

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และคามคู่มือครู สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

อุทัย บุญมาดี

รองศาสตราจารย์ อาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2529

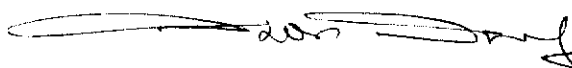
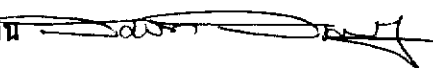
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

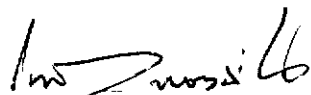
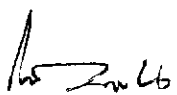
176675

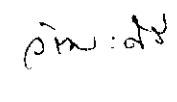
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน  ประธาน

 กรรมการ  กรรมการ

 กรรมการ  กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ สมจิต สมัตตพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติ เพชรขึ้น อาจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมจิต สมัตตพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติ เพชรขึ้น อาจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ และขอบคุณ อาจารย์เน่งน้อย เพชรรัตน์ อาจารย์ พงนา สังวรรณกิจ อาจารย์ ฤดี ประสพศักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขเครื่องหมาย ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ มุพิน ศุภยามิ ผู้อำนวยการโรงเรียนราชินีบูรณะ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง ขอขอบคุณ อาจารย์ ฉวีวรรณ ทองมี อาจารย์ พรรณา หิมารัตน์ อาจารย์ เรณู จำปา และนักเรียนโรงเรียนราชินีบูรณะ ที่ให้ความร่วมมือ ในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอถวายเป็นพุทธบูชาแด่องค์สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้า และมอบบูชาคุณแก่ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ทุกท่าน ที่ไต่อบรมสั่งสอน ผู้วิจัยมาโดยตลอด

อุทัย บุญมาดี

ตุลาคม 2529

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	11
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์	14
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	20
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	28
	งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์	30
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	33
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	35
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	37
	ประชากร	37
	กลุ่มตัวอย่าง	37
	แบบแผนการทดลอง	38
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	38

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	46
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	46
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	47
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	47
การวิเคราะห์ข้อมูล	47
5 สรุป การอภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ	56
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	56
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	57
วิธีการศึกษาค้นคว้า	59
การวิเคราะห์ข้อมูล	59
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	60
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	61
ข้อเสนอแนะ	64
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	75

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	38
2	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองและของกลุ่มควบคุม	47
3	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียน ปานกลาง	48
4	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ	49
5	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทาง การเรียนต่ำ	50
6	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองกับกลุ่มควบคุม	51
7	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียน ปานกลาง	52
8	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ	53
9	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทาง การเรียนต่ำ	54

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันนี้ความยากลำบากในการจัดการศึกษามีสาเหตุมาจากความจริงที่ว่า นักเรียนไม่ได้รับการสอนเพื่อให้ คิด ทำ หรือจะค้นคว้าสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเอง เนื่องมาจากการสอนแบบเน้นเนื้อหา และทดสอบว่ามีความรู้ในเนื้อหาเล็กน้อยเพียงไร แต่การจัดการศึกษาที่เน้นเฉพาะตัวความรู้ นั้น ย่อมไม่เพียงพอในการที่จะสร้างคนให้เป็นคนที่สมบูรณ์ได้ เพราะนอกจากความรู้แล้วการเรียนการสอนควรก่อให้เกิดการรู้จักคิดวิเคราะห์ ความมีไหวพริบดี มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ (สมหวัง ชัยตามล 2528 : 1) แต่สภาพความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาเท่าที่เป็นอยู่ในขณะนี้ จะเห็นว่าบุคคลทั่ว ๆ ไปยังไม่สามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ประสบให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี นักการศึกษาได้ตั้งข้อสังเกตไว้ด้วยว่า นักเรียนที่เรียนจบระดับประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษาออกไปแล้ว มักจะไม่มีความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาสูงเท่าที่ควรจะเป็น (อานวย เลิศขันธ์ 2523 : 1) ด้วยเหตุนี้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 2) จึงได้วางจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิดและวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 7) ที่กำหนดไว้ว่าเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้กับตัวผู้เรียน ในการเรียนการสอนนั้นก็มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง ค้นคว้าหาเหตุผล โดยนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ มีผู้เรียกเป็นกระบวนการคิดบ้าง กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์บ้าง ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหานั้นจะสำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพเพียงไร ย่อมขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งเรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนไพฑูรย์ 2527 : 8)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สามารถที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่จากผลการวิจัยของ มันทนา จงสุขสันติกุล (มันทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 42) พบว่าปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งมุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย เป็นผลทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จากปัญหาดังกล่าวนี กิ่งฟ้า สีนวรงค์ (กิ่งฟ้า สีนวรงค์ 2525 : 113) ได้วิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนทำข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม แสดงว่า นักเรียนยังไม่ได้ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เหตุผลประการหนึ่งมาจากครูผู้สอนยึดเนื้อหามากเกินไป และสอนทักษะเท่าที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียนและคู่มือครูไม่ได้ชี้ให้เห็นถึงการนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และจากการวิจัยของ สุเทพ อุสาหะ (Usaha. 1983 : 2305-A) ได้วิเคราะห์ระดับความรู้จากคำถามที่มีอยู่ข้างท้ายของแต่ละบทในระดัมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า มีคำถาม 55.4 เปอร์เซ็นต์ เป็นคำถามระดับสูงเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แต่พบในมัธยมศึกษาปีที่ 2 น้อยที่สุด และเสนอแนะว่าควรที่จะเพิ่มจำนวนคำถามระดับสูงให้มากขึ้นกว่าเดิม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการที่เกี่ยวกับความคิด วิจัยาณญาณการใช้เหตุผล

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ควรจะฝึกทักษะควบคู่ไปกับการให้เนื้อหาความรู้ จึงเป็นสิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์จะต้องพิจารณาว่าจะจัดการเรียนการสอนอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และเนื่องจากอัตราการเพิ่มของพลเมืองสูงมาก ทำให้จำนวนผู้ที่อยู่ในวัยเรียนเพิ่มสูงขึ้นด้วย (อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์ 2526 : 63) การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามต้องการนั้นเป็นสิ่งที่ยากมาก เพราะนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถไม่เท่ากัน ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนหนึ่ง ๆ ได้ในเวลาเท่ากัน แม้ว่าครูจะอธิบายซ้ำหลายหนก็ตาม ทำให้เห็นความจำเป็นที่จะต้องนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เทคโนโลยีทางการศึกษาที่ควรนำมาใช้สนองความต้องการระหว่างบุคคล ความพร้อม และการใช้เวลาเพื่อการศึกษา ก็คือกระบวนการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (ลักตาวัลย์ กัณธุวรรณ 2518 : 34) กว้ยชุกการเรียนด้วยตนเอง

ชุกการเรียนด้วยตนเอง หมายถึง แบบเรียนที่จัดไว้สำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะ ผู้เรียนจะดำเนินการเรียนจากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุกการเรียนนั้น โดยศึกษาไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง เมื่อศึกษาจบแล้วก็จะทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ และถ้ามีปัญหาระหว่างที่กำลังศึกษาอยู่ ผู้เรียนจะปรึกษากันได้ (สุนันท์ ปัทมาคม 2519 : 18)

พัชรี พลาวงศ์ (พัชรี พลาวงศ์ 2526 : 86) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุกการเรียนด้วยตนเองไว้ดังนี้

1. ให้อิสระเสรีภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนของตนเอง
2. สอนความต้องการและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนได้
3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้เร็วช้าตามความสามารถของตน
4. มีการทดสอบการเรียนโดยสม่ำเสมอ
5. เป็นวิธีการเรียนที่มีระบบและมีชีวิตชีวาไม่น่าเบื่อ
6. มีอาจารย์ผู้ดูแลเป็นที่ปรึกษาเมื่อนักเรียนมีปัญหา
7. บทเรียนแต่ละบทเมื่อแต่งเสร็จแล้วก็สะดวกในการจัดหา
8. จะมีวัตถุประสงค์บอกไว้เป็นแนวทางให้ผู้เรียนรู้ว่าเขาควรจะเรียนอย่างไร และ

ให้รู้อะไร

9. การเรียนด้วยตนเองเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในชั้นเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน

10. ตัวแบบชุกการเรียนด้วยตนเองทำให้ผู้สอนตระหนักถึงความสามารถและความต้องการของผู้เรียนที่ไม่เท่ากัน เมื่อเวลาผู้สอนทำสื่อการสอนชนิดนี้จะไม่เขียนเนื้อหาที่ลึกซึ้งและซับซ้อนเกินกว่าที่ผู้เรียนสติปัญญาต่ำจะเข้าใจได้

ได้มีผู้นำชุดการเรียนไปทดลองสอนเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะเป็นการเปรียบเทียบ ตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น จากการศึกษาของ ชูชีพ อ่อนโกลสูง (ชูชีพ อ่อนโกลสูง 2524 : 15 - 29) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนในประเทศไทย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2515 - 2523 สรุปว่าชุดการเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เช่นเดียวกับการสอนตามปกติ ยิ่งไปกว่านั้น ในบางกรณีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการเรียนจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการสอนตามปกติ และโดยเหตุที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังผลงานวิจัยที่มีผู้ทำไว้หลายคน (น้อยทิพย์ ศัตรศาสตร์ 2522 รุจี โรจนประศาสน์ 2523 ผกามาศ วรานุสันติกุล 2524 และ กมล หลีกภัย 2525)

จากเหตุผลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีแนวโน้ม จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้ชุดการเรียน และในกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต้องนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้เพื่อแก้ปัญหาจึงจะเกิดสัมฤทธิ์ผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าการสอนด้วยชุดการเรียน ด้วยตนเอง ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสอนตามคู่มือครูหรือไม่

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง กับของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.

6. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

7. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

8. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

ความสำคัญในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท. วิธีใดที่จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากัน อันจะเป็นแนวทางให้ครูได้นำวิธีการสอนนั้นไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีประสิทธิภาพทางการเรียนดีขึ้น

2. ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเป็นแนวทางแก่ครู ตลอดจนนักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณา

เลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ที่ได้มาโดยการสุ่ม แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 45 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 วิธีการสอน 2 วิธี คือ

1.1.1 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง

1.1.2 การสอนตามคู่มือครู สสวท.

1.2 ความสามารถทางการเรียน แบ่งออกเป็น

1.2.1 ความสามารถทางการเรียนสูง

1.2.2 ความสามารถทางการเรียนปานกลาง

1.2.3 ความสามารถทางการเรียนต่ำ

2. ตัวแปรตาม มี 2 ด้าน คือ

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มาแก้ปัญหาใหม่

ที่พบ ซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและ
ฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
จนเกิดความชำนาญคล่องแคล่ว ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า ในบท
ที่ 8 เรื่องอาหารและพลังงานที่จะทำการทดลองนี้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะ คือ

2.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมี
จุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและ
สมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถ
ที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใด
อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2.1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณได้โดยการกะประมาณ

2.1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2.2 การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่ง
ต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.2.1 เลือกเครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2.2 บอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้

2.2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและ
อื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัด

2.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ตั้งกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้

2.3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

2.3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

2.4 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.4.1 การนับ ได้แก่

2.4.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

2.4.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

2.4.1.3 ตัดสินได้ว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

2.4.1.4 ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

2.4.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

2.4.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

2.4.2.2 หาค่าเฉลี่ย

2.4.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

2.5 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.6 การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง
 ทดลองว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่
 สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง
 ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชั่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
 และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

2.7 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่
 ตั้งไว้ในกาทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

2.7.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการ
 ทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2.7.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

2.7.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.7.3.1 ออกแบบการทดลองโดย

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น
 ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2. ระบุดูอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้อย่าง
 เหมาะสมกับปัญหา

2.7.3.3 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

3. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถ
 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง บทเรียนซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา คำสั่ง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาแล้ว ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจะออกมาในรูปแบบของแบบเรียนสำเร็จรูป และสื่อประสมประกอบกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเองเพื่อทำการศึกษาค้นคว้า โดยยึดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.

5. การสอนตามคู่มือครู สสวท. หมายถึง การสอนตามขั้นตอนในคู่มือครู ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง โดยคู่มือครูได้กำหนดจุดประสงค์ สิ่งที่จะต้องจัดเตรียม คำถาม แนวคำตอบ ขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลองและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสอนของครู ครูจะเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน ใช้คำถามเพื่อตั้งปัญหา แล้วนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาคำตอบเอง จากนั้นครูจะนำอภิปรายถึงข้อมูลที่นักเรียนหาได้ และลงสรุปผลการทดลอง

6. ความสามารถทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยถือเกณฑ์ที่นักเรียนมีคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.102) จากการวัดผลภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โดยจัดเป็นระดับความสามารถได้ดังนี้

6.1 ความสามารถทางการเรียนสูง คือ นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควอไทล์ที่ 3 ขึ้นไป

6.2 ความสามารถทางการเรียนปานกลาง คือ นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับสูงกว่าควอไทล์ที่ 1 ขึ้นไป และต่ำกว่าควอไทล์ที่ 3

6.3 ความสามารถทางการเรียนต่ำ คือ นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าควอไทล์ที่ 1 ลงมา

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สุนันท์ ปัทมาคม (สุนันท์ ปัทมาคม 2518 : 10) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้มีหลายชื่อ เช่น Instructional Package, Self Instructional Package, Learning Package หรือบางที่เรียกว่า Individual Learning Package ซึ่งหมายถึง ชุดของอุปกรณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สร้างขึ้นมาเป็นรายวิชาในหัวข้อต่าง ๆ ที่เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2518 : 4) ได้ให้ความหมายว่าชุดการเรียนรู้รายบุคคลหมายถึง การรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปให้ผู้เรียนสามารถได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้ ชุดการเรียนรู้รายบุคคลจะสามารถฝึกและส่งเสริมนิสัยของนักเรียนในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นอย่างดี

กาญจนา เกียรติประวัติ (กาญจนา เกียรติประวัติ 2524 : 60 - 61) ได้ให้ความหมายของคำว่าชุดการเรียนรู้ (Learning Package) และคำว่าชุดการสอน (Instructional Package) ว่าชุดการสอนเป็นคำที่ใช้กันมาดั้งเดิม แต่การใช้คำว่าชุดการสอนทำให้เกิดแนวคิดที่ว่า

สื่อการเรียนทั้งหลายที่จัดไว้เพื่อให้ครูเป็นคนลงมือใช้ ดังนั้น ผู้ทำกิจกรรมคือครู ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟังและสังเกต ในปัจจุบันนักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่าชุดการเรียนรู้ (Learning Package) เพื่อย้ำถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนรู้เพื่อศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ครูลดบทบาทในการบอกลง ซึ่งสื่อต่าง ๆ ที่จัดไว้มักนิยมจัดไว้ในกล่องหรือซองเป็นหมวด ๆ ซึ่งภายในชุดการเรียนรู้จะประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ เช่น รูปภาพ สไลด์เทป ภาพยนต์ แผ่นคำบรรยาย วัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ และการมอบหมายงานเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างขวางมากขึ้น

ในต่างประเทศได้มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

แคปเฟอร์ และ แคปเฟอร์ (Kapfer and Kapfer. 1972 : 3 - 10) ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนรู้เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดการเรียนรู้นั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจน ที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้

ฮุสตัน และคนอื่น ๆ (Houston and others. 1973 : 10 - 15) ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนรู้เป็นชุดของประสบการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ควอน (Duan. 1973 : 169) กล่าวถึง ชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการเรียนรู้รายบุคคล (Individualized Instruction) อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้สัมผัสผลทางการเรียนตามเป้าหมาย ผู้เรียนจะเรียนไปตามอัตรา ความสามารถ และความต้องการของตนเอง

นิพนธ์ สุขปรีดี (นิพนธ์ สุขปรีดี 2519 : 67) ได้กล่าวถึง ลักษณะของชุดการเรียนรู้ที่ดี ว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นชุดการเรียนรู้ที่เหมาะสมตรงตามจุดหมายที่ตั้งไว้ที่สุด
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. สื่อที่ใช้สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ดี
4. มีคำแนะนำ และวิธีการใช้อย่างละเอียดง่ายต่อการใช้

ลัดดา ศุภปรีย์ (ลัดดา ศุภปรีย์ 2523 : 32) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมาย 2 อย่าง คือ วัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่า จะเข้าใจบทเรียนได้หรือไม่ และวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่า มีความรู้เกี่ยวกับบทเรียนมากน้อยเพียงไร

3. บัตรแนะนำวิธีการเรียนด้วยตนเอง
4. สื่อการเรียน
5. ข้อทดสอบหลังเรียน

นิรมล ศตวณิ (นิรมล ศตวณิ 2526 : 142) ให้ความหมายว่าส่วนประกอบหลักของชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล (Individualized Learning Package) มีดังต่อไปนี้ คือ

1. เป้าหมาย เป็นการกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียนควรได้รับเมื่อเรียนจบแล้ว ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายในชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลนี้อาจกำหนดเป็นเป้าหมายของบทเรียนแต่ละหน่วยใหญ่ หรือเป้าหมายของกระบวนวิชานั้น ส่วนในหน่วยย่อย ๆ หรือในบทเรียนแต่ละเรื่องย่อยจะมีการกำหนดเฉพาะจุดประสงค์เท่านั้น
2. จุดประสงค์ คือ การกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังที่เฉพาะเจาะจงของเนื้อหาบทเรียนแต่ละตอนจนเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจตรงกันว่าผลเหล่านั้นคืออะไร จะให้มาด้วยวิธีใด ในระดับคุณภาพขนาดใด นั่นคือกำหนดผลที่คาดหวังในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
3. แนวคิดที่ควรรู้ (Ideas to be learned) ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญ โดยสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนเพื่อช่วยในการศึกษา วิเคราะห์ จัดหมวดหมู่ และแก้ปัญหาในรายละเอียดเนื้อหาบทเรียนต่อไป และเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนก็จะได้รับแนวคิดเหล่านี้
4. การประเมินตนเองก่อนเรียน (Preassessment) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้าง เพื่อที่จะค้นพบว่าตนเองได้รู้เนื้อหาที่กำลังจะเรียนมาก่อนแล้วมากน้อยเพียงไร เพื่อที่จะ

ได้ตัดสินใจว่าจะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ใด หรือควรได้รับการยกเว้นไม่ต้องทำกิจกรรมใดบ้าง การประเมินตนเองก่อนเรียนนี้อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก็ได้ หรืออาจให้ผู้เรียนแสดงหลักฐานว่าได้เรียนรู้ในเรื่องที่กำลังจะเรียนบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activity) ประกอบด้วยขั้นตอนที่เสนอแนะให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนนี้จะเรียนตามลำดับก่อนหลัง ในบางโอกาสผู้เรียนอาจจะไม่ทำทุกกิจกรรม อาจข้ามบางกิจกรรมถ้าสามารถทำกิจกรรมอื่นต่อไปได้สำเร็จ

6. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือให้ผู้เรียนเสนอผลงานในรูปแบบใดก็ได้ตามที่กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วยตนเองดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีลักษณะ คุณค่า และสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนาผู้เรียนแต่ละบุคคล ให้แก้ปัญหาด้วยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

พรณี ชูหัย (พรณี ชูหัย 2520 : 188) กล่าวว่า นักจิตวิทยากลุ่ม S-R และ Gestal มีความเห็นพ้องกันว่าในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูควรจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบุคคลเมื่อต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้ว ถ้าบุคคลนั้นแก้ปัญหาไม่ได้ก็จะเป็นสิ่งกีดขวาง การแสวงหาความรู้ และการดำเนินงาน เช่นเดียวกับ มังกร ทองสุชาติ (มังกร ทองสุชาติ 2522 : 63 - 65) ได้เน้นให้เห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาว่า เป็นกรรมวิธีที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ กรรมวิธีนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดตัวปัญหา
2. วิธีแก้ปัญหาคือคาดว่าจะใช้ได้

3. การกำหนดสมมุติฐาน
4. การตรวจสอบสมมุติฐานและการเก็บข้อมูล
5. การสำรวจข้อมูล และการลงความเห็น
6. การค้นหาข้อมูลย้อนกลับ

วิธีการแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้นั้น พยอมนันตี (พยอมนันตี 2524 : 42) กล่าวว่า ต้องอาศัยกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้วช่วยแก้ปัญหาที่ค้นพบ การแก้ปัญหาก็แก้ได้โดยการสอน โดยการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบที่จะช่วยในการแก้ปัญหาก็คือ การใช้กฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ดังนั้น การแก้ปัญหาก็คือ กระบวนการซึ่งผู้เรียนถึงสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

บอลลวิน (วรรณคดี วรรณศิลป์ 2524 : 16 อ้างอิงมาจาก Balwin. 1974 : 190 - 193) ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางด้านการคิดและสติปัญญาของเพียเจต์ว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองอย่างมีคุณภาพ โดยกระบวนการนี้จะติดต่อกัน โครงสร้างแต่ละโครงสร้างและส่วนรวมที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น จะทำให้เกิดความคิดในรูปของเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ และให้แบ่งลำดับขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับรู้โลกภายนอกทางประสาทสัมผัสและการใช้กล้ามเนื้อ (Sensori-Motor Stage) อายุระหว่าง 0 - 2 ปี เด็กใช้ประสาทสัมผัสยังไม่สามารถสร้างสิ่งกับและการคิดหาเหตุผลได้

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนที่จะคิดหาเหตุผลเป็น (Pre-Operation Stage) อายุระหว่าง 2 - 6 ปี เด็กจะเริ่มมีการคิดหาเหตุผลแต่ยังอยู่ในวงจำกัด

ขั้นที่ 3 ขั้นรู้จักใช้ความคิดโลเลียงเหตุผลจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Stage of Concrete Operation) อายุระหว่าง 7 - 11 ปี เด็กเริ่มมีเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 นี้เทียบได้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะสำคัญของขั้นนี้ คือ

1. เด็กเริ่มคิดหาเหตุผลจากสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ แม้ไม่เห็นของจริง ไม่พบประสบการณ์จริง เพียงแต่มีคนเล่าให้ฟังก็สามารถสร้างมโนภาพได้

2. เด็กศึกษาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ได้
3. เด็กสามารถสร้างสมมุติฐานและสร้างแผนการทดลองได้
4. เด็กสามารถลงข้อสรุปเป็นความจริงหลักที่ได้จากข้อมูล
5. เด็กสามารถถ่ายทอดความคิดเห็นจากรูปหนึ่งไปสู่อีกรูปหนึ่งได้
6. สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้
7. มีความคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็น

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2520 : 4 - 5) อธิบายระบบการแก้ปัญหาตามขั้นของ System Approach ดังนี้

1. ขั้นนิยามปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์วิจัย วิพากษ์ให้รู้ถ่องแท้เสียก่อนว่าปัญหาที่ต้องแก้ไขคืออะไร
2. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะสัมฤทธิ์ผลทางด้านใด มีปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำเพียงใด วัตถุประสงค์ต้องมีความชัดเจนแจ่มแจ้ง
3. ขั้นสร้างเครื่องมือไว้คอยตรวจสอบผล
4. ขั้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นการค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้ดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ มองหาหลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แนว หลาย ๆ มุม ใจกว้าง และเป็นธรรมชาติพิจารณาข้อดีข้อเสียทุกแง่ทุกมุม ตลอดจนข้อจำกัดต่าง ๆ
5. ขั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินงานเป็นขั้นต่อจากขั้นที่ 4 วิพากษ์ วิเคราะห์ถึงวิธีการต่าง ๆ แล้วสรุปเอาวิธีการที่ดีที่สุดลองปฏิบัติดู
6. ขั้นการทดลอง เมื่อเลือกวิธีการแล้วก็ลงมือปฏิบัติตามวิธีการนั้น
7. ขั้นวัดผลและประเมินผล เพื่อทำการทดสอบปฏิบัติแล้วนำเครื่องมือในขั้น 3 มาประเมินดูว่า ตรงตามเป้าหมายเพียงใด บทพระองค์อย่างไร จะได้รับปรุงแก้ไข

ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1950 : 192 - 216) กล่าวว่า การเรียนรู้ซึ่งเกี่ยวกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่า ต้องแก้ปัญหานั้นในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป

บลูม (Bloom. 1956 : 62) ได้ชี้ให้เห็นว่าขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีอยู่หกขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนั้น บลูม (Bloom. 1956 : 122) ได้อธิบายเพิ่มเติมเต็มว่าความสามารถทางสมองที่นำมาใช้คิดแก้ปัญหาในขั้นที่หนึ่งถึงขั้นที่สี่ เป็นส่วนของการนำไปใช้ ขั้นที่ห้าและขั้นที่หก เป็นส่วนของความเข้าใจ ส่วนความรู้ความจำนับว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการคิดแก้ปัญหา ความสามารถในการวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในขบวนการคิดแก้ปัญหา

แอทกินสัน (Atkinson. 1961 : 624 - 625) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนการแก้ปัญหา ว่าเป็นวิธีการเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอนนี้

1. ขั้นยอมรับปัญหา (recognition and definition)
2. ขั้นพิจารณาตรวจสอบ การทดลองเดิม ซึ่งจะใช้ในการแก้ปัญหา (consideration of previous experience)
3. ค้นหาความคิดใหม่ ๆ หรือหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนการแก้ปัญหา (searching for new ideals of facts)
4. ศึกษาและประเมินผลของการค้นคว้า หรือเลือกวิธีปฏิบัติ (study and evaluation)
5. ตัดสินเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินงาน (determination of one approach)
6. ขั้นทดลอง (testing)

7. ขั้นสรุป (conclusion)

8. ขั้นสรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือการทดลองที่เหมือนเดิม (using the conclusion in a particular situation)

9. นำข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ (statement of the conclusion as a generalization to be used in solving other similar or new problem)

แวนนอย (Vannoy. 1965 : 385 - 396) ได้ศึกษาขั้นตอนการของการคิดขั้นสูงเพื่อการแก้ปัญหา พบว่า องค์ประกอบที่บุคคลใช้ในกระบวนการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหา คือ

1. องค์ประกอบในขั้นตอนการแยกแยะความแตกต่างและองค์ประกอบในด้านสรุปรวมหรือบูรณาการ

2. สภาพของกระบวนการคิดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของสิ่งเร้าที่เหมาะสม

3. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความคิดขั้นสูงของบุคคลนั้นไม่ปรากฏเป็นเอกภาพ

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 - 127) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาและได้สรุปว่าการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทอื่นที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (search for cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (confermation check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

วิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution (กึ่งฟ้า สันตฐะ 2525 : 5 - 6 อ้างอิงมาจาก Dewey. 1971 : 139) เสนอไว้เป็นขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสืบต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรหรือต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหา โดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นจุดนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหามจริง ๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองไม่เห็นชัดที่เป็นตัวก่อกำเนิด ถ้าจัดการสิ่งนั้นได้ ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมุติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นได้อย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมุติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหายังไรแล้ว ก็ลองพิจารณาว่าควรจะใช้วิธีการใดได้บ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหาไปใช้

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของคิวยี่ ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาเป็นอย่างมาก และบางคนได้นำขั้นตอนนี้ไปใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหา แต่การดัดแปลงและการปรับปรุงนั้นยังมีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม เวียร์ (Weir. 1974 : 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ขั้นตอนทั้งสี่ดังกล่าวนี้ถือว่าอยู่ในขั้นตอนการแก้ปัญหาของคิอัว ตั้งแต่ขั้นที่หนึ่งถึงขั้นที่สี่ ผู้วิจัยเห็นว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งสี่ของเวียร์ที่เสนอมานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ได้ จึงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ตาม ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของ เวียร์

3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โรบินสัน (Robinson. 1972 : 48) ได้แบ่งส่วนประกอบของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่าง ๆ และส่วนที่เป็นกระบวนการ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978 : 15) ได้กล่าวถึงกระบวนการนี้ว่า เป็นวิธีการ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการ คือ วิธีทาง ของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้จะเกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิด พัฒนาการทางด้านสติปัญญา

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 - 51) ได้กล่าวว่า "ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะ การ สังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การสร้างสมมุติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณและทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ"

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท. 2520 : 123) ได้กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีกฎเกณฑ์และระเบียบวิธี การศึกษาวิทยาศาสตร์ต้องมีการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเสมือน

เครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้ข้อสรุปจากการทดลอง วิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่เป็นแหล่งสะสมความรู้เท่านั้น แต่ยังรวมวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา และทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ทำการค้นคว้า ผู้ทำการทดลองย่อมมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความนึกคิดไปด้วย พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบเหล่านี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น 2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักการ

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

1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่

- 1.1 การสังเกต (Observing)
- 1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relation Ships)
- 1.3 การจำแนก (Classifying)
- 1.4 การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Number)
- 1.5 การวัด (Measuring)
- 1.6 การสื่อความหมาย (Communication)
- 1.7 การพยากรณ์ (Predicting)
- 1.8 การสรุปอ้างอิง (Infering)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ได้แก่

- 2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)
- 2.2 การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
- 2.3 การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.5 การทดลอง (Experimenting)

ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐานเน้นปลูกฝังให้นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไป จนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำทักษะเหล่านั้นมาบูรณาการ (Integrated) ในชั้นมัธยมศึกษา เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นไปได้

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

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชั่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และ
สิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ใน
ปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใด
อย่างหนึ่งก็ได้ ความหมายที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่าง
ที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ
คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง
ที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุนูน 3 มิติ ที่เห็น
เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น
 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น

2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็น
 ซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการ
 เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับ
 เวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคิด
 คำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของใดถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โต๊ะแถว วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ทนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การศึกษาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่ศึกษาล่วงหน้านี้อาจไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การลงบันทึกข้อมูลที่ได้อาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

- ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลอาศัยทักษะการคำนวณ)

- บอกความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะกระบวนการ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพฤติกรรมที่สามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ดังนั้น นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงนำเอาทักษะกระบวนการดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีอยู่น้อย ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่ใช้สอนเนื้อหาวิชา

สุปราณี อุดมโกศา (สุปราณี อุดมโกศา 2518 : 59 - 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดสื่อการสอนด้วยตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดสื่อการสอนด้วยตนเองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการบรรยาย

ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 59) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้กับที่เรียนโดยการสอนปกติไม่แตกต่างกัน

นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 47) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "บรรยากาศ" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สืบศักดิ์ สาร (สืบศักดิ์ สาร 2521 : 43 - 44) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบแตกต่างกัน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสอนตามปกติ

พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองของเด็กที่มีความรับผิดชอบสูงกว่ากลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิสุทธิ์ บุญเจริญ (พิสุทธิ์ บุญเจริญ 2522 : 80 - 81) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกลุ่มของการสอนด้วยชุดการสอนแบบสืบสวนกับการสอนปกติในวิชาภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความคิด การประเมินค่า การนำไปใช้ และการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ (สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ 2525 : 147) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีใช้ชุดการสอนกับไม่ใช้ชุดการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปีที่ 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่าความรู้ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มที่สอนด้วยวิธีใช้ชุดการสอนกับกลุ่มที่ไม่ใช้ชุดการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สติกแลนค์ (Strickland. 1971 : 2510-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไปที่ Copain Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสอนแบบปกติ ปรากฏว่านักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์ค (Bard. 1975 : 5947-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

คูคินี่ (Cudney. 1975 : 26) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการพยาบาลที่มหาวิทยาลัยเคลาแวร์ การวิจัยนี้กระทำกับกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน

จากนักศึกษาทั้งหมด 100 คน ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเรียนนอกเวลา สัปดาห์ละ 4 วัน โดย การเรียนกับชุดการเรียนด้วยตนเอง เป็นเวลา 56 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการเรียนได้รับผลดี เท่ากับกลุ่มที่เรียนตามปกติเป็นเวลา 2 ภาคเรียน

งานวิจัยทั้งของไทยและต่างประเทศเกี่ยวกับชุดการเรียนด้วยตนเอง สามารถสรุปได้ว่า มีการนำชุดการเรียนด้วยตนเองมาใช้ในวงการศึกษา และสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนทักษะ การแก้ปัญหาเท่ากับหรือสูงกว่าผู้เรียนตามปกติ

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

นงนุช วรรณวาทะ (นงนุช วรรณวาทะ 2514 : 72 - 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษาชั้นมัธยมศึกษา การศึกษาชั้นสูง พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จิตนา ราชรองเมือง (จิตนา ราชรองเมือง 2516 : 76 - 82) ได้ทำการ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สัมพันธ์ทางบวกกับ ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างเชื่อมั่นได้ 99 เปอร์เซนต์

วีระ วงศ์สรรค์ (วีระ วงศ์สรรค์ 2518 : 38 - 39) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่านักศึกษาผู้ใหญ่ระดับที่ 4

✓ อารี เทรษฐชัย (อารี เทรษฐชัย 2520 : 46 - 48) ได้ศึกษาความสามารถ ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของนักเรียนพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย ชั้นปีที่ 1, 2 และ 3 จำนวน 226 คน พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ความรู้สึกรับผิดชอบ และความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์กันทางบวก และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าจะดีขึ้นตามลำดับ ชั้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ 2521 : 77) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

✓ วีระ เมืองช้าง (วีระ เมืองช้าง 2525 : 49 - 51) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาวินิจฉัยเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทระประดิษฐารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร พบว่าความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาวินิจฉัยเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมริديث (Meridith. 1962 : 3550-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 42 คน เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจาก เพศ อายุ คะแนนความสามารถในการเรียน คะแนนจากการสอบ การแก้ปัญหาวินิจฉัยเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเรียนจากเนื้อหาวิชาที่จัดโดยคำนิยามโนภาพ (Concept) ของนักเรียน กลุ่มควบคุมเรียนในเนื้อหาตามปกติ พบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยเชิงวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและหลักการวิทยาศาสตร์

จอห์น (John. 1966 : 994 - 995) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 โดยใช้การสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างแบ่ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 56 คน เป็นชาย 27 คน และหญิง 29 คน ทั้ง 2 กลุ่ม มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ส่วนกลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาค้นคว้าด้วยตนเอง มีแต่เพียงคำแนะนำ (Guide Sheet) ที่ครูแจกให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกไปปฏิบัติกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริงและมีโนภาพด้วยตนเอง ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผล การแก้ปัญหาวินิจฉัยเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหา

นอร์ตัน (Norton. 1972 : 204-A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4, 5 และ 6 จำนวน 27 คน ในการศึกษาครั้งนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ตอน คือ

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา (Problem Orientation)
2. กำหนดปัญหา (Problem Identification)
3. หาวิธีแก้ปัญหา (Problem Solution)
4. วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
5. พิสูจน์ปัญหา (Verification)

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาสัมพันธ์กับความรู้ความสามารถที่มีอยู่แล้ว ชาร์มานี (Saarni. 1973 : 338 - 345) ได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นวัยรุ่นพบว่า เด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ถึงขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Stage of Formal Operation) มีนัยสำคัญในการทำนายนงานการแก้ปัญหานั้นจะต้องคิดค้นหาวิธีที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งจะต้องมีการคิดและจัดระเบียบวิธีการเป็นไปตามลำดับขั้นงานการแก้ปัญหานั้นจึงจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ดังนั้น การแก้ปัญหาก็ก็ต้องอาศัยความสามารถทางสติปัญญามาช่วย

✓ ชอร์ (Shaw. 1977 : 5227-A) ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่สามารถส่งผลมาถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ในการศึกษานี้ ชอร์กำหนดให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการแก้ปัญหา ได้แบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง ใช้วิธีฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์
2. กลุ่มควบคุม ไม่ให้ฝึก

เมื่อครบ 24 สัปดาห์ นำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบ ผลปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยัง เนื้อหาวิชาสังคมศึกษาได้
2. ไม่พบความแตกต่างในความสามารถพื้นฐาน คือ ด้านความรู้
3. กลุ่มทดลองได้คะแนนการจำแนกประเภทสูงในวิชาสังคมศึกษา

จากงานวิจัยทั้งของไทยและต่างประเทศ พอสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิด สร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังสามารถฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้โดยการใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการฝึก

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิทยา คำรงกุลรัตน์ (พิทยา คำรงกุลรัตน์ 2522 : 37 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา จำนวน 54 คน เป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจี โรจนประศาสน์ (รุจี โรจนประศาสน์ 2523 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หัตถ์คติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามหัตถ์คติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

พัชรา เรืองรัตน์ (พัชรา เรืองรัตน์ 2524 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์

ในปีเดียวกัน กมล หลีกภัย (กมล หลีกภัย 2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

✓ พีระศักดิ์ ไพศาลนันท์ (พีระศักดิ์ ไพศาลนันท์ 2525 : 46 - 47) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชั้นสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีเพียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า สติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วิดเด็น (Widdén. 1973 : 186) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวก คือ กลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุม ครูจะสอนตามหลักสูตรเดิมโดยไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

เกเบิล และ รันบัว (Gable and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษา ในมหาวิทยาลัยอินเดียน่า จำนวน 58 คน พบว่านักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

สตีเวน และ เอทวูด (Steven and Atwood. 1978 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Test of Science Process) และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Interest Inventory) จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอบและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเอกสารและงานวิจัยทั้งหมด พอสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเช่นเดียวกับการสอนตามปกติ นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนรู้มีแนวโน้มที่จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

5. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

8. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ - ภาษาอังกฤษ ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ซึ่งมีนักเรียน 8 ห้องเรียน จำนวน 360 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเลือกห้องเรียนจาก 8 ห้องเรียน เลือกมาเพียง 2 ห้องเรียน
2. นำนักเรียนทั้งสองห้องเรียนที่สุ่มได้มาคละกัน แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) จากภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โดยยึดหลักดังนี้
 - 2.1 กลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนสูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับควอไทล์ที่ 3 ขึ้นไป
 - 2.2 กลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าควอไทล์ที่ 1 ขึ้นไปและต่ำกว่าควอไทล์ที่ 3 ลงมา
 - 2.3 กลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับควอไทล์ที่ 1 ลงมา
3. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

4. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

5. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Randomized Control-Group Posttest-Only Design (ส่วน สายยศ และ อังคภา สายยศ 2528 : 219)

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	-	X	T_2
CR	-	-	T_2

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องอาหารและพลังงาน ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตได้พลังงานจากไหน
2. อาหาร
3. พลังงานจากอาหาร
4. พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
5. พลังงานกับการดำรงชีวิต
6. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสง และการหายใจ

1.2 โครงสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ดัดแปลงรูปแบบมาจากโครงสร้างชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ การ์ดาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. หัวข้อ
2. หัวข้อย่อย
3. จุดมุ่งหมายทั่วไป
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
5. การทดสอบครั้งแรก
6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง
7. คำถามจากสถานการณ์ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง

ทดลองและสรุปผล

1.3 ขั้นตอนของการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียน และทำการวิจัยเอาไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมให้เหมาะสม

2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยเอาไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการลำดับขั้นตอนของทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับวัยและภูมิหลังของผู้เรียน

3. ศึกษารายละเอียดของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสถานการณ์ คำถาม และลำดับเนื้อหาในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จากหนังสือแบบเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และคู่มือครูวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยยึดหลักจากรูปแบบการสร้างชุดการเรียนรู้ ด้วยตนเองโดยใช้สื่อประสมตามแนวของ วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2522 : 28 - 31) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นตอนวางแผนทางวิชาการ (Planing Stage) ประกอบด้วย

5.1.1 กำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่อง และระดับชั้น เพื่อที่จะได้ ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน

5.1.2 การวางจุดมุ่งหมายทั่วไป เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียน ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective) และจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม

- จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective) เป็นจุดมุ่งหมาย กว้าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน

- จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavior Objective) เป็น จุดมุ่งหมายเฉพาะที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามที่วางไว้ และจะทำให้ผู้เรียนดำเนินเรื่อง ได้ตามความมุ่งหมาย ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจได้ตรงกัน และผู้วัดสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการ จะวัด

5.2 ขั้นตอนการสร้าง (Development Stage) ในการสร้างชุดการเรียนรู้ ด้วยตนเองนั้น ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาในรูปแบบบทเรียน โปรแกรม กิจกรรมจากสถานการณ์ที่ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลอง และสรุปผล อุปกรณ์ที่กำหนดให้

หลังจากที่ได้ชุดการเรียนด้วยตนเองแล้ว นำชุดการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

5.3 ขั้นการทดลองเป็นรายบุคคล (Individual tryout and revision) ผู้วิจัยนำชุดการเรียนด้วยตนเองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนราชินีบูรณะ จำนวน 1 คน โดยปฏิบัติการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

5.3.1 ผู้วิจัยชี้แจงและแนะนำการเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง พร้อมทั้งบอกจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้

5.3.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อพิจารณาความรู้เดิมของนักเรียน

5.3.3 ประกอบกิจกรรมจากชุดการเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

5.3.3.1 ศึกษาเนื้อหาในชุดการเรียนและตอบคำถาม

5.3.3.2 ศึกษาคำถามที่เป็นสถานการณ์ ระบุปัญหา ให้ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

5.3.4 ทำแบบฝึกหัดหลังเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง

5.3.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงของนักเรียนว่ามีพัฒนาการมากน้อยเพียงไร

5.3.6 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้มาพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่อง

5.4 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group tryout and revision) ผู้วิจัยนำชุดการเรียนด้วยตนเองที่แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องจากการทดลอง 1 คนแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จำนวน 5 คน โดยดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองรายบุคคล

5.5 ทดลองภาคสนาม (Field tryout and revision) นำชุดการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 แล้ว ไปทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir. 1974 : 18) คือ

1. ขั้นในการตั้งปัญหา
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา
4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ผู้วิจัยนำขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ของ เวียร์ มาสร้างเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นคำถาม 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นในการตั้งปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะหาสาเหตุของปัญหาได้
3. ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้
4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอไว้ได้ว่าเมื่อแก้ปัญหาแล้ว ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ลักษณะ ของแบบทดสอบ

เป็นข้อคำถามที่สร้างขึ้นจากรูปภาพหรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้นในลักษณะให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ใหม่ แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

เกณฑ์การให้คะแนน

ถ้าตอบถูก ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำสั่ง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้น จะมีคำถาม ให้นักเรียนตอบ 4 ข้อ โดยแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

สถานการณ์ "ชาวนาผู้หนึ่งปลูกข้าวพันธุ์เดียวกันและในนาข้าวแห่งเดียวกัน ในปีแรก ข้าวออกงามดี ให้ผลผลิตสูง ในปีที่สอง ต้นข้าวล้มต้นเล็กลง ให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก และในปีที่สาม ต้นข้าวกระแกร็น ให้ผลผลิตต่ำกว่าทุกปี"

ข้อ (0) ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้ (ขั้นตั้งปัญหา)

- ก. ดินขาดแคลนแร่ธาตุ
- ข. ต้นข้าวเจริญเติบโตช้า
- ค. ดินทรายใช้ปลูกข้าวไม่ได้
- ง. เกิดโรคระบาดกับต้นข้าว
- จ. นาข้าวให้ผลผลิตต่ำลงทุกปี

ข้อ (00) ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ (ขั้นวิเคราะห์ปัญหา)

- ก. ต้นข้าวขาดปุ๋ย
- ข. ข้าวพันธุ์นี้ให้ผลผลิตต่ำ
- ค. ต้นข้าวได้รับเชื้อราจึงเป็นโรค
- ง. ต้นข้าวชอบขึ้นในดินเหนียวปนดินร่วน
- จ. ดินในที่แห่งนี้ไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าว

ข้อ (000) นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร (ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา)

- ก. ใส่ปุ๋ยให้แก่นาข้าว
- ข. เปลี่ยนข้าวพันธุ์ใหม่
- ค. ใส่ยาฆ่าเชื้อราแก่ต้นข้าว
- ง. เปลี่ยนไปปลูกข้าวในที่แห่งอื่น
- จ. นำดินเหนียวปนดินร่วนมาใส่นาข้าวแห่งนี้

ข้อ (0000) จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหานี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
(ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์)

- ก. คั้นข้าวหยาบจากเป็นโรครา
- ข. ไล่ข้าวพันธุ์ใหม่ที่ได้ผลผลิตสูง
- ค. คั้นข้าวเจริญงอกงามให้ผลผลิตสูง
- ง. คั้นข้าวเจริญงอกงามคือเมื่อนำไปปลูกในที่แห้งอื่น
- จ. คั้นข้าวที่ปลูกในดินเหนียวบนดินร่วนเจริญงอกงามคือ

การทดลองใช้เครื่องมือ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หา

ค่าอำนาจจำแนก (p) และค่าความยากง่าย (r) ของแบบทดสอบเป็นรายชื่อ โดยใช้วิธีเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้น และค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 จำนวน 28 ข้อ

ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้หลักการสอบซ้ำ (Test-retest) หลังจากนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ในครั้งแรกแล้ว เวนระยะอีก 7 วัน นำแบบทดสอบไปสอบซ้ำกับกลุ่มเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อนำผลที่ได้มาคำนวณหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งแรกกับคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งหลัง โดยใช้สูตร Pearson Product-Moment Coefficient Correlation (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2524 : 164) ได้ค่าความเชื่อมั่น .63

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ จากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2516 : 152 - 275) หนังสือวิธีสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2518 : 1 - 161) หนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2522 : 1 - 405)

3.2 จากการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหารและพลังงาน ได้กำหนดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ไว้ 7 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการคำนวณ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการ ทดลอง ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมทักษะทั้ง 7 นี้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 5 ตัวเลือก โดยสร้างไว้ 69 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการ พิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 100 คน

3.6 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วนำมาตรวจให้คะแนนโดยให้ข้อที่ถูกข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือข้อที่ไม่ได้ทำไม่ให้เป็นคะแนน เมื่อตรวจและรวบรวมคะแนนแล้ว จึงนำมา วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้วิธีเทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่า ความยากง่าย (r) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (p) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 34 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำ มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้หลักการสอบซ้ำ (Test-Retest) แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหา สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งแรกและคะแนนการสอบครั้งหลัง โดยใช้สูตร Pearson-Moment Coefficient Correlation (ส้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2524 : 164) ได้ค่าความเชื่อมั่น .83

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน ที่ได้สุ่มมาและสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 45 คน

2. ทดลองสอนตามแบบแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแผนการสอนของ สสวท. เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที จำนวน 12 คาบ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กลุ่มที่ 2 ใช้สอนตามคู่มือครู สสวท.

1. ครูแนะนำวิธีการเรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับวิธีการเรียน

2. ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง วัสดุ อุปกรณ์ วัตถุประสงค์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติพื้นฐาน (ส่วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 59 - 63)

2. หาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1954 : 6 - 32)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนซ้ำ (Test-retest) คำนวณค่าสูตร Pearson-Moment Coefficient Correlation (ส่วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 164)

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 - 8 เพื่อหาความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test แบบ Independent Group (ส่วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 84)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จะให้เสนอตามลำดับการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

- สมมติฐานที่ 1 มีว่า "นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท." ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลอง และของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	45	18.156	17.725	3.918**
กลุ่มควบคุม	45	14.733	16.609	

$$**t_{.01,88} = 2.358$$

จากตาราง 2 ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสว.

2. สมมติฐานที่ 2 มีว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง" ผลการวิเคราะห์ที่ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

ความสามารถทางการเรียน	N	$\bar{X}$	S^2	t
สูง	15	21.13	5.55	3.16 **
ปานกลาง	15	17.53	14.41	

$$^{**}t_{.01, 28} = 2.467$$

จากตาราง 3 ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

3. สมมติฐานที่ 3 ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ" ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

ความสามารถทางการเรียน	N	$\bar{X}$	s^2	t
สูง	15	21.13	5.55	4.15**
ต่ำ	15	15.80	19.89	

$$^{**}t_{.01,28} = 2.467$$

จากตาราง 4 ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

4. สมมติฐานที่ 4 มีว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ" ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

ความสามารถทางการเรียน	N	$\bar{X}$	S^2	t
ปานกลาง	15	17.53	14.41	1.158
ต่ำ	15	15.80	19.89	

$$t_{.01, 28} = 2.467$$

จากตาราง 5 ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5. สมมติฐานที่ 5 มีว่า "นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท." ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	45	17.44	31.48	0.58
กลุ่มควบคุม	45	16.80	23.80	

$$t_{.01,88} = 2.358$$

จากตาราง 6 ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

6. จากสมมติฐานที่ 6 มีว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง" ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

ความสามารถทางการเรียน	N	$\bar{X}$	S^2	t
สูง	15	22.53	5.55	3.46**
ปานกลาง	15	21.60	31.84	

$$^{**}t_{.01,28} = 2.467$$

จากตาราง 7 ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง

7. สมมติฐานที่ 7 มีว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ" ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

ความสามารถทางการเรียน	N	$\bar{X}$	s^2	t
สูง	15	22.53	5.55	10.06**
ต่ำ	15	12.67	9.24	

$$**t_{.01,28} = 2.467$$

จากตาราง 8 ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

8. สมมุติฐานที่ 8 มีว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ" ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

ความสามารถทางการเรียน	N	$\bar{X}$	S^2	t
ปานกลาง	15	17.13	31.84	2.73**
ต่ำ	15	12.67	9.24	

$$^{**}t_{.01,28} = 2.467$$

จากตาราง 9 ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

สรุปผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตาม

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.
6. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง
7. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

8. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางกับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
5. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง
7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

8. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ จำนวน 8 ห้อง 360 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 8 ห้องเรียน แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาแบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน
2. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน
3. สุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำไว้ 30 คน แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ มีอำนาจจำแนก .20 - .80 และค่าความเชื่อมั่น .63
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีอำนาจจำแนก .20 - .80 และค่าความเชื่อมั่น .83

วิธีการศึกษาครั้งนี้

1. ทดลองสอนใช้เวลาในการสอนแต่ละกลุ่ม 12 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - 1.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 1.2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. เมื่อทดลองเสร็จสิ้นตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. นำผลการทดสอบในข้อ 2 มาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent Group

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับความสามารถทางการเรียนปานกลาง ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับความสามารถทางการเรียนต่ำ และกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางกับกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ โดยใช้ t-test แบบ Independent Group

4. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับความสามารถทางการเรียนปานกลาง กลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับความสามารถทางการเรียนต่ำ และกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางกับความสามารถทางการเรียนต่ำโดยใช้ t-test แบบ Independent Group

สรุปผลการศึกษากันแล้ว

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. จากสมมุติฐานที่กล่าวว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท." ผลจากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น มีกิจกรรมที่นักเรียนต้อง คิด ตัดสินใจ และปรึกษาหารือกันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อดำเนินกิจกรรมตามชุดการเรียนรู้ นอกจากนี้ เมื่อนักเรียนตอบคำถามในชุดการเรียนรู้แล้ว จะได้รับการเสริมแรงทันที ด้วยการตรวจคำตอบที่ให้ไว้ในชุดการเรียนรู้ ถึงแม้ว่านักเรียนจะตอบผิด แต่ก็ไม่ได้รับคำติเตียน นักเรียนสามารถจะแก้ไขคำตอบใหม่ได้ ต่างจากการเรียนจาก

ครูผู้สอน การตั้งคำถามของครูนั้น อาจจะทั่วถึงนักเรียนทุกคน แต่นักเรียนทุกคนจะไม่ได้รับคำถามเหมือนกันทุกคน โอกาสที่จะฝึกการคิดแก้ปัญหาจึงมีน้อยกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ สุมิตร ชูบุตร (สุมิตร ชูบุตร 2518 : 142) ได้กล่าวว่า วิธีสอนแบบให้ค้นพบด้วยตนเอง ช่วยพัฒนาความงอกงามทางด้านสติปัญญา ส่งเสริมนิสัยการวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจ เลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวผู้เรียนเอง

2. จากสมมติฐานที่กล่าวว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง" และ "ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ" ผลจากการศึกษาพบว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01" และ "ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01" ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ ความสำเร็จทางการเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญา (Holland. 1960 : 245 - 254) จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง และสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ และจากการศึกษาของ กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) พบว่าความสามารถทางด้านการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับโครงสร้างทางสติปัญญา ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ

3. จากการศึกษพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่า

นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างไม่มียุทธศาสตร์ที่ดี ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า * การเรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และจากงานที่มีค่าเฉลี่ยในชุดการเรียนให้นักเรียนได้ทำที่นักเรียนตอบเสร็จแล้ว เป็นแรงจูงใจให้นักเรียนได้พยายามคิดแก้ปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ ทำให้นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น จนไม่แตกต่างกับกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง นอกจากนี้กิจกรรมในชุดการเรียนที่ช่วยให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง มีส่วนให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญาของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำหลายคน จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำมีค่าใกล้เคียงกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง เมื่อทดสอบความมียุทธศาสตร์ที่ดีจึงพบว่าไม่แตกต่างกัน

4. จากการศึกษาพบว่า "ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ" ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มแล้ว จะพบว่ากลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. แต่สาเหตุที่ทำให้ไม่สูงกว่าพอที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติได้นั้น อาจเป็นเพราะว่า นักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ต่างก็ได้รับการฝึกทักษะเช่นเดียวกัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองก็เหมือนกัน ต่างกันที่นักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนด้วยตนเอง ปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งในชุดการเรียนด้วยตนเอง ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. จะปฏิบัติตามกิจกรรมตามคำแนะนำของครู

5. จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า "ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียน

ที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ทั้งสามกลุ่มนี้คือนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่างก็ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน แต่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน และจากการวิจัยของ ผลามาต วรานุสัติกุล (ผลามาต วรานุสัติกุล 2524 : 47 - 48) ที่ได้ศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรมีการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง ขึ้นใช้สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่กล่าวถึงขั้นพัฒนาการของเด็กวัย 11 - 15 ปี จะมีพัฒนาการทางสติปัญญา จนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ ซึ่งเด็กในวัยดังกล่าวเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองได้มีโอกาสศึกษา คิด ตัดสินใจด้วยตนเอง

1.2 จากการทดลองใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู สสวท. ดังนั้น ชุดการเรียนด้วยตนเองน่าจะนำมาใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ โดยการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม เช่น การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมเหล่านั้น ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งให้ผู้เรียนแสดงออกทางด้านสติปัญญาอย่างอิสระ

2. ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัย

2.1 ควรมีการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นอื่น ๆ อีก เพราะจะทำให้ได้ข้อมูลและข้อสรุปที่ว่า การสอนเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ควรใช้เนื้อหาในบทใดหรือชั้นใด นำมาสร้างเป็นเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2 ควรมีการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกันจากนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลและข้อสรุปที่ว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน เมื่อได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแล้ว นักเรียนจะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล พลิกภัย ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก พหุระกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 96 หน้า อัครสำเน
- กาญจนา เกียรติประวัติ เอกสารประกอบการเรียน "วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน"
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2522, 258 หน้า
- กิ่งฟ้า สีนธวัช และคนอื่น ๆ รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2525, 169 หน้า
- จิตนา ราชรองเมือง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหา
และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
2516, 91 หน้า อัครสำเน
- ชวาล แพร์ตกุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า
_____ . เทคนิคการวัดผล วัดมาพานิช 2516, 360 หน้า
- ชูชีพ อ่อนโกลสูง การผลิตชุดการสอนระดับประถมศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น
ป.3 เรื่องเสียง ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน 2524, 165 หน้า
- ชูศรี วงศ์รัตนะ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย กรุงเทพฯ โรงพิมพ์เจริญผล 2528,
252 หน้า
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "การปรับปรุงการสอนตามแบบจุฬา" เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติงาน
ตามโครงการอบรมคณาจารย์ ครั้งที่ 1 - 4 ฝ่ายวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518,
60 หน้า

เชาวนีย์ อะระวงค์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรวิญญานิพนธ์

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า อักสำเนา

โชติ เพชรชื่น "แบบทดสอบสถานการณ์" การวัดผลการศึกษา 2 : 7 - 16 กันยายน -
ธันวาคม 2526

_____ "การสอนและการสอบเพื่อคิดเป็น" การวัดผลการศึกษา 17 : 11 - 18

กันยายน - ธันวาคม 2527

ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ในระดับมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติ ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2519, 105 หน้า อักสำเนา

นงนุช วรรณวาทะ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม.

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 89 หน้า อักสำเนา

นิพนธ์ ศุภปริดี เทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิมพ์เขต 2525, 198 หน้า

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง
บรรยายโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2520, 87 หน้า อักสำเนา

นิรมล ศตวุฒิ "ชุดการเรียนรู้แบบเอกเทศบุคคลน่าจะมีบทบาทในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี" รวมกำหนด

1 : 138 - 145 พฤษภาคม 2526

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานความ
สามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถม

ปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521, 119 หน้า อักสำเนา

ประคิษฐ์ สันเื้ออ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ วิทยานิพนธ์

กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า อักสำเนา

ผดุงมาศ วราณสันติกุล ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู
วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 97 หน้า อัดสำเนา

พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" พัฒนวิทย์ 10 : 49 - 51
มกราคม 2517

พรทิพย์ พรหมสาขา ณ สกลนคร ผลการสอนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความ
วิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรินฎา นิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 157 หน้า อัดสำเนา

พรณี ชูทัย จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาสำหรับครูในชั้นเรียน ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 262 หน้า

พยอม ศักดิ์ณี การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยา
ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ปรินฎา นิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 154 หน้า อัดสำเนา

พัชรา เรืองรัมย์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทาง
วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เขต กทม. วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 61 หน้า อัดสำเนา

พัชรี พลวงค์ "การเรียนรู้ด้วยตนเอง" รวมคำแหง 1 : 86 พฤษภาคม 2526

พิทยาภรณ์ กำรงกุลรัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูล
กับการสอนปกติ เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2522, 112 หน้า อัดสำเนา

พิสุทธิ บุญเจริญ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา
เป็นกลุ่มของการสอนด้วยชุดการเรียนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามปกติในวิชาภาษาไทย
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปรินฎา นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522,
280 หน้า อัดสำเนา

มหาวิทยาลัย, ทบวง ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525, 307 หน้า

มันทนา จงสุขสันต์กุล ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า อัดสำเนา

มานัส เพ็ญโรจน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการ
แก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะ
บอกเล่าและภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้ค้นพบด้วยตนเอง ปรินทิพย์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 105 หน้า อัดสำเนา

รุจี โรจนประศาสน์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทาง
วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523,

? 89 หน้า อัดสำเนา

ลัดดา ศุภปริที เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน โอเคียนสโตร์ 2523, 224 หน้า

ลัดดาวัลย์ กัดสุวรรณ การเรียนตามความสามารถ วิทยาศาสตร์ 29 : 34 พฤษภาคม
2518

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ศึกษาพร 2528,
314 หน้า

วรรณดี วรรณศิลป์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2524, 120 หน้า อัดสำเนา

วาสนา ชาวหา เทคโนโลยีทางการศึกษา อักษรสยามการพิมพ์ 2522, 200 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ มงคลการพิมพ์ 2515, 161 หน้า

วีระ วงษ์สรรค์ การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับที่ 4 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 115 หน้า
อัครสำเนา

วีระ เมืองช้าง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทรประดิษฐาราม กทม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 64 หน้า อัครสำเนา

วีระยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์ 2521, 165 หน้า
ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์คุรุสภา 2521, 252 หน้า

สมจิต สวชนไพมูลย์ สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 40 หน้า

สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525, 405 หน้า

สมหวัง ชัยตามล การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาการเรียน วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2528, 278 หน้า อัครสำเนา

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2527, 16 หน้า

_____ แบบเรียนด้วยตนเองการใช้คำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เล่ม 1 - 4, 2525

สุมิตร คุณานุกร หลักสูตรประถมศึกษา 2521 สารมวลง 2520, 246 หน้า

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ การปฏิรูปการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2520, 115 หน้า

- สืบทัด ศาสตร เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกันโดย
การเรียนรู้จากชุดการเรียนด้วยตนเองและจากการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 255 หน้า อัดสำเนา
- สุนันท์ ปัทมาคม ลำดับขั้นในการทำและวางแผนทำชุดการเรียนรู้ ภาควิชาโสตทัศนศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516, 37 หน้า
- สุปราณี อุดมโกคา ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากชุดสื่อการสอนด้วยตนเองใน
วิชาวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 230 หน้า อัดสำเนา
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ พื้นฐานทางเทคโนโลยีในการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน 2526, 152 หน้า
- อำนวย เลิศยงค์ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถ
ด้านการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ปริญญานิพนธ์ กศ.ค.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 305 หน้า อัดสำเนา
- American Association for the Advancement of Science. Science A
Process Approach Company for Teacher. Washington D.C., AAAS, 1970.
 683 p.
- Anderson, Charles Raymond. "The Effectiveness of a Simulation Learning
 Game in Teaching Consumer Credit to Senior High School Student in
 Comparison to a Conventional Approach to Instruction. Dissertation
Abstract International. 31(2) : 670-671A, 1978.
- Atkinson, Smith Krouse. The Educator's Encyclopedia. New Jersey,
 Prentice-Hall, Inc., 1961.
- Bard, Eugene Dwig. "Development of a Variable-Step Programed System
 of Instruction for College Physical Science," Dissertation Abstract
International. 35 : 5947-A, March 1975.
- Bruner, Jerome S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at
the Center for Cognitive Studies. New York, John Wiley and Sons,
 1966.
- Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programed and Material.
 Englewood Cliffs, New Jersey, 1973. 353 p.

- Cudney, Shirley A. "Mediated Self-Instruction of Basic Nursing Skill," Audiovisual Instruction. 9 : 26, November 1975.
- Duan, Jame E. Individualized Instruction Program and Material. Englewood Cliffs, New Jersey, Educational Technology Publication, 1973. 164 p.
- Houston, W. Robert and others. Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules. College of Education Texas : University of Houston, 1972. 110 p.
- John, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts International. 24 : 994-995A, October 1966.
- Kapfer, Philip and Mirian Kapfer. Learning Package in American Education. New Jersey, Educational Technology Publication, 1972. 375 p.
- Mark, Melvin H. Learning Instruction. The Macmillan Company, 1970. 427 p.
- Meridith, C.E. "Development of Problem Solving Skill in High School Physical Science," Dissertation Abstracts. 10 : 3350, April, 1962.
- Piaget, Jean. "The Stage of the Intellectual Development of the Child," Thinking and Resoning. Penquin Book, Ltd., 1962. p. 356 - 362.
- Robinson, Jamed T. "Science Teaching and the Nature of Science in Good, Ronald G.," Science Children Reading in Elementary Science Education. U.S.A., Wmc. Brown Company Publishers, 1972. 48 p.
- Saarni, Ingrid C. "Piagetian Operation and Field Independance as Factors in Children's Problem-Solving Performance," Child Development. 44 : 338 - 345, 1973.
- Stahl, Dona K. Individual Instruction Through Differentialed Learning Programs. New York, Parker Publishing Company, Inc., 1976.
- Strickland, W.R. "A Comparison of a Programed Course and a Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation Abstracts International. 32 : 2510-A, November 1971.
- Thorndike, Robert L. "How the Children Learn the Principles and Techniques of Problem-Solving," Learning and Instruction. Chicago, 1950. p. 192 - 216.
- Usaha, Sutep. "Analysis of Knowlege Levels of Questions Appearing at the End of Each Chapter of Science Textbook Used in Thai Lower Secondary School," Dissertation Abstracts International. 49(07) : 2307-A, January 1983.

Vannoy, J.S. "Generality of Cognitive Complexity Simplicity as a Personality Construct," Journal of Personality and Social Psychology. 1965.

Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," The Science Teacher. 4 : 16 - 18, April 1974.

การทบทวน ก.

ตาราง 4 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1.	.78	.47	9.9	15.	.68	.41	11.2
2.	.62	.50	11.7	16.	.74	.64	10.4
3.	.80	.43	9.7	17.	.70	.59	10.9
4.	.30	.38	15.1	18.	.60	.53	12.0
5.	.74	.64	10.4	19.	.62	.33	11.8
6.	.79	.21	9.8	20.	.62	.50	11.7
7.	.70	.36	10.8	21.	.72	.54	10.7
8.	.62	.41	11.7	22.	.62	.36	11.8
9.	.50	.61	13.0	23.	.45	.21	13.5
10.	.77	.31	10.0	24.	.78	.21	9.9
11.	.34	.45	14.6	25.	.75	.52	10.3
12.	.38	.50	14.3	26.	.66	.65	11.3
13.	.69	.70	11.0	27.	.56	.50	12.4
14.	.59	.23	12.1	28.	.50	.48	13.0

ตาราง 5 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1.	.57	.27	12.3	18.	.76	.24	10.1
2.	.37	.24	14.4	19.	.67	.53	11.2
3.	.75	.52	10.3	20.	.21	.31	16.2
4.	.40	.39	14.0	21.	.26	.41	15.6
5.	.75	.38	10.3	22.	.35	.36	14.6
6.	.80	.28	9.6	23.	.31	.29	15.0
7.	.54	.41	12.6	24.	.24	.24	15.9
8.	.46	.48	13.5	25.	.33	.53	14.8
9.	.70	.59	10.9	26.	.56	.38	12.4
10.	.43	.27	13.7	27.	.46	.41	13.4
11.	.44	.30	13.6	28.	.35	.56	14.6
12.	.68	.41	11.2	29.	.35	.29	14.6
13.	.65	.36	11.4	30.	.75	.28	10.4
14.	.78	.59	10.0	31.	.48	.22	13.2
15.	.73	.60	10.5	32.	.30	.38	15.1
16.	.46	.34	13.4	33.	.52	.37	12.8
17.	.43	.67	13.7	34.	.58	.42	12.2

ตาราง 6 จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามทักษะ

ทักษะ	ข้อที่
1. การสังเกต	10, 21, 18, 25
2. การคำนวณ	3, 4, 14, 32, 35
3. การวัด	1, 26, 31
4. การจำแนกประเภท	2, 19, 34, 30
5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	8, 9, 16, 23, 24
6. การทดลอง	11, 12, 13, 17, 28, 29
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5, 6, 7, 15, 22, 20, 27

คำสั่ง ข้อทดสอบนี้จะมีข้อมูลที่เป็นสถานการณ์มาให้ให้นักเรียนศึกษา ให้นักเรียนใช้เฉพาะข้อมูลในสถานการณ์นั้น ๆ ตอบคำถาม แต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 1 - 4

สถานการณ์ "หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีเพียงหนองน้ำท้ายหมู่บ้านเท่านั้นที่เป็นแหล่งน้ำให้ใช้ ชาวบ้านจึงใช้เป็นที่อาบน้ำ ชักผ้า ตักน้ำไปดื่ม แต่ชาวบ้านในหมู่บ้านนี้มักป่วยเป็นโรคท้องร่วงอยู่เสมอ"

1. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|---------------------------------|---|
| ก. หมู่บ้านนี้ขาดแคลนน้ำ | ข. หมู่บ้านแห่งนี้ไม่มีน้ำประปาใช้ |
| ค. ชาวบ้านป่วยเป็นโรคท้องร่วง | ง. ในผงชักพอกที่ใช้ชักผ้ามีเชื้อโรคท้องร่วง |
| จ. ชาวบ้านชอบขับถ่ายลงในหนองน้ำ | |

2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ก. มีเชื้อโรคในน้ำที่ชาวบ้านดื่ม | ข. หมู่บ้านนี้ขาดแคลนแหล่งเก็บน้ำ |
| ค. เกิดโรคท้องร่วงระบาดในหมู่บ้าน | ง. ชาวบ้านไม่สร้างส้วมที่ถูกสุขลักษณะ |
| จ. ฝนไม่ตกที่หมู่บ้านนี้เป็นเวลานาน | |

3. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ก. จัดการทำฝนเทียม | ข. ให้ชาวบ้านดื่มน้ำต้มสุก |
| ค. ห้ามชาวบ้านชักผ้าในบริเวณหนองน้ำ | ง. ให้ชาวบ้านปลูกผีป้องกันโรคท้องร่วง |
| จ. ขุดส้วมสาธารณะที่ถูกสุขลักษณะไว้ใช้ในหมู่บ้าน | |

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| ก. ชาวบ้านไม่ป่วยเป็นโรคพยาธิ | ข. ชาวบ้านมีภูมิคุ้มกันโรคท้องร่วง |
| ค. มีแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นในหมู่บ้าน | ง. ชาวบ้านมีน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะ |
| จ. ชาวบ้านมีน้ำฝนดื่มแทนน้ำจากหนองน้ำ | |

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 5 - 8

สถานการณ์ "บ้านหลังหนึ่งปลูกอยู่ริมแม่น้ำ ทุกปีเมื่อมีการวัดน้ำก็พบว่าน้ำของบริเวณนี้ลดลงทุกปี โดยเฉพาะน้ำที่บริเวณใกล้กับฝั่งแม่น้ำที่เป็นที่โล่ง"

5. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| ก. เกิดน้ำท่วมบ้านทุกปี | ข. น้ำของบ้านนี้ลดลง |
| ค. แม่น้ำสายนี้เปลี่ยนทางเดิน | ง. น้ำในแม่น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น |
| จ. บ้านหลังนี้ปลูกใกล้แม่น้ำมากเกินไป | |

6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|---|----------------------------------|
| ก. น้ำกัดเซาะดิน | ข. ป่าถูกทำลายน้ำจึงท่วม |
| ค. ฝนไม่ตกทำให้ น้ำลดลง | ง. คนทิ้งขยะมากแม่น้ำจึงตื้นเขิน |
| จ. การสร้างเขื่อนกั้นน้ำน้ำจึงเพิ่มขึ้น | |

7. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ก. ปลูกต้นไม้ริมตลิ่ง | ข. ขนดินจากที่อื่นมาถมริมตลิ่ง |
| ค. ปลูกป่าทดแทนป่าที่ถูกทำลายไป | ง. ห้ามประชาชนทิ้งขยะลงในแม่น้ำ |
| จ. ให้เขื่อนปล่อยน้ำปริมาณน้อยลง | |

8. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- | | |
|--|--|
| ก. น้ำไม่ท่วมบ้านนี้ | ข. แม่น้ำมีปริมาณน้ำลดลง |
| ค. แม่น้ำสายนี้จะมีขนาดกว้างกว่าเดิม | ง. บ้านหลังนี้จะมีบริเวณบ้านเพิ่มขึ้นทุกปี |
| จ. บ้านหลังนี้มีบริเวณบ้านไม่เปลี่ยนแปลง | |

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 9 - 12

สถานการณ์ "หมู่บ้านแห่งหนึ่งในยามฤดูแล้ง จะเกิดภาวะขาดแคลนน้ำ เพราะไม่มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ชาวบ้านจึงคิดว่าควรสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้ง จึงช่วยกันขุดดิน ซึ่งเป็นดินปนทรายสร้างเป็นอ่างเก็บน้ำ เมื่อฝนตกลงมาก็มีน้ำขังเต็มอ่างเก็บน้ำ แต่ต่อมาภายในเวลาเพียง 1 สัปดาห์เท่านั้น น้ำในอ่างเก็บน้ำก็ค่อย ๆ ลดลงและในที่สุดก็แห้งหมด"

9. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| ก. ชาวบ้านไม่มีน้ำสำหรับปลูกข้าว | ข. หมู่บ้านนี้ไม่มีน้ำประปาไว้บริโภค |
| ค. เกิดภาวะขาดแคลนน้ำในหมู่บ้าน | ง. น้ำในอ่างเก็บน้ำหายไปหมด |
| จ. น้ำในอ่างเก็บน้ำไม่เหมาะแก่การดื่ม | |

10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|---|--|
| ก. ดินปนทรายไม่อุ้มน้ำ | ข. น้ำจากอ่างเก็บน้ำไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า |
| ค. แสงแดดส่องน้ำน้ำจึงระเหยหมด | ง. หมู่บ้านนี้ไม่มีการขุดคลองชลประทาน |
| จ. สิ่งแวดล้อมรอบอ่างเก็บน้ำแห้งแล้งมาก | |

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- | |
|---|
| ก. ขุดบ่อบาดาลใช้เพื่อไม่ให้ขาดแคลนน้ำ |
| ข. หาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับดินปนทรายมาปลูก |
| ค. สร้างเขื่อนกั้นน้ำในหมู่บ้านแล้วขุดคลองชลประทาน |
| ง. กั้นพลาสติกคลุมอ่างเก็บน้ำเพื่อไม่ให้แสงแดดส่องน้ำ |
| จ. ปลูกพืชน้ำที่ทนน้ำเพื่อไม่ให้ให้น้ำซึมลงไป |

12. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- | | |
|--|-------------------------------------|
| ก. ชาวบ้านปลูกข้าวได้ | ข. มีคลองชลประทานในหมู่บ้าน |
| ค. อ่างเก็บน้ำสามารถเก็บน้ำไว้ได้ | ง. ชาวบ้านมีน้ำบาดาลที่สะอาดไว้ดื่ม |
| จ. น้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ถูกแสงแดดส่องระเหยไป | |

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 13 - 16

สถานการณ์ "บริเวณขึ้นแฉะรอบหนองน้ำท้ายหมู่บ้านคงมีหลอก มีใบไม้ที่หล่นจากต้นไม้รอบหนองน้ำทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ชาวบ้านก็ยังตักน้ำจากหนองน้ำนี้ไปใช้ดื่มหรืออาบน้ำได้ เมื่อเวลาใกล้ค่ำหรือกลางคืนชาวบ้านจะไม่กล้ามาตักน้ำที่หนองน้ำ เพราะมีคนเห็นดวงไฟลอยขึ้นมาจากหนองน้ำเสมอ ทำให้ชาวบ้านหวาดกลัวว่าคงจะมีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน"

13. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. มีต้นไม้ปลูกอยู่ในหมู่บ้าน
- ข. ทำไมไม่มีดวงไฟลอยขึ้นจากหนองน้ำ
- ค. ชาวบ้านไม่สามารถใช้น้ำในหนองน้ำ
- ง. ใบไม้ที่หล่นในหนองน้ำทำให้น้ำสกปรก
- จ. เวลากลางคืนชาวบ้านไม่กล้าออกจากบ้าน

14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. หมู่บ้านนี้ไม่มีไฟฟ้าใช้
- ข. มีต้นไม้ปลูกมากจนปลาน้ำในหนองน้ำ
- ค. รอบ ๆ หนองน้ำมีพืชน้ำที่ขึ้นเร็ว
- ง. การห้ามของใบไม้ทำให้น้ำในหนองน้ำสกปรก
- จ. ดวงไฟเกิดจากใบไม้ที่ห้ามกันทำให้เกิดการชนกันที่เร็วขึ้น

15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

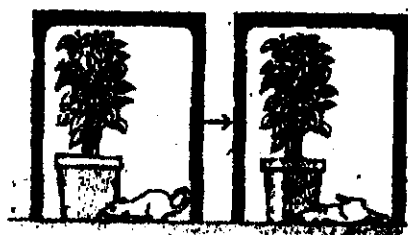
- ก. ติดตั้งไฟที่หนองน้ำเพื่อให้สว่าง
- ข. เก็บกวาดใบไม้รอบหนองน้ำไปเผาทิ้ง
- ค. นำน้ำในหนองน้ำไปฆ่าเชื้อโรคก่อนดื่ม
- ง. สืบหาคนเป็นต้นเหตุแล้วไล่ออกจากหมู่บ้าน
- จ. ทดลองให้ชาวบ้านเข้าใจว่าดวงไฟเกิดจากอะไร

16. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. ไม่มีต้นไม้ปลูกในหมู่บ้านอีก
- ข. ชาวบ้านสามารถออกนอกบ้านได้
- ค. ชาวบ้านมีความเข้าใจเกี่ยวกับดวงไฟ
- ง. ชาวบ้านมีน้ำดื่มที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค
- จ. หมู่บ้านนี้มีไฟฟ้าใช้ในเวลากลางคืน

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 17 - 20

สถานการณ์ "นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งได้ทำการทดลองโดยตั้งตุ้มไว้กลางแสงแดดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
ดังภาพข้างล่างนี้"



17. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| ก. ทำไมหนูจึงตาย | ข. พี่ไม่ได้รับแสงแดด |
| ค. ต้นไม้แย่งอากาศหนูหายใจ | ง. ภายในตู้มืดไม่มีอากาศ |
| จ. ต้นไม้เจริญเติบโตผิดปกติ | |

18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ก. หนูตัวนี้ขาดอาหาร | ข. ต้นไม้ต้นนี้เป็นต้นไม้มีพิษ |
| ค. ต้นไม้ไม่ได้สังเคราะห์แสง | ง. หนูตัวนี้ขาดแสงแดดจึงหยุดหายใจ |
| จ. หนูตัวนี้ขาดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | |

19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหานี้ในสถานการณ์ได้อย่างไร

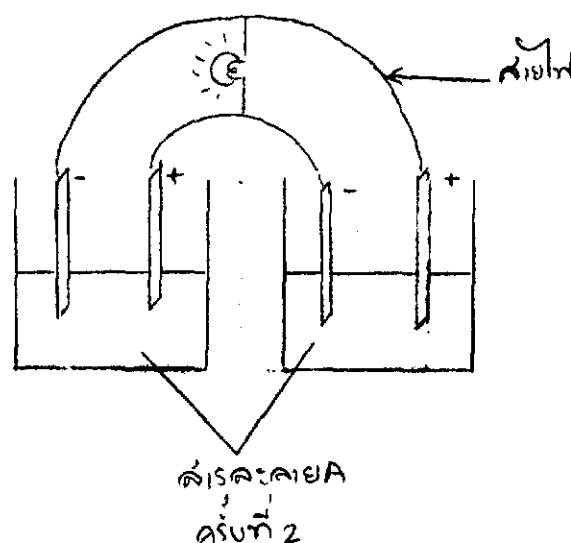
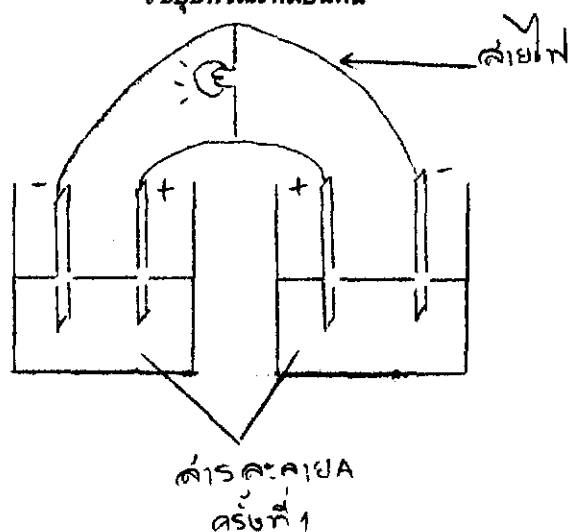
- | | |
|---|---------------------------|
| ก. นำต้นไม้ออก | ข. ทาสีตู้มืดให้เป็นสีขาว |
| ค. ใช้ตู้ที่เป็นตู้โปร่งแสง | ง. นำอาหารใส่ไว้ให้หนูกิน |
| จ. ใช้แสงไฟสว่าง ๆ ส่องภายนอกตู้แทนแสงแดด | |

20. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหานี้ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- | | |
|--|------------------------|
| ก. หนูตัวนี้จะไม่ตาย | ข. ต้นไม้เจริญงอกงามดี |
| ค. การเปลี่ยนสีตู้มืดทำให้ต้นไม้สังเคราะห์แสงได้ | |
| ง. ต้นไม้ใช้แสงที่ส่องจากภายนอกตู้มืดแทนแสงอาทิตย์ | |
| จ. หนูที่อยู่ในตู้มืดเพียงอย่างเดียวมีอากาศพอแก่การหายใจ | |

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 21 - 24

สถานการณ์ "ในการทดลองเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีดังภาพข้างล่างนี้ โดยการทดลองทั้งสองครั้ง ใช้อุปกรณ์เหมือนกัน"



21. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. การทดลองครั้งที่สองหลอดไฟไม่สว่าง
- ข. การทดลองทั้งสองครั้งที่หลอดไฟสว่างไม่เท่ากัน
- ค. การทดลองทั้งสองครั้งใช้แผ่นโลหะแตกต่างกัน
- ง. สายไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 ขาด
- จ. การทดลองทั้งสองครั้งไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

22. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. แผ่นโลหะทั้งสองไม่นำไฟฟ้า
- ข. สารละลาย A ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า
- ค. สารละลาย A เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี
- ง. การต่อขั้วไฟฟ้าโดยเอาขั้วเหมือนกันต่อกัน
- จ. การต่อขั้วไฟฟ้าโดยเอาขั้วต่างกันต่อเข้าด้วยกัน

23. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. เปลี่ยนสายไฟฟ้าใหม่
- ข. ใช้แผ่นโลหะที่เป็นโลหะต่างชนิดกัน
- ค. ต่อวงจรโดยเอาขั้วต่างกันต่อกัน
- ง. นำแบตเตอรี่มาต่อเข้ากับหลอดไฟ
- จ. ใช้สารละลายที่เป็นตัวนำไฟฟ้าแทนสารละลาย A

24. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- ก. หลอดไฟในการทดลองครั้งที่ 2 สว่าง ข. ค่ายไฟระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 อันเท่ากัน
- ค. หลอดไฟในการทดลองทั้ง 2 ครั้งสว่างเท่ากัน
- ง. หลอดไฟในการทดลองครั้งที่ 2 สว่างมากขึ้นกว่าเดิม
- จ. มีกระแสไฟฟ้าไหลมากขึ้นในการทดลองครั้งที่ 2

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์ข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 25 - 28

สถานการณ์ "ชายผู้หนึ่งจอดรถทิ้งไว้หน้าสำนักงานแห่งหนึ่ง ก่อนลงจากรถเขาได้ไขกระจกรถขึ้นทั้งหมด หลังจากเขาไปธุระเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อกลับมาที่รถพบว่ากระจกรถด้านข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ก็ทราบว่าไม่มีใครทุบหรือขว้างกระจกรถเขาเลย เมื่อเปิดเข้าไปในรถก็สังเกตเห็นเนยที่วางอยู่ในรถเยิ้มเหลว"

25. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. ใครเป็นคนทุบกระจกรถ ข. กระจกรถแตกเพราะอะไร
- ค. สำนักงานแห่งนี้ไม่มีที่จอดรถ ง. ทำไมเนยจึงเกิดการเยิ้มเหลว
- จ. ทำไมแสงแดดทำให้กระจกรถแตก

26. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. สำนักงานแห่งนี้ขาดร่มไม้ ข. เนยได้รับความร้อนจึงเกิดการเยิ้มเหลว
- ค. กระจกรถได้รับความร้อนจึงหดตัวทำให้กระจกแตก
- ง. อุณหภูมิของอากาศภายในรถสูงขึ้นจึงขยายตัวดันให้กระจกรถแตก
- จ. อุณหภูมิของอากาศนอกรถสูงขึ้นจึงขยายตัวดันกระจกรถแตก

27. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- ก. จ้างคนเฝ้ารถขณะไปธุระ ข. ใช้วัสดุทำกระจกให้หนาขึ้น
- ค. ปลุกต้นไม้เพื่อให้มีร่มไม้ไว้จอดรถ
- ง. เปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ในรถเพื่อลดอุณหภูมิ
- จ. ทำช่องระบายอากาศภายในรถออกมาข้างนอก

28. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. กระจกรถหนาทานไม่แตกง่าย
- ข. อุณหภูมิของอากาศภายในรถลดลง
- ค. รถยนต์ที่จอดได้คันไม้กระจกไม่แตก
- ง. เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิภายในรถลดลง
- จ. เก็บเงินไว้ภายในรถยนต์ได้นาน ๆ โดยไม่เสีย

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำสั่ง ให้นักเรียนกากบาทลงบนตัวอักษรหน้าข้อความที่เห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวใน
กระดาษคำตอบ

1. เครื่องมือข้อใดเหมาะสมในการใช้วัดขนาดของห้องเรียน

ก. สายวัด	ข. เทปวัด
ค. ไม้เมตร	ง. ไม้บรรทัด
จ. เวอร์เนียคาลิเปอร์	
2. ข้อใดไม่อยู่ในพวกเดียวกัน

ก. สุนัข หมู วัว	ข. เบ็ด ไก่ นก
ค. คางคก กบ เขียด	ง. ปลาช่อน ปลาดุก ปลาตะเพียน ปลาคู
จ. นกกระเจอก นกแก้ว นกเพนกวิน	
3. นักเรียน 6 คน มีความสูงดังนี้ 158.5, 160.0, 159.4, 162.5, 156.2 และ 165.0 cm นักเรียนกลุ่มนี้มีความสูงเฉลี่ยเท่าไร

ก. 160.27 cm	ข. 176.42 cm
ค. 185.02 cm	ง. 189.28 cm
จ. 212.69 cm	
4. สารชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 2.8 g/cm^3 ถ้านำสารชนิดนี้มา 25 cm^3 จะมีค่ามวลเท่าไร

ก. 0.112 g	ข. 8.92 g
ค. 11.2 g	ง. 28.0 g
จ. 70.0 g	

5. ข้อใดที่ผู้บันทึกข้อมูลเฝ้าระวังความผิดปกติเห็นลงไปด้วย

ก. ลูกอมชนิดนี้มีรสเหมือนกับจุ่น

ข. ป่าบริเวณนี้มีทั้งไม้เต็ง ไม้รัง

ค. ของเหลวในบีกเกอร์ใส ไม่มีสี

ง. ดอกกุหลาบดอกนี้ สีแดง มีกลิ่นหอม

จ. ดินบริเวณนี้มีทั้งสีแสด กำ และ เหลือง

6. จากการทดลอง เพื่อพิสูจน์ส่วนต่าง ๆ ของพืชสะสมอาหารอย่างเดียวกันหรือไม่ ได้ผลดังตารางข้างล่าง

ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ	เป็นส่วนใดของพืช					ประเภทอาหาร		
	ราก	ลำต้น	ใบ	ผล	เมล็ด	แป้ง	กลูโคส	โปรตีน
เผือก		✓				✓		
มันเทศ	✓					✓	✓	
หัวผักกาดขาว	✓						✓	
หัวหอม			✓				✓	
ถั่วลิสง					✓			✓
เงาะ				✓			✓	✓

ข้อใดเป็นการลงความผิดปกติจากข้อมูล

ก. พืชชนิดเดียวกันสะสมอาหารเหมือนกัน

ข. ส่วนต่าง ๆ ของพืชสะสมอาหารต่างกัน

ค. ส่วนต่าง ๆ ของพืชสะสมอาหารประเภทเดียวกัน

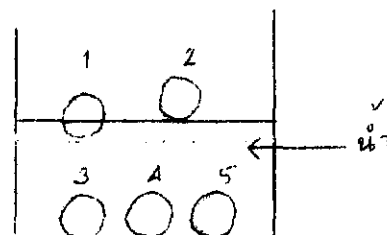
ง. อาหารประเภทโปรตีนสะสมที่เมล็ดมากที่สุด

จ. ส่วนต่าง ๆ ของพืชสะสมอาหารเหมือนกันหรือต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช

7. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากตารางข้างล่างนี้

ชนิดของสาร	ความหนาแน่น (g/cm^3)
A	2.5
B	2.4
C	2.0
น้ำ	1.0
D	0.8
E	0.5

เมื่อนำสาร A, B, C, D และ E
ไปลอยน้ำปรากฏผลดังภาพข้างล่าง



หมายเลข 1 คือสารในข้อใด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

จ. E

8. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานว่า "พืชจำเป็นต้องใช้แสงแดดในการเจริญเติบโต"
ต้องจัดอะไรให้เหมือนกัน

ก. ปริมาณน้ำ ปุ๋ย แสงแดดที่พืชได้รับ

ข. สิ่งแวดล้อม ขนาด ชนิด และอายุของพืช

ค. ขนาด ชนิด และอายุของพืช ปริมาณน้ำและปุ๋ย

ง. ปริมาณน้ำ ปุ๋ย ขนาด ชนิดและอายุของพืช สิ่งแวดล้อม

จ. ปริมาณน้ำ ปุ๋ย ชนิด อายุ และขนาดของพืช สิ่งแวดล้อมยกเว้นแสงแดด

- [illegible]

12. การทดลองเพื่อทดสอบ "มวลของสารก่อนและหลังปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน" มีขั้นตอนการทดลองดังนี้
- (1) ใส่สารละลาย A 5 cm^3 ในกล่องพลาสติกเบอร์ 5 ไม่ต้องปิดฝา
 - (2) วางกล่องนี้ในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 ซึ่งมีสารละลาย B 20 cm^3 ปิดฝากล่องให้สนิท นำไปตั้งแล้วบันทึกผล
 - (3) เอียงกล่องพลาสติกเบอร์ 1 เพื่อให้สารทั้ง 2 ชนิดผสมกันแล้วตั้งกล่องไว้ตามเดิม เขย่าเล็กน้อย สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น นำไปตั้งอีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล
- ข้อใดเป็นชุดของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการทดลองนี้
- ก. กล่องพลาสติกเบอร์ 1, 5 เครื่องชั่ง
 - ข. กล่องพลาสติกเบอร์ 1, 5 หลอดจลิตยา
 - ค. กล่องพลาสติกเบอร์ 1, 5 หลอดจลิตยา และเครื่องชั่ง
 - ง. กล่องพลาสติกเบอร์ 1, 5 หลอดจลิตยา, เครื่องชั่ง และเทอร์โมมิเตอร์
 - จ. กล่องพลาสติกเบอร์ 1, 5 หลอดจลิตยา, เครื่องชั่ง, หลอดทดลอง และเทอร์โมมิเตอร์
13. จากข้อ 12 เพื่อให้สังเกตปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน สาร A และสาร B ควรเป็นสารในข้อใด
- ก. A คือสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
B คือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
 - ข. A คือสารละลายคอปเปอร์คาร์บอเนต
B คือสารละลายเลดไนเตรต
 - ค. A คือสารละลายโพตัสเซียมไอโอไดด์
B คือสารละลายไนเตรต
 - ง. A คือสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
B คือสารละลายคลอโรฟอร์ม
 - จ. A คือสารละลายคลอโรฟอร์ม
B คือสารละลายแอมโมเนียคลอไรด์

14. ในการทดลองเพื่อปลูกข้าวโพดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ปรากฏว่าได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

วันที่	ความสูงของต้นข้าวโพด (มิลลิเมตร)
1	20
2	30
3	40
4	50
5	50
6	60
7	70

ค่าเฉลี่ยของความสูงของต้นข้าวโพด

3 วันสุดท้ายมีค่ากี่มิลลิเมตร

ก. 30

ข. 38.3

ค. 60.0

ง. 90.0

จ. 255.0

15. จากตารางบันทึกผลการทดสอบหินชนิดต่าง ๆ ด้วยกรดไฮโดรคลอริก ได้ผลดังนี้

ชนิดของหิน	การเปลี่ยนแปลง เมื่อหยดกรด
หมายเลข 1	ไม่เปลี่ยนแปลง
หมายเลข 2	ไม่เปลี่ยนแปลง
หมายเลข 3	เกิดฟองก๊าซ
หมายเลข 4	ไม่เปลี่ยนแปลง
หมายเลข 5	ไม่เปลี่ยนแปลง

หินหมายเลข 3 คือ หินในข้อใด

ก. หินแกรนิต

ข. หินปูน

ค. หินอัคนี

ง. หินชนวน

จ. หินพัมมิส

16. ในการทดลองครั้งหนึ่ง มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- (1) เตรียมดิน 2 กระถาง กระถางที่ 1 ไม่ผสมขี้วัวม้า กระถางที่ 2 ผสมขี้วัวม้า
 - (2) ปลูกลิ้นพริกขนาดเท่ากัน กระถางละ 1 ต้น
 - (3) วางไว้ในที่ที่ได้รับแสงแดด
 - (4) รดน้ำดินพริกทั้ง 2 ต้น ปริมาณเท่ากันทุกวัน
 - (5) สังเกตการเจริญเติบโตของต้นพริกทั้ง 2 ต้น บันทึกผลทุก ๆ วัน เป็นเวลา 15 วัน
- ขั้นตอนใดเป็นตัวแปรตาม

- | | |
|--------|--------|
| ก. (1) | ข. (2) |
| ค. (3) | ง. (4) |
| จ. (5) | |

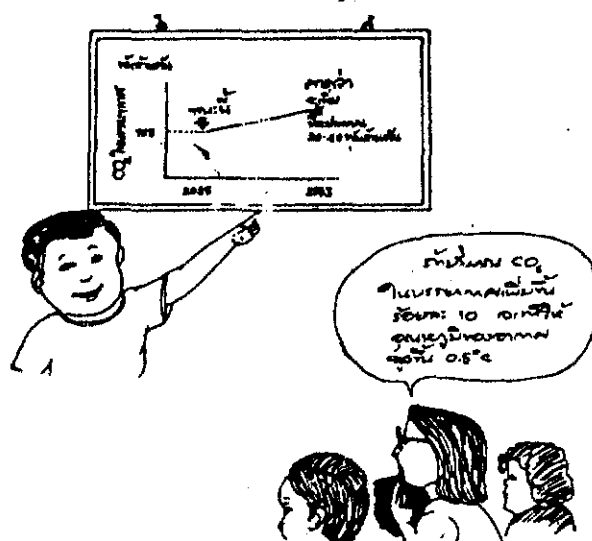
17. นักเรียนกลุ่ม A, B, C, D และ E ต้องการทดสอบว่า "ความต้านทานของหลอดนำขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด" นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองดังนี้

- กลุ่ม A นำหลอดนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกัน มีความยาวเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
ต่อเข้าวงจร
- กลุ่ม B นำหลอดนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกัน ความยาวต่างกัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
- กลุ่ม C นำหลอดนำที่ทำจากโลหะต่างชนิดกัน ความยาวเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
ต่อเข้าวงจร
- กลุ่ม D นำหลอดนำที่ทำจากโลหะต่างชนิดกัน ความยาวเท่ากัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
ต่อเข้าวงจร
- กลุ่ม E นำหลอดนำที่ทำจากโลหะชนิดเดียวกัน ความยาวเท่ากัน แต่พื้นที่หน้าตัดต่างกัน
ต่อเข้าวงจร

การทดลองของกลุ่มใดถูกต้อง

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

20. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากภาพข้างล่างนี้



- ก. ขณะนี้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก
- ข. ในอนาคตปริมาณก๊าซออกซิเจนจะลดลง
- ค. ในปี พ.ศ. 2600 อุณหภูมิจะสูงกว่าปัจจุบันมาก
- ง. ปี พ.ศ. 2525 มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 723 ล้านตัน
- จ. การปลูกต้นไม้มากขึ้นทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น

21. เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน เมื่อนำผ้าสีครามมาหุ้มกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์อันที่หนึ่ง ส่วนอันที่สองนั้น หุ้มด้วยผ้าสีขาวแล้วนำไปตั้งไว้กลางแดด 10 นาที ได้ผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

เทอร์โมมิเตอร์อันที่	อุณหภูมิ (°C)	
	ในร่ม	เมื่อวางกลางแดด
ผ้าครามหุ้ม	29	33
ผ้าขาวหุ้ม	29	30

ข้อใดไม่ใช่ข้อมูลจากการสังเกต

- ก. อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันที่หนึ่ง 33 °C
 ข. อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันที่สอง 30 °C
 ค. อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันที่หนึ่งและอันที่สองต่างกัน 3 °C
 ง. อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันที่หนึ่งสูงกว่าอันที่สอง
 จ. อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันที่สองเพิ่มขึ้นน้อยกว่าอันที่หนึ่ง
22. จากการทดลองละลายสาร A ในน้ำ 50³cm ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้ผลการทดลองดังนี้

อุณหภูมิของน้ำ (°C)	ปริมาณของสารที่ละลายในน้ำ
60	23
70	31
80	39
90	47

สาร A คือสารในข้อใด

- ก. น้ำตาล
 ข. แอมโมเนีย
 ค. แสงมัน
 ง. กำมะถัน
 จ. คัลเซียมไฮดรอกไซด์

23. ถ้านักเรียนอยากทราบว่าหลอดไฟของแต่ละบริษัทที่ผลิตออกมาขาย หลอดไฟบริษัทใดจะใช้งาน
ทนกว่ากัน ต้องควบคุมตัวแปรในข้อใดเพื่อให้ผลการทดลองเชื่อถือได้

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| ก. ขนาดของหลอดไฟ | ข. ราคาของหลอดไฟ |
| ค. กำลังวัตต์ของหลอดไฟ | ง. ระยะเวลาในการทดลอง |
| จ. วัสดุที่ใช้ทำไส้หลอดไฟ | |

24. ถ้าเรากำลังสมมุติฐานว่า "เนื้อที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช" ในการทดลองนี้
สิ่งที่ไม่ต้องควบคุมคืออะไร

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| ก. ขนาดของเนื้อที่ | ข. ปริมาณน้ำที่รด |
| ค. ความเข้มของแสงแดด | ง. อุณหภูมิของบริเวณทดลอง |
| จ. ชนิด ขนาด และอายุของพืช | |

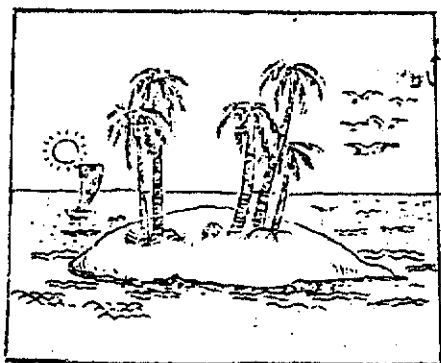
25. ข้อใดไม่ใช่การสังเกต

- | | |
|---|--|
| ก. ขณะฝนกำลังตก | ข. วันนี้ท้องฟ้ามีเมฆมาก |
| ค. ภาพน้ำบนถนนเกิดจากการหักเหแสง | ง. มีหยดน้ำจำนวนมากเกาะอยู่รอบ ๆ แก้วน้ำแข็ง |
| จ. เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแข็งสุก น้ำแข็งสุกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน | |

26. ถ้านักเรียนต้องการหาปริมาตรของดินน้ำมันที่ปั้นเป็นก้อนกลม จะเลือกใช้เครื่องมือในข้อใด

- | | |
|--------------|------------|
| ก. ไม้เมตร | ข. ปีเปต |
| ค. เทปวัด | ง. ยูเรก้า |
| จ. ไม้บรรทัด | |

27. เมื่อนักเรียนมองภาพข้างล่างนี้ มีความคิดเห็นอย่างไร



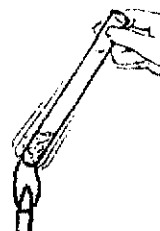
- | |
|-----------------------------|
| ก. ไม่มีคนบนเกาะ |
| ข. มีเรือใบ 1 ลำ |
| ค. นกกำลังบิน |
| ง. ในภาพเป็นเวลาบ่าย |
| จ. มีต้นมะพร้าวบนเกาะ 5 ต้น |

28. การทดลองเพื่อหาปริมาณการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง ควรเลือกใช้ อุปกรณ์ในข้อใดจึงเหมาะสม

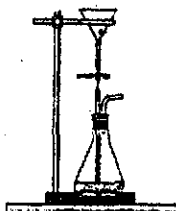
ก.



ข.



ค.



ง.

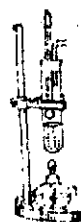


จ.

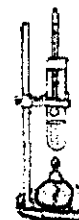


29. การทดลองเพื่อหาจุดเดือดของน้ำ อุปกรณ์ในข้อใดเหมาะสม

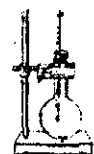
ก.



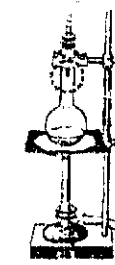
ข.



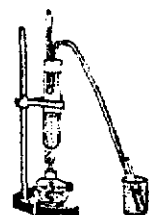
ค.



ง.



จ.



30. ถ้าต้องเกณฑ์ตามประโยชน์การใช้สอย ภาพในข้อใดแตกต่างจากพวก



31. ข้อใดเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับการวัดหาปริมาณสิ่งที่ต้องการวัด

ก. ใช้ไม้เมตรวัดความสูงของโต๊ะ

ข. ใช้แว่นขยายส่องนับจำนวนแบงค์ที่เรียง

ค. ใช้บาร์อิมิตเตอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์

ง. ใช้ยูเรก้าหาปริมาณของน้ำที่ไหลลง

จ. ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดใช้หาจุดเดือดของน้ำ

32. น้ำมีมวล 5.2 g ที่ 10°C เมื่อเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำเดือด ต้องการปริมาณความร้อนเท่าใด (ถ้าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ = 540 cal/g)

ก. 540.0 cal

ข. 1,656.0 cal

ค. 2,808.0 cal

ง. 3,276.0 cal

จ. 4,365.0 cal

33. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยอัตราเร็ว 75 km/h เมื่อเติมน้ำมัน 1 ลิตร จะวิ่งไปได้ระยะทาง

11.5 km ถ้ารถยนต์คันนี้ต้องวิ่งเป็นระยะทาง 690 km จะต้องเติมน้ำมันอย่างน้อยที่สุดกี่ลิตร

ก. 55

ข. 60

ค. 65

ง. 68

จ. 69

34. จากตารางข้างล่างนี้ ใช้เกณฑ์อะไรในการจัดจำพวก

พวกที่ 1	พวกที่ 2
น้ำมันก๊าด	ทองแดง
อัลกอฮอล์	คาร์บอน
ปรอท	กำมะถัน

ก. จุดเดือด

ข. สถานะ

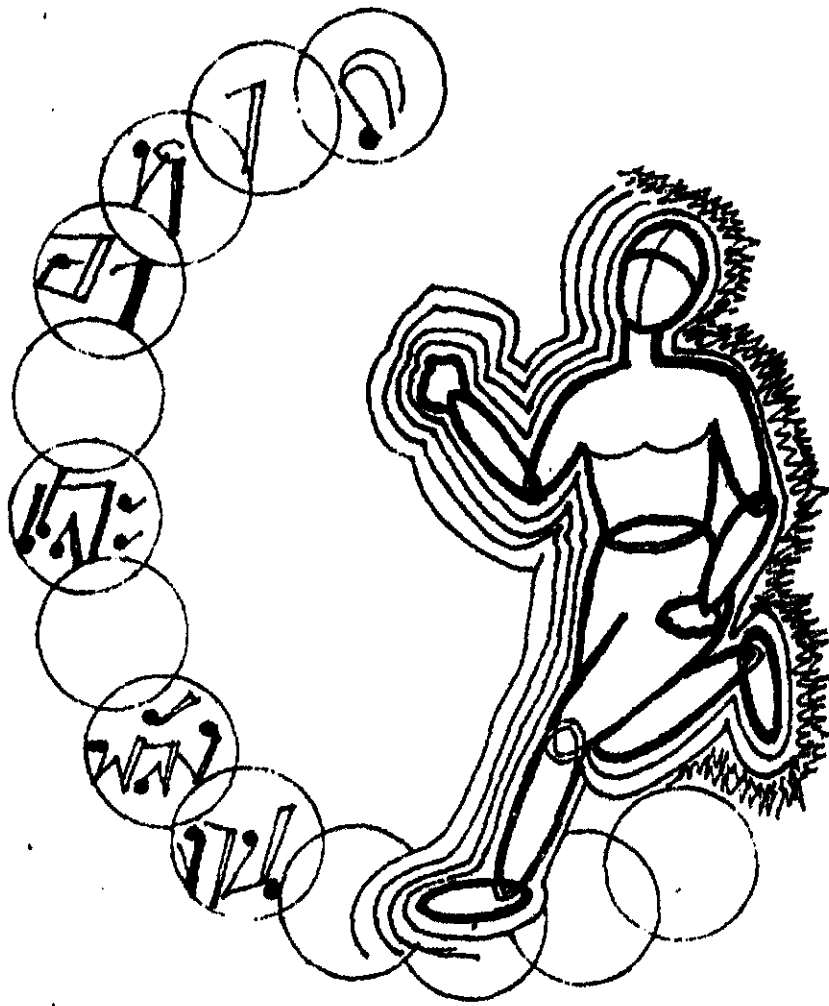
ค. ชนิดของธาตุ

ง. การนำไฟฟ้า

จ. ความหนาแน่น

ภาคผนวก ข.

ชุดการเรียนด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่ 1

คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

แบบเรียนที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้เรียกว่า "ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง" เป็นแบบเรียนที่ให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง แบบเรียนนี้จะเป็นเครื่องช่วยในการเรียน โดยนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในการเรียนอย่างเคร่งครัด จึงจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

ในการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนควรปฏิบัติดังนี้

1. อ่านเนื้อหาในแบบเรียนทีละกรอบ แล้วทำความเข้าใจในแต่ละกรอบ เมื่อเข้าใจแล้วให้ตอบคำถามทุกคำถามลงในที่ว่างภายในกรอบที่เว้นไว้ให้เติม
2. ในแบบเรียนบางกรอบจะมีสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนค้นหาปัญหาในสถานการณ์นั้น ให้ตั้งสมมุติฐานจากปัญหา กำหนดอุปกรณ์มาให้ ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น ในการทำแต่ละกรอบนักเรียนสามารถปรึกษากับเพื่อนได้
3. เมื่อนักเรียนทำแบบเรียนแต่ละกรอบเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบในหน้าถัดไป
4. อย่าอ่านคำตอบก่อนเติมคำลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ตอบ เพราะไม่ได้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนดีขึ้น
5. ถ้านักเรียนตอบผิด ให้ย้อนกลับไปอ่านเนื้อหาในกรอบนั้นใหม่อีกครั้งแล้วแก้คำตอบ ที่ผิดนั้นให้ถูกต้องก่อนที่จะเรียนกรอบอื่นต่อไป โดยขีดฆ่าคำตอบเดิมแล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงไปแทน

ชุดการเรียนรู้ที่ 1

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียน ศึกษาเกี่ยวกับอาหารซึ่งเป็นแหล่งของพลังงานในสิ่งมีชีวิต

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่า พืชและสัตว์ต้องอาศัยพลังงานรูปต่าง ๆ และพลังงานที่ใช้ในสิ่งมีชีวิตได้มาจากการเปลี่ยนรูปพลังงาน
2. อธิบายได้ว่าแหล่งพลังงานที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในการดำรงชีวิตได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้น หรืออาหารที่ได้จากการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสัตว์
3. บอกได้ว่าการกินต่อกันเป็นทอด ๆ นั้นเป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร
4. เขียนแผนภาพแสดงลำดับการถ่ายทอดและการเปลี่ยนรูปของพลังงานในสิ่งมีชีวิตตั้งแต่พลังงานขั้นต้นจนถึงพลังงานขั้นสุดท้าย
5. บอกได้ว่าอาหารประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ รวมทั้งบอกประโยชน์และแหล่งของอาหารเหล่านี้
6. ทำการทดสอบโปรตีน แป้ง น้ำตาล ไขมัน ในอาหาร

1. นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่า พลังงานมีหลายรูปและพลังงานรูปหนึ่งอาจ เปลี่ยนเป็น พลังงานอีกรูปหนึ่งได้ เช่น ในการเผาถ่าน พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในถ่านจะเปลี่ยนเป็น พลังงานแสงและพลังงานความร้อน นำไปใช้ประโยชน์ในการหุงต้มได้ เมื่อนักเรียนต้มน้ำด้วยกาต้มน้ำไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงาน เป็นพลังงาน
2. มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ กัน ดังนั้นในชีวิตประจำวัน ของแต่ละคนจึงเกี่ยวข้องกับพลังงานรูปต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานเสียง พลังงานกล ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเกี่ยวข้องกับพลังงานอะไรบ้าง
3. กิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น การเจริญเติบโต การเคลื่อนไหว การสืบพันธุ์ ล้วนแล้วแต่เกิดขึ้นได้เนื่องจากอาศัยประโยชน์จากการเปลี่ยนรูปของพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร ร่างกายของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัย ในการดำรงชีวิต
4. เมื่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัยพลังงานในการดำรงชีวิต แต่มีเพียงพืชสีเขียวเท่านั้น ที่สามารถใช้พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ช่วยในการสร้างอาหาร การสร้างอาหารของพืชสีเขียว เรียกว่า

เฉลย 1. พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน

เฉลย 2. พลังงานเคมี, พลังงานแสง, พลังงานความร้อน, พลังงานกล

เฉลย 3. พลังงาน

เฉลย 4. การสังเคราะห์แสง

5. การสังเคราะห์แสงของพืชนั้น นอกจากพืชจะต้องใช้แสงจากดวงอาทิตย์แล้วยังต้องอาศัยอะไรอีกบ้างนั้น ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพข้างล่างนี้



การสังเคราะห์แสงของพืชต้องใช้

1.
2.
3.
4.
5.

เฉลย 5. การสังเคราะห์แสงของพืชต้องใช้ 1. แสงแดด 2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3. น้ำ 4. คลอโรฟิลล์ 5. แร่ธาตุ
6. จากแผนภาพแสดงการสังเคราะห์แสงดังกล่าว เราสามารถนำมาเขียนเป็นห่วงโซ่อาหารได้ดังนี้ พืช → หญ้า → งู → เหยี่ยว ผู้บริโภคอันดับแรกคือ ผู้บริโภคอันดับสองคือ ผู้บริโภคอันดับสุดท้ายคือ
7. ในการสังเคราะห์แสงพืชจะเปลี่ยนรูปพลังงานแสง เป็นพลังงานเคมีสะสมในอาหารที่พืชสร้างขึ้น คือ น้ำตาล แป้ง โปรตีน และไขมัน สารประกอบเหล่านี้จะมีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ลำต้น ราก เมล็ด ซึ่งพืชจะใช้เป็นแหล่งพลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต พืชจำพวกใดจะสะสมโปรตีนไว้ที่ มากที่สุด
8. สัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ เช่น พืชสีเขียว ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ก็ต้องอาศัยอาหารจากพืช พืชจึงได้ชื่อว่าเป็นผู้ผลิตและสัตว์ที่กินพืชเหล่านี้โดยตรงหรือทางอ้อมเป็นผู้บริโภค สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้เรียกว่า สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้เรียกว่า

เฉลย	6. อันดับแรกคือ หนู อันดับสองคือ งู อันดับสุดท้ายคือ เหยี่ยว
เฉลย	7. เมล็ด
เฉลย	8. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค
	9. ในห่วงโซ่อาหารหนึ่ง ๆ การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ก็เป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารนั่นเอง จากแผนภาพในกรอบที่ 5 ซึ่งแสดงการสังเคราะห์แสงและห่วงโซ่อาหาร ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานในห่วงโซ่อาหารตามลำดับ โดยเริ่มตั้งแต่พลังงานแสง จนถึงการนำพลังงานจากอาหารมาใช้ประโยชน์ในขั้นสุดท้าย พลังงานแสง + พลังงาน  พลังงาน พลังงาน พลังงาน
	10. เนื่องจากมนุษย์และสัตว์เป็นผู้บริโภค ดังนั้นอาหารจึงเป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต เปรียบได้กับเชื้อเพลิงที่ต้องใช้เพื่อการทำงานของเครื่องจักร ถ้ามนุษย์และสัตว์เปรียบเสมือนเครื่องจักร อาหารก็คือ

เฉลย 9. พลังงานแสง → พลังงานเคมี	พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานกล
เฉลย 10. เชื้อเพลิง	
11. นักเรียนคงเคยพบว่า ต้นไม้ที่ขาดน้ำจะเหี่ยวแห้งและตายในที่สุด คนและสัตว์ก็เช่นกัน หากขาดอาหารก็จะซูบซีด ร่างกายไม่เจริญเติบโตและไม่สามารถกระทำการกิจกรรมต่าง ๆ ได้ เพราะอาหารเป็นบ่อเกิดของพลังงาน อาหารมีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างไรบ้าง 1. 2. 3.	
12. อาหารคือสิ่งที่กินเข้าไปแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งมีมากมายหลายชนิด เราอาจจะแบ่งประเภทของอาหารได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามรส ตามลักษณะ หรือตามประโยชน์ของอาหาร วิธีหนึ่งที่นิยมใช้คือ แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี จากการวิเคราะห์อาหารชนิดต่าง ๆ พบว่าอาหารประกอบด้วยสารต่างชนิดกัน แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่างกันออกไป การแบ่งประเภทของอาหารนิยมแบ่งตาม	
13. เมื่อแบ่งอาหารตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งอาหารออกได้ 6 ประเภท คือ 1. คาร์โบไฮเดรต 2. โปรตีน 3. ไขมัน 4. เกลือแร่ 5. น้ำ 6. วิตามิน อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจำแนกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 2 พวก คือ น้ำตาลและแป้ง น้ำตาลมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส น้ำตาลซูโครสหรือที่เรียกว่าน้ำตาลทราย (1) น้ำเต้าหู้เป็นอาหารประเภท (2) น้ำมันรำข้าวเป็นอาหารประเภท (3) แป้งสาลีเป็นอาหารประเภท	

เฉลย 11. (1) ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต (2) ช่วยซ่อมแซมสิ่งที่สึกหรอ (3) ให้พลังงานแก่ร่างกาย

เฉลย 12. องค์ประกอบทางเคมี

เฉลย 13. (1) โปรตีน (2) ไขมัน (3) แป้ง

14. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ "นักเรียนคนหนึ่งนำอาหาร ก, ข, ค, ง มาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน เบเนดิกต์ และสารละลายไบยูเรต นำไปถูกับกระดาษ โดยนำอาหารแต่ละชนิดผสมกับน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากันแล้วแบ่งเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนหยดสารละลายไม่เหมือนกัน หลอดที่หยดสารละลายเบเนดิกต์ต้องนำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที ผลการทดลองปรากฏว่าอาหาร ก. เมื่อถูกับกระดาษส่องดูกับแสงแล้วโปร่งแสง แต่ไม่เปลี่ยนสีในสารละลายทั้ง 3 อาหาร ข. เปลี่ยนสีเป็นสีส้มอิฐในสารละลายเบเนดิกต์ อาหาร ค. เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มเมื่อหยดสารละลายไอโอดีน ส่วนสารละลาย ง. นั้น เปลี่ยนเป็นสีม่วงเมื่อหยดสารละลายไบยูเรต"

ปัญหาในสถานการณ์นี้คือ

.....

15. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่า จะตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์อย่างไร

.....

เฉลย 14. ทำไมอาหารแต่ละชนิดให้ผลการทดสอบกับสารละลายแต่ละชนิดต่างกัน

เฉลย 15. สมมุติฐาน คือ (1) สารละลายแต่ละชนิดให้ผลทดสอบกับอาหารแต่ละประเภทต่างกัน หรือ (2) สารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มเมื่อทดสอบกับอาหารจำพวกแป้ง สารละลายไบยูเรตจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง เมื่อทดสอบกับอาหารพวกโปรตีน สารละลายเบเนดิกต์จะเปลี่ยนเป็นสีส้มอิฐเมื่อทดสอบกับอาหารจำพวกน้ำตาล เช่น น้ำตาลกลูโคส แลคโตส และอาหารจำพวกไขมันเมื่อถูกกับกระดาษจะโปร่งแสง

16. จากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------------------|--|
| (1) แป้งมัน 1 กรัม | (9) สารละลายเบเนดิกต์ 5 cm ³ |
| (2) น้ำตาลกลูโคส 1 กรัม | (10) หลอดทดลองขนาดกลาง |
| (3) น้ำมันมะพร้าว 2 cm ³ | (11) กระดาษขาว 5 แผ่น |
| (4) ไข่ขาวดิบ | (12) ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม |
| (5) นํ้านม 2 cm ³ | (13) หลอดหยด |
| (6) น้ำกลั่น | (14) หลอดจิ้งจกขนาด 12 cm ³ |
| (7) สารละลายไอโอดีน 5 cm ³ | (15) บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ 1 ใบ |
| (8) สารละลายไบยูเรต 5 cm ³ | (16) ซ้อนตักสารเบอร์ 1 จำนวน 1 อัน |

แป้งมัน, น้ำตาลกลูโคส, น้ำมันมะพร้าว, ไข่ขาวดิบ และนม เป็นอาหารที่ไม่ทราบว่าเป็นประกอบด้วยอาหารประเภทใด นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบประเภทของอาหาร โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีตามที่กำหนดไว้ ให้นักเรียนระบุขั้นตอนในการทดลองและตัวแปรที่ควบคุม

ขั้นตอนในการทดลอง

1.

.....

16. ต่อ

2.

.....

3.

.....

4.

.....

5.

.....

ฯลฯ

.....

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ

.....

17. ให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบไว้ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามแบบที่นักเรียนคิดว่าเข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง บรรยาย แผนภูมิ รูปภาพ

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย 16. นักเรียนอาจเสนอวิธีการทดลองให้หลายรูปแบบ โดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกับวิธีการทดลองที่เฉลยนี้ แต่ต้องมีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียง

1. ใส่แป้งมันลงในหลอดทดลองซึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ เขย่าให้เข้ากันแล้วเทแป้งลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ให้แต่ละหลอดมีปริมาณเท่ากันทั้ง 3 หลอด

2. หยดสารละลายไอโอดีน 2 - 3 หยด ลงในหลอดที่ 1 สารละลายไบูเรต 10 - 12 หยด ลงในหลอดที่ 2 ส่วนหลอดที่ 3 หยดสารละลายเบเนดิกต์ นำไปต้มในน้ำเดือดที่มีน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

3. ใช้แป้งมันจำนวนเล็กน้อยนำไปมาบนกระดาษขาว แล้วยกกระดาษขึ้นให้แสงผ่าน สังเกตว่าโปร่งแสงหรือไม่ แล้วบันทึกผล

4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 3 แต่เปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส ส่วนไข่ขาว น้ำนม น้ำมันมะพร้าว ก็ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 - 3 แต่ไม่ต้องผสมน้ำ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ ปริมาณของสารแต่ละชนิดให้เท่ากัน

17. วิธีการนำเสนอข้อมูลนักเรียนสามารถนำเสนอได้หลายรูปแบบดังกล่าวแล้ว สำหรับในคำตอบนี้ เสนอข้อมูลในรูปตารางซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถเข้าใจได้ง่าย แต่นักเรียนอาจจะนำเสนอในรูปอื่นก็ไม่ผิด แต่ควรเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของผู้อื่น

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายไบูเรต	สารละลายเบเนดิกต์	ดูกับกระดาษ
แป้งมัน	สีน้ำเงินเข้ม	-	-	-
น้ำตาลกลูโคส	-	-	สีน้ำตาลแดง	-
ไข่ขาวดิบ	-	สีม่วง	-	-
น้ำนม	-	สีม่วง	สีเหลืองอมน้ำตาล	-
น้ำมันมะพร้าว	-	-	-	โปร่งแสง

18. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอในการแก้ปัญหา ผลที่ได้เป็นอย่างไร

แม้จะมีประกบด้วยอาหารประเภท

เพราะ

น้ำตาลกลูโคสประกบด้วยอาหารประเภท

เพราะ

ไข่ขาวประกบด้วยอาหารประเภท

เพราะ

น้ำมันประกบด้วยอาหารประเภท

เพราะ

น้ำมันมะพร้าวประกบด้วยอาหารประเภท

เพราะ

19. ดังนั้นเมื่อต้องการทดสอบอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจำพวกแป้งก็ทดสอบกับ

สารละลายไอโอดีน จำพวกน้ำตาลกลูโคส หรือแลคโตสที่มีอยู่ในน้ำนมทดสอบด้วยสารละลาย

ไอโอดีน จำพวกน้ำตาลกลูโคส หรือแลคโตสที่มีอยู่ในน้ำนมทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์

อาหารประเภทโปรตีนทดสอบกับสารละลายไบยูเรต และอาหารประเภทไขมันทดสอบโดยนำไป

ถูกับกระดาษ

(1) อาหารที่ทดสอบกับสารละลายไบยูเรตเปลี่ยนเป็นสีม่วงคืออาหารประเภท ..

.....

(2) อาหารที่ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงคืออาหาร

ประเภท

(3) อาหารที่ทดสอบกับสารละลายไอโอดีนแล้ว เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มคืออาหาร

ประเภท

เฉลย 18. แฉ่งมันเป็นอาหารประเภทแป้ง เพราะเมื่อทดสอบกับสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม

น้ำตาลกลูโคสเป็นอาหารประเภทน้ำตาล เพราะเมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง

ไข่ขาวคิมเป็นอาหารประเภทโปรตีน เพราะเมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรตเปลี่ยนเป็นสีม่วง

น้ำมันประกอบด้วยโปรตีน น้ำตาล เพราะเมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรตเปลี่ยนเป็นสีม่วง และเมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล

น้ำมันมะพร้าวเป็นอาหารประเภทไขมัน เพราะเมื่อทดสอบโดยดูกับกระดาษแล้วโปร่งแสง

เฉลย 19. (1) โปรตีน (2) น้ำตาล (3) แป้ง

20. สำหรับร่างกายของคนป่วยเป็นโรคเบาหวานเพราะมีน้ำตาลในเลือดมากเกินไป น้ำตาลจะถูกขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะ ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์เช่นกัน น้ำตาลที่ตรวจพบในปัสสาวะเป็นน้ำตาล

21. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เพราะให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่นและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้ พลังงานส่วนใหญ่จะได้มาจาก คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ส่วนโปรตีนนั้นนอกจากจะให้พลังงานแล้วยังเป็นสารสำคัญที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

เฉลย 20. น้ำตาลกลูโคส
เฉลย 21. คาร์โบไฮเดรตและไขมัน
22. ไขมันนอกจากให้พลังงานแล้วยังเป็นส่วนประกอบของอวัยวะร่างกาย เช่น เซลประสาท และเซลล์สมอง ร่างกายจะเก็บสะสมไว้ใต้ผิวหนัง ทำหน้าที่ป้องกันความหนาวจากอากาศภายนอก ทำให้ร่างกายอบอุ่น นอกจากนี้ยังช่วยละลายวิตามินซึ่งไม่ละลายในน้ำเพื่อช่วยในการดูดซึม ประชากรที่อยู่ในเขตอากาศหนาวกับประชากรที่อยู่ในเขตอากาศร้อน พวกใดควรกินอาหารประเภทไขมันมากกว่ากัน
23. ถ้าร่างกายขาดโปรตีนจะทำให้ร่างกายเจริญเติบโตช้า เด็กที่ขาดโปรตีนนอกจากจะไม่เจริญเติบโตแล้ว ยังอ่อนแอ ติดโรคได้ง่าย บางรายก็ผอมแห้ง บางรายก็ตัวบวม ผิวหนังกร้าน นอกจากนี้ยังทำให้สติปัญญาเสื่อมอีกด้วย เด็กที่ร่างกายขาดโปรตีนจะมีอาการอย่างไร
24. สำหรับอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมันนั้น หากร่างกายได้รับไม่เพียงพอจะทำให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ ส่วนมากคนไทยได้รับอาหารประเภทนี้เพียงพอแล้ว แต่มักจะขาดอาหารประเภทโปรตีน อาหารประเภทโปรตีนมีมากในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ นม ไข่ และพืชตระกูลถั่ว อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตนั้นมีมากในข้าว น้ำตาล เผือก มัน พวกไขมันมีมากในไขมันจากสัตว์และพืช (1) คนไทยส่วนใหญ่ขาดอาหารประเภท (2) เมื่อรับประทานข้าวจะได้รับสารอาหารประเภท

เฉลย 22. ประชากรในเขตอากาศหนาว

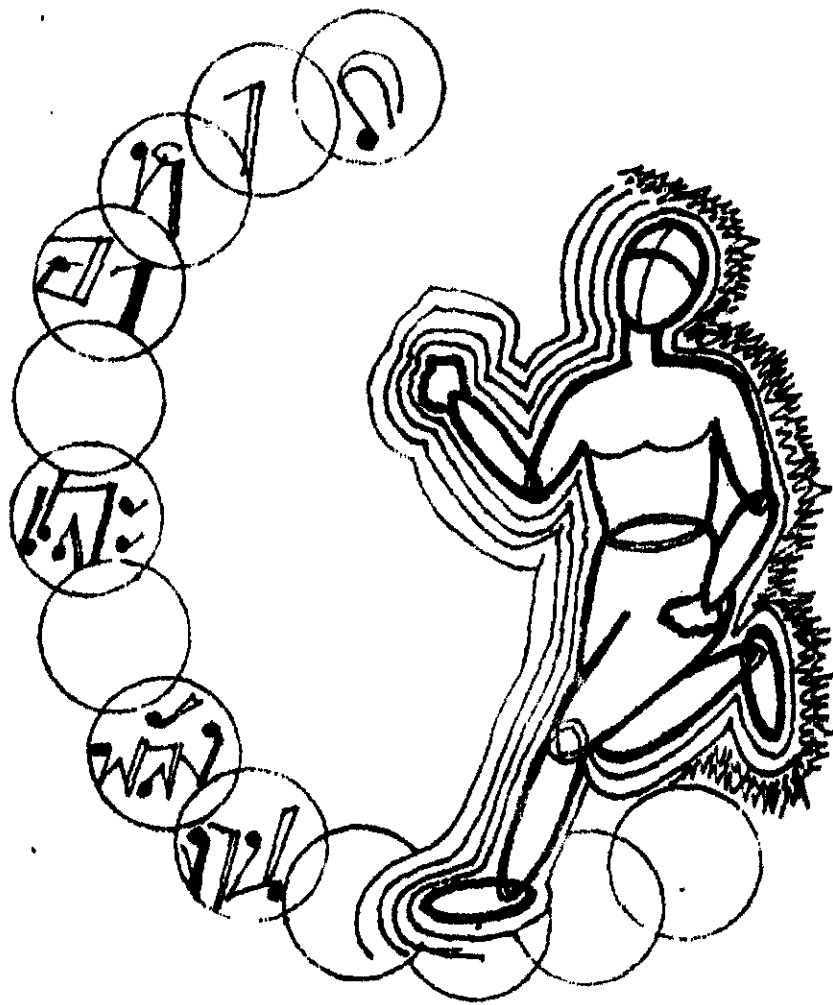
เฉลย 23. เจริญเติบโตช้า อ่อนแอ ติดโรคง่าย ผอมแห้ง ตัวบวม ผิวหนังกร้าน สติปัญญาเสื่อม

เฉลย 24. (1) โปรตีน (2) คาร์โบไฮเดรต

แบบฝึกหัดทบทวน

1. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้คือ
2. นายมีเมื่อรับประทานอาหารแล้วก็เดินกลับบ้าน ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงลำดับการเปลี่ยนรูปพลังงานตั้งแต่ขั้นต้นจนถึงขั้นสุดท้าย
3. การแบ่งอาหารออกเป็น 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ เป็นการแบ่งตาม
4. มีอาหารอยู่ 4 ชนิด คือ น้ำมันถั่ว แป้งข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง และของเหลวที่สงสัยว่าจะมีน้ำตาลกลูโคส นักเรียนจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่าอาหารชนิดใดประกอบด้วย แป้ง น้ำตาลกลูโคส ไขมัน และโปรตีน

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่ 2

ชุดการเรียนรู้ที่ 2

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนเรียนศึกษาเกี่ยวกับธาตุที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร ความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ ต่อร่างกายคน ปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีในร่างกาย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต
2. สรุปจากการทดลองได้ว่า ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส เป็นธาตุสำคัญที่ทำให้

โครงสร้างของกระดูกแข็งแรง

1. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่เป็นสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ "นักเรียนคนหนึ่งขณะกำลังหุงข้าว เขาก็ปิ้งเนื้อไปพร้อม ๆ กัน แต่เนื่องจากมีสูตร เขาจึงทิ้งหม้อหุงข้าวและเนื้อไว้ เมื่อกลับมาปรากฏข้าวไหม้กลายเป็นสีดำ ๆ เหมือนถ่าน ส่วนเนื้อก็ไหม้กลายเป็นก้อนสีดำ ๆ เช่นกัน ด้วยความสงสัยเขาจึงนำข้าวสุกและเนื้อปริมาณเท่า ๆ กันไปเผาในหลอดทดลอง ปิดปากหลอดต่อท่อ นำก๊าซไปยังสารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ ผลก็ปรากฏว่าเมื่อเผาในเวลาเท่า ๆ กัน จนข้าวไหม้และเนื้อไหม้เป็นก้อนสีดำเหมือนกันอีก ส่วนสารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ก็ทึบเหมือนกันอีก

ปัญหาในสถานการณ์คือ

.....

2. จากสถานการณ์ในกรอบที่ 1 นักเรียนจะตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์อย่างไร

.....

3. ถ้านักเรียนมีอาหารต่อไปนี้ น้ำตาลทราย 1 กรัม แป้งมัน 1 กรัม ไข่ขาวสุกบดแห้ง 1 กรัม

และจากอุปกรณ์ต่อไปนี้ (1) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (2) ช้อนเบอร์ 2 (3) หลอดทดลองขนาดกลาง (4) หลอดทดลองขนาดใหญ่พร้อมจุกที่มีรูนำก๊าซเสียอยู่ (5) หลอดฉีดยาขนาด 12 cm³ (6) ขาตั้งและที่จับหลอดทดลอง (7) สารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ 10 cm³

จากอาหารที่กำหนดให้ ซึ่งแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าอาหารเหล่านี้จะประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานนี้ พร้อมทั้งบอกตัวแปรที่ต้องควบคุม

ขั้นตอนในการทดลอง

1.

.....

3. ขั้นในการทดลอง (ต่อ)

2.

3.

4.

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ

4. ให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่นักเรียนออกแบบไว้ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองในรูปแบบที่เข้าใจง่ายที่สุด

ผลการทดลอง

เฉลย 1. ทำไมอาหารคนละประเภทกันเมื่อเผาแล้วมีลักษณะเหมือนกันและทำให้สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ขุ่นได้เช่นกัน

เฉลย 2. อาหารแต่ละประเภทมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกัน

เฉลย 3. วิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบกับวิธีการทดลองที่เฉลยไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน แต่ควรคล้ายคลึงกันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้

(1) ใส่น้ำตาลลงในหลอกลดลงขนาดใหญ่

(2) ใช้จุกที่มีหลอดนำกาซเสียบอยู่ที่ปากหลอดค้ให้ปลายหลอดนำกาซอีกอันหนึ่งจุ่มในหลอกลดลงขนาดเล็ก ซึ่งมีสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์บรรจุอยู่

(3) เฝาน้ำตาลในหลอดประมาณ 2 - 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง

(4) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 - 3 แต่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นหญ้าแห้งป่น แยมมันไข่ขาวสุกบด แล้วบันทึกผลการทดลอง
ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ

1. ปริมาณของสารแต่ละชนิดให้เท่ากัน

2. เวลาในการเฝ้าอาหารต้องเท่ากัน

เฉลย 4. การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนอาจจะนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แต่ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะนำเสนอในรูปแบบตาราง เพราะเป็นรูปแบบง่ายต่อการเข้าใจในข้อมูลจากการทดลองนี้

สาร	ลักษณะสาร		การเปลี่ยนแปลงของสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
	ก่อนเฝ้า	หลังเฝ้า	
น้ำตาล	สีขาวเป็นผลึก	สารสีน้ำตาลดำ	ขุ่น
หญ้าแห้งป่น	สีน้ำตาลอ่อน	ดำสีเทาดำ	ขุ่น
แยมมัน	ผงละเอียดสีขาว	ก้อนสีดำ	ขุ่น
ไข่ขาวสุกบด	สีขาว, นิ่ม	ดำสีน้ำตาลดำ	ขุ่น

5. จากวิธีการที่นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลที่ได้เป็นอย่างไร
เมื่อเผาน้ำตาล กล้วยแห้งป่น แป้งมัน ไข่ขาวสุกบด แล้ว หลังเผาได้สารสีน้ำตาล คือ

(1)

สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ขุ่นเพราะการเผาสารเกิดการคาย

(2)

6. ดังนั้นอาหารทุกชนิดประกอบด้วยธาตุพื้นฐานคือ คาร์บอน ออกซิเจน ในขณะเผา
อาหาร ด้านนักเรียนสังเกตดูข้างหลังจะพบว่า มีหยดน้ำเกาะอยู่

อาหารทุกชนิดประกอบด้วยธาตุ

(1)

(2)

(3)

7. สำหรับอาหารพวกโปรตีน นอกจากธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน เป็นส่วน
ประกอบแล้ว ยังมีธาตุสำคัญเป็นส่วนประกอบคือ ไนโตรเจน และอาจมีกำมะถันปนอยู่ด้วย ยิ่งกว่านั้น
ในอาหารยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีก เมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกายก็จะได้รับแร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้

โปรตีนประกอบด้วยธาตุ

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

เฉลย 5. (1) ถ่านหรือคาร์บอน (2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เฉลย 6. (1) คาร์บอน (2) ออกซิเจน (3) ไฮโดรเจน

เฉลย 7. (1) คาร์บอน (2) ออกซิเจน (3) ไฮโดรเจน (4) ไนโตรเจน (5) กำมะถัน

8. ให้นักเรียนพิจารณตารางซึ่งแสดงปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่พบในร่างกายของคน

ธาตุ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของน้ำหนัก)
ออกซิเจน	65
คาร์บอน	18
ไฮโดรเจน	10
ไนโตรเจน	3
แคลเซียม	1.5
ฟอสฟอรัส	1.0
โพแทสเซียม	0.35
กำมะถัน	0.25
โซเดียม	0.15
คลอรีน	0.15
แมกนีเซียม	0.05
เหล็ก	0.004
ไอโอดีน	0.00004

ในร่างกายคนมีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหลายชนิด นอกจากธาตุที่แสดงในตารางแล้วยังมีธาตุอื่น ๆ ที่วิเคราะห์ได้ แต่มีจำนวนน้อยมาก เช่น ทองแดง ฟลูออรีน มังกานีส สังกะสี เป็นต้น

(1) ในร่างกายของคนมีธาตุ มากที่สุด และมีธาตุ น้อยที่สุด

(2) ถ้านักเรียนหนัก 40 กิโลกรัม จะมีแคลเซียมอยู่ กรัม

เฉลย 8. (1) ธาตุออกซิเจนมากที่สุด ไฮโดรเจนน้อยที่สุด (2) 1,200 กรัม

9. ร่างกายของคนนั้นมีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหลายชนิด โดยเฉพาะแคลเซียม ซึ่งมีหน้าที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน และฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่ทำหน้าที่สร้างกระดูกและฟัน

กระดูกมีธาตุอะไรเป็นส่วนประกอบ

(1)

(2)

10. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ "เด็กคนหนึ่งเมื่อรับประทานปลาตัวหนึ่งเสร็จแล้ว ก็ตัดก้างปลาที่แข็งนั้นออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งแช่ในน้ำ อีกส่วนหนึ่งแช่ในกรดชนิดหนึ่งทิ้งไว้ 1 คืน เมื่อนำมาหักดูปรากฏว่า อันที่แช่ในกรดหักได้ง่าย ส่วนอันที่แช่ในน้ำหักยาก"

ปัญหาในสถานการณ์คือ

.....

11. นักเรียนคิดว่า จากปัญหาในสถานการณ์นี้จะตั้งสมมุติฐานว่าอย่างไร

.....

.....

.....

เฉลย 9. (1) กัลเซียม (2) ฟอสฟอรัส

เฉลย 10. ทำไมแก๊สพลาสติกสองอันจึงมีความแข็งต่างกัน หรือทำไมแก๊สพลาสติกเมื่อถูกกรดจึงเปราะ

เฉลย 11. กัลเซียมและฟอสฟอรัสที่อยู่ในแก๊สพลาสติกจะละลายได้ในกรดแต่ไม่ละลายในน้ำ

12. จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ข้างล่างนี้

(1) กระตุกขาไก่ 2 อัน ขนาดยาว 5 cm

(6) หลอดทดลองขนาดใหญ่

(2) กัลเซียมฟอสเฟต 1 กรัม

(7) หลอดทดลองขนาดกลาง

(3) กรดไฮโดรคลอริก 1 mol/l 30 cm³

(8) จุกคอร์กเบอร์ 10

(4) น้ำกลั่น

(9) หลอดฉีดยาขนาด 35 cm³

(5) ปากกัม

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น โดยระบุขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด เพื่อทดลองยืนยันสมมุติฐาน
ขั้นตอนการทดลอง

(1)

(2)

(3)

(4)

เฉลย 12. (1) นำกระดูกขาไก่ 2 อัน ขนาดยาวประมาณ 5 cm ใส่กระดูกลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 2 หลอด หลอดละอัน เทกรดไฮโครคลอริก 25 cm^3 ลงในหลอดหนึ่ง และอีกหลอดหนึ่งใส่น้ำปริมาณเท่า ๆ กัน ใช้จุกปิดหลอดทดลองทั้งสอง

(2) เก็บหลอดทดลองทั้งสองไว้ 1 วัน แล้วนำกระดูกมาล้างให้สะอาด

(3) ลอกหักกระดูกทั้งสอง แล้วเปรียบเทียบผล

(4) ใส่แคลเซียมฟอสเฟตลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 1 ช้อนเบอร์ 2 เติมกรดไฮโครคลอริกลงในหลอดที่ 1 และน้ำในหลอดที่ 2 อย่างละ 5 cm^3 เขย่าหลอดทั้งสอง สังเกตและบันทึกผล

13. ให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบการทดลองไว้ และนำเสนอข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองในรูปแบบที่เห็นว่าง่ายที่สุด

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

14. จากวิธีการที่นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น ผลที่ได้เป็นอย่างไร

(1) แคลเซียมฟอสเฟตละลายใน

ไม่ละลายใน

(2) ค้างนั้นเมื่อแช่กระดูกในกรด กระดูกจึงแข็งหรืออ่อนกว่าแช่ในน้ำ

เพราะ

(3) แคลเซียมและฟอสเฟตมีความสำคัญต่อกระดูกคือ

.....

เฉลย 14. ผลการทดลองในการนำเสนอข้อมูลสำหรับข้อมูลนี้ จะเสนอในรูปการบรรยาย แต่
นักเรียนก็อาจเสนอในรูปแบบอื่นได้เช่นกัน

ผลการทดลองปรากฏว่า กระดูกขาไก่ที่แช่ในกรดไฮโดรคลอริกจะอ่อนและหักลงได้
ส่วนกระดูกขาไก่ที่แช่ในน้ำจะแข็งเหมือนเดิม และกัลเซียมฟอสเฟตละลายในกรดไฮโดรคลอริก
แต่ไม่ละลายในน้ำ

เฉลย 14. (1) ละลายในกรดไฮโดรคลอริก ไม่ละลายในน้ำ

(2) กระดูกที่แช่ในกรดไฮโดรคลอริกอ่อนกว่าแช่ในน้ำ เพราะกัลเซียมฟอสเฟต
ละลายในกรด กระดูกไม่มีฟอสเฟตจึงอ่อน

(3) เป็นองค์ประกอบของกระดูก ช่วยให้กระดูกแข็งแรง

15. สำหรับกัลเซียมฟอสเฟต นอกจากจะมีธาตุกัลเซียมแล้วยังมีฟอสฟอรัสและออกซิเจน
เป็นองค์ประกอบอีกด้วย ธาตุกัลเซียม ฟอสฟอรัส และออกซิเจนนี้อยู่ในรูปของสารประกอบ
ธาตุอื่น ๆ ที่ร่างกายต้องการนั้นก็อยู่ในรูปของสารประกอบเช่นเดียวกัน เพราะร่างกายจะใช้
ธาตุเหล่านี้ให้เป็นประโยชน์ได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของสารประกอบเท่านั้น

(1) ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของกัลเซียมฟอสเฟตคือ

.....

.....

(2) ธาตุที่ร่างกายต้องการสามารถนำไปใช้ได้ต้องอยู่ในรูปของ

.....

.....

เฉลย 15. (1) คัลเซียม ฟอสฟอรัส และออกซิเจน

(2) สารประกอบ

16. ให้นักเรียนศึกษาตารางแสดงแหล่งอาหารบางอย่างที่สำคัญ

ธาตุ	ความสำคัญ	แหล่งอาหาร
คัลเซียม	เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็นในการแข็งตัวของเลือด	นํ้านม เนื่อ ไข่ และพืชต่าง ๆ
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การดูดซึมคาร์โบไฮเดรต การสร้างเซลล์สมองและประสาท	นํ้านม เนื่อ ไข่ พืชต่าง ๆ
เหล็ก	เป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ถ้าขาดทำให้เกิดโรคโลหิตจาง	ตับ เนื้อวัว ไข่แดง ผักสีเขียว
ไอโอดีน	ช่วยในการเจริญเติบโตและป้องกันโรคคอพอก	อาหารทะเลและเกลือสมุทร
โซเดียม	รักษาระดับปริมาณน้ำในเซลล์ให้คงที่	เกลือ
แมกนีเซียม	ช่วยในการทำงานของกล้ามเนื้อ ระบบประสาท	เนื้อวัว นํ้านม
โพแทสเซียม	ช่วยในการเจริญเติบโต	นํ้านม
กำมะถันและไนโตรเจน	จำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีนในร่างกาย	ไข่ เนื้อสัตว์ นม พืชตระกูลถั่ว

(1) เมื่อนักเรียนดื่มนมจะได้รับธาตุใด

.....

(2) คนที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากทะเลมักเป็นโรค

เพราะขาดอาหาร

เฉลย 16. (1) คัลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โพแทสเซียม กำมะถัน และไนโตรเจน
(2) โรคคอพอก เพราะขาดอาหารทะเล

แบบฝึกหัดทบทวน

1. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารทุกชนิดคือ

.....

.....

2. เมื่อนักเรียนนั่งขนมปัง ปรากฏว่าขนมปังไหม้เป็นก้อนสีดำ นักเรียนคิดว่าก้อนสีดำนี้
คือ

3. ถ้านักเรียนนำอาหารไปเผา ขณะที่เผาอาหารมีก๊าซเกิดขึ้น ก๊าซนี้คือก๊าซ

.....

ทดสอบกับ

4. ให้นักเรียนบอกชื่อธาตุต่าง ๆ ที่มีในร่างกายคนมา 5 ธาตุ

.....

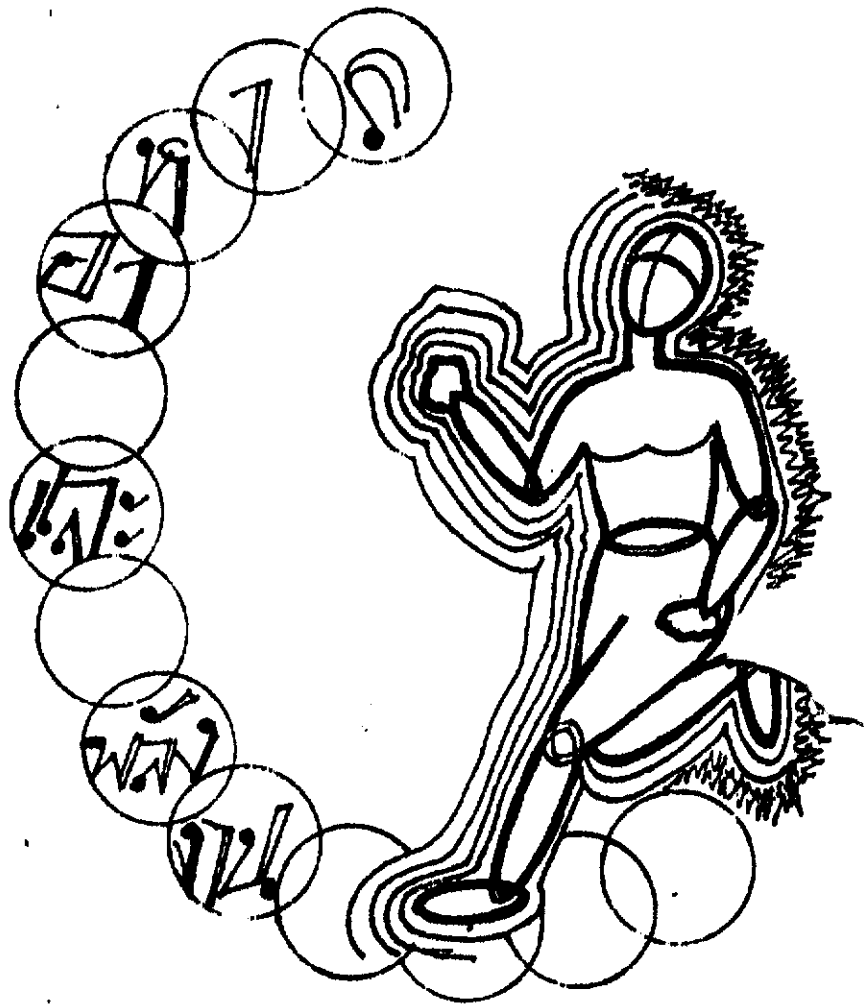
5. คนที่เป็นโรคโลหิตจางเพราะขาดธาตุ

.....

6. เด็กที่มีฟันผุง่ายแสดงว่าขาดธาตุ

.....

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่ 3

ชุดการเรียนรู้ที่ 3

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นัก เรียน ศึกษา เกี่ยวกับ ความ สำคัญ ของ ธาตุ บาง อย่าง ที่ มี ต่อ พืช และ ลักษณะ ของ พืช ที่ ขาด ธาตุ แต่ละ ชนิด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้วสามารถ

1. บอกความสำคัญของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. อธิบายความสำคัญของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ที่มีต่อพืช

1. ให้นักเรียนศึกษาข้อความที่เป็นสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ "นายคำและนายแดงทำนาอยู่แปลงติดกัน ทั้งสองคนเริ่มต้นปลูกข้าวด้วยพันธุ์ข้าวพันธุ์เดียวกัน แต่เมื่อต้นข้าวเจริญเติบโต ปรากฏว่าข้าวในนาของนายคำลำต้นแข็งแรง เติบโตเร็ว มีรวงข้าวมาก ส่วนข้าวในนาของนายแดง กลับปรากฏว่าลำต้นอ่อน โตช้า ให้รวงข้าวน้อย"

ปัญหาในสถานการณ์นี้คือ

.....

2. จากปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าจะตั้งสมมุติฐานจากปัญหานี้ได้อย่างไร

.....

3. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นจากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ข้างล่างนี้

(1) น้ำกลั่นผสมปุ๋ย 0.01% 100 cm³ (5) สำลี

(2) น้ำกลั่น 100 cm³ (6) หลอดจลิตยาขนาด 35 cm³

(3) ดินถั่ว 2 ดัน (7) ขวดปากกว้าง 2 ใบ

(4) หลอดทดลองขนาดกลาง

ให้นักเรียนระบุขั้นตอนในการทดลองอย่างละเอียด และตัวแปรที่ต้องควบคุม

ขั้นตอนในการทดลอง

1.

.....

2.

.....

3.

.....

เฉลย 3. วิธีการทดลองที่จะเจลยนี้ เป็นรูปแบบหนึ่งเท่านั้น วิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบเองนั้น ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับที่เจลย ขอให้มึวิธีการคล้ายคลึงกันเท่านั้น

วิธีการทดลอง 1. นำต้นถั่วที่มีอายุเท่ากัน ขนาดเท่ากัน มาเค็ดใบเลี้ยงทั้ง

2. นำชวคปากกว้างที่มีขนาดเท่ากันมา 2 ใบ ชวคใบหนึ่งใส่น้ำกลัน อีกใบหนึ่งใส่น้ำปุ๋ย ให้ปริมาณของน้ำกลันและน้ำปุ๋ยในชวคทั้ง 2 ใบเท่ากัน

3. เจาะจุดชวคทั้งสองขนาดพอใส่ต้นถั่วลงไปได้ ปิดปากชวคให้แน่น

4. ใส่ต้นถั่วในชวคน้ำกลันและชวคน้ำปุ๋ยชวคละ 1 ต้น ให้รากจุ่มในชวคให้ลึก ปิดกระดาษเพื่อทำเครื่องหมายที่ชวคทั้งสอง ระบุนวันที่ทดลอง และของเหลวในชวค

5. ตั้งชวคทั้งสองในที่มืดแสงแดดส่องถึงเป็นเวลา 2 - 3 สัปดาห์ สังเกตและบันทึกการเจริญเติบโตของต้นถั่วทั้งสอง

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ 1. ขนาดและชนิดของพืชที่ทำการทดลอง 2. ปริมาณของน้ำกลันและปุ๋ย

เฉลย 4. ผลการทดลองนี้ นักเรียนอาจจะนำเสนอในรูปแบบอื่นได้ แต่ผลการทดลองที่นำมาเสนอในรูปแบบของตาราง ซึ่งเป็นรูปแบบที่เข้าใจง่ายสำหรับข้อมูลนี้

ลำดับที่	ต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลัน			ต้นถั่วที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ย		
	ความสูง (cm)	จำนวนใบ	ลักษณะของใบ	ความสูง (cm)	จำนวนใบ	ลักษณะของใบ และลำต้น
1	15	2 ใบ	ใบมีสีเขียว	25	2 ใบ	ใบสีเขียว ลำต้นแข็งแรงค
2	19	5 ใบแต่ 3 ใบหลังมีขนาดเล็ก	ใบสีเขียวและลำต้นแข็งแรงอยู่	25	5 ใบ 3 ใบหลังโต	ใบสีเขียว และลำต้นใหญ่แข็งแรงค
3	20	8 ใบแต่ใบที่ผลิออกมา 3 ใบหลังมีขนาดเล็ก	สีใบเริ่มจางและลำต้นเริ่มอ่อน	27	8 ใบ ใบทั้ง 6 ตอนหลังมีขนาดเล็กเกือบเท่า ๆ กัน	ใบสีเขียวและลำต้นใหญ่แข็งแรง

5. จากวิธีการที่นักเรียนออกแบบเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

(1) ต้นกล้าทั้งสองต้นมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันหรือไม่

.....

(2) แสดงว่าปุ๋ยทำให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

6. พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรง ธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากก็คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คัลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก มังกานีส ทองแดง โบรอน พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย

พืชที่ขาดแร่ธาตุจะมีลักษณะ

7. ดินทั่ว ๆ ไปมักจะมีปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ฉะนั้นปุ๋ยที่เพิ่มในดินสำหรับการเพาะปลูก จึงมักเป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยธาตุหลัก 3 อย่างนี้ ซึ่งเรามักจะเรียกว่าปุ๋ย N P K ธาตุเหล่านี้จะอยู่ในดินในรูปของสารประกอบที่ละลายได้ในน้ำ

ปุ๋ย N P K คือ ปุ๋ยที่ประกอบด้วยธาตุ

8. น้ำจะช่วยลำเลียงธาตุเหล่านี้เข้าสู่รากและลำต้น ฉะนั้นในพื้นที่แห้งแล้ง พืชจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ธาตุที่สำคัญอีก 2 ธาตุก็คือ คาร์บอนและออกซิเจน ซึ่งพืชได้จากอากาศทางปากใบ

พืชในเขตแห้งแล้งไม่เจริญเติบโตเพราะ

เฉลย	5. (1) แตกต่างกันเพราะต้นถั่วที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ยเจริญเติบโตกว่าต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลั่น (2) เจริญเติบโตเร็ว ลำต้นแข็งแรง ใบมีสีเขียว
เฉลย	6. เจริญเติบโตช้า ไม่แข็งแรง
เฉลย	7. (1) ไนโตรเจน ออกซิเจน โพแทสเซียม (2) สารละลาย
เฉลย	8. ขาค้ำนี้จะช่วยลำเลียงแร่ธาตุ

9. ให้นักเรียนศึกษาตารางแสดงความสำคัญของธาตุบางอย่างที่มีต่อพืช

ธาตุ	ความสำคัญต่อพืช	ลักษณะของพืชที่ขาดธาตุชนิดนี้
ไนโตรเจน	เป็นส่วนประกอบของโปรตีนบำรุงใบและต้น	ใบสีเหลือง ลำต้นเหลือง โดยเริ่มจากส่วนล่างขึ้นส่วนบน พืชเจริญเติบโตช้า ลำต้นกิ่งก้านเล็ก และแกระแกรน ลำต้นเปราะ หักง่าย
ฟอสฟอรัส	เป็นองค์ประกอบของสารที่ให้พลังงานสำคัญในกระบวนการหายใจ	ใบและลำต้นพืชบางชนิดจะมีสีม่วง
โพแทสเซียม	ช่วยในการดูดซึมน้ำจากดินและออกไซด์ ช่วยทำให้เซลล์ของพืชมีน้ำอยู่เสมอ ทำให้พืชทนความแห้งแล้งได้ดี	ขอบใบเหลือง และกลายเป็นสีน้ำตาลหรือมีจุดเหลืองทั่วบริเวณปลายใบพืชมักจะล้มง่ายเนื่องจากรากเน่า
แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์และช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์ให้เร็วขึ้น	ใบอ่อนบิดเบี้ยว หรือขอบใบม้วนลงล่างและขาดเป็นริ้ว ๆ
แมกนีเซียม	เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์	ใบเหลืองขณะที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว อาจมีจุดสีขาวกระจายในใบทั่ว ๆ ไป ใบเปราะและหักง่าย
กำมะถัน	เป็นองค์ประกอบของโปรตีนวิตามิน ทำให้พืชมีสีเขียวเข้ม	ใบสีเขียวอ่อนหรือเหลือง เริ่มจากส่วนยอดลงมา ยอดชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นลั่น
เหล็ก	เป็นองค์ประกอบและช่วยสร้างคลอโรฟิลล์	ใบมีสีขาว เหลือง โดยเฉพาะใบอ่อนหรือยอดอ่อน

(1) ถ้านักเรียนปลูกผักใบเขียว ต้องการให้ผักมีสีเขียวสด ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ ...

.....

(2) เกษตรกรที่ปลูกพืชในเขตแห้งแล้ง ควรใส่ปุ๋ยที่เพิ่มธาตุ

เป็นพิเศษ

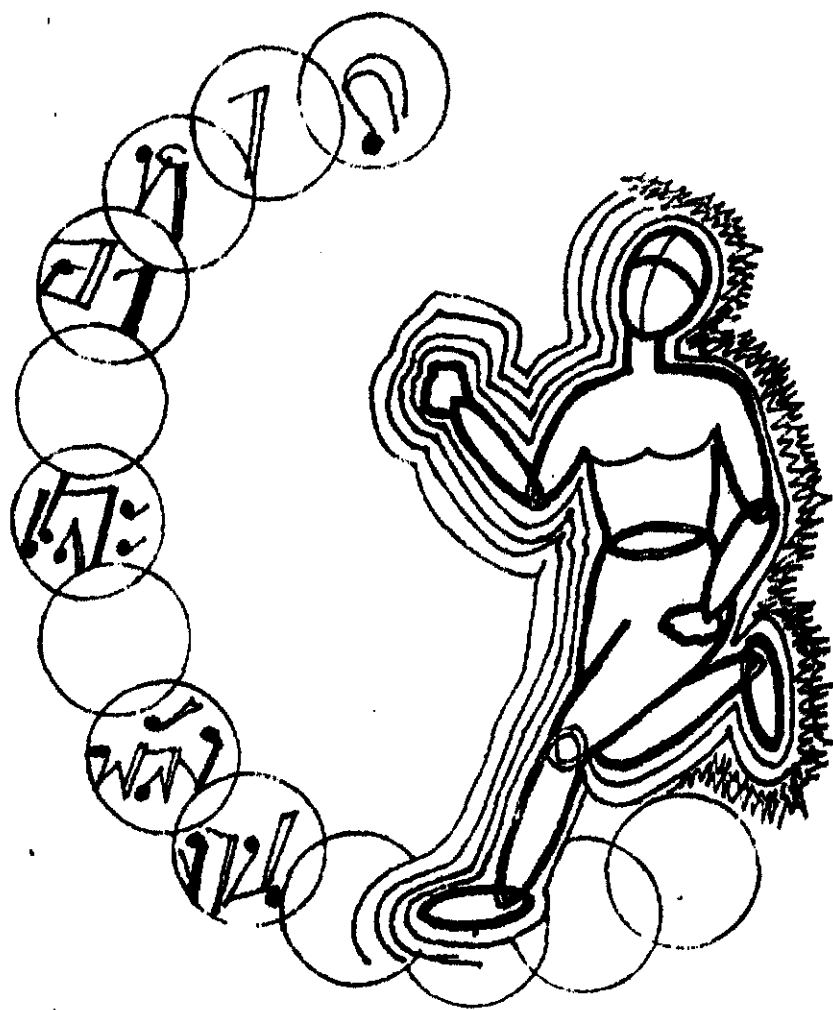
เฉลย 9. (1) ไนโตรเจน มักเนเซียม กำมะถัน เหล็ก (2) โพแทสเซียม
10. นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่าพืชและสัตว์ต่างก็ต้องการธาตุต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต นอกจากธาตุแล้วยังมีสารประกอบอีกพวกหนึ่ง ซึ่งร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อยแต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้ เพราะช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค สารประเภทนี้ได้แก่ วิตามิน ร่างกายที่อ่อนแอติดโรคนง่ายเพราะขาด
11. แร่ธาตุและวิตามินเป็นอาหารที่จำเป็นแต่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย วิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่พืชและแบคทีเรียเป็นผู้สร้าง วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่าง ๆ กัน ถ้าร่างกายขาดวิตามินก็จะก่อให้เกิดโทษ แหล่งอาหารตามธรรมชาติที่ให้วิตามิน คือ

แบบฝึกหัดทบทวน

1. ในการเพาะปลูก ธาตุที่จะต้องเพิ่มแก่ดินคือ
2. พืชจะได้รับการรับอนและออกซิเจนจาก
3. น้ำมีความสำคัญอย่างไรต่อพืชออกมา 2 ประการ
 1.
 2.
4. อาหารประเภทที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ คือ

เฉลย 10. วิตามิน
เฉลย 11. ฟิชและบั๊กเตรี

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่ 4

ชุดการเรียนรู้ที่ 4

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวิตามินต่าง ๆ ที่มีในอาหารรวมทั้งวิตามินซี ตลอดจน แหล่งอาหารที่ให้วิตามิน ประโยชน์ของวิตามิน และโทษของการขาดวิตามินแต่ละชนิด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทำการทดลองหาวิตามินซีในอาหารได้
2. เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในอาหารแต่ละชนิดได้
3. บอกแหล่งอาหารที่ให้วิตามินชนิดต่าง ๆ ได้
4. อธิบายโทษของการขาดวิตามินแต่ละชนิดได้
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการพลังงาน ธาตุ วิตามินของบุคคลแต่ละเพศ แต่ละวัยได้

1. ให้นักเรียนศึกษาข้อความที่เป็นสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ "ในขณะที่นักเรียนคนหนึ่งทดสอบแป้ง โดยหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก น้ำแป้งสุกก็เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม เมื่อเขาหยดของเหลวชนิดหนึ่งลงในหลอดทดลอง ปรากฏว่า น้ำแป้งสุกไม่เปลี่ยนสี แต่เมื่อหยดของเหลวที่เป็นน้ำผลไม้ลงปรากฏว่าน้ำแป้งสุกไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่"

ปัญหาในสถานการณ์นี้คือ

2. จากปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนจะตั้งสมมุติฐานอย่างไร

สมมุติฐาน

3. จากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ต่อไปนี้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานนี้ได้อย่างไร

- | | | |
|------------------------|----------------|--------------------------------------|
| (1) สารละลายไอโอดีน 1% | (2) น้ำแป้งสุก | (3) สารละลายวิตามินซี 0.01 % |
| (4) น้ำส้ม | (5) น้ำมะนาว | (6) น้ำสับปะรด |
| (7) หลอดทดลองขนาดกลาง | (8) หลอดหยด | (9) หลอดฉีดยาขนาด 12 cm ³ |

ให้นักเรียนระบุขั้นตอนในการทดลองอย่างละเอียด และตัวแปรที่ต้องควบคุม

ขั้นตอนในการทดลอง 1.

.....

2.

.....

3.

.....

4.

.....

ตัวแปรที่ต้องควบคุม

.....

เฉลย 1. ทำไมไม่นำผลไม้ทำให้น้ำแข็งสุกไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่

เฉลย 2. ในน้ำผลไม้มีวิตามินซีอยู่

เฉลย 3. วิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบ ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับวิธีการทดลองที่เฉลยนี้ แต่ให้มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน

วิธีการทดลอง 1. ใส่ไม้แขวนเสื้อลงในหลอดทดลองขนาดกลาง จำนวน 4 หลอด ให้มีปริมาณเท่ากันทุกหลอด

2. หยกสารละลายไอโอดีนลงในแต่ละหลอด สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01% ลงในหลอดที่หนึ่ง จนกระทั่งสารละลายน้ำแข็ง
ไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้ ส่วนหลอดที่ 2, 3, 4 เปลี่ยนหยดน้ำมะนาว น้ำส้มปะด
ตามลำดับ นับจำนวนหยดที่ใช้จนสารละลายน้ำแข็งไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ 1. ปริมาณน้ำแข็ง 2. ปริมาณสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้หมด

4. ให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ในรูปแบบที่นักเรียนคิดว่าง่ายต่อความเข้าใจ

ผลกา รทดลอง

เฉลย 4. การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นักเรียนอาจจะเสนอในรูปการบรรยาย
การใช้ตาราง แต่สำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ นำเสนอในรูปตาราง

สารละลาย	จำนวนหยด
วิตามินซี	5
น้ำมะนาว	40
น้ำส้ม	13
น้ำสับปะรด	35

ผลการทดลองของนักเรียนอาจจะไม่เท่ากับที่เฉลย เพราะไม่ได้ควบคุมตัวแปรก็ได้

5. จากการทดลองนักเรียนจะเห็นได้ว่าน้ำแข็งที่หยดสารละลายไอโอดีนลงไปจะ
เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แต่เมื่อหยดวิตามินซีลงไป สีน้ำเงินก็จะเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี วิตามินซีมีความ
เข้มข้น 0.01% และเมื่อหยดน้ำผลไม้ลงไปก็ให้ผลเช่นเดียวกับการหยดวิตามินซี แต่จำนวนหยด
ไม่เท่ากัน

ดังนั้นนักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่า

(1) วิตามินซีมีวิธีทดสอบง่าย ๆ คือ

.....

(2) ถ้าต้องการทราบว่าในสารใดมีวิตามินซีมากหรือน้อย จะทำได้โดย

.....

(3) น้ำผลไม้ที่มีวิตามินซีมากที่สุดในการทดลองนี้คือ

รองลงมาคือ น้อยที่สุดคือ

เฉลย 5. (1) หยทสารละลายของสิ่งที่ต้องการทดสอบลงในน้ำแข็งผสมสารละลายไอโอดีน และสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำแข็ง ถ้าน้ำแข็งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่

(2) อาจทำได้โดยเทียบจากจำนวนหยดที่สารนั้นเปลี่ยนสีของน้ำแข็งเป็นไม่มีสี กับ จำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์ซึ่งทราบปริมาณความเข้มข้นของวิตามินซี

(3) มากที่สุดคือน้ำส้ม รองลงมาคือน้ำสับปะรด น้อยที่สุดคือมะนาว

6. วิตามินซีมีมากในมะเขือเทศ มะละกอ ผลไม้จำพวกส้มและผักสีเขียว เช่น กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว เนื่องจากวิตามินซีละลายในน้ำได้ง่ายและสลายตัวเมื่อได้รับความร้อน

กะหล่ำปลีดิบ 100 กรัม กับผักกะหล่ำปลีต้ม 100 กรัม ชนิดใดจะมีวิตามินซีมากกว่ากัน

.....

เพราะ

7. ให้นักเรียนศึกษาตารางแสดงประโยชน์ของวิตามิน โโทษของการขาดวิตามินและแหล่งอาหารที่ให้วิตามิน

วิตามิน	แหล่งอาหาร	ประโยชน์ของวิตามิน	โทษของการขาดวิตามิน
A	ตับ ไข่แดง นม ผัก และผลไม้	ช่วยบำรุงสายตา รักษาสุขภาพของผิวหนัง	ไม่สามารถมองเห็นได้ในที่สลัว นัยน์ตาแห้งหรือตาอักเสบ มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อตาขาวและตาคำผิวหนังแห้ง
B ₁	ข้าวซ้อมมือ ตับ นม ถั่ว ไข่ มันเทศ	ช่วยบำรุงระบบประสาทและการทำงานของหัวใจ	เป็นโรคเหน็บชา เบื่ออาหาร ไม่มีแรง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก
B ₂	ถั่ว ข้าว ผัก ตับ นม ไข่ เนื้อ ปลา	ช่วยในการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างปกติทำให้ผิวหนัง ล้นตา มีสุขภาพที่ แข็งแรง	โรคปากนกกระจะอก ผิวหนังแห้ง และแตก ล้นอักเสบ
B ₆	ตับ นม ถั่วลิสง	ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหารและบำรุงผิวหนัง	ผิวหนังแห้ง และแตก ใจคอหดหู่ อ่อนแอ
C	ผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ กะหล่ำปลี เหงือก มะเขือเทศ	ช่วยรักษาสุขภาพของฟันและเหงือก ทำให้ร่างกายแข็งแรง มีความต้านทานโรค	เลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยเปราะ เป็นหวัดได้ง่าย
D	นม ไข่ ตับ น้ำมันตับปลา	ช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสเพื่อใช้สร้างกระดูก	เป็นโรคกระดูกอ่อน
K	ผักและตับ	ช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็ว	เลือดแข็งตัวช้า

(1) เมื่อนักเรียนดื่มนม จะได้รับวิตามิน

(2) คนที่เป็นโรคกระดูกอ่อน โรคเหน็บชา และโรคตา เพราะขาดวิตามิน

เฉลย 6. ผักกะหล่ำปลีดิบเพราะวิตามินซีจะสลายตัวไปเมื่อได้รับความร้อน กะหล่ำปลีที่ต้มจึงมีวิตามินซีน้อย

8. ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม



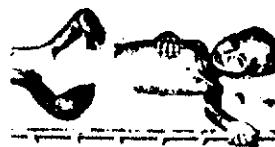
ก. ตาอักเสบมีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อตาขาว และตาดำ เป็นปากนกกระชอก



ข. กอหอก



ค. กษัยแดง ขวม มีโลหิตไหลซึม



ง. ขาเจ็บ ไม่มีแรง เป็นโรคนิวแมร์ กระตุกอ่อน

- (1) เด็กในรูป ก. และ ง. ขาดวิตามิน
 ดังนั้นควรรับประทานอาหารพวก
 (2) เด็กในรูป ข. ขาดแร่ธาตุอะไร
 ควรรับประทานอาหารพวก
 (3) เด็กในรูป ค. ขาดแร่ธาตุอะไร
 ควรรับประทานอาหารพวก

เฉลย 7. (1) วิตามิน A, B₁, B₂, B₆, D

(2) วิตามิน D, B₁, A

- เฉลย 8. (1) วิตามิน A, D ควรรับประทานอาหารพวก ตับ ไข่แดง นม
 (2) ไอโอดีน ควรรับประทานอาหารพวก อาหารทะเล
 (3) คนในรูป ค. ขาดวิตามิน ซี ควรรับประทานอาหารพวกผลไม้และผักที่มีวิตามินซี

9. นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า อาหารประเภทต่าง ๆ มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร สารบางชนิด เช่น โปรตีน นอกจากให้พลังงานแล้วยังช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ส่วนพวกที่ไม่ให้พลังงานคือ แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ ก็จำเป็นสำหรับการทำงานของร่างกาย ป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ

ข้าวโพด ถั่วเหลือง มันแกว มะละกอ อาหารชนิดใดที่มีสารอาหารช่วยซ่อมแซมร่างกายที่สึกหรอ (1)
 (2) อาหารที่ให้สารอาหารที่ช่วยป้องกันโรคหัดคือ

10. การขาดอาหารประเภทใดประเภทหนึ่งก็จะก่อให้เกิดโทษ ดังนั้นอาหารประจำวันจะต้องประกอบด้วยอาหารหลาย ๆ ชนิด เพื่อจะได้อาหารครบทุกประเภทตามต้องการ คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ นอกจากจะต้องกินอาหารหลาย ๆ ประเภทแล้ว ยังจำเป็นต้องกินให้ถูกสัดส่วนอีกด้วย

- (1) อาหารที่ให้พลังงานได้แก่
 (2) อาหารที่ไม่ให้พลังงานได้แก่
 (3) อาหารประเภทที่ร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่ขาดไม่ได้คือ

11. (ต่อ)

เพศและ อายุ(ปี)	น้ำหนัก (kg)	พลังงาน (kcal)	โปรตีน (g)	แคลเซียม (mg)	เหล็ก (mg)	วิตามิน				
						A (mg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)	D (mg)
ชาย										
18-35	70	2900	70	800	10	5.0	1.2	1.7	70	*
35-55	70	2600	70	800	10	5.0	1.0	1.6	70	*
55-75	70	2200	70	800	10	5.0	0.9	1.3	70	*
หญิง										
18-35	58	2100	58	800	15	5.0	0.8	1.3	70	*
35-55	58	1900	58	800	15	5.0	0.8	1.2	70	*
55-75	58	1600	58	800	10	5.0	0.8	1.2	70	*
มีครรภ์		200	78	1300	20	6.0	1.0	1.6	100	0.04
ให้นมบุตร		1000	98	1300	20	9.0	1.2	1.8	100	0.04

- (1) ถ้าทารกหนัก 3,500 กรัม ต้องให้โปรตีนแก่ทารกวันละ
 จึงจะพอแก่ความต้องการ
- (2) เด็กชายวัย 15 - 18 ปี มีความต้องการพลังงานมากหรือน้อยกว่า
เด็กหญิงในวัยเดียวกัน
- (3) หญิงในภาวะให้นมบุตร ต้องการอาหารประเภทใดมากที่สุด
เพื่อ
- (4) คนในวัยใดที่ไม่ต้องการวิตามินดี
 เพราะ
- (5) ชายในวัยใดต้องการโปรตีนมากที่สุด

เฉลย 11. (1) 8.75 (2) มากกว่า (3) คัลเซียม เพราะไปช่วยสร้างกระดูกและฟันแก่
ทารกในครรภ์ (4) ชายและหญิงในภาวะปกติตั้งแต่อายุ 18 ปีขึ้นไป (5) อายุ 15 - 18 ปี

12. จากตารางนักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของอาหารประเภทที่ร่างกายควรได้รับ
ต่อวันในบุคคลต่างเพศต่างวัย และต่างน้ำหนัก อาหารที่แสดงในตารางนี้เป็นอาหารที่คนไทย
จำนวนมากบริโภคไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ สำหรับอาหาร
ชนิดอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไม่ก่อให้เกิดปัญหา เนื่องจากบริโภคได้พอเพียงกับความ
ต้องการของร่างกาย

(1) การบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักทำให้คนไทยไม่ขาดอาหารประเภท

.....

(2) แร่ธาตุที่คนไทยบริโภคไม่เพียงพอได้แก่

.....

13. วิตามินที่คนไทยมักจะบริโภคไม่พอเพียงก็คือ วิตามินเอ บีหนึ่ง วิตามินซี และวิตามินดี
สำหรับวิตามินซีนั้น ถ้าหากได้ออกกำลังกายกลางแจ้งและได้รับแสงอาทิตย์แล้ว ร่างกายก็จะได้รับ
พอเพียง เพราะในแสงอุลตราไวโอเล็ตสามารถเปลี่ยนสารคลอเรสเคอรอลที่อยู่ใต้ผิวหนังให้เป็น
วิตามินดีได้

(1) คนที่ทำงานกลางแจ้ง จะไม่ขาดวิตามิน

(2) สารที่เป็นองค์ประกอบในการสร้างวิตามินดีได้แก่

.....

1. ถ้านักเรียนมีมะขามป้อม น้ำฝรั่ง น้ำมะเขือเทศ สงสัยว่า น้ำผลไม้ชนิดใดมี
วิตามินซีมากกว่ากัน จะทดสอบได้อย่างไร

[illegible]

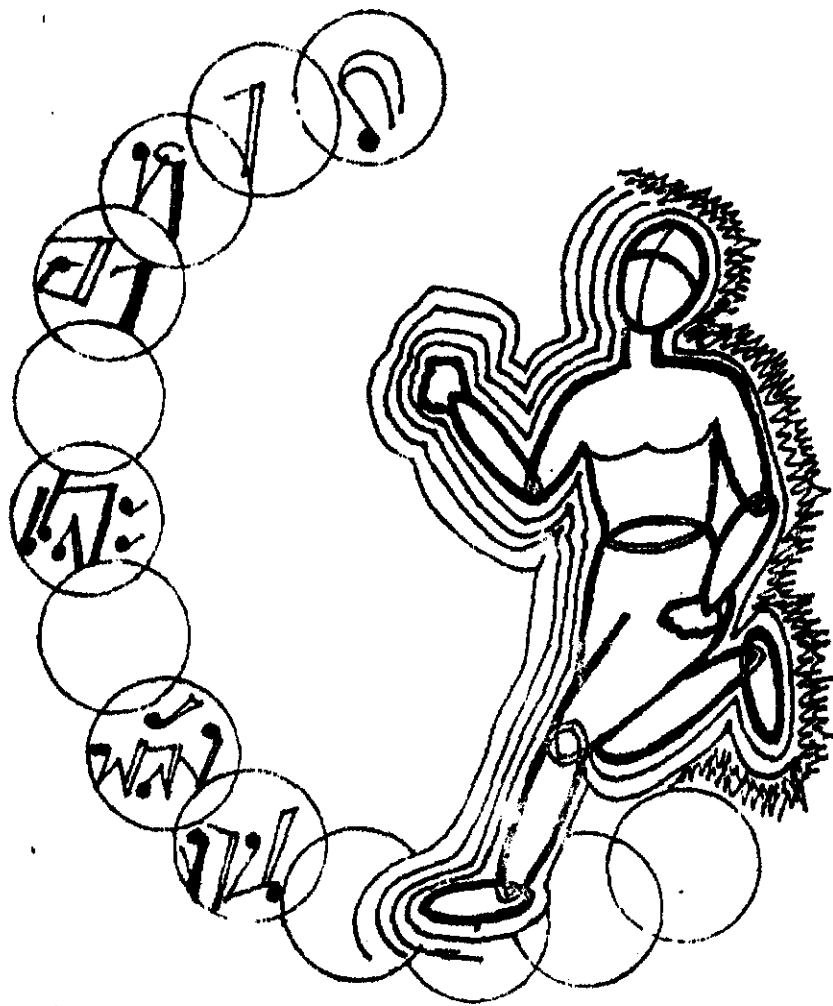
2. คนที่เป็นโรคเกี่ยวกับนิยน์ตาเพราะขาดวิตามิน

3. วิตามินชนิดที่ร่างกายต้องการต่อวันมากที่สุด

4. นักเรียนคิดว่าคนที่มีอายุมากกว่า 75 ปีขึ้นไป ความต้องการโปรตีนจะมากขึ้นหรือน้อยลง เพราะอะไร

[illegible]

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่ 5

ชุดการเรียนรู้ที่ 5

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียน ศึกษาเกี่ยวกับพลังงานที่สะสมในอาหาร วิธีการวัดหาค่าพลังงานที่สะสมในอาหาร

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานเมื่อมีการเผาอาหารโดยตรงได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการทดลองเผาอาหารได้ถูกต้อง
3. เปรียบเทียบค่าพลังงานในอาหารแต่ละชนิดจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหาร และค่าพลังงานในอาหารได้

1. อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งเราไม่สามารถมองเห็นได้ นอกจากจะมีวิธีทำให้พลังงานที่สะสมอยู่นั้นถูกปล่อยออกมา และนำมาใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง

(1) พลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารได้แก่พลังงาน

(2) เราทราบว่าพลังงานสะสมอยู่ในอาหารโดยให้พลังงานนั้นถูก

2. ให้นักเรียนศึกษาข้อความที่เป็นสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม
สถานการณ์ "นักเรียนคนหนึ่งนำเนื้อมะพร้าวแห้งไปลงไฟ ก็ปรากฏว่าเนื้อมะพร้าวนั้นติดไฟและเมื่อนำเนื้อมะพร้าวที่ติดไฟนั้นไปต้มน้ำ ก็พบว่าน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิม"

ปัญหาในสถานการณ์นี้คือ

3. จากปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนจะตั้งสมมุติฐานได้อย่างไร

4. เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น ให้นักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์และสารที่กำหนดให้ข้างล่างนี้

(1) ถั่วลิสงแห้ง

(5) ที่จับหลอดทดลอง

(2) น้ำกลั่น

(6) อุปกรณ์เผาถั่ว

(3) หลอดทดลองขนาดใหญ่

(7) ตะเกียงแอลกอฮอล์

(4) เทอร์โมมิเตอร์

(8) หลอดจึกยาขนาด 35 cm³

ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุขั้นตอนในการทดลอง และตัวแปรที่ต้องควบคุม
ขั้นตอนการทดลอง 1.

4. (ต่อ)

2.

.....

3.

.....

.....

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ

.....

5. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ และนำเสนอข้อมูล
ในรูปแบบที่เห็นว่าง่ายต่อความเข้าใจ

ผลการทดลอง

.....

เฉลย 1. (1) พลังงานเคมี (2) ถูกปล่อยออกมา

เฉลย 2. ทำไมเนื้อมะพร้าวที่ติดไฟทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

เฉลย 3. พลังงานที่สะสมในอาหารเมื่อถูกปล่อยออกมาในรูปพลังงานความร้อน ทำให้น้ำมี
อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

เฉลย 4. วิธีการในการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองมานั้น ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับวิธีการทดลองที่เฉลยนี้ แต่ขอให้มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน

วิธีการทดลอง 1. ใส่น้ำลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ประมาณ 10 วัตถุประสงค์และบันทึกผล

2. เสียบถั่วลิสงแห้งบนปลายเข็มแหลมซึ่งเสียบอยู่บนฐานไม้ แล้วจ่อถั่วลิสงไปที่

เปลวไฟของตะเกียงแอลกอฮอล์จนลูกเป็นเปลวไฟ

3. นำถั่วลิสงที่ติดไฟแล้วไปต้มน้ำในหลอดทดลองจนกระทั่งถั่วลิสงไหม้หมดและไฟดับ วัตถุประสงค์ของน้ำอีกครั้ง บันทึกผล

ตัวแปรที่ต้องควบคุม 1. ปริมาณน้ำ 2. ขนาดของเมล็ดถั่วลิสง

เฉลย 5. ตัวเลขที่ได้จากผลการทดลองของนักเรียน อาจจะไม่เท่ากับตัวเลขที่เฉลยนี้ ตัวเลขที่เฉลยเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

ผลการทดลอง อุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม 28°C และหลังต้ม 70°C

6. ในการทดลองนี้นักเรียนใช้น้ำ กรัม

อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิม $^{\circ}\text{C}$

ถ้า น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1° เซลเซียส ได้รับปริมาณความร้อน 1 cal

ถ้า น้ำ ... กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เซลเซียส ได้รับปริมาณความร้อน $1 \times \dots \times \dots$ cal

ดังนั้น น้ำได้รับปริมาณความร้อน cal

ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ cal เป็นปริมาณความร้อนที่ได้รับ

จากการเผาอาหารโดยตรงคือการเผาถั่ว ดังนั้นในการเผาอาหารนี้มีการเปลี่ยนรูปพลังงานคือ พลังงานเคมีที่สะสมในถั่ว ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และพลังงานแสง

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานในการเผาถั่ว

.....

.....

เฉลย 7. สรุปการทดลองได้ว่า

เมื่อตัวลิสงเกิดการเผาไหม้ พลังงานเคมีที่สะสมในตัวลิสงจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานแสง พลังงานความร้อนนี้จะถ่ายเทให้แก่ น้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งเราสามารถคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ

ค่าปริมาณความร้อนที่คำนวณออกมานั้น ก็คือปริมาณความร้อนหรือพลังงานความร้อนที่อาหารปล่อยออกมานั่นเอง

9. นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการเกี่ยวกับการทดลองที่นักเรียนทำไปแล้วนี้ หาค่าพลังงานจากอาหารโดยใช้เครื่องมือ เรียกว่าบอมบ์คาลอรีมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ละเอียด ซับซ้อนและมีการป้องกันการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศและทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์จึงให้ค่าที่เชื่อถือได้มากกว่า

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานจากอาหารเรียกว่า

.....

10. พลังงานที่ได้จากการเผาอาหารนิยมนวัดเป็นกิโลคาลอรี 1 กิโลคาลอรี หมายถึงจำนวนความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1,000 กรัม หรือ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ร้อนขึ้น 1 องศาเซลเซียส และจากการทดลองพบว่าคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลคาลอรี และไขมัน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 9 กิโลคาลอรี

ถัสดัสดเตา เนือดูคดง มัสดู เมื่อมีปริมาณเท่า ๆ กัน อาหารชนิดใดให้พลังงานมากที่สุด

.....

11. ให้นักเรียนศึกษารายแสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหาร
บางชนิดต่อมวล 100 กรัม

อาหาร (100 g)	ค่าพลังงาน (kcal)	น้ำ (g)	โปรตีน (g)	ไขมัน (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)	คลอโรฟิลล์ (mg)	เหล็ก (mg)	วิตามิน			
								A (mg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)
ผัดวุ้นอก	119	75.5	5.7	4.1	14.8	25.2	1.2	0.004	0.132	0.054	3.0
แกงผัดเนื้อ	119	79.9	6.3	8.1	5.2	17.6	1.2	0.010	0.030	0.084	0.7
ต้มยำเนื้อ	108	80.9	11.2	6.6	1.0	15.7	2.3	0.013	0.060	0.090	1.9
ก๋วยเตี๋ยวลูกชิ้นเนื้อ	187	65.1	9.6	9.8	15.1	3.0	0.5	—	0.096	0.024	0.4
ผัดจืดเต้าหู้ขาว	51	90.3	2.6	2.6	4.1	27.0	0.6	0.061	0.036	0.018	0.2
ผัดวุ้นเส้น	185	61.1	7.5	6.6	23.9	23.5	1.0	0.378	0.168	0.090	8.4
แกงขมิ้นหลัก	92	80.0	4.8	6.1	4.5	52.2	1.2	0.478	0.018	0.054	9.0
ก๋วยเตี๋ยวผัดไก่	251	49.3	21.6	12.3	13.5	19.0	0.8	0.168	0.054	0.042	—
ข้าวสุก (ข้าว 100% ไม่เจี้น้ำ)	137	65.6	2.6	0.2	31.3	23.9	—	—	0.010	—	—
ข้าวเหนียว	355	11.3	7.0	0.3	81.1	11.3	1.3	—	0.090	0.030	—
ถั่วลิสงคั่ว	564	5.6	26.0	47.5	18.6	69.0	2.1	—	1.140	0.130	—
กล้วยน้ำว้า	147	82.6	1.1	0.2	35.1	19.5	0.5	0.309	0.040	0.020	29.3
มะละกอสุก	51	86.9	0.8	0.3	11.3	15.0	0.5	17.930	0.030	0.020	64.2
กะหล่ำปลี	33	88.6	1.0	0.2	6.7	73.1	0.7	0.080	0.110	0.100	78.0
มะเขือเทศสุก	20	93.5	0.9	—	4.0	9.5	0.7	15.500	0.020	0.040	36.8
ถั่วแระ	164	59.8	16.1	5.6	12.4	129.6	2.0	0.140	0.208	0.130	14.1
เนื้อหมู	144	71.6	18.9	6.8	1.7	8.2	1.4	—	0.560	0.100	2.9
เนื้อวัว	96	76.0	20.2	0.8	2.0	4.7	2.0	—	0.070	0.120	—
ปลาทุ	93	76.0	21.5	0.5	0.6	12.4	1.5	—	0.140	0.180	—
ตับหมู	124	71.0	21.0	3.1	2.9	12.3	23.1	10.900	0.090	0.190	14.5
ไข่ไก่ (ทั้งฟอง)	167	72.0	12.7	11.8	2.4	51.5	2.8	1.140	0.150	0.350	—
ไข่เป็ด (ทั้งฟอง)	163	71.5	13.6	10.5	3.4	53.6	3.0	1.230	0.280	0.280	—
กะปิ	143	40.1	27.3	2.4	3.0	15.54	8.2	—	—	0.360	—
น้ำปลาดี	26	63.1	6.1	0.1	—	69.9	0.6	—	—	0.100	—
พริกขี้หนูแดง	56	81.9	3.2	0.8	9.1	12.5	1.1	1.450	0.150	0.070	100.0
แตงกวา	18	94.7	1.1	0.3	2.8	22.4	0.7	0.280	0.030	0.050	12.5

- (1) อาหารชนิดใดให้วิตามินเอ วิตามินซี มากที่สุดคือ
- (2) โปรตีนมีมากที่สุดใน
- (3) อาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมากที่สุดคือ

เฉลย 9. บอรัม กาลอรัมเพอร์
เฉลย 10. มันทู
เฉลย 11. (1) พริกขี้หนู (2) ถั่วลิสงคิม (3) แตงกวา

แบบฝึกหัดทบทวน

1. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าอาหารชนิดอื่น ๆ จะให้ค่าพลังงานมากหรือน้อย

นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อนักเรียนรับประทานข้าวสุก 300 กรัม ผักถั่วงอก 500 กรัม แกงขี้เหล็ก 500 กรัม มะละกอสุก 200 กรัม นักเรียนจะได้รับพลังงานทั้งสิ้นเท่าไร แสดงวิธีคำนวณอย่างละเอียด

.....

.....

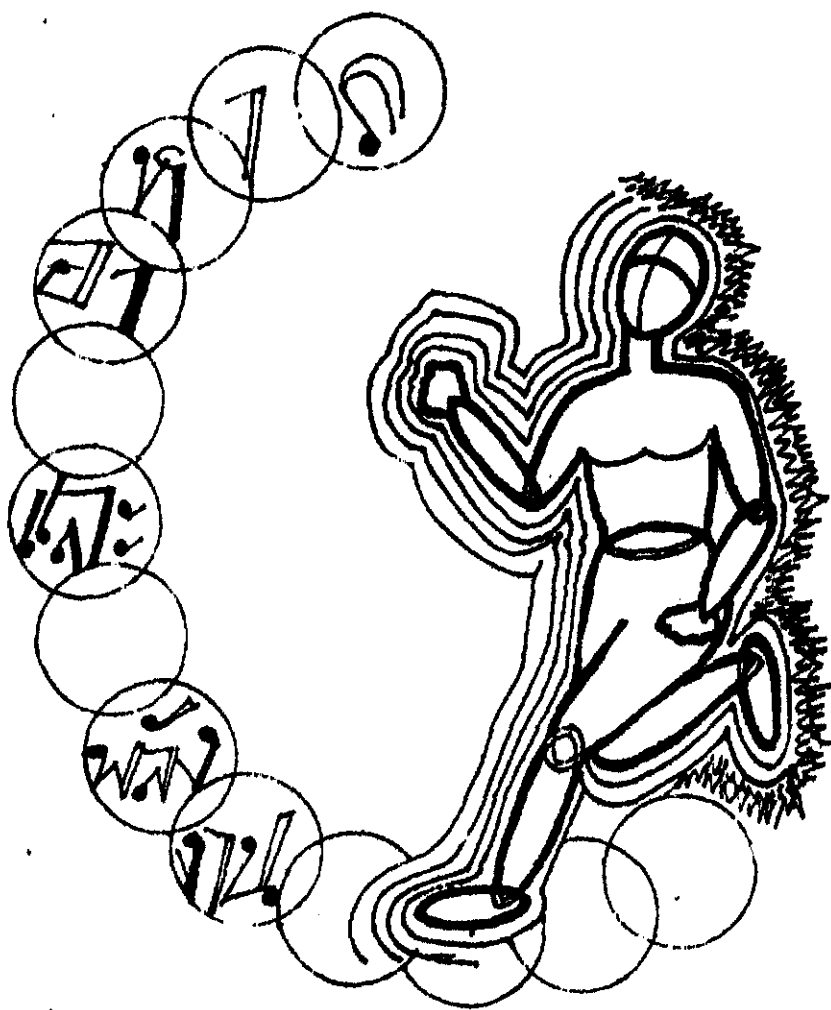
.....

.....

.....

.....

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดที่ 6

ชุดการเรียนรู้ที่ 6

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักเรียน ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการหายใจและการเผาไหม้ ความสำคัญของการเลือกรับประทานอาหารให้ครบทุกประเภทและถูกสัดส่วน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาผลาญอาหารในเซลล์
2. อธิบายความหมายของการหายใจได้
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเผาไหม้และการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการปริมาณพลังงานของพืช วัย กิจกรรม และภาวะร่างกายที่ต่างกัน
5. คำนวณหาปริมาณพลังงานที่ร่างกายใช้ต่อวันได้
6. เลือกรายชื่ออาหารที่จะรับประทานจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหาร และคำนวณพลังงานได้ครบทุกประเภทและถูกสัดส่วน

1. จากการทดลองที่ผ่านมา นักเรียนคงจะเห็นว่าเมื่อมีการเผาไหม้ถั่วลิสงจะเกิดพลังงานความร้อนและพลังงานแสงขึ้น การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของกาซออกซิเจนกับสารใดสารหนึ่งแล้วให้พลังงานเคมี พลังงานรูปนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น พลังงานความร้อนและพลังงานแสง เป็นต้น

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานเมื่อมีการเผาไหม้ถั่วลิสง

.....

2. ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ผลที่ได้คือ ความร้อน แสง กาซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต้องใช้พลังงานความร้อนสูง และในทำนองเดียวกัน เชื้อเพลิงเมื่อเผาไหม้ก็ให้พลังงานความร้อนออกมาสูงเช่นกัน ปฏิกิริยาเช่นนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ในร่างกาย

ปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจะเกิดขึ้นในร่างกายไม่ได้เพราะ

.....

3. ให้นักเรียนศึกษาข้อความที่เป็นสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม
สถานการณ์ "ชาวบ้านที่ชอบทำน้ำตาลเมา เขาใช้น้ำตาลละลายแล้วใส่หัวเชื้อลง หัวเชื้อก็คือยีสต์ แล้วปล่อยให้ยีสต์มีฟองเกิดขึ้น จึงนำไปดื่มได้"

ปัญหาในสถานการณ์คือ

.....

4. ให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์นี้

.....

เฉลย 1. พลังงานเคมี <pre> พลังงานเคมี / \ / \ พลังงานความร้อน พลังงานแสง </pre>
เฉลย 2. การเผาไหม้แบบนี้ต้องใช้พลังงานความร้อนสูง ซึ่งในร่างกายไม่มีและพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้สูงมากร่างกายทนไม่ได้
เฉลย 3. ทำไมเกิดฟองก๊าซที่สารละลายน้ำตาล
เฉลย 4. ฟองก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในการเผาผลาญอาหารของยีสต์
5. จากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ ให้นักเรียนออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น (1) ยีสต์ (2) สารละลายน้ำตาล 10 % (3) คาลอริมิเตอร์ (4) เทอร์โมมิเตอร์ (4) หลอดคัลยาขนาด 35 cm ³ (6) ข้อนเบอร์ 2 ให้นักเรียนระบุขั้นตอนในการทดลอง และบอกตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย ขั้นตอนการทดลอง 1. 2. 3. 4. ตัวแปรที่ต้องควบคุม

วิธีการทดลอง 1. เทสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% ลงในคอลัมน์รีโตร์ทั้งสองอันให้ปริมาณเท่ากัน

2. เทียสที่ละลายในน้ำ 1 cm^3 ลงในสารละลายน้ำตาลในคอลัมน์ที่มีเทอร์อันที่หนึ่ง แล้วคนให้ทั่ว ส่วนคอลัมน์ที่สองไม่มีสียสค์ ปิดฝาซึ่งมีเทอร์โมมิเตอร์เสียบติดอยู่ให้แน่น บันทึกอุณหภูมิที่อ่านได้ในขณะนั้น

3. สังเกตและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที

4. เปิดฝาคาลอรีมิเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในคาลอรีมิเตอร์ทั้งสอง

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ 1. ปริมาณของสารละลายน้ำตาล 2. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

6. ให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามขั้นตอนการทดลองที่นักเรียนออกแบบไว้ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ

3. สังเกตและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที

4. เปิดตลาดออร์มีเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในตลาดออร์มีเตอร์ทั้งสอง

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ 1. ปริมาณของสารละลายน้ำตาล 2. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

6. ให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามขั้นตอนการทดลองที่นักเรียนออกแบบไว้ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ

ผลกา รทดลอง

[illegible]

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

[illegible]

U O P D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _ ` { | } ~

[illegible]

.....

C A G U D E S P Q R T V W X Y Z [\] ^ _ { ` | ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿ À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ð Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ à á â ã

SECRET

[illegible][illegible]

เฉลย 6. ผลการทดลองที่เจลยนี้ เป็นเพียงตัวอย่างผลการทดลองเท่านั้น ตัวเลขในข้อมูลของนักเรียนอาจจะไม่เท่ากับตัวอย่งนี้ก็ได้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)	
	กาลอรัมิเตอร์ใบที่หนึ่ง	กาลอรัมิเตอร์ใบที่สอง
0	28	28
5	29	28
10	30	28
15	30	28

7. ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้

.....

.....

.....

.....

.....

8. ปฏิกริยาเคมีที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของยีสต์หรือของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจ การหายใจเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจนโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมา สำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต

ให้เขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานของกระบวนการหายใจ

.....

.....

.....

เจอลย 7. การทดลองนี้แสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในคาลอรีมิเตอร์ที่บรรจุน้ำตาลและยีสต์ ซึ่งสังเกตได้จากการมีฟองก๊าซเกิดขึ้นและมีอุณหภูมิสูงขึ้น ฟองก๊าซนี้คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากน้ำตาลเป็นอาหารชนิดหนึ่งและยีสต์เป็นพืชเซลล์เดียวที่ใช้น้ำตาลเป็นอาหาร การทดลองนี้แสดงว่ามีปฏิกิริยาเผาผลาญอาหารเกิดขึ้นในเซลล์ของยีสต์

เจอลย 8. อาหารในเซลล์ + ออกซิเจน $\xrightarrow{\text{เอนไซม์}}$ CO_2 + พลังงาน + น้ำ

9. เอนไซม์เป็นสารประกอบประเภทโปรตีน เป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีที่มีชีวิตสร้างขึ้นในการทำงานของเอนไซม์บางชนิดต้องอาศัยเกลือแร่และวิตามินบางอย่างเป็นตัวประกอบที่สำคัญ เช่น เอนไซม์ที่ใช้สำหรับกระบวนการหายใจมีวิตามินบีชนิดต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ในสิ่งมีชีวิตจะมีเอนไซม์มากมายหลายชนิด และแต่ละชนิดก็ทำหน้าที่เฉพาะตัวเท่านั้น

ตัวกระตุ้นที่มีชีวิตสร้างขึ้นเพื่อช่วยในกระบวนการหายใจคือ

.....

10. ในการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป เช่น เผาไม้หรือถ่าน จะใช้ออกซิเจนจากอากาศโดยตรง และใช้ความร้อนสูงในการเริ่มปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วก็ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ผลที่ได้ก็คือ ควัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงานความร้อน และพลังงานแสง พลังงานความร้อนที่ได้ออกมาสูงมาก

ตัวกระตุ้นในการเผาไหม้คือ

เฉลย 9. เอนไซม์

เฉลย 10. ความร้อน

11. ส่วนการเผาผลาญอาหารในเซลล์นั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องมีเอนไซม์เฉพาะสำหรับกระบวนการหายใจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์ ออกซิเจนที่ใช้จะเป็นออกซิเจนที่อยู่ในของเหลวในเซลล์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดำเนินไปช้า ๆ คงที่ ผลที่ได้จากการหายใจ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและพลังงาน

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงกระบวนการหายใจ

.....
.....

12. พลังงานที่ได้จากการหายใจนี้ ส่วนหนึ่งเป็นพลังงานความร้อนซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิของร่างกายปกติอบอุ่นอยู่เสมอที่ 37 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นพลังงานเคมียังเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น พลังงานกลสำหรับการเคลื่อนไหว หรือในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ

ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานในการหายใจ

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

เฉลย 11. อาหารในเซลล์ + ออกซิเจน $\longrightarrow$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + พลังงาน

เฉลย 12. พลังงานเคมีสะสมในอาหาร $\begin{cases} \longrightarrow \text{พลังงานความร้อน} \\ \longrightarrow \text{พลังงานกล} \end{cases}$

13. ร่างกายต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อความอบอุ่นและเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ฉะนั้นอาหารที่บริโภคต้องให้พลังงานเพียงพอและมีอาหารครบทุกประเภทตามความต้องการของร่างกายผู้นั้น ให้นักเรียนศึกษาตารางแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมงต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (kcal)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	0.93	0.27
นอนลืมตา	1.10	1.20
นั่งนิ่ง ๆ	1.43	1.33
นั่งทำงาน	1.59	1.47
ร้องเพลง	1.74	1.62
พิมพ์หนังสือ	2.00	1.86
รีดผ้า	2.06	1.92
กวาดบ้าน	2.43	2.24
ซักผ้า	2.80	2.42
เดินเล่น	2.86	2.66
ออกกำลังกาย (วิ่ง , ว่ายน้ำ)	6.43	5.98

(1) กิจกรรมใดใช้พลังงานมากที่สุด

13. (ต่อ)

(2) เด็กชายที่หนัก 40 กิโลกรัม ต้องใช้พลังงานเท่าไร ถ้าเขานอนหลับ 8 ชั่วโมง ออกกำลังกาย 1 ชั่วโมง นั่งทำงาน 2 ชั่วโมง กวาดบ้าน 1/2 ชั่วโมง

.....

(3) เวลานอนหลับต้องใช้พลังงานเพื่อ

14. นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า การใช้พลังงานของบุคคลในแต่ละเพศ แต่ละวัยนั้นแตกต่างกัน ทั้งขึ้นอยู่กับภาวะและสภาพของร่างกาย เด็กที่กำลังเจริญเติบโตจะต้องการพลังงานมาก เพราะ นอกจากจะใช้สำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ แล้ว ยังต้องการสำหรับการเจริญเติบโตอีกด้วย คนในวัยใดต้องการพลังงานมาก

15. สำหรับผู้หญิงในภาวะตั้งครรภ์ หรือกำลังให้นมลูก มีความต้องการพลังงานมากขึ้น หญิงมีครรภ์ควรจะเพิ่มขึ้นอีกวันละ 200 กิโลแคลอรี ส่วนหญิงที่ให้นมลูกควรจะเพิ่มขึ้นอีกวันละ 1,000 กิโลแคลอรี ทั้งนี้ต้องมีอาหารครบทุกประเภทด้วย หญิงกำลังให้นมลูกต้องการพลังงานมากขึ้นเพื่อ

16. นอกจากการใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับเพศ วัย และภาวะทางร่างกายแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย กิจกรรมแต่ละประเภทต้องการพลังงานแตกต่างกัน พลังงานที่ใช้ในกิจกรรมเหล่านี้ก็ได้อาหาร

นักกีฬาที่ต้องฝึกซ้อมทุกวันกับคนที่นั่งทำงานตลอดวัน ใครมีความต้องการพลังงานมากกว่ากัน

เฉลย 13. (1) ออกกำลังกาย (2) 730.6 (3) ใช้ในการเต้นของหัวใจ
เฉลย 14. เด็กกำลังเจริญเติบโต
เฉลย 15. เพื่อเลี้ยงดูทารกและตนเอง แทนที่สูญเสียไป
เฉลย 16. นักกีฬาต้องการพลังงานมากกว่า
17. ดังนั้นการกินอาหารก็ต้องกินอาหารให้ได้พลังงานพอเหมาะกับกิจกรรมของแต่ละบุคคล และกินอาหารให้ครบทุกประเภทและถูกสัดส่วน กล่าวคือ อาหารมื้อหนึ่ง ๆ ควรประกอบไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ คนที่สุขภาพอ่อนแอ เจ็บป่วยบ่อย ๆ แสดงว่าขาดอาหารประเภท
18. การกินอาหารต้องกินให้พอเหมาะกับความต้องการของร่างกาย ถ้ากินน้อยเกินไป จะทำให้เกิดโทษ กล่าวคือ เป็นโรคต่าง ๆ ถ้ากินมากเกินไปก็มีโทษเช่นเดียวกัน เช่น ทำให้ อ้วนและเกิดโรคได้ คนที่อ้วนแสดงว่ากินอาหารประเภท มากเกินไป
19. อาหารประเภทไขมันและคาร์โบไฮเดรต ถ้ากินมากเกินไปจะสะสมไว้ในร่างกาย ในรูปของไขมันและไกลโคเจน สำหรับไขมันจะสะสมไว้ที่ผิวหนังหรือตามส่วนต่าง ๆ ของ ร่างกาย เช่น ในช่องท้อง รอบ ๆ ไต หรือหัวใจ คาร์โบไฮเดรตจะถูกสะสมไว้ในรูปของ

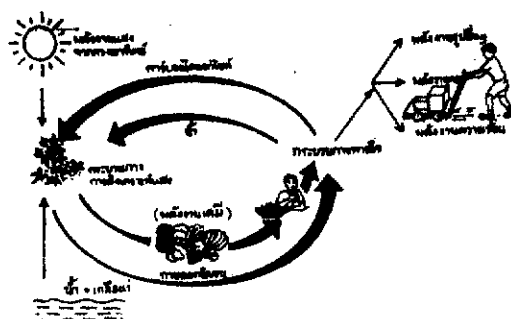
เฉลย 17. เกลื้อแร่และวิตามิน
เฉลย 18. ไขมัน
เฉลย 19. ไกลโคเจน
20. ไกลโคเจนส่วนใหญ่สะสมในตับและกล้ามเนื้อ สำหรับไกลโคเจนร่างกายสะสมได้ในปริมาณจำกัด ส่วนไขมันสะสมโดยไม่จำกัดปริมาณ ทั้งไกลโคเจนและไขมันมีประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะเป็นแหล่งพลังงานสำหรับนำมาใช้ในยามขาดแคลน ถ้านักเรียนขาดแคลนอาหารร่างกายจะนำ มาใช้แทน
21. การบริโภคไขมันสัตว์เข้าไปมากเกินไปจะทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มขึ้น เมื่อสารชนิดนี้สะสมตามผนังของเส้นเลือดจะทำให้เส้นเลือดตีบหรืออุดตันได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเป็นโรคหัวใจวาย ฉะนั้นในปัจจุบันประชาชนจึงหันมาบริโภคไขมันจากพืชแทนไขมันสัตว์ ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดจะเพิ่มขึ้นเมื่อบริโภคอาหารประเภท เข้าไปมากเกินไป
22. สำหรับอาหารพวกโปรตีน ส่วนที่กินเข้าไปเกินความต้องการของร่างกายก็จะถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนและยูเรีย สำหรับยูเรียถ้ามีปริมาณมากจะเป็นพิษต่อร่างกาย จึงถูกกำจัดออกทางปัสสาวะ สารที่จะตรวจพบในปัสสาวะคือ

เฉลย 20. ไช้แก้มและโกดโคเจน

เฉลย 21. ไช้แก้มสัตว์

เฉลย 22. ยูเรีย

23. ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและพลังงานต่าง ๆ



ให้นักเรียนสรุปจากแผนภาพ

(1) พลังงานเริ่มแรกในการดำรงชีวิตคือพลังงาน

ได้มาจาก

(2) การสังเคราะห์แสงของพืช พลังงานแสงจะเปลี่ยนเป็น

..... สะสมในอาหาร

(3) ในกระบวนการหายใจของคนและสัตว์ พลังงานในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็น

พลังงานรูปต่าง ๆ เช่น พลังงาน

พลังงาน

พลังงาน

- เฉลย 23. (1) พลังงานแสงได้มาจากดวงอาทิตย์
 (2) พลังงานเคมี
 (3) พลังงานกล พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ

แบบฝึกหัดทบทวน

1. การเผาผลาญอาหารจะเกิดขึ้นในส่วนใดของร่างกาย
 และที่อุณหภูมิเท่าไร
2. ในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต สิ่งที่ได้จากการหายใจ ได้แก่

3. การเผาผลาญอาหารกับการเผาไหม้ของเชื้อไหม้ของเชื้อเพลิงแตกต่างกันที่

4. คาร์โบไฮเดรตที่เหลือใช้ในร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็น
 และโปรตีนที่เกินความต้องการของร่างกายก็จะถูกเปลี่ยนเป็น
5. ตัวกระตุ้นในการหายใจของสิ่งมีชีวิตคือ
 ส่วนตัวกระตุ้นในกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงคือ

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท.

บทคัดย่อ

ของ

อุทัย นุญมาศ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2529

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อให้ทราบผลการสอนนักเรียน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง และของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้มาโดยการสุ่ม จำนวน 90 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test แบบ Independent-Group

ผลการศึกษาค้นพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่ากลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่ากลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่ากลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
6. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงสูงกว่ากลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางสูงกว่ากลุ่มทดลองที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON ON SCIENTIFIC PROBLEM - SOLVING ABILITY AND SCIENCE PROCESS
SKILLS ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS LEARNING THROUGH SELF-
LEARNING PACKAGE AND THROUGH THE METHOD IN THE IPST TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

UTAI BUNMADE

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

October 1986

The purpose of this study was to find out the results of teaching the students by using Self-Learning Package and the methods in the IPST Teacher's Manual.

The subjects were 90 students who were randomly selected from Mathayom Sukea II students of Rachini Burana School, Amphoe Muang, Nakhonpathom Province in the 1986 academic year. The statistical techniques used in data analysis was t-test Independent Group.

The result of this study indicated that:-

1. The scientific problem-solving ability of the experimental group was higher than the control group at the .01 level.

2. The scientific problem-solving ability of the group of the students with high competency was higher than the group of the students with average competency at the .01 level.

3. The scientific problem-solving ability of the group of the students with high competency was higher than the group of the students with low competency at the .01 level.

4. The scientific problem-solving ability of the group of the students with average competency was not higher than the group of the students with low competency.

5. The science process skills achievement of the experimental group was not higher than the control group.

6. The science process skills achievement of the group of the students with high competency was higher than the group of the students with average competency at the .01 level.

7. The science process skills achievement of the group of the students with high competency was higher than the group of the students with low competency at the .01 level.

8. The science process skills achievement of the group of the students with average competency was higher than the group of the students with low competency at the .01 level.