่อน)

10

จากตารางในกรอบที่ 7 อีกเช่นกัน ถ้าหากมีธาตุออกซิเจนในร่างกายของ
นาย ก 2925 กรัม อยากทราบว่า นาย ก จะมีน้ำหนักตัวสักเท่าใด

.....
.....

11

45 กิโลกรัม (นักเรียนต้องไม่ลืมใส่หน่วย)

บทเรียนทบทวน (4)

เมื่อนักเรียนเผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถันจะได้สารใหม่ที่มีลักษณะต่างไปจากสารเดิม

เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกลงไปของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถันก่อนทำการเผาจะได้ก๊าซเกิดขึ้น ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นนี้มีสมบัติไม่เหมือนกับก๊าซที่เกิดขึ้นจากของผสมที่เผาแล้ว

นักเรียนคิดว่าตัวการที่ทำให้เกิดก๊าซชนิดใหม่คืออะไร

.....

พลังงานความร้อน

พลังงานความร้อนเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดก๊าซชนิดใหม่ ซึ่งก๊าซชนิดใหม่นี้เป็นสารประกอบ แสดงว่า ธาตุรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบใหม่ที่มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม สารที่ได้จากการเผานี้มีสมบัติเฉพาะตัว เรียกว่า ไฮดรอกซัลไฟด์

สารประกอบที่ได้จากการเผาผงเหล็กและกำมะถันคือ

ไฮดรอกซัลไฟด์

การที่ผงเหล็กและกำมะถันได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดสารใหม่ขึ้น (มีสมบัติเฉพาะตัว เราเรียกว่า เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น) ในกรณีนี้เป็นการรวมตัวระหว่างธาตุกับธาตุซึ่งต่างเป็นสารบริสุทธิ์

การเผาผงเหล็กและกำมะถันแล้วเกิดสารใหม่มีสมบัติเฉพาะตัว แสดงว่าเกิดอะไรขึ้น

.....

6	ปฏิกิริยาเคมี
7	ธาตุกับธาตุรวมตัวกันโดยใช้พลังงานความร้อนเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นแล้วได้สารใหม่ซึ่งเรียกว่า <u>สารประกอบ</u> ที่มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม ในทางตรงกันข้ามสารประกอบก็สามารถสลายตัวโดยใช้พลังงานความร้อนหรืออาจใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งทำให้มีคุณสมบัติต่างไปจากสารเดิม ถ้าหากต้องการให้สารประกอบสลายตัวเกิดสารใหม่ เรามีวิธีการทำอย่างไร
8	ใช้พลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า
9	ธาตุบางชนิดทั้งไว้นาน ๆ จะหมองคล้ำแสดงว่าเกิดอะไรขึ้น
10	เกิดปฏิกิริยาเคมีให้สารใหม่เกิดขึ้น
11	เมื่อหึ่งเหล็กไว้นาน ๆ พบว่าเกิดสนิมขึ้น แสดงว่า เหล็กนั้นรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่ขึ้นคือ <u>สนิมเหล็ก</u> ในกรณีเช่นนี้ก็ถือว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นเพราะสนิมเหล็กมีสมบัติที่ต่างไปจากเหล็ก เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วได้สารใหม่เกิดขึ้นคืออะไร
12	สารที่เกิดขึ้นใหม่มีสมบัติเฉพาะแตกต่างไปจากสารเดิม

13	เมื่อเผาคาร์บอน (ถ่าน) ในหลอดทดลอง คาร์บอนจะรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดออกไซด์ชนิดหนึ่งและยังค้นพบว่าออกไซด์ชนิดนี้ทำให้น้ำปูนใสขุ่น การที่คาร์บอนรวมกับออกซิเจนเกิดออกไซด์ชนิดหนึ่งขึ้นเราเรียกว่าเกิดอะไรขึ้น
14	ปฏิกิริยาเคมี
15	ออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจนนี้เรียกว่า <u>ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์</u> ซึ่งมีสมบัติเฉพาะตัวคือทำให้น้ำปูนใสขุ่น ถ้านักเรียนสงสัยว่าก๊าซชนิดหนึ่งจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ควรทำอย่างไร
16	ผ่านก๊าซที่ส่งสัยลงในน้ำปูนใส ถ้าหากน้ำปูนใสขุ่นแสดงว่าเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
17	เมื่อผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำปูนใสปรากฏว่าน้ำปูนใสขุ่นแสดงว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำปูนใส สาเหตุสำคัญที่น้ำปูนใสขุ่นเมื่อผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปคืออะไร
18	เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำปูนใสกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

19	สารประกอบสลายตัวโดยใช้พลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าแล้วเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมก็แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เมื่อสารประกอบสลายตัวแล้วเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมแสดงว่าเกิดอะไรขึ้น
20	ปฏิกิริยาเคมี
21	ข้อมูลต่อไปนี้ได้จากการวัดจุดเดือดของน้ำเป็นองศาเซลเซียส (°C) ณ ระดับความดันบรรยากาศหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท ต่าง ๆ กันคือ ณ ความดัน 750, 752, 754, 758, 756, 762, 766, 764, 768, 760 มิลลิเมตรปรอท วัดอุณหภูมิได้ดังนี้ 99.63, 99.70, 99.78, 99.93, 99.85, 100.07 100.22, 100.15, 100.29 และ 100.00 องศาเซลเซียส ให้นักเรียนสร้างตารางบรรจุข้อมูลข้างต้น เพื่อให้ผู้อื่นพิจารณาได้ง่ายขึ้น
22	

เมื่อนักเรียนได้สร้างตารางแล้วให้นักเรียนพิจารณาผลการสร้างตารางของ
นักเรียน 2 คน ซึ่งได้รับการพิจารณาว่าเหมาะสมกับการบันทึกข้อมูลดังกล่าวข้างต้น

นักเรียนคนที่ 1 บันทึกไว้ดังนี้

ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและจุดเดือดของน้ำ

หมายเลขตาราง

ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)	750	752	754	756	758	760	762	764	766	768
จุดเดือดของน้ำ (°C)	99.63	99.70	99.78	99.85	99.93	100.00	100.07	100.15	100.22	100.29

นักเรียนคนที่ 2 บันทึกไว้ดังนี้

ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและจุดเดือดน้ำ

หมายเลขตาราง

23

ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)	จุดเดือดของน้ำ (°C)
750	99.63
752	99.70
754	99.78
756	99.85
758	99.93
760	100.00
762	100.07
764	100.15
766	100.22
768	100.29

24	ให้นักเรียนพิจารณาตารางที่นักเรียนทั้ง 2 คนสร้างขึ้นจะเห็นว่าในการบันทึกข้อมูลนั้นจะต้องเรียงจำนวนของข้อมูลจากน้อยไปหามาก (แบบนี้นิยมกันมาก) หรือจากมากไปหาน้อยเสียก่อนแล้วจึงบันทึกข้อมูลลงไปในตาราง ส่วนหัวข้อที่บอกว่าข้อมูลนั้นคืออะไร จะต้องใส่หน่วยกำกับลงไปด้วยเสมอ เช่น ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท) จุดเดือดของน้ำ (°C) เพราะฉะนั้นเวลานักเรียนจะสร้างตารางบันทึกข้อมูล จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ 1. เรียงข้อมูลเสียก่อน (อาจเรียงจากมากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามาก) 2. ห้ระบุในแต่ละช่องของตารางว่าข้อมูลนั้นคืออะไร 3. ใส่หน่วยกำกับข้อมูลไว้ด้วยเสมอ
25	ในรอบที่ 23 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของจุดเดือดของน้ำ
26	ค่าเฉลี่ยของจุดเดือดของน้ำคือ.....องศาเซลเซียส (°C) นักเรียนอย่าลืมใส่<u>หน่วย</u>ของจุดเดือด
27	นักเรียนจะเห็นว่าในการหาค่าเฉลี่ยของค่าใด ๆ นั้นเราจะต้องเอาค่านั้น ๆ บวกกันแล้วนับดูว่าค่าที่จะหาค่าเฉลี่ยมีเท่าใดก็เอาจำนวนค่าที่จะหาค่าเฉลี่ยไปหารผลลัพธ์จะเป็นค่าเฉลี่ยตามที่ต้องการ ดังตัวอย่าง - การหาค่าเฉลี่ยของจุดเดือดของน้ำกระทำได้โดยการนำเอาจุดเดือดของน้ำที่วัดได้มาบวกกันคือ $99.63 + 99.70 + 99.78 + 99.85 + 99.93 + 100.00 + 100.07 + 100.15 + 100.22 + 100.29$ แล้วเอาจำนวนจุดเดือดทั้งสิ้นคือ 10 หาร นั่นคือค่าเฉลี่ยของจุดเดือดของน้ำคือ $= \frac{99.63 + 99.70 + 99.78 + 99.85 + 99.93 + 100.00 + 100.07 + 100.15 + 100.22 + 100.29}{10}$ = 99.962 องศาเซลเซียส (°C)

28	นักเรียนลองหาค่าเฉลี่ยของความดันบรรยากาศโดยใช้ข้อมูลในกรอบที่ 21																									
29	ค่าเฉลี่ยของความดันบรรยากาศ = $\frac{750+752+754+758+756+762+766+764+768+760}{10}$ = 759 มิลลิเมตรของปรอท (mm. ของปรอท)																									
30	ในการใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่าง ๆ นั้น เราต้องใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสม เช่น <table><tr><td>ไม้บรรทัด</td><td>ใช้วัด</td><td>ความยาว</td><td>หน่วยเป็น</td><td>เมตร (m)</td></tr><tr><td>นาฬิกา</td><td>ใช้วัด</td><td>เวลา</td><td>หน่วยเป็น</td><td>วินาที (s)</td></tr><tr><td>เครื่องชั่ง</td><td>ใช้วัด</td><td>มวล</td><td>หน่วยเป็น</td><td>กิโลกรัม (kg)</td></tr><tr><td>กระบอกลูกบาศก์</td><td>ใช้วัด</td><td>ปริมาตร</td><td>หน่วยเป็น</td><td>ลูกบาศก์เมตร (m³)</td></tr><tr><td>เทอร์โมมิเตอร์</td><td>ใช้วัด</td><td>อุณหภูมิ</td><td>หน่วยเป็น</td><td>องศาเซลเซียส (°C), เคลวิน (K)</td></tr></table>	ไม้บรรทัด	ใช้วัด	ความยาว	หน่วยเป็น	เมตร (m)	นาฬิกา	ใช้วัด	เวลา	หน่วยเป็น	วินาที (s)	เครื่องชั่ง	ใช้วัด	มวล	หน่วยเป็น	กิโลกรัม (kg)	กระบอกลูกบาศก์	ใช้วัด	ปริมาตร	หน่วยเป็น	ลูกบาศก์เมตร (m ³)	เทอร์โมมิเตอร์	ใช้วัด	อุณหภูมิ	หน่วยเป็น	องศาเซลเซียส (°C), เคลวิน (K)
ไม้บรรทัด	ใช้วัด	ความยาว	หน่วยเป็น	เมตร (m)																						
นาฬิกา	ใช้วัด	เวลา	หน่วยเป็น	วินาที (s)																						
เครื่องชั่ง	ใช้วัด	มวล	หน่วยเป็น	กิโลกรัม (kg)																						
กระบอกลูกบาศก์	ใช้วัด	ปริมาตร	หน่วยเป็น	ลูกบาศก์เมตร (m ³)																						
เทอร์โมมิเตอร์	ใช้วัด	อุณหภูมิ	หน่วยเป็น	องศาเซลเซียส (°C), เคลวิน (K)																						
31	ถ้าหากนักเรียนต้องการหาปริมาตรของน้ำเชื่อมที่อยู่ในถ้วย ควรใช้เครื่องมือชนิดใด หน่วยของปริมาตรควรเป็นอะไร																									
32	ควรใช้กระบอกลูกบาศก์ หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร																									

บทเรียนทบทวน (5)

สารบริสุทธิ์มีมวลเปลี่ยนไปเมื่อได้รับพลังงานความร้อน อธิบายได้ว่ามวลที่ลดลงนั้นเนื่องจากเกิดการสลายตัวของสารบริสุทธิ์นั้นจึงทำให้สารที่เหลือมีมวลลดลง ส่วนสารบริสุทธิ์บางชนิดเมื่อเผาที่จจะรวมกับสารบางชนิดในอากาศเกิดการเผาไหม้ให้เปลวไฟสว่างเกิดสารใหม่จึงทำให้มวลเพิ่มขึ้น

- 1 การที่สารบริสุทธิ์สลายตัวและรวมตัวกับสารบางชนิดในอากาศโดยใช้พลังงานความร้อนแล้วเกิดสารใหม่แสดงว่าเกิดอะไรขึ้น
- ทำไมสารบริสุทธิ์เมื่อสลายตัวมวลจึงลดลง
- ทำไมสารบริสุทธิ์เมื่อรวมกับสารบางชนิดในอากาศมวลจึงมากขึ้น
-

- 2 เกิดปฏิกิริยาเคมี
- เพราะสารบริสุทธิ์สลายตัวแล้วเกิดสารใหม่
- เพราะสารบริสุทธิ์รวมตัวกับสารบางชนิดในอากาศแล้วเกิดเป็นสารใหม่

- 3 การสลายตัวหรือการรวมตัวของสารบริสุทธิ์นั้นต้องใช้พลังงานความร้อนซึ่งบางครั้งก็เกิดพลังงานแสงด้วยจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น แต่ก็ไม่จำเป็นว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะต้องใช้พลังงานความร้อนหรือพลังงานแสงเสมอไป บางปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้ เช่น การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า กรณีนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าแทน

การเกิดปฏิกิริยาเคมีจำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนเสมอไปหรือไม่

.....

- 4 ไม่จำเป็น

ในการทดลองเรื่องการแยกสลายของสาร ขณะที่เผาสารสีเหลืองบนเตงบนไม้ที่ใหม่เกรียม พบว่า เกิดสารใหม่ซึ่งมีลักษณะผิดไปจากสารเดิมอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่า สารนี้สลายตัวต่อไปได้อีก สารที่เกิดขึ้นใหม่มีลักษณะเป็นมันคล้ายกับโลหะซึ่งจากการทดสอบก็ติดตะกั่วมันเอง

5 สารสีเหลืองบนเตงบนไม้ที่ใหม่เกรียม ถ้าหากว่าไม่มีการเผานั้นคือไม่ให้พลังงาน ความร้อนจะเกิดตะกั่วได้หรือไม่

แต่จากการทดลองได้ตะกั่วก็ต่อเมื่อต้องให้พลังงานความร้อนนั่นก็คือต้องเผา แสดงว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้ ถ้าไม่มี จะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้ได้

ให้นักเรียนลองเขียนแผนผังการเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้

.....

6

ไม่ได้

พลังงานความร้อน

เผา
สารสีเหลืองบนเตง $\longrightarrow$ ตะกั่ว

7

เมื่อเผาคอปเปอร์คาร์บอเนตหรือเพาลวดนิกเนเนียม สารที่ได้จากการเผามีสมบัติต่างไปจากสารเดิม สำหรับคอปเปอร์คาร์บอเนตยังเกิดการสลายตัวให้ก๊าซเกิดขึ้นอีกด้วย ซึ่งสามารถทราบได้จากการเปลี่ยนแปลงของสารละลายคลอไรด์ของไฮดรอกไซด์ (น้ำปูนใส) การที่สารได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่เช่นนี้ เรียกว่า เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเกิดขึ้นด้วยเสมอ พลังงานรูปหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็น พลังงานเคมี ซึ่งก็สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้

ในการสลายตัวของสารประกอบหรือการรวมตัวของธาตุโดยใช้พลังงานความร้อนจะเกิดสารใหม่ขึ้น การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เรียกว่า

.....

7	ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นนั้นมักจะมีพลังงานรูปหนึ่งเกิดขึ้นเสมอ พลังงานนี้สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เราเรียกพลังงานรูปนี้ว่า
8	ปฏิกิริยาเคมี พลังงานเคมี
9	ในการทดลองเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้านั้น ครั้งแรกทำการทดสอบการนำไฟฟ้าของน้ำปรากฏว่าไม่นำไฟฟ้า แต่เมื่อเติมโซเดียมซัลเฟตลงไปในน้ำ ปรากฏว่าสารละลายนำไฟฟ้าได้ แสดงว่า โซเดียมซัลเฟตช่วยทำให้น้ำนำไฟฟ้า ครั้นเมื่อเราต่อแบตเตอรี่เข้ากับเครื่องแยกน้ำด้วยไฟฟ้า จะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่หลอดทั้งสอง จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า น้ำเป็นสารบริสุทธิ์สามารถแยกสลายตัวได้ด้วยพลังงานไฟฟ้าออกเป็นองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซออกซิเจน น้ำแยกออกเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนได้เพราะใช้พลังงานอะไร การที่น้ำสามารถแยกออกเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนได้ก็แสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้น การที่น้ำแยกออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนได้แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาแบบแยกสลายหรือแบบรวมตัว
10	พลังงานไฟฟ้า ปฏิกิริยาเคมี แบบแยกสลาย

เมื่อเผาโลหะในเตาแล้วมวลลดลงเนื่องจากเกิดการสลายตัวให้ก๊าซชนิดหนึ่ง
ออกมาแสดงว่า เมื่อให้พลังงานความร้อนแก่โลหะในเตา ก็จะเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิด
ก๊าซชนิดหนึ่งขึ้น

11 ส่วนการเผาไหม้เนเชียมแล้วมีมวลเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการรวมตัวกับสารบาง
ชนิดในอากาศแสดงว่า เมื่อให้พลังงานความร้อนแก่ลวดแมกนีเซียมจะเกิดปฏิกิริยาเคมี
เกิดพลังงานเคมีแล้วเกิดพลังงานความร้อนให้เปลวไฟสว่าง (พลังงานแสง) แล้วให้
ขี้เถ้าขาวขึ้น

ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในการเผา
โลหะในเตา

ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในการเผาไหม้
แมกนีเซียม

12 พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานเคมี
พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานแสง

13 การทดลองแยกน้ำด้วยไฟฟ้าจนสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า น้ำซึ่งเป็น
สารบริสุทธิ์สามารถแยกสลายตัวได้ด้วยพลังงานไฟฟ้าออกเป็นองค์ประกอบ 2 ชนิด
คือก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน แสดงว่า การเกิดปฏิกิริยานี้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า
จึงจะสามารถเกิดปฏิกิริยานี้ได้

ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในการแยกน้ำ
ด้วยไฟฟ้า

14 พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานเคมี

- 15 เมื่อนักเรียนเผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถัน จะได้สารใหม่ที่มีลักษณะต่างไปจากสารเดิม แสดงว่า ของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถันเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นโดยใช้พลังงานความร้อนเป็นตัวช่วย

ปฏิกิริยาเคมีระหว่าง การเผาของผสมเหล็กและกำมะถันสามารถเขียนแผนผังของพลังงานที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้คือ

- 16 พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานเคมี

- 17 จากการทดลองเรื่องการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในสารอิเล็กโตรไลต์พบว่า เริ่มจากพลังงานเคมีแล้วได้พลังงานไฟฟ้า เราสามารถนำเอาพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ในการให้แสงสว่าง และในขณะเดียวกันก็ได้พลังงานความร้อนด้วย

ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในเหตุการณ์ข้างต้นนี้

- 18 พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานแสง $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน

- 19 ในการเจริญเติบโตของชีวิตคนเรานั้นได้มีนักการศึกษาท่านหนึ่งได้กล่าวว่า เริ่มตั้งแต่การเป็นทารก ต่อไปก็เป็น วัยเด็กอ่อน วัยเด็ก วัยก่อนเรียน วัยเรียน วัยรุ่น วัยผู้ใหญ่ และวัยชรา

ให้นักเรียนลองเขียนแผนผังแสดงวงจรการเจริญเติบโตของชีวิตคนเราดูซิ..

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

คำตอบที่ถูกต้องคือ ทารก → วัยเตี้ยอ่อน → วัยเตี้ย → วัยก่อนเรียน
วัยเรียน → วัยรุ่น → วัยผู้ใหญ่ → วัยชรา

20

นักเรียนจะเห็นว่าการเขียนแผนผังเพื่อทำให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายนั้นจะต้องเริ่ม
ตั้งแต่สิ่งที่เกิดขึ้นก่อนเป็นอันดับแรก แล้วจึงเขียนลูกศรเรียงไปตามลำดับโดยให้หัวลูกศร
ชี้ไปตามลำดับก่อนหลัง

ในการศึกษามวลและปริมาตรของแร่ทันทิมโดยนักเรียนคนหนึ่งได้บันทึกข้อมูล
ดังตารางข้างล่างนี้

21

มวล. (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)
12	2.0
11	1.5
15	4.0
14	3.5
36	9.0
28	7.0
10	1.0

นักเรียนจะเห็นว่าการบันทึกข้อมูลข้างต้นยังไม่ถูกต้อง ให้นักเรียนแก้ไขเสีย
ให้ถูกต้องลงในรอบถัดไป (กรอบที่ 22)

22

นักเรียนจะเห็นว่าสิ่งที่ขาดไปก็คือ

1. ชื่อเรื่อง
2. หมายเลขตารางที่
3. ข้อมูลไม่ได้มีการเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามาก

ดังนั้นการบันทึกข้อมูลที่น่าจะถูกต้องก็คือ

ชื่อเรื่อง การศึกษามวลและปริมาตรของแร่ทับทิม
ตารางที่

23

มวล (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)
10	1.0
11	1.5
12	2.0
14	3.5
15	4.0
28	7.0
36	9.0

24

ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของมวลของแร่ทับทิมในกรอบที่ 23

.....

25

$$\text{ค่าเฉลี่ยของมวลของแร่ทับทิม} = \frac{10 + 11 + 12 + 14 + 15 + 28 + 36}{7}$$

= 18 กรัม (นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของมวลคือ
 กรัมลงไปด้วย)

26	ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของปริมาตรของแร่ทับทิมในกรอบที่ 23
27	ค่าเฉลี่ยของปริมาตรของแร่ทับทิม = $\frac{1.0 + 1.5 + 2.0 + 3.5 + 4.0 + 7.0 + 9.0}{7}$ = 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร (นักเรียนต้องไม่ลืมใส่หน่วยของปริมาตรคือลูกบาศก์เซนติเมตร)
28	นักเรียนจะเห็นว่าในการหาค่าเฉลี่ยของปริมาณใด ๆ ก็ตาม นักเรียนสามารถทำได้โดยการนำเอาปริมาณที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยทั้งหมดมาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนของปริมาณนั้น ผลลัพธ์ก็คือค่าเฉลี่ย สิ่งที่สำคัญที่นักเรียนไม่ควรจะละเลยก็คือ หน่วยของค่าเฉลี่ย นักเรียนจะต้องใส่หน่วยกำกับปริมาณนั้น ๆ เสมอ
29	ในการใช้เครื่องมือวัดความยาวนั้น เราจะต้องพิจารณาใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด เช่น หากจะวัดความกว้าง ความยาว ความสูงของโต๊ะ ก็อาจใช้ไม้บรรทัดหรือใช้ไม้เมตรก็จะเหมาะสมดีกว่าใช้สายวัด เพราะสายวัดมีความยาวเกินความจำเป็น แต่ถ้าหากจะวัดรอบอก เราจะใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัดก็คงจะไม่เหมาะสมเพราะไม้เมตรและไม้บรรทัดงอตามลักษณะของรอบอกไม่ได้ เราก็ควรจะใช้สายวัด (เทปวัด) จะสะดวกกว่าและยังได้ค่าที่ถูกต้องมากกว่าใช้ไม้บรรทัดหรือไม้เมตร ถ้าหากไม่มีสายวัดเพื่อที่จะใช้วัดรอบอก นักเรียนจะวัดรอบอกโดยวิธีใด

30 นักเรียนก็อาจจะใช้เชือก, เศษผ้ายาว ๆ หรือด้ายก็ได้ไปวัดรอบอก วัดได้
 แลไหนให้ทำเครื่องหมายไว้แล้วนำเชือก, เศษผ้า หรือด้ายนั้นไปหาบกับไม้เมตร,
 ไม้บรรทัดอีกครั้งหนึ่งก็สามารถอ่านความยาวรอบอกได้

บทเรียนบททวน (6)

1	จากการศึกษาที่ผ่านมาแล้วพบว่า สารบริสุทธิ์แบ่งออกได้เป็นพวกใหญ่ ๆ 2 พวกคือ สารประกอบ และ ธาตุ สารแต่ละพวกนี้ล้วนแต่มีสมบัติเฉพาะตัว คือ มีจุดหลอมเหลว จุดเดือด ความหนาแน่น และความสามารถในการละลายคงที่ สำหรับสารประกอบยังสามารถแยกสลายตัวได้ด้วยพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าให้สารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมและมีมวลน้อยกว่าสารเดิมอีกด้วย พลังงานที่สำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีแยกสลายได้แก่พลังงานอะไรบ้าง
2	พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า
3	ส่วนธาตุเราไม่สามารถจะทำให้แยกสลายออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ได้อีก แต่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีร่วมกับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิมและมีมวลเพิ่มขึ้น การที่ธาตุรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิม แสดงว่า มีการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้น
4	เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น

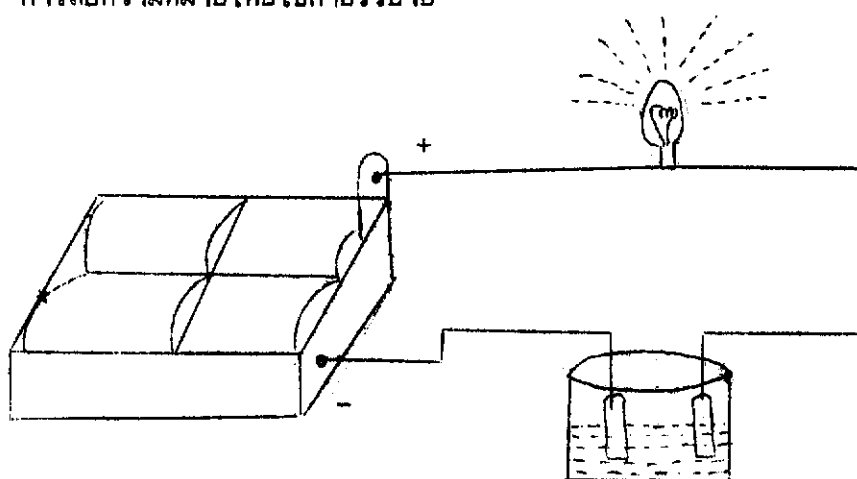
5	การเกิดปฏิกิริยาเคมีทุกครั้งมักจะได้สารใหม่ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ต่างไปจากสารเดิมเสมอ ทราบได้อย่างไรว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี
6	จะได้สารใหม่ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ต่างไปจากสารเดิม
7	การทดลองเรื่องการเผาคาร์บอนในอากาศนั้น คาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดออกไซด์ชนิดหนึ่ง เมื่อผ่านออกไซด์ชนิดนี้ลงไปในน้ำปูนใส (สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์) จะทำให้น้ำปูนใสขุ่น แสดงว่า เกิดปฏิกิริยาเคมีให้สารใหม่เกิดขึ้น สารใหม่ที่เกิดขึ้นนี้คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเผาคาร์บอนในอากาศแล้วเกิดก๊าซชนิดหนึ่งเมื่อผ่านลงในน้ำปูนใสปรากฏว่าน้ำปูนใส (สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์) ขุ่นแสดงว่า เกิดอะไรขึ้น พลังงานที่ใช้ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีนี้คือพลังงานอะไร
8	ปฏิกิริยาเคมี พลังงานความร้อน

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีทุกครั้งจะได้สารใหม่เกิดขึ้นซึ่งมีคุณสมบัติต่างไปจาก
สารเดิม เรามักจะสังเกตได้จากการมี กลิ่น สี เกิดตะกอน เกิดก๊าซ อาจมีเสียงระเบิด
การมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป เป็นต้น

การที่จะทราบว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นนอกจากจะเกิดสารใหม่แล้วยังมีอะไรที่
เป็นเครื่องบ่งชี้ได้อีก

กลิ่น สี ตะกอน มีก๊าซเกิดขึ้น เกิดเสียงระเบิด มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป
เป็นต้น

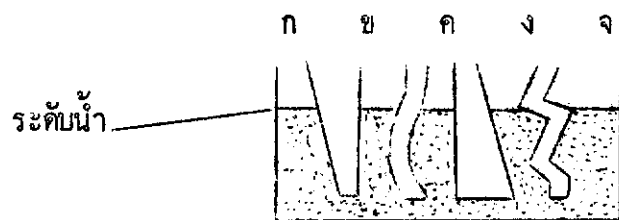
ในการสื่อความหมายให้คนอื่นได้เข้าใจนั้นนอกจากจะใช้ตาราง แผนภูมิหรือ
รูปภาพแล้ว ยังมีการใช้ถ้อยคำที่กระชับรัดกุมและได้ใจความมาก นักเรียนลองดูตัวอย่าง
การสื่อความหมายโดยใช้คำบรรยาย



สารละลาย

จากภาพ แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าโดยผ่านสารละลายแล้วทำให้วงจรไฟฟ้าปิด
หลอดไฟจะสว่างขึ้น

นักเรียนจะเห็นว่าการบรรยายภาพข้างต้นต้องใช้ถ้อยคำที่รัดกุม ชัดเจน และ
ได้ใจความจึงจะเป็นการสื่อความหมายที่ดี



12

จากภาพข้างต้นให้นักเรียนบรรยายภาพโดยใช้ถ้อยคำที่รัดกุมและเหมาะสม

ที่สุด

13

จากภาพแสดงว่าระดับน้ำใน ก, ข, ค และ ง เท่ากันหมดถึงแม้ว่าจะมี
 รูปร่างต่างกัน นักเรียนจะเห็นว่าข้อความที่ใช้ต้องกระชับรัดกุมด้วยข้อความ

นักเรียนลองพิจารณาภาพข้างล่างนี้แล้วบรรยายภาพด้วยข้อความที่เหมาะสม
 และกระชับจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

14

แม่เปิดและลูกเปิด 7 ตัวลอยอยู่ในน้ำ

15

นักเรียนจะเห็นว่าในการบรรยายภาพด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทัดรัดนั้น
จำเป็นจะต้องบอกจำนวน บอกกิริยาอาการที่กระทำให้ชัดเจนที่สุดและไม่นิยมใช้ถ้อยคำ
ที่เยิ่นเย้อเกินความจำเป็นหรือเป็นการแต่งเติม

16

ในการวัดความยาว ความกว้าง และความสูงของโต๊ะตัวหนึ่งปรากฏผลว่า
วัดได้ 70 ซม., 45 ซม., 90 ซม., ตามลำดับ นักเรียนคิดว่าการวัดความยาว
ความกว้าง และความสูงของโต๊ะตัวนี้ควรใช้เครื่องมือชนิดใดจึงจะเหมาะสม

17

เราควรใช้ไม้เมตรเพราะไม้เมตรเป็นเครื่องมือที่มีสเกลวัดพอเหมาะ
ดีกว่าใช้ไม้บรรทัด เพราะไม้บรรทัดมีความยาวที่ใช้วัดได้เพียง 30 ซม. เท่านั้น
ส่วนสายวัดนั้นมีความยาวเกินความจำเป็น

18

จากข้อมูลในกรอบที่ 16 พื้นที่ของโต๊ะตัวนี้ควรมีค่าเท่าใด (แสดงวิธีทำด้วย)

19

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ของโต๊ะตัวนี้} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \\
 &= 45 \text{ ซม.} \times 70 \text{ ซม.} \\
 &= 3150 \text{ (ซม.)}^2 \\
 &= 3150 \text{ ตารางเซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

นักเรียนจะเห็นว่า การหาพื้นที่นั้นหาได้จากความกว้าง $\times$ ความยาว โดยมีหน่วย
เป็นตารางเซนติเมตร (อย่างลืมใส่หน่วย) ซึ่งมีหน่วยเป็น $(\text{ซม.})^2$ เราเลยเรียกใหม่
เป็น ตารางเซนติเมตร

20

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ถ้าหากเป็น (ซม.)³ เราเรียกว่าอะไร เป็นหน่วย
ของปริมาตรใด

21

เราเรียกว่า ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลบ.ซม.) เป็นหน่วยของปริมาตร

22

ในการหาพื้นที่ของนาฬิกาหนึ่งพบว่ามีพื้นที่ได้ 900 ตารางเมตร แต่ความยาว
มีเพียง 60 เมตร อยากทราบว่ามีความกว้างเป็นเท่าใด (แสดงวิธีทำ)

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

23

จากความสัมพันธ์ พื้นที่ = ความกว้าง × ความยาว

โจทย์กำหนด พื้นที่ = 900 ตารางเมตร

ความยาว = 60 เมตร

แทนค่า 900 ตารางเมตร = ความกว้าง × ความยาว

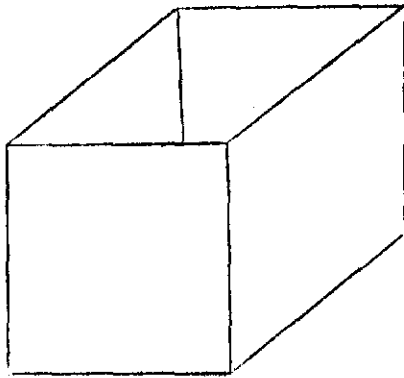
900 (เมตร)² = ความกว้าง × 60 เมตร

ความกว้าง = $\frac{900 \text{ (เมตร)}^2}{60 \text{ (เมตร)}}$

= 15 เมตร

นักเรียนจะเห็นว่าเป็นการเข้าสมการหาคำตัว (ปริมาณ) ที่เรายังไม่ทราบ
ค่ามันเอง และต้องไม่ลืมหน่วย ถ้าเป็นพื้นที่ หน่วยเป็นตารางเมตร ส่วนความยาวและ
ความกว้าง หน่วยเป็นเมตร

24



กล่องใบนี้เป็นกล่องทรงลูกบาศก์ หากนักเรียน
ต้องการหาปริมาตรของกล่องใบนี้ นักเรียนจะต้อง
วัดปริมาตรได้อย่างไร

เครื่องมือชนิดใดจึงจะเหมาะสม เพราะเหตุใด
จึงใช้เครื่องมือชิ้นนั้น ๆ และวัดปริมาณเหล่านั้นได้
เท่าใด (ตอบลงในกรอบที่ 25)

25

26

จะต้องวัดความกว้าง ความยาวและความสูง โดยใช้ไม้บรรทัดจึงจะเหมาะสม
สาเหตุที่ต้องใช้ไม้บรรทัดก็เพราะว่ามีสเกลที่พอเหมาะกับสิ่งที่จะวัด หากใช้ไม้เมตร,
สายวัดก็อาจจะทำให้เกะกะและมีสเกลมากเกินไปจนความจำเป็น

วัดความกว้างได้ 3 เซนติเมตร ความยาว 4 เซนติเมตร และความสูง
5 เซนติเมตร

ในการหาปริมาตรนั้นเราสามารถหาได้จากความสัมพันธ์

$$\text{ปริมาตร} = \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \times \text{ความสูง}$$

ให้นักเรียนหาปริมาตรของกล่องทรงลูกบาศก์จากกรอบที่ 24

27

.....

.....

.....

.....

.....

.....

28

จากความสัมพันธ์ ปริมาตร = ความกว้าง $\times$ ความยาว $\times$ ความสูง

แทนค่า ปริมาตร = 3 ซม. $\times$ 4 ซม. $\times$ 5 ซม.

$$= 60 (\text{ซม.})^3$$

$$= 60 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลบ. ซม.)}$$

นักเรียนจะเห็นว่า ปริมาตรมีหน่วยเป็น ปริมาณของความยาวยกกำลังสาม
เราเรียกใหม่ว่าลูกบาศก์

นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของปริมาตร (ถ้าหากลืมใส่หน่วยให้ย้อนกลับไปใส่
หน่วยด้วย)

บทเรียนทบทวน (7)

การแยกน้ำด้วยไฟฟ้านั้น ถ้าหากเราไม่ให้พลังงานไฟฟ้าก็ไม่สามารถจะแยกน้ำ
ออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนหรืออาจกล่าวได้ว่าพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิด
ปฏิกิริยาเคมีในการแยกสลายน้ำให้เกิดเป็นสารใหม่คือ ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน

1

ตัวการที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในการแยกสลายน้ำคืออะไร

สิ่งที่ใช้เป็นเครื่องตัดสินว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีในการแยกสลายน้ำคืออะไร ...

.....

2

พลังงานไฟฟ้า

เกิดสารใหม่ที่มีคุณสมบัติต่างจากน้ำคือก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน

3

การเผาน้ำตาลทรายและแป้ง ก่อนเผาจะสังเกตเห็นว่าน้ำตาลและแป้งมีสีขาว
แต่เมื่อเผาน้ำตาลและแป้งแล้วพบว่าน้ำตาลและแป้งเปลี่ยนเป็นสีดำ หากลองชิมในส่วนที่
เป็นน้ำตาลปรากฏว่าไม่หวาน จากการทดลองดังกล่าวแสดงว่าพลังงานความร้อนทำ
ให้น้ำตาลทรายและแป้งได้สารใหม่เป็นสีดำ ซึ่งก็คือคาร์บอน (ถ่าน) นั่นเอง

แสดงว่าจากการทดลองนี้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นโดยมีความร้อนเป็นตัวช่วยให้
เกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วเกิดเป็นสารใหม่มีสีต่างซึ่งสังเกตได้ชัดเจนคุณสมบัติก็ต่างไปจากเดิม

การเผาน้ำตาลทรายและแป้งถือว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

ตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้คืออะไร

.....

4	ถือว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะว่า เกิดสารใหม่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิมคือสีคำ รสก็ไม่ได้เหมือนเดิม พลังงานความร้อน
5	จากการทดลองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วพบว่า หากต้องการจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีชนิดสลายตัวมักจะต้องใช้ความร้อนเสมอ หากไม่ใช้ความร้อนจะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดพลังงานเคมีแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สารใหม่ขึ้น แต่ก็จำเป็นต้องใช้ความร้อนเสมอไป อาจใช้พลังงานอื่น ๆ ก็ได้ เช่น พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น การเกิดปฏิกิริยาเคมีชนิดแยกสลายเพื่อให้เกิดสารใหม่ พลังงานที่สำคัญในปฏิกิริยาเคมีมักจะได้แก่พลังงานอะไร
6	พลังงานความร้อน
7	เมื่อสาร 2 ชนิดรวมตัวกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่คือ เกิดปฏิกิริยาเคมีได้สารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม เราสังเกตได้จาก สี กลิ่น ตะกอน เกิดก๊าซ อุณหภูมิเปลี่ยนไปหรืออาจมีเสียงระเบิดขึ้น ดังนั้นเราจึงใช้ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินว่า เกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ มีอะไรบ้าง
8	สังเกตจาก สี กลิ่น ตะกอน เกิดก๊าซ อุณหภูมิเปลี่ยนไปหรืออาจมีเสียงระเบิดเกิดขึ้น เป็นต้น

9	ยังมีบางปฏิริยาที่ไม่อาจจะสังเกตเห็นสารที่เกิดขึ้นใหม่ได้อย่างชัดเจน เราจำเป็นต้องทดสอบต่อไปเพื่อให้แน่ใจว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น จึงจะสามารถสรุปได้ว่ามีปฏิริยาเคมี สารที่ใช้ทดสอบว่าเกิดปฏิริยาเคมีที่เป็นกรดและเบสที่เราจำกมาแล้วก็คือ <u>อินดิเคเตอร์</u> ในกรณีที่ไม่สามารถจะสังเกตการเกิดสารใหม่จากปฏิริยาเคมีได้ เราควรใช้สิ่งใดทดสอบ
10	<u>อินดิเคเตอร์</u>
11	สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด - เบส เรียกว่า อินดิเคเตอร์ ดังนั้นกระดาษลิตมัสก็จัดว่าเป็นอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่ง เพราะถ้าหากสารชนิดใดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงก็ถือว่ามีความเป็นกรด ถ้าเปลี่ยนสีกระดาษจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินถือว่ามีความเป็นเบส หากไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแสดงว่ามีความเป็นกลาง สารที่มีความเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสอย่างไร สารที่มีความเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสอย่างไร สารที่มีความเป็นกลางจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสอย่างไร กระดาษลิตมัสที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด - เบส เราเรียกสารชนิดนี้ว่าอย่างไร
12	สีน้ำเงินเป็นสีแดง สีแดงเป็นสีน้ำเงิน ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส อินดิเคเตอร์

13

จากการทดลองของนักเรียนที่ผ่านมาแล้ว พบว่า ก๊าซไฮโดรเจนไม่เปลี่ยนสี
กระดาษลิตมัส ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงและ
ก๊าซแอมโมเนียเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

จากเหตุการณ์ข้างต้นและความรู้ในกรอบที่ 11 ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอน
ไดออกไซด์ และก๊าซแอมโมเนียมีสมบัติเป็นอะไร
.....

14

กลาง กรด เบส

15

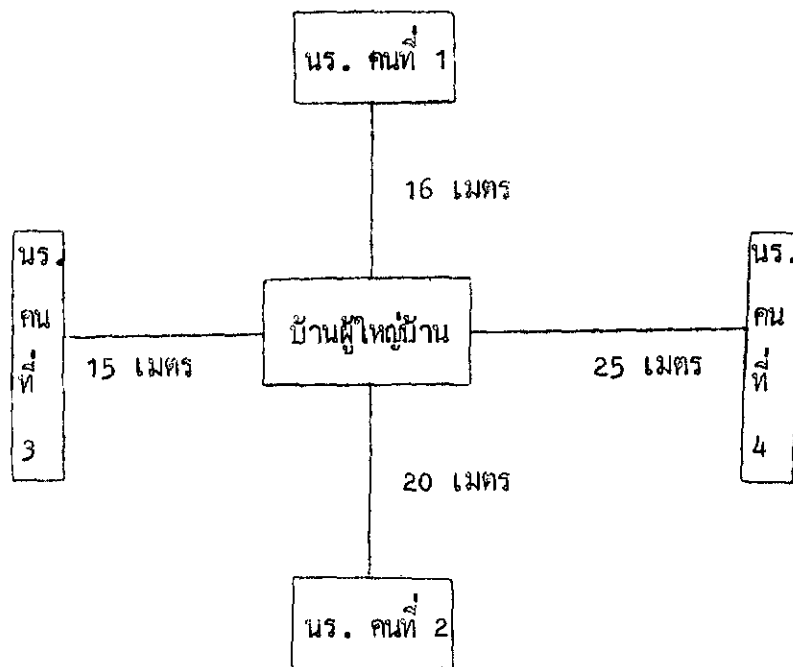
ในการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นหนึ่งปรากฏว่า เมื่อครูถามถึงว่าบ้านนักเรียนอยู่ที่ไหน
นักเรียนคนที่ 1 ตอบว่า บ้านอยู่ทางทิศเหนือของบ้านผู้ใหญ่บ้านโดยห่างออกไปประมาณ
16 เมตร
นักเรียนคนที่ 2 ตอบว่า บ้านอยู่ทางทิศใต้ของบ้านผู้ใหญ่บ้านโดยห่างไปประมาณ
20 เมตร
นักเรียนคนที่ 3 ตอบว่า บ้านอยู่ทางทิศตะวันออกของบ้านผู้ใหญ่บ้านโดยห่างไปประมาณ
15 เมตร
นักเรียนคนที่ 4 ตอบว่า บ้านอยู่ทางทิศตะวันตกของบ้านผู้ใหญ่บ้านโดยห่างไปประมาณ
25 เมตร

จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนลองเขียนแผนผังที่ตั้งของบ้านผู้ใหญ่บ้านและบ้าน
ของนักเรียนทั้ง 4 คน ดูซิว่าเป็นอย่างไร

16

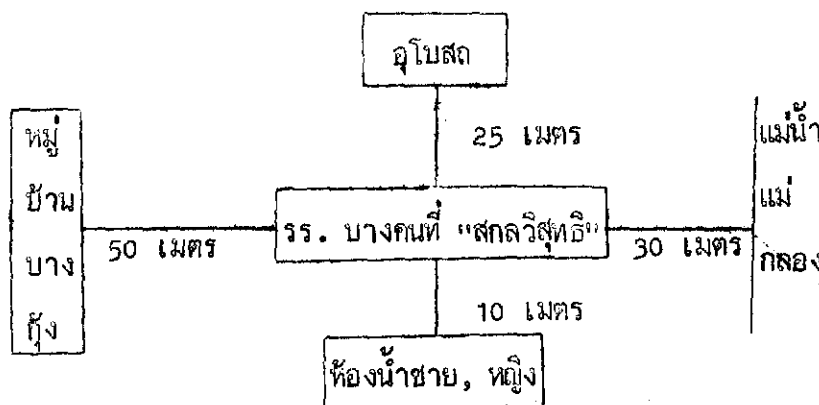
ครวณนักเรียนลงมากำตอบ

17



จากแผนภูมิข้างต้น นักเรียนจะเห็นว่าการเขียนแผนผังนั้นจะต้องรู้ทิศทางและระยะทางที่แน่นอนแล้วจึงเขียนลงไปโดยพิจารณาอัตราส่วนที่พอเหมาะกับหน้ากระดาษ สิ่งที่สำคัญก็คือจากข้อมูลจะต้องทราบเสียก่อนว่าระยะต่าง ๆ เหล่านั้นใช้อะไรเป็นจุดอ้างอิง ดังตัวอย่างข้างต้นใช้บ้านผู้ใหญ่บ้านเป็นจุดอ้างอิง

18



จากแผนภูมิข้างต้น นักเรียนลงบรรยายออกมาเป็นถ้อยคำที่เหมาะสม โดย
ตอบลงในกรอบที่ 19

19

20

คำตอบที่น่าจะถูกต้องก็คือ โรงเรียนบางคนที่ "สกลวิสุทธิ" ตั้งอยู่ทางด้าน ตะวันออกของแม่น้ำแม่กลองเป็นระยะทาง 30 เมตร ทางทิศตะวันตกติดกับหมู่บ้านบางกุ้ง ที่ห่างออกไปเป็นระยะ 50 เมตร อุโบสถอยู่ห่างจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 25 เมตร ห้องนํ้านักเรียนชายและหญิงอยู่ห่างออกไปทางทิศใต้ 10 เมตร

21

ในการวัดปริมาตรของวัตถุที่มีรูปทรงที่สามารถวัดความกว้าง ความยาว และ ความสูงได้สะดวกก็ใช้วิธีการคำนวณไปได้เลยโดยการนำเอาความกว้าง×ความยาว× ความสูง (ความหนา) หน่วยก็จะเป็น (เมตร)³ หรือเรียกว่า ลูกบาศก์เมตร แต่ถ้า หากวัตถุมีรูปร่างไม่แน่นอน เช่น ก้อนหิน ไม่สามารถวัดปริมาตรของความกว้าง ความยาว ความสูง (ความหนา) ได้ ก็จะต้องใช้วิธีการหาปริมาตรโดยด้วยยูเรก้าก็จะสะดวกที่สุด แต่วัตถุที่ใช้หาปริมาตรกับด้วยยูเรก้าก็มีข้อจำกัด กล่าวคือต้องไม่ละลายในน้ำเพราะหาก ละลายในน้ำแล้วจะทำให้วัดปริมาตรได้ไม่แน่นอน

ถ้าจะหาปริมาตรของก้อนน้ำส้ม น้ำตาลกรวด โดยใช้ด้วยยูเรก้าจะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

22

ไม่สามารถที่จะหาปริมาตรได้ เพราะเหตุว่าก้อนน้ำส้มและน้ำตาลกรวดละลาย น้ำได้เวลาวัดปริมาตรจะไม่ได้ปริมาตรที่แท้จริงเพราะบางส่วนของก้อนสารส้มและน้ำตาล กรวดละลายปนไปกับน้ำ

การหาความหนาแน่นของวัตถุนั้นก็คือการหาค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร นั่นคือ

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$$

23

ความหนาแน่นก็จะมีหน่วยเป็น หน่วยของมวลต่อหน่วยของปริมาตร กล่าวคือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในหน่วยที่เล็กลงมา

วัตถุก้อนหนึ่งมวล 100 กรัม มีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัตถุนี้จะมี ความหนาแน่นเท่าใด (ให้ทำลงในกรอบที่ 24 โดยแสดงวิธีทำด้วย)

24

25

	ความหนาแน่น	=	$\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$	
<u>กำหนดให้</u>	มวล	=	100	กรัม
	ปริมาตร	=	50	ลูกบาศก์เซนติเมตร
<u>แทนค่า</u>	ความหนาแน่น	=	$\frac{100}{50}$	กรัม
				ลูกบาศก์เซนติเมตร
		=	2	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

26

หินก้อนหนึ่งมีมวล 50 กรัม มีความหนาแน่น 2.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีปริมาตรเป็นเท่าใด (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 27)

27

28

$$\begin{aligned}
 &\text{จากความสัมพันธ์} \quad \text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}} \\
 &\text{กำหนดให้} \quad \text{มวล} = 50 \quad \text{กรัม} \\
 &\quad \text{ความหนาแน่น} = 2.5 \quad \text{กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\
 &\quad 2.5 = \frac{50}{\text{ปริมาตร}} \\
 &\quad \text{ปริมาตร} = \frac{50}{2.5} \\
 &\quad = 20 \quad \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\
 &(\text{นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของปริมาตรคือลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปด้วย})
 \end{aligned}$$

29

หินก้อนหนึ่งซึ่งได้ 100 กรัม เมื่อแทนที่น้ำในถ้วยยูเรก้า ปรากฏว่าน้ำล้นออกมา 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร หินก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด (ทำลงในกรอบที่ 30 แสดงวิธีทำด้วย)

30

31

$$\text{จากความสัมพันธ์} \quad \text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$$

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้} \quad \text{มวล} &= 100 \quad \text{กรัม} \\ \text{ปริมาตร} &= 40 \quad \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \text{ความหนาแน่น} &= \frac{100}{40} \\ &= 2.5 \quad \text{กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

32

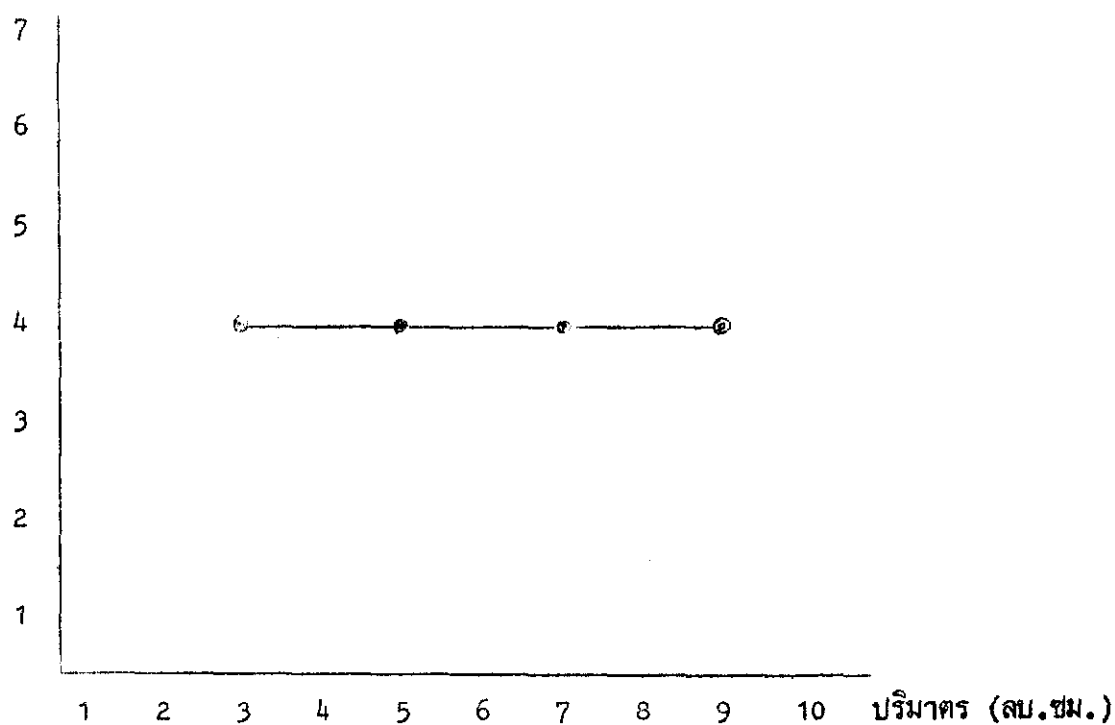
จากตาราง เป็นข้อมูลแสดงมวลและปริมาตรของแร่ทับทิม ให้นักเรียนเขียนกราฟระหว่างปริมาตรกับความหนาแน่น กำหนดให้แกนนอนเป็นปริมาตรและแกนตั้งแทนความหนาแน่น

มวล (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
12	2
20	5
28	7
36	9

33

ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)

34



ก่อนที่นักเรียนจะเขียนกราฟจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ นักเรียนต้องหาความหนาแน่นเมื่อหับหิมมีปริมาตรต่าง ๆ เสียก่อน แล้วจึงนำค่าที่คำนวณได้มาเขียนกราฟ ในแกนที่กำหนดให้เป็นแกนของปริมาตรและแกนของความหนาแน่นนั้น นักเรียนต้องใส่หน่วยของปริมาตรนั้น ๆ กำกับไว้ด้วยเสมอ

บทเรียนทบทวน (8)

การทดลองเรื่องพลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงหรือไม่ โดยการนำเอาโบตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต เลดไนเตรต แมกนีเซียม น้ำตาลและแป้งไปเผา นักเรียนจะเห็นว่าสารบริสุทธิ์ทั้ง 5 ชนิดนี้ มีสมบัติต่างกัน เช่น โบตัส-เซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นผลึกสีม่วงเกือบดำเมื่อละลายน้ำให้สีอย่างหนึ่ง แต่เมื่อเผาจะให้ก๊าซที่ช่วยยี้ไฟฟัดและสารที่เหลือจากการเผาเมื่อละลายน้ำจะให้สีหนึ่ง ลักษณะของสารก่อนเผาและหลังเผาก็ต่างกันเห็นได้ชัด

แมกนีเซียมก่อนเผามีลักษณะมันวาว แต่พอนำมาเผาจะลุกไฟเปลวไฟสว่างจ้า สารที่เหลือจากการเผามีสมบัติเปลี่ยนไป

น้ำตาลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวเมื่อเผาแล้วจะเปลี่ยนสี

1 ฉะนั้นเราจะสรุปได้ว่า สารบริสุทธิ์บางอย่างเมื่อได้รับพลังงานความร้อนแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดสารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิม นอกจากนี้สารบางชนิดยังสลายตัวให้ก๊าซอีกด้วย จึงเห็นได้ว่าสารบริสุทธิ์แต่ละชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เหมือนกัน

ดังนั้นเราอาจใช้วิธีเผาสารประกอบกับสมบัติอื่น ๆ เพื่อที่จะบอกว่าสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งคือสารอะไร เช่น เลดไนเตรตและน้ำตาลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวคล้ายกัน แต่เมื่อเผาแล้วให้ผลต่างกัน เราจึงสามารถบอกได้ว่าสารใดเป็นเลดไนเตรตและสารใดเป็นน้ำตาล

พลังงานอะไรที่ทำให้คุณสมบัติสารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงไป

สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดเมื่อได้รับพลังงานความร้อนแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือไม่

การที่จะบอกว่าสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งนั้นคืออะไร นอกจากจะพิจารณาจากการที่สารบริสุทธิ์ชนิดนั้นได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงยังไม่เพียงพอ ต้องใช้วิธีใดอีกจึงจะบอกได้ชัดเจนลงไปว่าสารนั้นคืออะไร

.....

พลังงานความร้อน

ไม่เหมือนกัน

ใช้วิธีเผาประกอบกับสมบัติอื่น ๆ อีก

2

การทดลองเผาสารบริสุทธิ์ (คือเลดในเตาและมักเนเซียม) แล้วพบว่า สารบริสุทธิ์มีมวลเปลี่ยนไปเมื่อได้รับพลังงานความร้อน กล่าวคือ เมื่อเผาเลดในเตาแล้ว มวลลดลง ส่วนมักเนเซียมเมื่อเผาแล้วมวลกลับเพิ่มขึ้น อธิบายได้ว่า การที่เลดในเตามีมวลลดลงเนื่องจากเกิดการสลายตัวให้ก๊าซชนิดหนึ่งออกมา จึงทำให้สารที่เหลือมีมวลลดลง ส่วนมักเนเซียมเมื่อเผาจะรวมตัวกับสารบางชนิดในอากาศเกิดการเผาไหม้ให้เปลวไฟสว่างจึงทำให้มวลเพิ่มขึ้น

3

สารที่ช่วยในการเผาไหม้ลวดมักเนเซียมคืออะไร

เพราะเหตุใดเมื่อเผาเลดในเตาแล้ว มวลจึงลดลง

.....

เพราะเหตุใดเมื่อเผามักเนเซียมแล้วมวลจึงเพิ่มขึ้น

.....

ออกซิเจน

4

เพราะเมื่อเผาเลดในเตาแล้วสลายตัวให้ก๊าซชนิดหนึ่งออกมา มวลจึงลดลง
เพราะเมื่อเผามักเนเซียมแล้วเกิดการรวมตัวระหว่างมักเนเซียมกับออกซิเจนในอากาศ
มวลจึงเพิ่มขึ้น

พลังงานความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์คือทำให้มวล
เปลี่ยนแปลง ถ้าเกิดการสลายตัวให้ก๊าซและมีสารใหม่ซึ่งมีสมบัติผิดไปจากสารเดิมมวล
จะลดลง

ถ้าเกิดการรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม
มวลจะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพลังงานความร้อนมิใช่จะทำให้สารบริสุทธิ์สลายตัวหรือรวมตัว
กับออกซิเจนเสมอไป

5

พลังงานความร้อนทำให้มวลของสารเปลี่ยนแปลงไป ถ้าหากมวลลดลงอธิบาย
ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

พลังงานความร้อนทำให้มวลของสารเปลี่ยนแปลงไป ถ้าหากมวลเพิ่มขึ้นอธิบาย
ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

6

มวลลดลงเพราะว่าเมื่อสารบริสุทธิ์ได้รับพลังงานความร้อนเกิดการสลายตัวให้
ก๊าซและมีสารใหม่ต่างไปจากสารเดิม

มวลเพิ่มขึ้นเพราะว่าเมื่อสารบริสุทธิ์ได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดการรวมตัว
กับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่ที่มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม

- 7 การทดลองเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าเราพบว่า ต้องต่อแบตเตอรี่เข้ากับ เครื่องแยกน้ำด้วยไฟฟ้า จะสังเกตเห็นมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่หลอดทดลองทั้งสอง นอกจากนั้นยังพบว่า น้ำซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์สามารถแยกสลายตัวได้ด้วยพลังงานไฟฟ้าออกเป็นองค์ประกอบ 2 ชนิดคือ ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน โดยพบว่าหลอดที่มี ก๊าซไฮโดรเจนสูงเป็น 2 เท่าของหลอดที่มีก๊าซออกซิเจนแสดงว่า น้ำประกอบไปด้วย ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนในอัตราส่วน 2 : 1

การแยกน้ำด้วยไฟฟ้าได้ธาตุอะไรบ้าง

การแยกน้ำด้วยไฟฟ้าใช้พลังงานอะไร

อัตราส่วนของไฮโดรเจนและออกซิเจนที่รวมตัวกันเป็นน้ำเป็นเท่าใด

.....

- 8 ธาตุไฮโดรเจน และ ธาตุออกซิเจน
พลังงานไฟฟ้า
2 : 1

- 9 เมื่อนักเรียนเผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถัน โดยก่อนเผาได้ชั่งมวล ของเหล็กและกำมะถันไว้แล้วนำเอาไปเผาจะได้สารใหม่ที่มีลักษณะต่างไปจากสารเดิม อย่างเห็นได้ชัด ก๊าซที่เกิดขึ้นจากสารก่อนเผามีสมบัติไม่เหมือนกับก๊าซที่เกิดขึ้นจากสาร ที่เผาแล้ว แสดงว่าสารที่ได้เป็นสารประกอบ เมื่อชั่งมวลของสารประกอบหลังจากเผา แล้ว ปรากฏว่า มวลเท่ากับ ผลรวมของเหล็กและกำมะถัน

การเผาเหล็กและกำมะถันปรากฏว่าได้สารประกอบหรือธาตุ

มวลของสารทั้งหมดก่อนเผาและหลังจากเผาแล้ว เกิดเป็นสารประกอบ เท่ากันหรือไม่

.....

สารประกอบ

เท่ากัน

10

11

การชั่งมวลของหินก้อนหนึ่งซึ่งกระทำโดยนักเรียนจำนวน 10 คนได้ผลดังนี้
20, 25, 24, 23, 21, 20.5, 21.2, 22, 23.3, 24 กิโลกรัม ตามลำดับ

นักเรียนลองสร้างตารางบันทึกข้อมูลเพื่อให้ผู้อื่นได้พิจารณาสะดวกยิ่งขึ้น
(ทำลงในกรอบที่ 12)

12

ครานี้ให้นักเรียนลองมาพิจารณาการบันทึกข้อมูลในกรอบที่ 11 ของนักเรียน
คนหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นการบันทึกที่เหมาะสม

ชื่อเรื่อง มวลของก้อนหินที่ชั่งโดยนักเรียน 10 คน

หมายเลขตาราง

นักเรียนคนที่	มวลของก้อนหิน (กิโลกรัม)
1	20
2	25
3	24
4	23
5	21
6	30.5
7	21.2
8	22
9	23.3
10	24

จากตารางนักเรียนจะเห็นได้ชัดว่า จะต้องบอกชื่อเรื่อง, หมายเลขตาราง
....., หน่วยของมวลที่ชั่งในระบบ เอส.ไอ. คือ กิโลกรัม

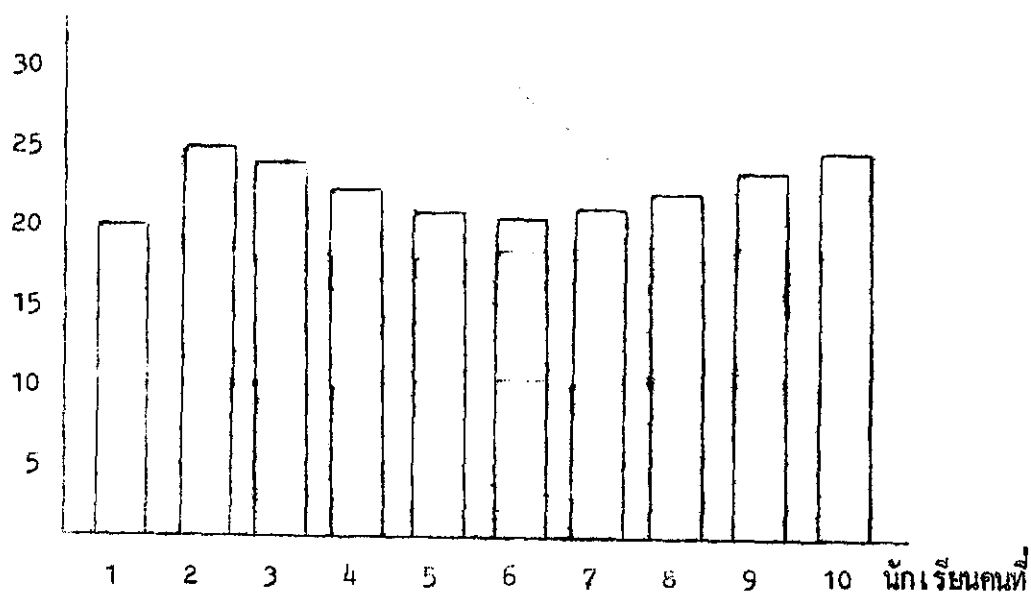
นักเรียนลองคิดว่า เครื่องมือที่ใช้ชั่งมวล คืออะไร

จากข้อมูลในกรอบที่ 13 หากนำข้อมูลที่บันทึกไว้แล้วมาเขียนเป็นกราฟแท่ง
จะเขียนได้อย่างไร นักเรียนลองเขียนดูซิ

15

นักเรียนลองมาพิจารณาคำตอบที่ถูกต้อง
มวล (กิโลกรัม)

16



16	การเขียนกราฟแท่งนั้นก็เหมือนกับการเขียนกราฟเส้นทั่ว ๆ ไปคือที่แกน พังสอง (แกนนอนและแกนตั้ง) จะต้องบอกปริมาณและหน่วยของปริมาณนั้น ๆ เสมอ เพื่อต้องการสื่อความหมายให้ผู้อื่นได้เข้าใจว่าปริมาณนั้น ๆ ใช้หน่วยอะไร
17	ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของมวลก้อนหินที่ชั่งโดยนักเรียน 10 คนในกรอบที่ 13 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 18)
18	
19	ค่าเฉลี่ยของมวลก้อนหิน = $\frac{\text{ผลบวกของมวลทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียนที่ชั่งมวลทั้งหมด}}$ $= \frac{20+25+24+23+21+20.5+21.2+22+23.3+24}{10}$ $= \frac{224.0}{10}$ $= 22.4 \quad \text{กิโลกรัม}$ (นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของค่าเฉลี่ยของมวลก้อนหินคือ กิโลกรัม)
20	ถ้าหากก้อนหินที่นำมาหาค่าเฉลี่ยนี้มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน นักเรียนจะหาปริมาตร โดยวิธีใด

21	ควรหาปริมาตรโดยวิธีการแทนที่น้ำในถ้วยยูเรก้า น้ำที่ล้นออกมาจากถ้วยยูเรก้าคือปริมาตรของหินก้อนนั้น เราก็นำน้ำที่ล้นออกมาวัดปริมาตรโดยใช้หลอดจึกยาหรือกระบอกตวงก็ได้
22	ถ้าเราวัดปริมาตรของหินก้อนนี้ได้ 0.25 ลูกบาศก์เมตร ใช้ค่ามวลเฉลี่ยของก้อนหิน 22.4 กิโลกรัมจากกรอบที่ 20 ความหนาแน่นของหินก้อนนี้มีค่าเท่าใด (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 23)
23	
24	จากความสัมพันธ์ ความหนาแน่น = $\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$ กำหนดให้ มวล = 22.4 กิโลกรัม ปริมาตร = 0.25 ลูกบาศก์เมตร แทนค่า ความหนาแน่น = $\frac{22.4}{0.25}$ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร = 89.6 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
25	หินก้อนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม มีค่าความหนาแน่น 2.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีปริมาตรเป็นเท่าใด (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 26)

26

27

<u>จากความสัมพันธ์</u>	ความหนาแน่น	=	$\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$	
<u>กำหนดให้</u>	ความหนาแน่น	=	2.5	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
	มวล	=	50	กิโลกรัม
	ปริมาตร	=	?	
<u>แทนค่า</u>	2.5	=	$\frac{50}{\text{ปริมาตร}}$	
	ปริมาตร	=	$\frac{50}{2.5}$	
		=	20	ลูกบาศก์เมตร

28

ไม้ท่อนหนึ่งมีความหนาแน่น 1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ได้ทำการหาปริมาตร พบว่ามีค่าเป็น 200 ลูกบาศก์เมตร มวลของไม้ท่อนนี้เป็นเท่าใด (แสดงวิธีทำในกรอบที่ 29)

29

30

<u>จากความสัมพันธ์</u>	ความหนาแน่น	=	$\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$
<u>กำหนดให้</u>	ความหนาแน่น	=	1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
	ปริมาตร	=	200 ลูกบาศก์เมตร
	มวล	=	?
<u>แทนค่า</u>	1	=	$\frac{\text{มวล}}{200}$
	มวล	=	200×1
		=	200 กิโลกรัม

(อย่าลืมใส่หน่วยของมวล คือ กิโลกรัม)

บทเรียนทบทวน (9)

เลดในเตรตเมื่อถูกเผา (ได้รับพลังงานความร้อน) จะสลายตัวได้สารชนิดหนึ่ง
 มักเนเซียมเมื่อถูกเผา (ได้รับพลังงานความร้อน) จะรวมตัวกับออกซิเจนใน
 อากาศได้สารประกอบใหม่ที่มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม
 ทั้งสองกรณีเราอาจเขียนใหม่ในรูปของสมการได้ดังนี้

เลดในเตรต $\xrightarrow{\text{เผา}}$ ก๊าซชนิดหนึ่ง

มักเนเซียม $\xrightarrow[\text{รวมออกซิเจน}]{\text{เผา}}$ ได้สารประกอบชนิดใหม่

- ถ้าให้ $\triangle$ แทน เลดในเตรต
 $\bigcirc$ แทน ก๊าซชนิดหนึ่งที่ได้จากการเผาเลดในเตรต
 $\square$ แทน มักเนเซียม
 $\boxtimes$ แทน สารประกอบชนิดหนึ่งที่ได้จากการเผามักเนเซียมแล้วรวมตัว
 กับออกซิเจน

ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์แทนการเกิดปฏิกิริยาการเผาเลดในเตรตและ
 มักเนเซียม

.....

$\triangle \xrightarrow{\text{เผา}} \bigcirc$

$\square \xrightarrow[\text{รวมกับออกซิเจน}]{\text{เผา}} \boxtimes$

น้ำเป็นสารประกอบ (สารบริสุทธิ์) ที่สามารถแยกสลายได้เป็นก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซออกซิเจน อาจเขียนเป็นสมการทางเคมีได้ดังนี้

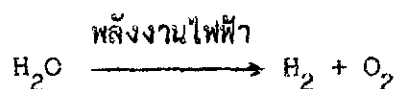
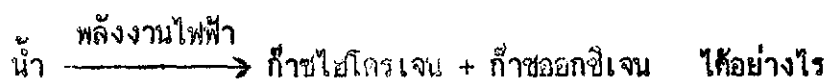


ถ้าให้ H_2 แทน ก๊าซไฮโดรเจน

O_2 แทน ก๊าซออกซิเจน

H_2O แทน น้ำ

นักเรียนจะแทนค่าลงในสมการเคมี



จากสัญลักษณ์ที่เขียนว่า H_2 แทน ก๊าซไฮโดรเจน มีความหมายว่า
ก๊าซไฮโดรเจน 1 โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม

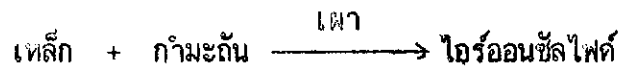
O_2 แทน ก๊าซออกซิเจน มีความหมายว่า
ก๊าซออกซิเจน 1 โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม

นั่นก็หมายความว่า อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร หลาย ๆ อะตอมรวม
กันจะกลายเป็นโมเลกุล

ระหว่าง อะตอม และ โมเลกุล สิ่งใดมีขนาดใหญ่กว่า

โมเลกุล

การเผาเหล็กและกำมะถันจะได้สารใหม่ที่มีสมบัติเฉพาะตัวซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นสารบริสุทธิ์ที่เป็นสารประกอบชื่อว่า เหล็กซัลไฟด์ หรือ ไอร์ออนซัลไฟด์ อาจเขียนเป็นสมการเคมีได้ว่า



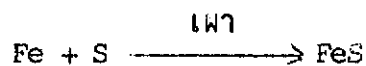
ถ้า Fe เป็นสัญลักษณ์แทน ธาตุเหล็ก
S เป็นสัญลักษณ์แทน ธาตุกำมะถัน
FeS เป็นสัญลักษณ์แทน ไอร์ออนซัลไฟด์

ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ข้างต้นแทนลงในสมการเคมีดังกล่าว

.....

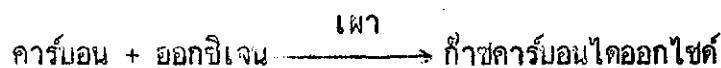
.....

10



11

เมื่อเผาคาร์บอนในหลอดทดลอง คาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดออกไซด์ชนิดหนึ่งและเรายังค้นพบสมบัติของออกไซด์ชนิดนั้นที่มีต่อน้ำปูนใสอีกด้วย สามารถเขียนเป็นสมการเคมีได้ดังนี้



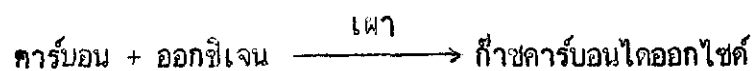
เราใช้สิ่งใดทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

.....

12

น้ำปูนใสหรือคัลเซียมไฮดรอกไซด์

ให้นักเรียนเขียนสมการเคมีโดยใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทน สำหรับปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ถ้า C แทนธาตุคาร์บอน

O₂ แทนธาตุออกซิเจน

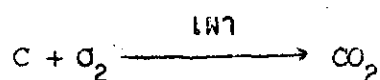
CO₂ แทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อนำเอาสัญลักษณ์ข้างต้นมาเขียนแทนลงในสมการเคมีจะได้ดังนี้

.....

.....

14



15

ตารางต่อไปนี้ แสดงปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในนมและไข่ซึ่งหนัก

100 กรัม

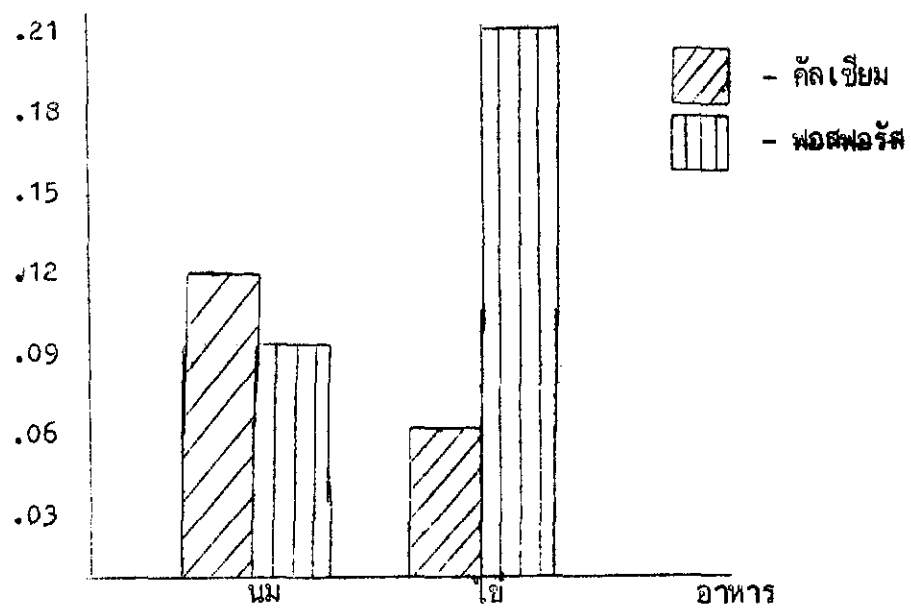
อาหาร	แคลเซียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)
นม	0.12	0.09
ไข่	0.06	0.21

ให้นักเรียนลองเขียนกราฟแท่งแสดงปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารลงในกรอบที่ 16

16

17

ปริมาณ (กรัม/100 กรัม)



จากกราฟที่ได้นักเรียนลองเปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนที่ได้ตอบไว้ในกรอบ

ที่ 16

นักเรียนจะเห็นว่าการเขียนกราฟแท่งที่ได้นี้เป็นการเขียนกราฟแท่งอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ของปริมาณตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ดังนั้นในการเขียนกราฟจึงต้องทำสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายให้ผู้อ่านทราบว่า กราฟแท่งในแต่ละรูปแทนอะไร ดังตัวอย่าง

17



- คัลเซียม



- ฟอสฟอรัส

นอกจากนี้สิ่งที่นักเรียนไม่ควรลืมก็คือ ต้องบอกปริมาณของสิ่งที่ใช้เขียนที่แกนของกราฟทั้งสองพร้อมแสดงหน่วยไว้ด้วยเสมอ

18

การวัดความยาวของหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียน 15 คน ได้ผลการวัดดังนี้ 25, 26, 25.4, 25.5, 25.7, 26.1, 27, 26.3, 25.5, 25, 25, 26, 25.2, 25, 25.2 หน่วยเป็นเซนติเมตร

นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้วัด ควรเป็นอะไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

19

ควรใช้ไม้บรรทัดหรือไม้เมตรจะเหมาะสมที่สุดเพราะเหตุว่า ความยาวของหนังสืออยู่ในขอบเขตของความยาวของไม้บรรทัดหรือไม้เมตร

ถ้าหากยาวมากกว่านั้น (ยาวกว่าไม้เมตร) ก็ใช้เทปวัด แต่ถ้าหากสั้นมาก ๆ (เช่น วัดความหนาของเส้นผม) ก็ใช้ไมโครมิเตอร์ นักเรียนคงเห็นแล้วว่า การใช้เครื่องมือวัดความยาวนั้นต้องใช้ให้เหมาะสมกับสิ่งที่วัดเพื่อค่าที่วัดได้จะมีค่าเที่ยงตรงมากที่สุด

20	การวัดความกว้างหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียน 15 คน ได้ผลการวัดดังนี้ 18, 18.5, 19, 18, 18.5, 18.4, 18.3, 19.1, 19, 18.5, 18, 18, 19, 18.6, 18.5 หน่วยเป็นเซนติเมตร นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้วัด ควรเป็นอะไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด
21	ไม้บรรทัดหรือไม้เมตร เพราะว่า ความกว้างของหนังสืออยู่ในขอบเขตของความยาวของไม้บรรทัดหรือไม้เมตร
22	การวัดความหนาของหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียน 15 คน ได้ผลการวัดดังนี้ 1, 0.8, 0.9, 1, 1, 0.8, 0.9, 1, 1, 0.8, 0.9, 1, 1, 0.8, 0.9 หน่วยเป็นเซนติเมตร นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้วัดควรจะเป็นอะไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด
23	ไม้บรรทัด เพราะความหนาของหนังสือวิทยาศาสตร์อยู่ในขอบเขตของความยาวของไม้บรรทัด
24	จากข้อมูลในกรอบที่ 18 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของความยาวของหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 25)

25

26

$$\text{ความยาวเฉลี่ย} = \frac{25+26+25.4+25.5+25.7+26.1+27+26.5+25+25.5+25+26+25.2+25+25.2}{15}$$

$$= \frac{384.1}{15}$$

$$= 25.6 \quad \text{เซนติเมตร}$$

(นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยค่าเฉลี่ยความยาว คือ เซนติเมตร)

27

จากกรอบที่ 20 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของความกว้างของหนังสือวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมปีที่ 2 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 28)

28

29 ความกว้างเฉลี่ย = $\frac{18+18.5+19+18+18.5+18.4+18.3+19.1+19+18.5+18+18+19+18.6+18.5}{15}$

$$= \frac{277.4}{15}$$

$$= 18.5 \text{ เซนติเมตร}$$

(นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยค่าเฉลี่ยของความกว้าง คือ เซนติเมตร)

30 จากข้อมูลรอบที่ 22 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของความหนาของหนังสือวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (แสดงวิธีทำลงในรอบที่ 31)

31

32 ค่าเฉลี่ยของความหนา = $\frac{1+0.8+0.9+1+1+0.8+0.9+1+1+0.8+0.9+1+1+0.8+0.9}{15}$

$$= \frac{13.8}{15}$$

$$= 0.92 \text{ เซนติเมตร}$$

(นักเรียนต้องไม่ลืมใส่หน่วยของค่าเฉลี่ยความหนา คือ เซนติเมตร)

นักเรียนจะเห็นว่า การหาค่าเฉลี่ยเรขาคได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\text{ผลบวกของปริมาณทุกปริมาณ}}{\text{จำนวนของปริมาณทั้งหมด}}$$

33

เช่น นักเรียน 15 คน วัดปริมาณความยาว (ความกว้างหรือความหนา) ได้ 15 ค่า เพราะฉะนั้นจำนวนของปริมาณทั้งหมดคือ 15 นั่นเอง เมื่อหาค่าเฉลี่ยได้แล้วก็อย่าลืมใส่หน่วยของค่าเฉลี่ยด้วย

34

จากข้อมูลรอบที่ 26, 29, 32 ให้นักเรียนหาพื้นที่ของหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 35)

35

36

$$\begin{aligned} \text{จากความสัมพันธ์} \quad \text{พื้นที่} &= \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \\ &= 18.49 \text{ ซม.} \times 25.6 \text{ ซม.} \\ &= 473.34 \text{ (ซม.)}^2 \\ &= 473.34 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

37

จากข้อมูลรอบที่ 26, 29, 32 ให้นักเรียนหาปริมาตรของหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 36)

38

39

จากความสัมพันธ์ ปริมาตร = ความกว้าง × ความยาว × ความหนา (สูง)

$$= 18.49 \text{ ซม.} \times 25.6 \text{ ซม.} \times 0.92 \text{ ซม.}$$

$$= 435.48 \text{ (ซม.)}^3$$

$$= 435.48 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

บทเรียนทบทวน (10)

1	การทดลองเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าโดยใช้เครื่องแยกน้ำด้วยไฟฟ้านั้น ในครั้งแรกเป็นการทดสอบการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่า น้ำไม่นำไฟฟ้า แต่เมื่อเติมโซเดียมซัลเฟตลงไปในน้ำปรากฏว่า สารละลายนำไฟฟ้าได้ แสดงว่า โซเดียมซัลเฟตช่วยให้ให้น้ำนำไฟฟ้า สารละลายของโซเดียมซัลเฟตเราเรียกว่า <u>อิเล็กโทรไลต์</u> อิเล็กโทรไลต์คืออะไร
2	อิเล็กโทรไลต์คือ สารละลายที่สามารถนำไฟฟ้าได้
3	ครั้นเมื่อเราต่อแบตเตอรี่เข้ากับเครื่องแยกน้ำด้วยไฟฟ้าจะสังเกตเห็นมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่หลอดทดลองทั้งสอง หากนักเรียนพิจารณาให้ดีจะพบว่า แอตเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่จะประกอบไปด้วยสารเคมี ซึ่งเป็นที่เก็บสะสมพลังงานเคมีแล้วทำให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า เพราะฉะนั้นแบตเตอรี่จึงทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่เป็นแหล่งเปลี่ยนพลังงานอย่างไร
4	พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า
5	การที่สารละลายโซเดียมซัลเฟตยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แสดงว่า สารละลายโซเดียมซัลเฟตนั้นเป็นตัวนำไฟฟ้า เหมือนกับหลอดทองแดงที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ดังนั้น ตัวนำไฟฟ้าก็คือสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ตัวนำไฟฟ้าคืออะไร

6	ตัวนำไฟฟ้าคือ สารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
7	การทดลองเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ก่อนที่จะเติมโซเดียมซัลเฟตลงไปในน้ำ ได้ทำการทดสอบการนำไฟฟ้าของน้ำ ปรากฏว่าน้ำไม่นำไฟฟ้า แสดงว่าในขณะนั้น น้ำไม่นำไฟฟ้าเรียกว่า<u>เป็นฉนวนทางไฟฟ้า</u> เหมือนกับกระดาษหรือไม้ที่แห้งซึ่งก็ไม่นำไฟฟ้าเช่นเดียวกัน แสดงว่า กระดาษและไม้ที่แห้ง เป็น ฉนวนทางไฟฟ้า เพราะว่าไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ฉนวนไฟฟ้าคืออะไร
8	ฉนวนไฟฟ้าคือ สารที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
9	ตัวนำไฟฟ้ามักจะเป็นโลหะชนิดต่าง ๆ เช่น เงิน ทองแดง สังกะสี เหล็ก สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เป็นต้น ฉนวนทางไฟฟ้า เช่น ไม้ที่แห้ง กระดาษ พลาสติก แก้ว เป็นต้น ให้นักเรียนบอกชื่อสารที่เป็นตัวนำและเป็นฉนวนทางไฟฟ้าอย่างละ 5 ชนิด
10	ตัวนำไฟฟ้า เช่น สังกะสี เหล็ก ทองแดง เงิน ทองคำ อลูมิเนียม พรอท นาก ปลาตินัม ทองเหลือง ฉนวนทางไฟฟ้า เช่น ไม้ที่แห้ง กระดาษ แก้ว พลาสติก ผ้า กระเบื้อง แกรไฟต์ นุ่น ยาง

11 เมื่อนักเรียนเผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถัน จะได้สารใหม่ที่มีลักษณะต่างไปจากสารเดิมอย่างเห็นได้ชัด ก๊าซที่เกิดขึ้นจากสารก่อนเผา มีสมบัติไม่เหมือนกับก๊าซที่เกิดขึ้นจากสารที่เผาแล้วซึ่งเป็นข้อสนับสนุนให้เห็นได้ชัดว่า สารที่ได้จากการเผาไม่ใช่สารชนิดเดียวกับสารตั้งต้น สารที่ได้จากการเผานี้มีสมบัติเฉพาะตัวซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นสารบริสุทธิ์ที่เป็นสารประกอบมีชื่อว่า ไอร่อนซัลไฟด์ การใช้ความร้อนเผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถันเกิดเป็นสารประกอบไอร่อนซัลไฟด์แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งต้องมีพลังงานเคมีเกิดขึ้นด้วยเสมอ

การเผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถันแล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีได้สารประกอบไอร่อนซัลไฟด์ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

12 พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานเคมี

13 การวัดกระแสไฟฟ้าครั้งหนึ่งปรากฏว่าได้ค่าดังนี้ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 หน่วยเป็นแอมแปร์ ในขณะที่มีความต่างศักย์เป็น 2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30 หน่วยเป็นโวลต์ ตามลำดับ

ให้นักเรียนจัดกระทำกับข้อมูลเหล่านี้ลงในตารางที่เหมาะสมในกรอบที่ 14

14

เมื่อนักเรียนจัดกระทำกับข้อมูลลงในตารางแล้ว ให้นักเรียนพิจารณาตารางข้างล่างนี้ ซึ่งเป็นตารางที่นักเรียนคนหนึ่งได้จัดทำไว้และ เป็นที่ยอมรับกันว่าเหมาะสมสำหรับการบันทึกข้อมูลชุดนี้

ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ของกระแสและความต่างศักย์ไฟฟ้า

หมายเลขตาราง

15

กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)
1	2
3	6
5	10
7	14
9	18
11	22
13	26
15	30

นักเรียนจะเห็นว่า การบันทึกข้อมูลลงในตารางนั้นก็กระทำเหมือนเดิมอย่าง ที่นักเรียนเคยกระทำมาแล้วคือต้องมี ชื่อเรื่อง หมายเลขตาราง การขีดตารางเพื่อกำหนดช่องของปริมาณที่วัด การบอกปริมาณที่วัดโดยต้องมีหน่วยกำกับเสมอ

16

การวัดกระแสไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็น แอมแปร์ มีเครื่องมือที่ใช้วัดโดยเฉพาะ เรียกว่า แอมมิเตอร์

การวัดความต่างศักย์ซึ่งมีหน่วยเป็น โวลต์ มีเครื่องมือที่ใช้วัดโดยเฉพาะ เรียกว่า โวลต์มิเตอร์

เครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าคือ

เครื่องมือที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าคือ

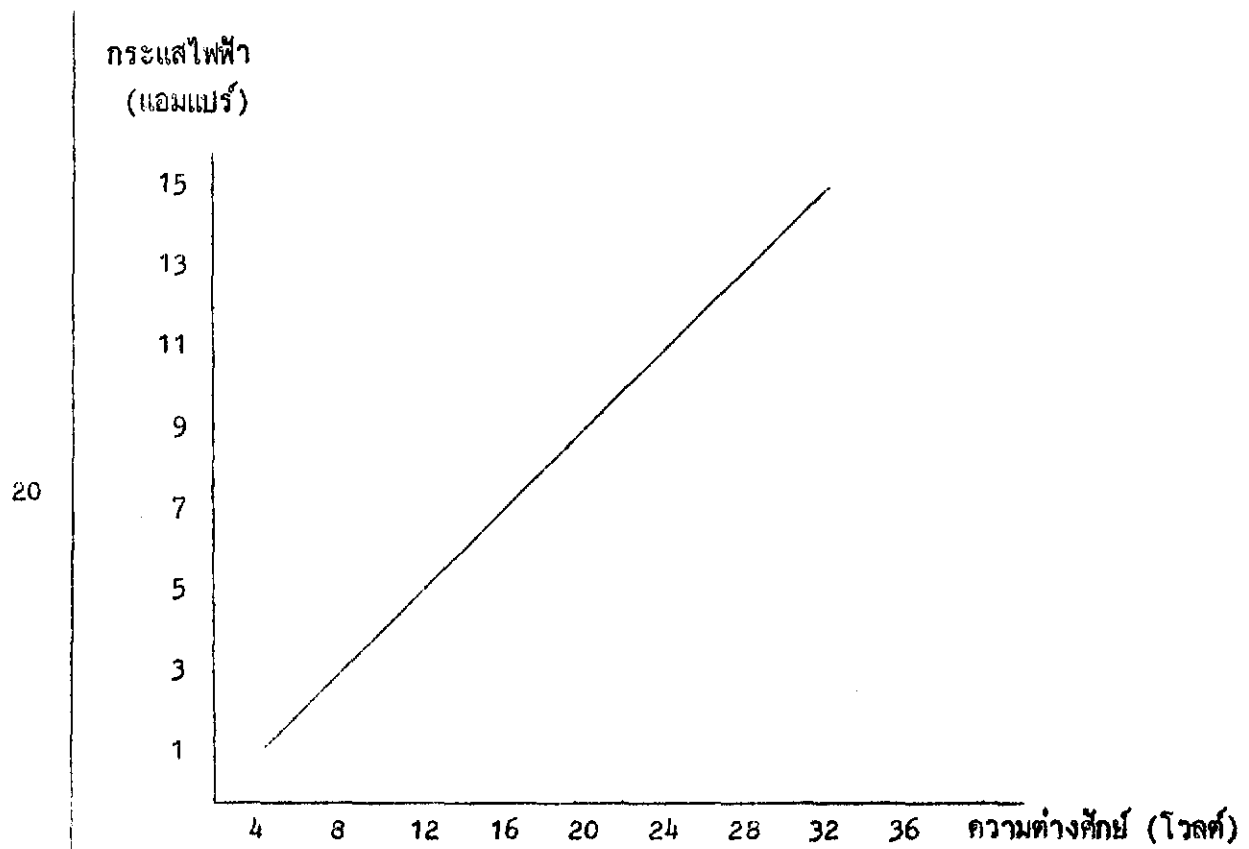
17

แอมมิเตอร์
โวลต์มิเตอร์

18

จากข้อมูลในกรอบที่ 15 ให้นักเรียนเขียนกราฟเส้นระหว่างกระแสไฟฟ้าและความ
ต่างศักย์ไฟฟ้าโดยให้กระแสไฟฟ้าเป็นแกนตั้ง ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นแกนนอน

19



จะเห็นว่าการเขียนกราฟเส้นนี้ก็คล้ายกับการเขียนกราฟแท่ง กล่าวคือ ที่แกนตั้ง
สองต้องบอกปริมาณที่วัดและมีหน่วยกำกับไว้ด้วยเสมอ

21

จากข้อมูลในกรอบที่ 13 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า (แสดงวิธีทำ
ลงในกรอบที่ 22)

22

23	$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า} &= \frac{1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 13 + 15}{8} \\ &= \frac{64}{8} \quad \text{แอมแปร์} \\ &= 8 \quad \text{แอมแปร์} \end{aligned}$
----	--

24	จากข้อมูลในรอบที่ 13 ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้า (แสดงวิธีทำลงในกรอบ 25)
----	--

25	
----	--

26	$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้า} &= \frac{2 + 6 + 10 + 14 + 18 + 22 + 26 + 30}{8} \\ &= \frac{128}{8} \quad \text{โวลต์} \\ &= 16 \quad \text{โวลต์} \end{aligned}$
----	---

ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า ได้มี
นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อว่า โอห์ม ค้นพบว่า

$$\begin{aligned}
 &\text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า} = \text{กระแสไฟฟ้า} \times \text{ความต้านทาน} \\
 &\text{หรือ ความต้านทาน} = \frac{\text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า}}{\text{กระแสไฟฟ้า}} \\
 &\text{หรือ กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}
 \end{aligned}$$

หน่วยของความต้านทาน เป็น โอห์ม

ในการวัดกระแสไฟฟ้าครั้งหนึ่งปรากฏว่าวัดได้ 12 แอมแปร์ เกิดความต่างศักย์
36 โวลต์ ดังนั้นความต้านทานควรเป็นเท่าใด (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 29)

29

จากความสัมพันธ์ในกรอบที่ 27

$$\begin{aligned}
 &\text{ความต้านทาน} = \frac{\text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า}}{\text{กระแสไฟฟ้า}} \\
 &= \frac{36}{12} \quad \text{โอห์ม} \\
 &= 3 \quad \text{โอห์ม}
 \end{aligned}$$

30

31	ลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 10 โอห์ม ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เพียง 1 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเป็นเท่าใด (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 32)
32	
33	จากความสัมพันธ์ในกรอบที่ 27 $\begin{aligned} \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า} &= \text{กระแสไฟฟ้า} \times \text{ความต้านทาน} \\ &= 1 \times 10 \quad \text{โวลต์} \\ &= 10 \quad \text{โวลต์} \end{aligned}$ (นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของความต่างศักย์ไฟฟ้าคือ โวลต์)
34	สายไฟฟ้าสายหนึ่งมีความต้านทาน 100 โอห์ม ทำให้เกิดความต่างศักย์ได้เพียง 200 โวลต์เท่านั้น กระแสไฟฟ้าจะผ่านได้เท่าใด (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 35)

35

จากความสัมพันธ์ในกรอบที่ 27

$$\begin{aligned}
 \text{กระแสไฟฟ้า} &= \frac{\text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}} \\
 &= \frac{200}{100} \quad \text{แอมแปร์} \\
 &= 2 \quad \text{แอมแปร์}
 \end{aligned}$$

36

(นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยกระแสไฟฟ้าคือ แอมแปร์)

บทเรียนทบทวน (11)

1	การแยกน้ำด้วยไฟฟ้าเราได้อะไรไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน แสดงว่าพลังงานไฟฟ้าได้ไปทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและมีพลังงานเคมีเกิดขึ้นด้วย การแยกน้ำด้วยไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
2	พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานเคมี
3	การทดลองเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีนั้น เมื่อนักเรียนจุ่มแผ่นทองแดงและลวดแมกนีเซียมลงในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น และเมื่อต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับโลหะทั้งสองจะให้ผลเช่นเดียวกับเมื่อต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย แสดงว่า เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงและลวดแมกนีเซียมในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตแล้ว มีพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไรบ้างในการจุ่มแผ่นทองแดงและลวดแมกนีเซียมในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
4	พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า
5	เซลล์ไฟฟ้าเคมีประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิดจุ่มอยู่ในสารละลายที่นำไฟฟ้าได้คือ เป็นสารอิเล็กโทรไลต์นั่นเอง โลหะทั้งสองทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าหรืออิเล็กโทรด ขั้วหนึ่งเป็นบวกและอีกขั้วหนึ่งเป็นลบ เซลล์ไฟฟ้าเคมีมีขั้วไฟฟ้าอะไรบ้าง

6

ขั้วบวกและขั้วลบ

7

สารละลายที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำทางไฟฟ้าเรียกว่า อิเล็กโทรไลต์ สารอิเล็กโทรไลต์สามารถแตกตัวให้อิออนได้ ซึ่งอิออนเป็นอนุภาคไฟฟ้ามีทั้งชนิดบวกและชนิดลบ อะตอมของธาตุทุกชนิดมีอนุภาคอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ แกนกลาง เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยปกติอะตอมจะเป็นกลางทางไฟฟ้าคือมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและประจุไฟฟ้าเป็นลบจำนวนเท่า ๆ กัน อะตอมที่ขาดอิเล็กตรอนจะแสดงสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าบวกหรืออิออนบวก ส่วนอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเกินจะแสดงสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าลบหรือเรียกว่าอิออนลบ เมื่อใช้ลวดต่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองถึงกันจะทำให้อิออนในสารละลายเกิดการเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้าและมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากขั้วลบทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้น

จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อใด

.....

.....

8

กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของอิออนในสารละลายไปยังขั้วไฟฟ้าและมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากขั้วลบจึงทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้น

9

กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดที่มีระดับไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีระดับไฟฟ้าต่ำกว่า ระดับไฟฟ้านี้เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า และระดับไฟฟ้าหรือศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันระหว่างจุด 2 จุด เรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลจากจุด 2 จุด ที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

จุดที่มีระดับทางไฟฟ้าต่ำเรียกว่า

จุดที่มีระดับทางไฟฟ้าสูงเราเรียกว่า

ถ้าจุด ก และ จุด ข มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน กระแสไฟฟ้าจะไหลอย่างไร

.....

10	มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ มีศักย์ไฟฟ้าสูง (มาก) กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหล
11	เซลล์ไฟฟ้าเคมี มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบและมักจะมีตัวเลขบอกถึงความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเสมอ เช่น 1.5 V มีความหมายว่า มีความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเป็น 1.5 V นั่นคือ หน่วยของความต่างศักย์ไฟฟ้าคือ โวลต์ หากนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเข้าด้วยกันตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไปเราเรียกว่า <u>แบตเตอรี่</u> หน่วยของความต่างศักย์ทางไฟฟ้าคืออะไร แบตเตอรี่คืออะไร
12	หน่วยของความต่างศักย์ทางไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลต์ (V) แบตเตอรี่หมายถึง การนำเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไปมาต่อเข้าด้วยกัน
13	จากการวัดพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวันปรากฏผลดังนี้ สำหรับผู้ชายที่มีอายุ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 ปี ต้องการพลังงานเป็น 1500, 2500, 3250, 3000, 2750, 2500, 2500, 2500, 2500, 2500, 2250, 2250, 2000 กิโลแคลอรี ตามลำดับ สำหรับผู้หญิงที่มีอายุ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 ปี ต้องการพลังงานเป็น 1500, 2500, 2500, 2250, 2250, 2250, 2250, 1750, 1750, 1750, 1750, 1500 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ให้นักเรียนออกแบบตารางและบันทึกข้อมูลลงในตารางที่นักเรียนออกแบบไว้ใน.. กรอบที่ 14

14

เมื่อนักเรียนออกแบบและบันทึกข้อมูลลงในตารางของนักเรียนแล้ว ให้พิจารณา
ตารางของนักเรียนคนหนึ่งที่ออกแบบและบันทึกข้อมูลไว้ได้เหมาะสมทั้งนี้

ชื่อเรื่อง พลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน

หมายเลขตาราง

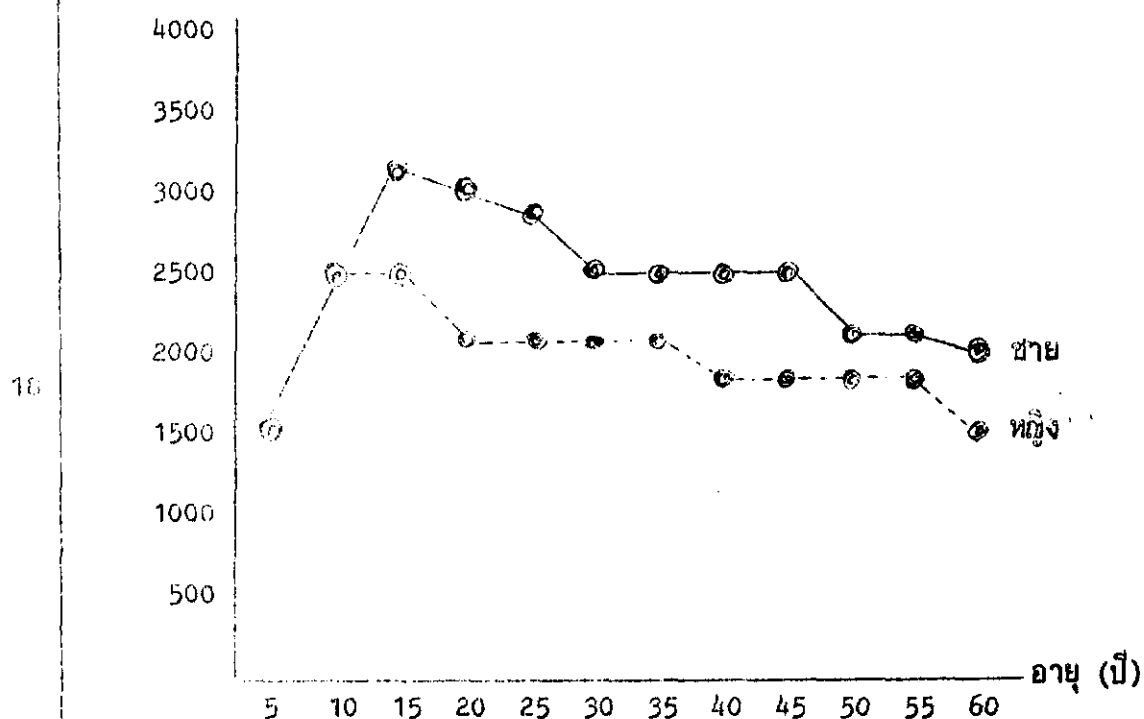
15

อายุ (ปี)	พลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน (Kcal)	
	ชาย	หญิง
5	1500	1500
10	2500	2500
15	3250	2500
20	3000	2250
25	2750	2250
30	2500	2250
35	2500	2250
40	2500	1750
45	2500	1750
50	2250	1750
55	2250	1750
60	2000	1500

- 15 ตารางที่บันทึกข้อมูลนี้ก็คงเหมือนกับตารางที่นักเรียนเคยออกแบบมาแล้วคือ
มีชื่อเรื่อง หมายเลขตาราง ช่องแสดงปริมาณที่วัดโดยระบุหน่วยไว้ด้วยเสมอ
นักเรียนลองพิจารณาดูซิว่า เหมือนกับตารางที่นักเรียนออกแบบไว้ไหม
-
- 16 ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในกรอบที่ 15 เขียนกราฟเส้นแสดงพลังงานที่ร่างกายต้องการ
ต่อวัน (ให้เป็นแกนย่น) และอายุ (ให้เป็นแกนนอน) ทั้งของผู้ชายและผู้หญิงในกราฟรูป
เดียวกัน (ให้ทำลงในกรอบที่ 17)
-

17

พลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน (กิโลแคลอรี)



นักเรียนจะเห็นว่าการเขียนกราฟเส้นก็มีการบอกปริมาณที่แกนทั้งสองโดยระบุหน่วยไว้ด้วยเสมอ สำหรับในกรณีที่กราฟรูปเดียวแต่มีการเขียนหลายเส้นก็ให้กำกับไว้ด้วยว่า แต่ละเส้นใช้แทนอะไร เช่น ที่กำกับไว้ว่าเป็นกราฟของผู้ชาย และ หญิง เพื่อสะดวกต่อการพิจารณา

19

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในกรอบที่ 15 หาค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน (ผู้ชาย) (ให้แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 20)

20

ค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ต้องการต่อวัน

$$= \frac{1500+2500+3250+3000+2750+2500+2500+2500+2500+2250+2250+2000}{12}$$

21

$$= \frac{29500}{12} \quad \text{กิโลแคลอรี}$$

$$= 2458.3 \quad \text{กิโลแคลอรี}$$

นักเรียนจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยหาได้จากการนำเอาพลังงานของแต่ละอายุ (ปี) มารวมกันทั้งหมด แล้วเอาจำนวนพลังงานทั้งหมดคือ 12 มาหาร ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย

นักเรียนอย่างลืมใส่หน่วยของพลังงาน คือ กิโลแคลอรี

22

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในกรอบที่ 15 หาค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ร่างกายต้องการใช้ต่อวัน (ผู้หญิง) ให้แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 23

23

24

ค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ร่างกายต้องการใช้ต่อวัน

$$= \frac{1500+2500+2500+2250+2250+2250+2250+1750+1750+1750+1750+1500}{12}$$

$$= \frac{24000}{12} \quad \text{กิโลแคลอรี}$$

$$= 2000 \quad \text{กิโลแคลอรี}$$

นักเรียนจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยหาได้จากการนำเอาพลังงานของแต่ละอายุ (ปี) มารวมกันทั้งหมดแล้วเอาจำนวนพลังงานทั้งหมดคือ 12 มาหาร ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย

นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของพลังงานคือ กิโลแคลอรี

25

เมื่อนำของเหลว ก และ ข มีอุณหภูมิเริ่มต้นเป็น 90 °C ไปต้มแล้ววัดอุณหภูมิของเหลวขณะเดือดทุก ๆ 2 นาที เป็นเวลา 10 นาที ได้ผลการวัดดังนี้

ของเหลว ก อุณหภูมิเปลี่ยนเป็น 110, 120, 140, 170, 200 หน่วยเป็น °C
ของเหลว ข อุณหภูมิที่วัดได้คงเดิมแล้วคือ 90 °C ตลอด

ให้นักเรียนออกแบบตารางแล้วบันทึกข้อมูลลงในตารางด้วยทำลงในกรอบที่ 26

25

ตารางต่อไปนี้เป็นตารางที่ยอมรับกันว่าเหมาะสม

ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ได้จากการต้มของเหลว

ก และ ข

หมายเลขตาราง

27

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)	
	ของเหลว ก	ของเหลว ข
0	90	90
2	110	90
4	120	90
6	140	90
8	170	90
10	200	90

ในการเขียนตารางบันทึกข้อมูลต้องระบุหน่วยของปริมาณที่อยู่ในแต่ละช่องเสมอ

28

ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของ ของเหลว ก โดยใช้ข้อมูลใน
กรอบที่ 25 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 29)

29

30

$$\text{ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของ ของเหลว ก} = \frac{90 + 110 + 120 + 140 + 170 + 200}{6}$$

$$= \frac{830}{6} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 138.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของอุณหภูมิคือ $^\circ\text{C}$

31

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในกรอบที่ 25 หาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของ ของเหลว ข
(แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 32)

32

33

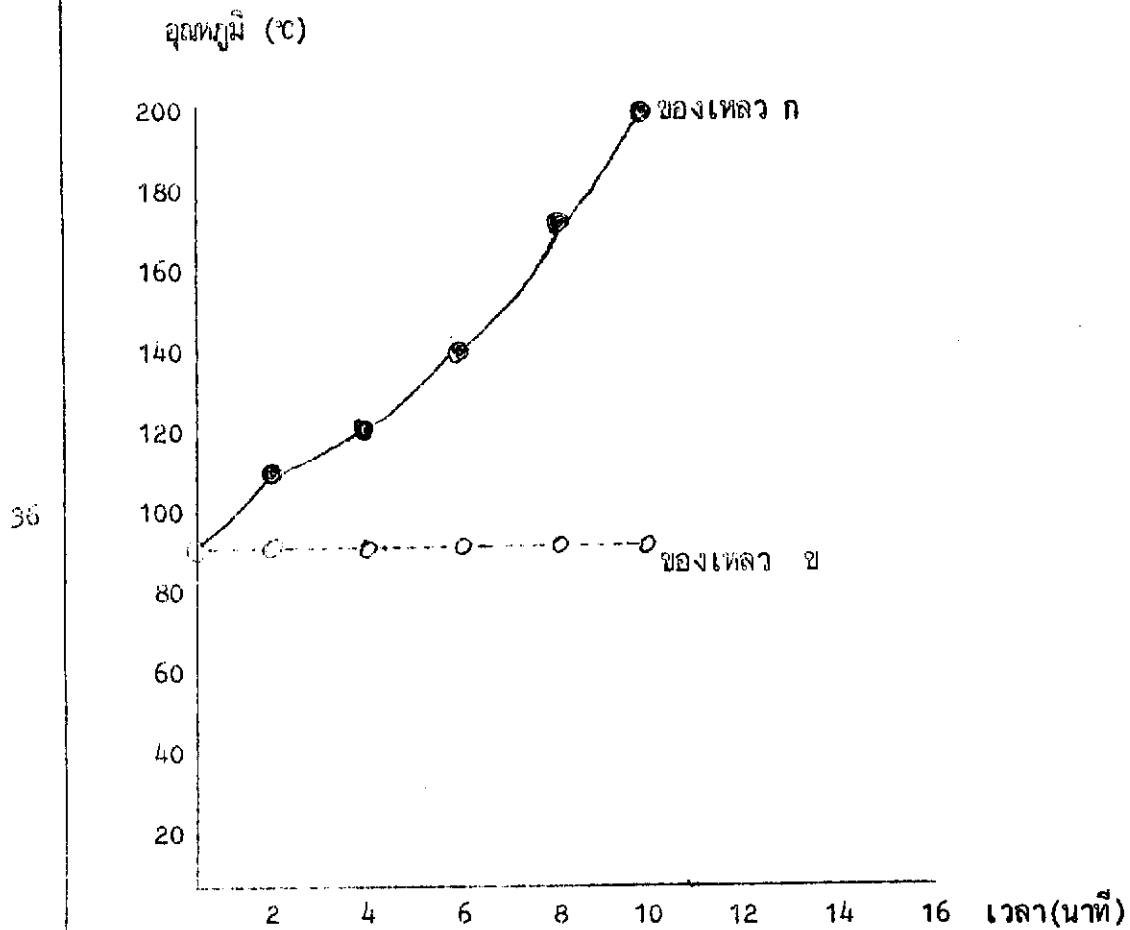
$$\begin{aligned}
 \text{ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของ ของเหลว ข} &= \frac{90 + 90 + 90 + 90 + 90 + 90}{6} \\
 &= \frac{540}{6} \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &= 90 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคือ $^\circ\text{C}$

34

ให้นักเรียนเขียนกราฟเส้นระหว่างอุณหภูมิ (ให้เป็นแกนตั้ง) กับเวลา (ให้เป็นแกนนอน) สำหรับการต้มของเหลว ก และ ข โดยใช้ข้อมูลในกรอบที่ 27 (ทำลงในกรอบที่ 35)

35



นักเรียนจะเห็นว่าการเขียนกราฟเส้นก็มีการบอกปริมาณที่แกนทั้งสองโดยระบุหน่วยไว้ด้วยเสมอ สำหรับการเขียนกราฟรูปนี้เป็นกราฟรูปเดียวกันแต่มี 2 เส้น นักเรียนก็ต้องเขียนตัวหนังสือกำกับไว้ด้วยว่าเส้นนั้น ๆ แทนอะไร เช่น กำกับไว้ว่าเป็น ของเหลว ก ของเหลว ข

บทเรียนทบทวน (12)

1	เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดซึ่งมีเข็มชี้วางพาดอยู่ บรากลว่าเข็มชี้เบนไปจากแนวเดิม ที่เป็นเช่นนี้แสดงว่าจะต้องมีแรงมากระทำกับแท่งแม่เหล็กเล็ก ๆ ซึ่งติดอยู่กับเข็มชี้ นักเรียนคงจะสรุปได้ว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปในขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบบริเวณขดลวด ซึ่งทราบได้จากการสังเกตเห็นเข็มหมุดถูกดูดเข้าไป เมื่อเราสลับขั้วไฟฟ้า เข็มชี้จะเบนกลับทางกับคราวแรก ทั้งนี้เพราะการสลับขั้วไฟฟ้าทำให้เกิดทิศทางไหลของกระแสไฟฟ้าตรงกันข้ามกับคราวแรก เข็มจึงเบนไปอีกทางหนึ่ง เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดซึ่งมีเข็มชี้วางพาดอยู่ บรากลว่าเข็มชี้เบนไปจากแนวเดิม ที่เป็นเช่นนี้แสดงว่าจะต้องมีแรงมากระทำกับแท่งแม่เหล็กเล็ก ๆ ซึ่งติดอยู่กับเข็มชี้ แรงนั้นมาจากไหน จงแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานในกรณีนี้
2	แรงนั้นมาจากการที่พลังงานไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในขดลวด เหนี่ยวนำให้ขดลวดนั้นแสดงอำนาจแม่เหล็ก พลังงานไฟฟ้า —————> พลังงานเนื่องจากอำนาจแม่เหล็ก

- 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไคนาโม ประกอบด้วยขดลวดพันรอบแกนไม้และทำให้หมุนในบริเวณสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการวางขั้วแม่เหล็กต่างกันเข้าหากัน การที่ขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็กนี้ทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในขดลวดและเคลื่อนที่ไปตามลวดทองเหลือง สายไฟและเครื่องทดสอบกระแสไฟฟ้า จึงทำให้เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากระดิกได้ และเมื่อหมุนลวดเร็วขึ้นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากเครื่องวัดกระแสไฟฟ้านั่นเอง

หลักการสร้าง ไคนาโม คืออย่างไร

.....

ไคนาโม ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

.....

หากจะให้ไคนาโมผลิตกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะทำอย่างไร

.....

4

หลักการสร้างไคนาโมก็คือการทำให้ขดลวดหมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก

พลังงานกล $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า

หากจะให้ไคนาโมผลิตกระแสไฟฟ้ามาก ๆ ก็ต้องหมุนขดลวดให้เร็วขึ้น

5

หลักการสร้างไคนาโมนี้ ไม่เกิด พาราจารย์ เป็นผู้ค้นพบจึงทำให้เรามีไฟฟ้าใช้ ก่อให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันมาจนทุกวันนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าก็ใช้หลักการเดียวกันนี้คือ ใช้ขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็ก แต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่โรงงานนั้นมีขนาดใหญ่ ทั้งนี้เพราะได้ออกแบบเพื่อให้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากและปรับปรุงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจะส่งกำลังไฟฟ้าไปยังที่ต่าง ๆ ในระยะไกลมากขึ้นและมีการสูญเสียพลังงานได้น้อยที่สุด

การปรับปรุงไคนาโมให้ส่งไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อประโยชน์อะไร

.....

6	เพื่อประโยชน์ในการส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังที่ต่าง ๆ ในระยะไกลมากขึ้นและให้มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด
7	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเล็ก ๆ ที่ใช้กับรถจักรยานก็ใช้หลักการเดียวกันกับการสร้างไดนาโม คือทำให้ขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็ก แต่ต่างกันตรงที่สร้างให้แม่เหล็กหมุนได้ ส่วนขดลวดอยู่กับที่ เมื่อขดลวดหมุนตัดผ่านสนามแม่เหล็กหรือแม่เหล็กหมุนอยู่ระหว่างขดลวดก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้เช่นเดียวกัน การสร้างไดนาโม (เครื่องกำเนิดไฟฟ้า) ใช้หลักการอย่างไร
8	ทำให้ขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็กกล่าวคือ อาจทำให้ขดลวดหมุนตัดผ่านสนามแม่เหล็กหรือให้แม่เหล็กหมุนอยู่ระหว่างขดลวด
9	เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้ไหลเข้าเส้นลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดสนามแม่เหล็กที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้านี้ อยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กจึงเกิดแรงกระทำซึ่งกันและกันทำให้ขดลวดเคลื่อนที่หมุนติดต่อกันไปได้ หลักการเช่นนี้เรานำมาใช้สร้างมอเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดที่เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล หลักการสร้างมอเตอร์คืออะไร มอเตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

10

มอเตอร์มีหลักการสร้างคือ ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดแล้วจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้อยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็ก จึงเกิดแรงกระทำซึ่งกันและกัน ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่หมุนติดต่อกันไปได้

พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานกล

11

จากการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ของพลังงาน นักเรียนคงสรุปได้ว่าพลังงานไฟฟ้า พลังงานกล และพลังงานศักยมีความสัมพันธ์กัน โดยที่พลังงานรูปหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ และจากการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลได้นี้เอง จึงทำให้ตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่ขึ้นจากพื้นได้ ในทางตรงกันข้ามเมื่อปล่อยตุ้มน้ำหนักให้ตกลงไป ปรากฏว่าหลอดไฟสว่าง

เมื่อปล่อยตุ้มน้ำหนักให้เคลื่อนที่ลง ปรากฏว่าหลอดไฟสว่าง จากเหตุการณ์นี้มีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร

ถ้าหากต้องการให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นจะทำได้อย่างไร

.....

.....

12

พลังงานกล $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า

ถ้าต้องการให้หลอดไฟสว่างกว่าเดิมก็ต้องใช้พลังงานมากกว่าสามารถกระทำได้โดยให้ตุ้มน้ำหนักตกจากที่สูงมากกว่าเดิม

จากการสำรวจประชากรและปริมาณข้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.

2515 - 2519 ได้ผลดังนี้

13	พ.ศ. 2515	ประชากร 38.4 ล้านคน	ผลผลิตข้าว 13 ล้านกิโลกรัม
	พ.ศ. 2516	ประชากร 40.0 ล้านคน	ผลผลิตข้าว 12 ล้านกิโลกรัม
	พ.ศ. 2517	ประชากร 41.3 ล้านคน	ผลผลิตข้าว 14 ล้านกิโลกรัม
	พ.ศ. 2518	ประชากร 42.4 ล้านคน	ผลผลิตข้าว 13 ล้านกิโลกรัม
	พ.ศ. 2519	ประชากร 43.3 ล้านคน	ผลผลิตข้าว 15 ล้านกิโลกรัม

ให้นักเรียนออกแบบตารางและบันทึกข้อมูลลงในตารางที่นักเรียนออกแบบไว้ลงในกรอบที่ 14

14

ชื่อเรื่อง จำนวนประชากรและปริมาณข้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทย

ระหว่าง พ.ศ. 2515 - พ.ศ. 2519

หมายเลขตาราง

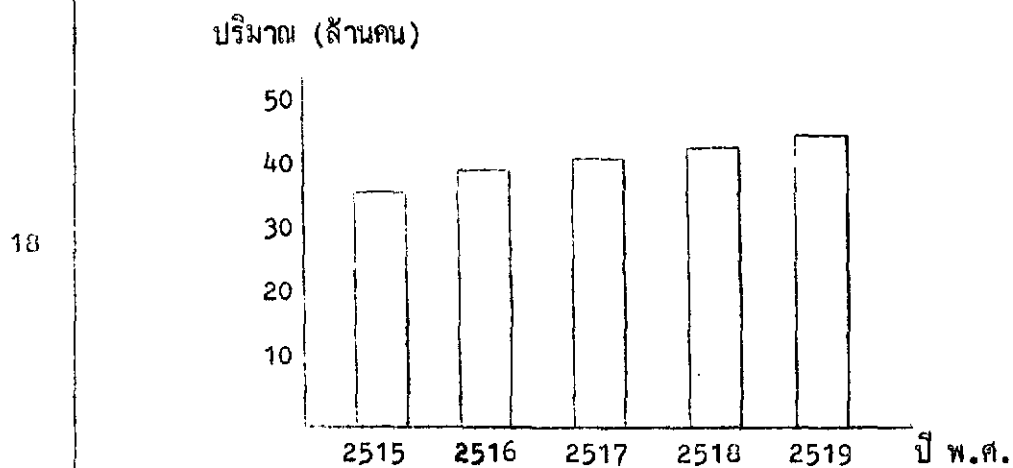
15

พ.ศ.	ประชากร (ล้านคน)	ผลผลิตข้าว (ล้านกิโลกรัม)
2515	38.4	13
2516	40.0	12
2517	41.3	14
2518	42.4	13
2519	43.3	15

16

จากข้อมูลในกรอบที่ 15 ให้นักเรียนเขียนกราฟแท่ง แสดงจำนวนประชากรของ
ประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2515 - พ.ศ. 2519

17



การเขียนกราฟ นักเรียนอย่าลืมบอกปริมาณที่แกนตั้งสองและระบุหน่วยไว้ด้วย

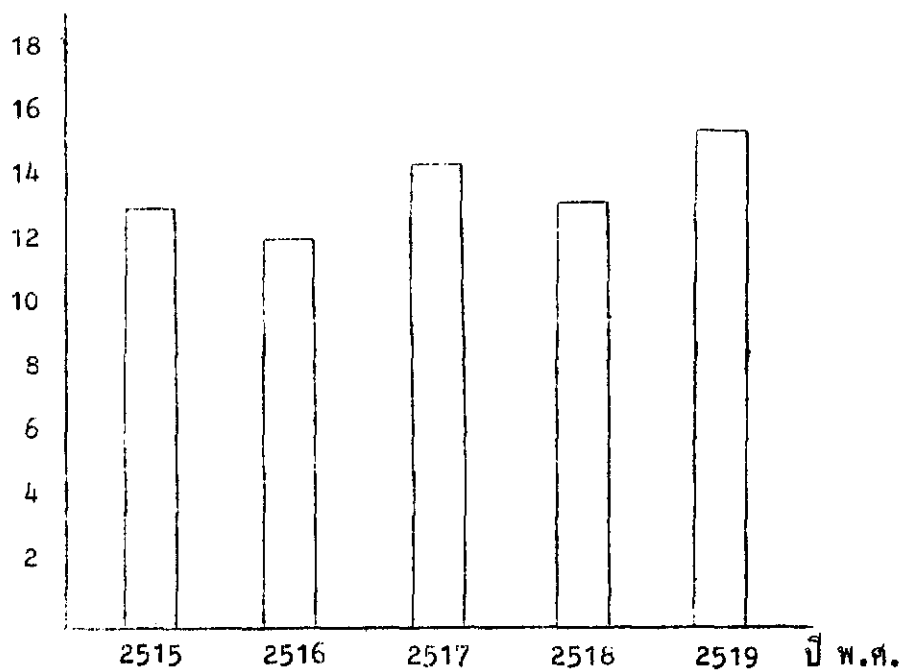
เสมอ

19 จากข้อมูลในกรอบที่ 15 ให้นักเรียนเขียนกราฟแท่งแสดงปริมาณข้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2515 - พ.ศ. 2519

20

21

ปริมาณ (ล้านกิโลกรัม)



การเขียนกราฟอย่างลึ้มบอกปริมาณที่แกนทั้งสองและระบุหน่วยให้ด้วยเสมอ

22

ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยของประชากรของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลจากกรอบที่ 15
(แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 23)

23

24

$$\begin{aligned}\text{ค่าเฉลี่ยของประชากร} &= \frac{38.4 + 40.0 + 41.3 + 42.4 + 43.3}{5} \\ &= \frac{205.4}{5} \quad \text{ล้านคน} \\ &= 41.08 \quad \text{ล้านคน} \\ &\quad (\text{อย่าลืมใส่หน่วย})\end{aligned}$$

25

ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยปริมาณข้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2515 - 2519 โดยใช้ข้อมูลจากกรอบที่ 15 (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 26)

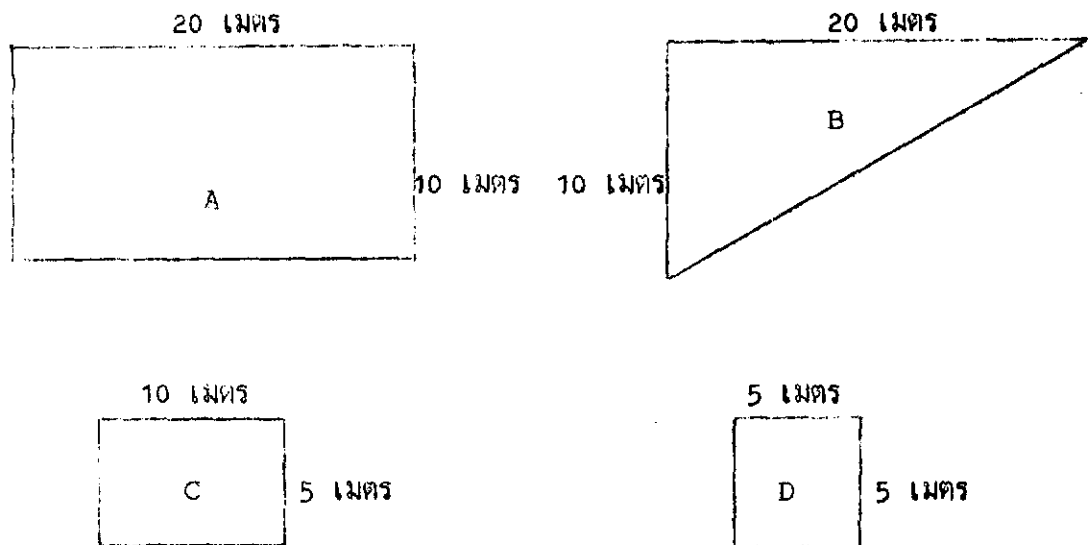
26

27

$$\begin{aligned}\text{ค่าเฉลี่ยปริมาณข้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทย} &= \frac{13 + 12 + 14 + 13 + 15}{5} \\ &= \frac{67}{5} \quad \text{ล้านกิโลกรัม} \\ &= 13.4 \quad \text{ล้านกิโลกรัม} \\ &\quad (\text{อย่าลืมใส่หน่วย})\end{aligned}$$

จากการสำรวจสนามหญ้า A, B, C และ D ดังรูปข้างล่างพบว่า มีรูปร่างและขนาด

ดังนี้



ให้นักเรียนหาพื้นที่ของสนามหญ้า A, B, C และ D (แสดงวิธีทำลงในกรอบที่ 29)

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่รูป A} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \\
 &= 10 \text{ เมตร} \times 20 \text{ เมตร} \\
 &= 200 \text{ (เมตร)}^2 \\
 &= 200 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่รูป B} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\
 &= \frac{1}{2} \times 10 \text{ เมตร} \times 20 \text{ เมตร} \\
 &= 100 \text{ (เมตร)}^2 \\
 &= 100 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่รูป C} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \\
 &= 5 \text{ เมตร} \times 10 \text{ เมตร} \\
 &= 50 \text{ (เมตร)}^2 \\
 &= 50 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่รูป D} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \\
 &= 5 \text{ เมตร} \times 5 \text{ เมตร} \\
 &= 25 \text{ (เมตร)}^2 \\
 &= 25 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

(นักเรียนอย่าลืมใส่หน่วยของพื้นที่คือ ตารางเมตร)

หน่วยของพลังงานความร้อนคือ คาลอรี ซึ่งได้จากการนิยามว่า ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส

หน่วยที่ใหญ่ขึ้นของปริมาณความร้อนคือ กิโลคาลอรี

$$1 \text{ กิโลคาลอรี} = 1,000 \text{ คาลอรี}$$

หน่วยของปริมาณความร้อนคือ

$$1 \text{ กิโลคาลอรี} = \dots\dots\dots \text{ คาลอรี}$$

37

38

น้ำ 1 กรัม อุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส มีปริมาณความร้อนเกิดขึ้น 1 แคลอรี

" 2×1000 " " " 1 " " " " $1 \times 2 \times 1000$ แคลอรี

" 2×1000 " " " 20 " " " " $1 \times 2 \times 1000 \times 20$ แคลอรี

= 40,000 แคลอรี

หรือ = 40 กิโลแคลอรี

(วิธีทำโจทย์ข้อนี้ นักเรียนต้องทำให้มวลของน้ำที่มีหน่วยกิโลกรัมให้เป็น กรัม เสียก่อน)

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน
ด้วยบทเรียนทบทวนและตัวครูทบทวน

บทคัดย่อ

ของ

แสงศิริ สิริมงคล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มกราคม 2529

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐาน ด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยครูทบทวน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 80 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF ACHIEVEMENT AND SCIENCE PROCESS SKILLS OF MATTAYOM SUKSA II
STUDENTS LEARNING PREREQUISITE KNOWLEDGE THROUGH USING A
STUDY LESSON REVIEW AND THE TEACHER'S REVIEW

AN ABSTRACT

BY

SAENGSI RI SIRIMONGKOL

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

January 1986

The purposes of this research was to study achievement and to study science process skills of Mattayom Suksa 2 students who were taught prerequisite knowledge through using a study lesson review and the teacher's review.

The sample was 80 students stratifiedly randomized from Mattayom Suksa 2 students in Academic Year 1985.

The findings showed as follows :

1. Students who were taught prerequisite knowledge through the study lesson review had higher achievement than those taught through the teacher's review at .05 level of significance.

2. Students with high, moderate and low abilities who were taught prerequisite knowledge through the study lesson review had higher achievement than those taught through the teacher's review at .05 level of significance

3. Students who were taught prerequisite knowledge through the study lesson review had higher science process skills than those taught through the teacher's review at .01 level of significance.

4. Students with high, moderate and low abilities who were taught prerequisite knowledge through the study lesson review had higher science process skills than those taught through the teacher's review at .01 level of significance.

5. Students who were taught prerequisite knowledge through the study lesson review had higher development in science process skills than those taught through the teacher's review at .05 level of significance.