

507.8
๙๘140
๒.3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการเรียนรู้
ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู

16

0701/9

ปริญญาโท

ของ

สุนทรี หิมารัตน์

26 พ.ธ. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

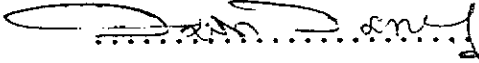
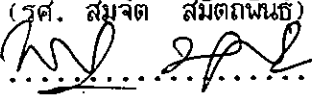
ตุลาคม 2533

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

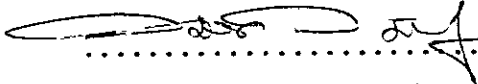
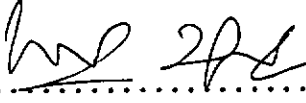
174680

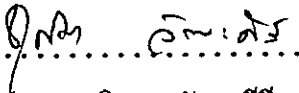
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

 ประธาน
(รศ. สมจิต สมิตถพันธ์)
 กรรมการ
(รศ. ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน
(รศ. สมจิต สมิตถพันธ์)
 กรรมการ
(รศ. ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร. ชุติมา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ. ดร. สมนพร บัวทอง)

วันที่ 17 เดือน ตุลาคม ...พ.ศ. 2533

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ จากรองศาสตราจารย์สมจิต สมิตถพันธ์ รองศาสตราจารย์ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์และ ดร. ชุตินา วัฒนาศิริ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อุทัย บุญมาดี อาจารย์อารีรัตน์ ไรจน์เพ็ญเพียร อาจารย์ ช่อทิพย์ สุ่มทุมทิพย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือและคำแนะนำตรวจสอบ แก์ไข เครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จิรศักดิ์ ไผ่ศาล ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมฐานบิน กำแพงแสน คณะครู-อาจารย์ โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียน มัธยมฐานบินกำแพงแสน ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งเพื่อน นิสิตปริญญาโท วิชาเอกการมัธยมศึกษาปีการศึกษา 2531 ตลอดจนทุกท่านที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมา โดยตลอด

สุนทรี หิมารัตน์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	10
	เอกสารเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	20
	เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์และการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์	25
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	29
	เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	35 ✓
	เอกสารเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้	42
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์	49
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	50
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	52 ✓
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้	53 ✓
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	55
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	
	ประชากร	56
	กลุ่มตัวอย่าง	56

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	56
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	56
แบบแผนการทดลอง	56
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	57
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	57
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	64
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ	65
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน	66

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	72
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	72
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	72
การวิเคราะห์ข้อมูล	74
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	74
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	77
ข้อสังเกตจากการทดลองครั้งนี้	78
ข้อเสนอแนะ	78

บรรณานุกรม	80
------------------	----

ภาคผนวก	91
---------------	----

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ..	10
2 แบบแผนการวิจัย	57
3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	68
4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการเรียนของ กลุ่มทดลอง	69
5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังเรียนของ กลุ่มควบคุม	69
6 การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	70
7 แสดงความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากมาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	93

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	12
2	แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่างๆ ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	16
3	แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการเรียน	17
4	แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	21
5	แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	23
6	แสดงการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก	26
7	แสดงการแก้ปัญหาโดยวิธียังเห็น	27
8	แสดงขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทักษะของนักจิตวิทยากลุ่มเกสโตลท์	28
9	แผนภูมิแสดงลำดับกระบวนการในการเรียนรู้	44
10	แผนภูมิแสดงกระบวนการจำ	46

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาการหลาย ๆ สาขาได้ก้าวหน้าและขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องมีการเปลี่ยนแปลง คือ นอกจากจะเน้นเนื้อหาวิชาการทางทฤษฎีแล้ว ยังต้องเน้นกระบวนการซึ่งอาศัยการปฏิบัติเพื่อปลูกฝังให้นักเรียนได้ฝึกสังเกต ตั้งปัญหา หาคำตอบได้เองอย่างมีเหตุผลเพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ หน่วยงานที่มีส่วนรับผิดชอบในเรื่องนี้ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ปรับปรุงหลักสูตร การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้และกระบวนการที่เน้นการส่งเสริมให้รู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยยึดแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับความรู้และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชีววิทยา เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ในทางตรงได้แก่ เรื่องของอาหาร ระบบการทำงานของร่างกาย การเจริญเติบโตและโรคภัยไข้เจ็บ ส่วนชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ในทางอ้อมได้แก่ สภาพแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเราอันมีพืชและสัตว์นานาชนิด ดิน น้ำ อากาศ ตลอดจนอาชีพต่าง ๆ ที่เป็นชีววิทยาประยุกต์ได้แก่ เกษตรกรรม เป็นต้น ชีววิทยาจึงเป็นวิชาที่ทุกคนควรเรียนรู้ถึงข้อเท็จจริงและหลักการในเรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อจะได้เข้าใจตัวของเราเอง สภาพแวดล้อม สาเหตุและวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นผลให้สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ให้มีสภาพดีขึ้น (นิสาล สร้อยชูร่า. 2524 : คำชี้แจง)

การเรียนการสอนชีววิทยาตามหลักสูตรใหม่ เน้นให้นักเรียนรู้จักตั้งปัญหาจากข้อมูลที่สังเกตได้และรู้จักวิธีหาคำตอบด้วยตนเอง ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะทาง การเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นงานภาคปฏิบัติ ซึ่งมีเป้าหมายความถึงงานที่จะต้องทำในห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่รวมถึงงานทุกชนิดที่ยึดทักษะเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ

อันได้แก่ การสังเกต การสาธิต การทดลอง ซึ่งเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาแต่ละตอน บางส่วน
 ต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการกระทำของผู้เรียนมากำหนด เป็นสถานการณ์ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้
 ตัวแปรในการทดลองและผลที่ได้จากการทดลอง ทั้งนี้เป็นการฝึกการสร้างสมมติฐาน การแปล
 ความหมายผลการทดลองที่ได้ การสร้างข้อสรุป เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนวิชา
 ชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก็ยังประสบกับปัญหา จากการศึกษาของบุญญา อุตยวัฒน์
 (2524 : 40) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้จากข้อเท็จจริง
 หรือจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ยังมีน้อย นักเรียนสนใจแต่เฉพาะให้ครูสรุปผลการทดลอง แสดงว่า
 การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร และจาก
 การศึกษาของ อุดม เลี้ยววาริณ (2524 : 79) ก็พบว่าครูที่สอนวิชาชีววิทยาไม่ได้เน้นการฝึก
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมากนัก ดังผลการวิจัยของ กิ่งฟ้า สีนสุวงษ์
 และคนอื่น ๆ (2525 : 113) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้น ม.4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควรจะเป็น และจากผลการวิจัยของ
 วรณทิศา รอดแรงคำ (2530 : 76-87) ซึ่งศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ ใน
 กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย มีความสามารถในการ
 ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะต่ำอยู่ อย่างไรก็ตามกระบวนการค้นหาความรู้
 ที่ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น จำนวนนักเรียน
 ต่อห้องเรียน ความแตกต่างด้านความพร้อม ความสามารถของนักเรียน ซึ่งอาจทำให้การพัฒนาทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดำเนินไปได้ไม่เต็มที่ (ยุพา ตันติเจริญ. 2529 : 3) ดังจะเห็นได้
 จาก ครูคนหนึ่งต่อนักเรียนประมาณ 45 คน ทำให้นักเรียนไม่ได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทุกด้าน
 เท่าที่ควร เพราะครูเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคลได้ไม่ทั่วถึงและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง
 บุคคลน้อยเกินไป จึงเป็นสาเหตุทำให้เด็กเก่งเบื่อหน่ายและเด็กอ่อนท้อถอย ไม่ตั้งใจเรียนเท่าที่ควร
 และเนื่องจากอัตราการแข่งขันของพลเมืองสูงมาก ทำให้นักเรียนที่อยู่ในวัยเรียนก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย
 การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามต้องการนั้น เป็นสิ่งที่ยากมาก เพราะนักเรียน
 แต่ละคนมีความสามารถไม่เท่ากัน ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนหนึ่ง ๆ ได้ในเวลาเท่ากัน ทำให้
 เกิดปัญหาในการจัดการศึกษาหลาย ๆ ด้าน แนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อที่จะให้
 บรรลุจุดมุ่งหมายและเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพก็คือ การนำเทคโนโลยี
 และนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ (อรันันท์ ประสิทธิ์รัตน์. 2526 : 63)

ชุดการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาในรูปแบบหนึ่ง ซึ่ง กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) ได้กล่าวว่าควรจะนำชุดการเรียนรู้มาใช้ในการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้ นักเรียนได้ค้นพบความรู้ ความจริงด้วยตนเองตามความยากง่ายอย่างเหมาะสมและถ้ามีปัญหา ระหว่างที่กำลังศึกษา นักเรียนปรึกษากันได้ (สุรินทร์ ปัทมาคม. 2519 : 18) การเรียนรู้จากชุด การเรียนรู้มีข้อดีคือ นักเรียนเมื่ออิสระที่จะพัฒนาตนเอง สามารถเรียนรู้ได้เร็ว เข้าตามความสามารถ เรียนอย่างมีระบบ ในชุดการเรียนรู้ยังมีวัตถุประสงค์บอกไว้เป็นแนวทางในการเรียนรู้ (พัชรีย์ พลาวงศ์. 2526 : 86) นอกจากนี้ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู ครูคนหนึ่งสามารถสอน นักเรียนได้มากขึ้น โดยจัดปัญหาด้านวิชาการขาดครู ช่วยแก้ปัญหาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้ ความสามารถให้รู้จักเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นไปตามนโยบาย ของการมัธยมศึกษาที่ต้องการให้เยาวชนมีทักษะในการศึกษาค้นคว้าเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (กรมสามัญศึกษา. 2529 : 119) ได้มีผู้นำชุดการเรียนรู้ไปทดลองสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้พอ ๆ กับการสอน ตามปกติหรือสูงกว่าการสอนตามปกติได้ (พวงนา สังวรณกิจ. 2529 : 70, อุทัย บุญมาดี. 2529 : 61-62)

ผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่า การนำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ไป ตามลำดับขั้นด้วยตนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้น เมื่อศึกษาจบก็จะทำแบบฝึกหัดทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วโดยสม่ำเสมอจะช่วยให้เกิด ความ คงทนในการจำ ได้ดี แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มจะทำ ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียน ที่ไม่ใช่ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจกได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจกได้รับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้า ทำให้ทราบผลการสอนวิชาชีววิทยาโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ครูได้นำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 90 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รวม 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Samling)

3. ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โดยใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาชีววิทยา (ว 043) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 เรื่อง การสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน แบ่งออกเป็นสองวิธีคือ

5.1.1 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

5.2.2 ความคงทนในการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้ศึกษาชุดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย

1.1 หัวข้อ

1.2 หัวข้อย่อย

1.3 จุดมุ่งหมายทั่วไป

1.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.5 การทดสอบก่อนเรียน

1.6 กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.6.1 ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.6.2 ตั้งสมมติฐานจากปัญหา

1.6.3 ตรวจสอบสมมติฐาน

1.6.4 สรุปผล

1.7 การตอบคำถามทบทวน

1.8 การทดสอบหลังเรียน

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจะออกมาในรูปของแบบเรียนสำเร็จรูป ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเอง เพื่อทำการศึกษาค้นคว้า โดยยึดเนื้อหาวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของ สสวท.

2. สถานการณ์ หมายถึง แผนภูมิ รูปภาพ ข้อความอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ประกอบกันซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องในแบบเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดระบุมหา ค้นหาสาเหตุของปัญหา วิธีทดสอบสาเหตุของปัญหา

และสรุปผลงานการทดสอบสาเหตุของปัญหา

(3) การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยกระบวนการทางความคิด ซึ่งนักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้ทำกิจกรรมร่วมกัน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง) เป็นขั้นที่สร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจ ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา นิยามปัญหาและตั้งสมมติฐาน

3.2 ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา (ขั้นปฏิบัติการทดลอง) เป็นขั้นของการค้นคว้า และศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การปฏิบัติการทดลองโดยมีคู่มือประกอบการทดลอง บอกรูปการณ์ และวิธีการทดลองในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลและตีความหมายข้อมูลได้

3.3 ขั้นสรุปผลจากการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้ (ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง) เป็นขั้นที่ใช้คำถามจากบทเรียนถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปนำไปตรวจสอบกับสมมติฐาน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสมมติฐาน ถ้าผลการลงข้อสรุปไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อได้ผลสรุปที่แน่นอนแล้ว ผลสรุปนั้นจะเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ซึ่งจะสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหา อธิบายสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับปัญหาได้

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยกระบวนการทางความคิด ซึ่งนักเรียนในกลุ่มควบคุมจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามข้อเสนอแนะในหนังสือคู่มือครูวิชาชีววิทยาของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนในการสอน 3 ขั้น ดังนี้

4.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง) เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจ ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา โดยครูเป็นผู้ระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

4.2 ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา (ขั้นปฏิบัติการทดลอง) เป็นขั้นของการค้นคว้า และศึกษาข้อมูลที่ได้มาจากการปฏิบัติการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมายข้อมูล โดยมีการร่วมอภิปรายระหว่างครูและนักเรียน เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้ (ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง)

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลจากการลงข้อสรุปไปตรวจสอบกับสมมติฐาน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสมมติฐาน ถ้าผลของการลงข้อสรุปไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อได้ผลสรุปที่แน่นอนแล้ว ผลสรุปนั้นจะเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ซึ่งสามารถนำความรู้ใหม่นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหา อธิบายสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับปัญหาได้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองประกอบ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสร้างอาหารของพืช และการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการตอบแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยวัดความสามารถ 4 ด้านคือ

5.1 ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก ความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนิ ชำนาญ อย่างมีระบบซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การกำหนด นิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมายและการลงข้อสรุป

5.4.1 ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้รับการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

5.4.2 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้รับการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.4.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานคือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.4.4 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

5.4.5 ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด
 - วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
 - อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

5.4.6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

5.4.7 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและข้อสรุป (Interpretting Data and Conclusion) หมายถึง การตีความหมายข้อมูล ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

6. ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ปริมาณการเรียนรู้ที่ยังระลึกได้หรือคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการตอบแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการสอบต่อมาในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากการเรียนการสอนจบแล้ว

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ปัญหาตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน 1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลอง 1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและ ข้อควรระวังในการทดลอง 2. ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน ในแบบเรียน 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ผลการทดลองเพื่อสรุปรวบรวม เป็นความรู้ใหม่	1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 1.1 ครูแนะนำการทำกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ ด้วยตนเองที่ใช้สถานการณ์กำหนดปัญหา 1.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ ด้วยตนเอง 2. ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในชุด การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ผลการทดลองเพื่อรวบรวมเป็น ความรู้ใหม่

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์และการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์
4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. เอกสารเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

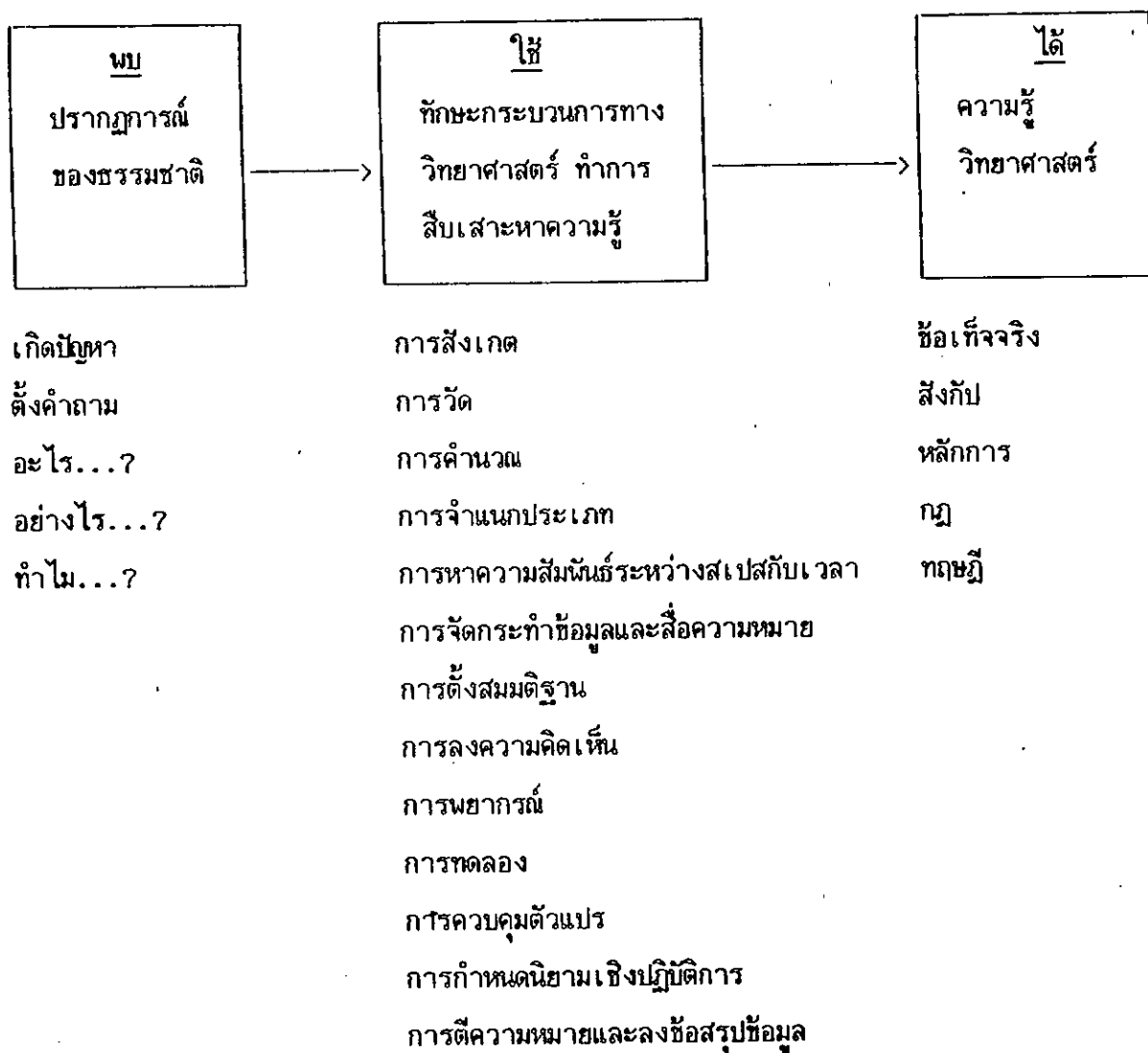
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. งานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

เอกสารเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี การที่จะสอนโดยวิธีใดนั้นจะต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่จะให้เกิดความรู้ในด้านใด สำหรับการเรียนการสอนปัจจุบันส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นับเป็นการสอนวิธีหนึ่งซึ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้และค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่ง สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 110-111) ได้กล่าวถึงรูปแบบทั่วไปในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้วยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้คล้าย ๆ กันดังต่อไปนี้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 36) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนโดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นพบด้วยตัวเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 63) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ หรือหาความจริงด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

สมสุข ชีระนิจิต (2526 : 45) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มต้นจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่งและพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจจะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบพิจารณาโดยได้ถามหรือสอบถามหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ โดยตรงหรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัย

★ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดำเนินการตามขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อไป

ขั้นตอนและกิจกรรมของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 118 - 119) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา และควรเป็นคำถามที่นำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน)
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการสอน และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง หรือศึกษาข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาแล้วนำมาอภิปรายเพื่อนำไปสู่สรุปผล
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 105 -110) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) การสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา มี 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน ซึ่งครูอาจเสนอปัญหาในรูปของคำถาม เล่านิทานหรือประสบการณ์ต่าง ๆ แล้ววางแผนค้นคว้าหรือวางแผนการทดลอง บอกจุดประสงค์ของการทดลอง รวมทั้งการใช้เครื่องมือต่าง ๆ และสิ่งที่จะต้องสังเกต จดบันทึก

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหาแต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า ครูอธิบายวิธีการทดลองที่กำหนดให้ นักเรียนไม่ต้องออกแบบการทดลอง

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนดู ให้นำข้อมูลที่ได้ไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 ครูบอกแหล่งข้อมูลหรือให้ข้อมูลกับนักเรียน แล้วให้นักเรียนตีความหมายจากข้อมูลเอง

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลมาจัดกระทำตีความลงข้อสรุป

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ครูจัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางแนวทางของการสอนเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่การอภิปรายและการทดลอง จึงได้แบ่งขั้นตอนของการสอนเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (พรวณี ภาณุตนาสนต์. 2528 : 33-34)

1. การอภิปรายก่อนการสอนทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้คือเป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่ถึงแม้ว่า การทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปผล หรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผลแล้วแต่ความเหมาะสม ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงอาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

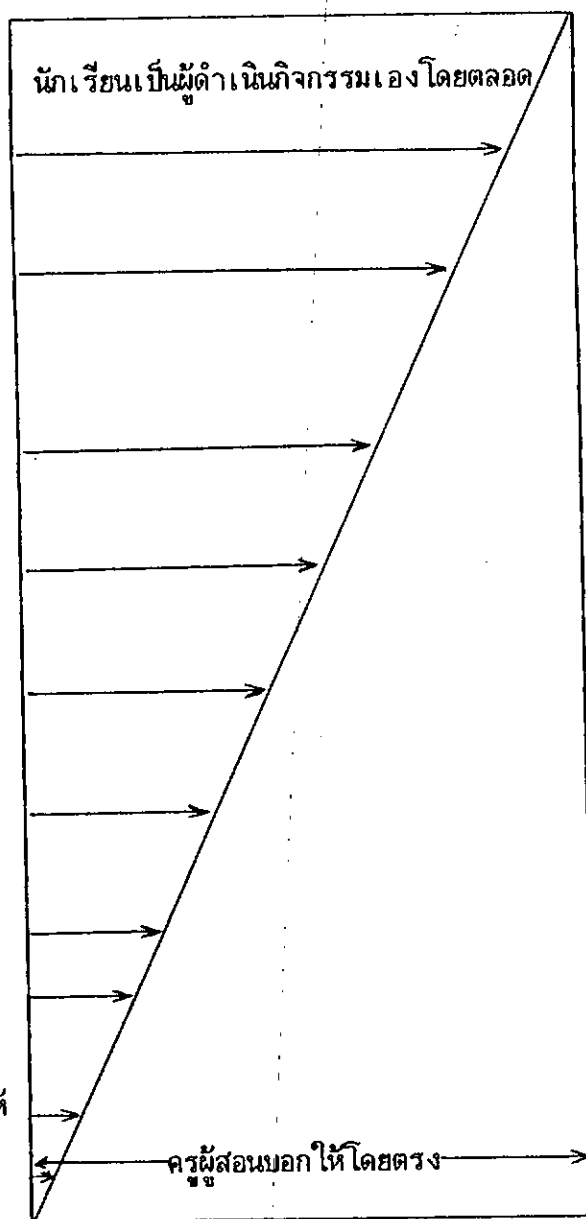
3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูจะต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

สสวท. ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัด การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า ครูสามารถเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสมดังภาพประกอบ 2 ซึ่งแยกให้เห็นการมีส่วนร่วมของนักเรียนตั้งแต่น้อยไปหามาก (ยังยุกธ สายคง. 2527 อ้างอิงมาจาก สสวท. ม.ป.ป.)

ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ

กิจกรรมของนักเรียน

9. เริ่มด้วยการตั้งปัญหาและตัวแปรต่าง ๆ
การสร้างสมมติฐาน การออกแบบ
การทดลอง การทดสอบสมมติฐาน
8. การทดลอง กำหนดวิธีทดลอง ซึ่งอาจ
ทำให้ได้ผลการทดลองได้หลายอย่าง
และการสร้างสมมติฐาน
7. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อ
ทดสอบสมมติฐาน
6. กำหนดวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
นักเรียนต้องหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ
5. ครูทำการสาธิตเพื่อให้เป็นจุดสนใจ
นำไปสู่การใช้คำถาม
4. กำหนดข้อมูลและแนะแนวทาง
ในการแปลความหมายข้อมูล
3. การบรรยายพร้อมด้วยการใช้คำถาม
2. การทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองและบอก
วิธีการสังเกตพร้อมทั้งบอกผลการทดลองให้
1. การบรรยาย



กิจกรรมของครู

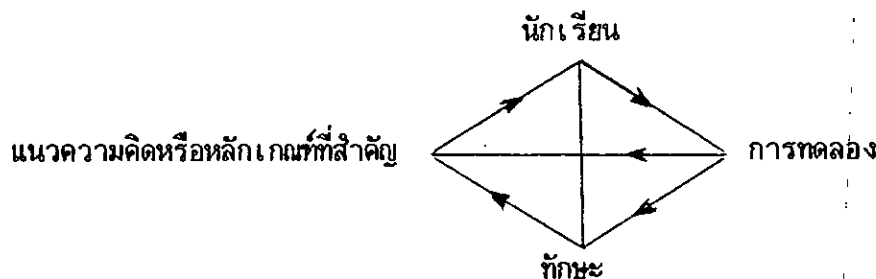
ภาพประกอบ 2 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ตามแบบของ สสวท.

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นอยู่กับหลายรูปแบบ ครูสามารถที่จะเลือกนำไปใช้ในการเรียนการสอนตามความเหมาะสมกับชั้นอยู่กับความพร้อมของครู นักเรียน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และสภาพแวดล้อม ซึ่ง ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1976 : 67 - 68) (Romey. 1968 : 24) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า การจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังเคยชินกับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ นั้น ครูควรกำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมไว้ให้นักเรียน เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น จึงค่อย ๆ ลดการให้คำแนะนำ จนในที่สุดนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า การจัดกิจกรรมการสอนโดยให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย

สำหรับกิจกรรมที่ใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้ (กรมสามัญศึกษา. : ม.ป.ป. :

19)

1. การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญที่ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาคำตอบ ความสำคัญของการทดลอง ที่มีต่อการเรียนเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการเรียน

2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ครูต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด สนใจอยากหาคำตอบ

สมจิต สมิตถพันธ์ (2525 : 168 - 169) ได้เสนอขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ชื่นเสนอปัญหา ซึ่งเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงบางประการ จะได้แก่ต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาเช่นไร ก็จะต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้รับข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ในที่นี้ของครูคือ การเสนอข้อเท็จจริงหรือจัดสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสได้สังเกตข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาคด้วยตัวนักเรียนเอง แต่ครูอาจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาหรือกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริงเหล่านั้นด้วยการอภิปราย ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ในรูปของคำถาม

2. ชื่นกำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือตั้งสมมติฐานหรือวิเคราะห์หาสาเหตุแห่งปัญหา แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ก็อาจเป็นไปได้ว่า

2.1 นักเรียนไม่เข้าใจปัญหา ซึ่งอาจเนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่สัมพันธ์กับปัญหา เป็นต้น

2.2 ปัญหานั้นยากเกินไปสำหรับนักเรียน

2.3 ปัญหานั้นมิได้มาจากนักเรียนหรือไม่ใช่ปัญหาที่นักเรียนยอมรับ แต่อาจเกิดจากการขัดแย้งให้นักเรียน

ครูควรให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาสมมติฐานให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรจะมีหลายข้อ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงบางประการในการตั้งสมมติฐาน ไม่มองปัญหาเพียงด้านเดียว ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นโดยปราศจากการไตร่ตรองสมมติฐานแต่ละข้อมีคุณค่าแตกต่างกัน ควรให้นักเรียนได้อภิปรายข้อดีข้อเสีย หรือประเมินผลสมมติฐานต่าง ๆ เหล่านั้น

3. ชื่นตรวจสอบสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐานเป็นขั้นที่จะหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าสมมติฐานเหล่านั้นเป็นไปได้เพียงใด การตรวจสอบสมมติฐานทำได้ 3 วิธี คือ

3.1 โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติม

3.2 โดยการทำนายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ล่วงหน้า และถ้าเป็นเช่นนั้นจริงเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ คาดว่าปริมาณของสิ่งมีชีวิตนั้นจะต้องมีปริมาณเท่ากับที่คาดคะเนไว้ ฉะนั้นเมื่อถึงเวลาดังกล่าวก็ตรวจสอบหาจำนวนสิ่งมีชีวิตว่า เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

3.3 โดยการทดลอง ในการทดลองนั้นจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปร เช่น ในกรณีที่มีการตรวจสอบว่า แสงมีส่วนต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ ตัวแปรที่ต้องควบคุมก็คือ ความชื้น แสงในดิน อุณหภูมิ ความสมบูรณ์

และจำนวนของพีชให้เท่ากัน แต่ให้พีชส่วนหนึ่ง ได้รับแสงอีกส่วนหนึ่ง ไม่ได้รับแสง

ในขั้นของการตรวจสอบ ครูควรให้นักเรียนได้วางแผนในการตรวจสอบสมมติฐานหรือ ถ้าทำได้ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ในการนี้ นักเรียนจะมีโอกาสอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผน วิธีดำเนินการ ตลอดจนการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณค่า

4. ขั้นสรุปและลงความเห็น เป็นขั้นที่การแปลความหรืออภิปรายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ออกกับสมมติฐานที่วางไว้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ตัดสินว่าจะยอมรับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร จึงเป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจอย่างเต็มที่

สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะจัดให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ด้วยการให้ความช่วยเหลือในระดับต่าง ๆ แล้ว ในแต่ละแบบก็จะต้องมีกิจกรรมที่ใช้ในการสืบเสาะ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงหลักในการส่งเสริมการเรียนรู้ตามหลักจิตวิทยาด้วย

ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้น บทบาทของครูผู้สอนจะเป็นผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ให้นักเรียนรู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุป คำถามจึงเป็นส่วนสำคัญของการสร้างสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การค้นคว้า การใช้คำถามในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในปัจจุบันนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนวทางไว้ขอสรุปได้ดังนี้ (ชงชัย ชิวปรีชา. 2521 : 65-67)

1. คำถามเพื่อการสร้างสมมติฐานควรเป็นคำถามที่ยั่วยุให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
2. คำถามเพื่อการสังเกตควรเป็นคำถามที่ยั่วยุให้นักเรียนต้องให้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารับรู้สิ่งที่ตนสังเกตแล้วบรรยายออกเป็นภาษาที่สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
3. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรควรเป็นคำถามที่ยั่วยุให้นักเรียนวางแผนในการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน และการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
4. คำถามเพื่อการอภิปรายควรเป็นคำถามที่ยั่วยุให้นักเรียนรู้จักการนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์ฐานที่มีอยู่มาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล
5. คำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ควรเป็นคำถามที่ยั่วยุให้นักเรียนนำเอาความรู้

หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

นอกจากนี้ สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 113 - 115) ได้ให้ข้อมูลเสนอแนะต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไว้ดังต่อไปนี้

1. ครูควรเตรียมแผนการสอนและอุปกรณ์การสอนให้พร้อมไว้ล่วงหน้าทุกครั้ง ที่เข้าสอน
 2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำและที่ปรึกษา
 3. ครูควรมีความรู้กว้างขวางพอที่จะแนะนำให้นักเรียนที่สนใจ ไปศึกษาหาคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ได้
 4. ครูควรพยายามให้นักเรียนได้มีความรู้ลึกว่าการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนนั้น เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาโดยการใช้คำถามเร้าและกระตุ้นความคิดของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้จุดประสงค์สำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ปรากฏเด่นชัดอยู่ตลอดเวลา
 5. ครูควรให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในการค้นคว้าหาคำตอบโดยการใช้คำถามเร้าและกระตุ้นความคิดของนักเรียน
 6. การที่จะให้นักเรียนใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้มากนักน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพของห้องปฏิบัติการ เวลา และข้อมูลที่มี ครูไม่ควรยอมรับข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน
 7. ความกระตือรือร้นของครูในการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ย่อมมีผลตกทอดถึงนักเรียน ครูควรจะใช้โอกาสแสดงความประหลาดใจและความตื่นเต้นในขั้นสำคัญ ๆ ของการสืบเสาะ ไม่ควรท้อใจเมื่อพยายามสอนแบบสืบเสาะในตอนแรกแล้วไม่ได้ผลดี ควรพยายามฝึกฝนเทคนิค ปรับปรุงวิธีสอนโดยใช้หลักการสืบเสาะกับตนเอง
- สรุปได้ว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ควรดำเนินการให้ผู้เรียนได้กระทำด้วยตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระ ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์ เป็นผู้ให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ เป็นผู้ใช้คำถามที่จะนำนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ การเรียนการสอนจึงจะบรรลุตามจุดมุ่งหมาย

เอกสารเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

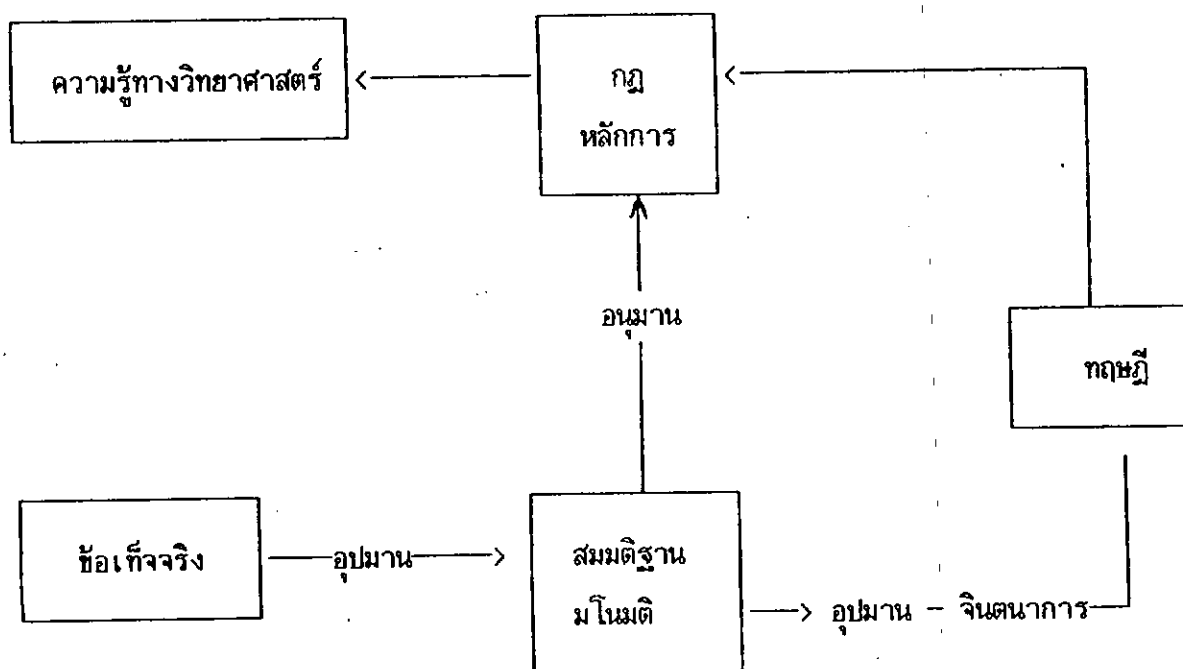
ความหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง มิได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาของความรู้ที่ได้จากการค้นคว้า แล้วเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบเท่านั้น แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ เรียกว่า ผลผลิตทาง

วิทยาศาสตร์ และส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมเรียกว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 1 - 15) จาก ความหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 14) จึงได้ สรุปองค์ประกอบของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า องค์ประกอบของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ มีด้วยกัน 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ สมมติฐาน หลักการ กฎ และ ทฤษฎี

2. ส่วนที่เป็นเนื้อหากระบวนการแสวงหาความรู้ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการ แสวงหาความรู้ แบบอื่น ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้รู้ว่าผู้เรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงต้องวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ส่วน เพราะฉะนั้น คำว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์" จึงควรจะหมายถึงผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหากระบวนการแสวงหาความรู้ โดยกำหนดพฤติกรรมเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎและทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

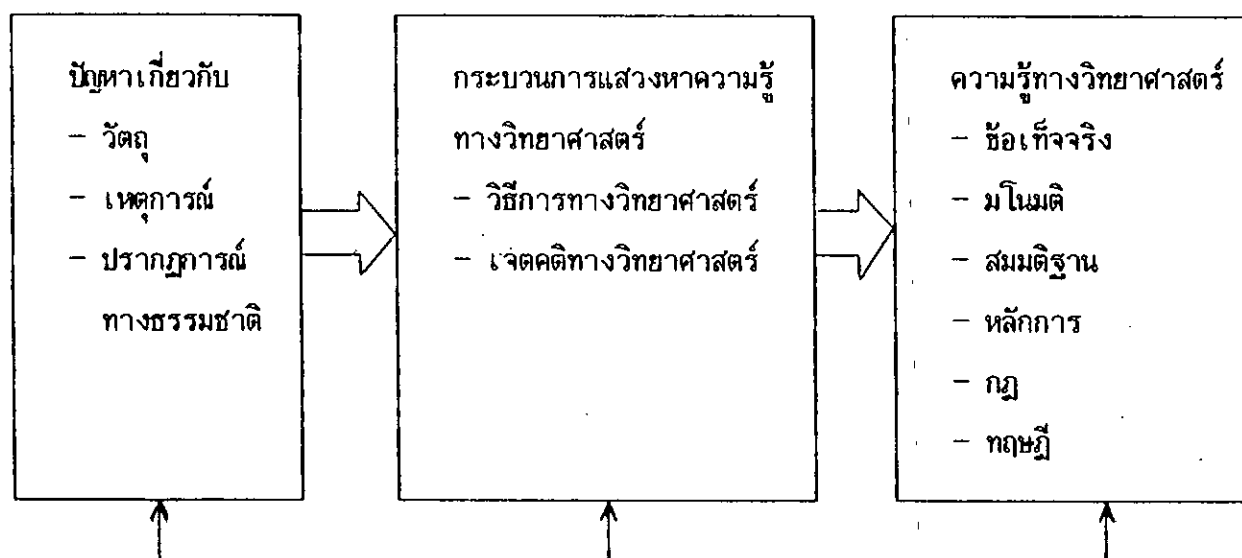
ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 99 - 107) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมาก ในการค้นคว้าหาคำตอบหรือการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และได้จัดลำดับขั้นตอนไว้ดังนี้

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

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยที่ความรู้นี้จะเกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้เพื่อค้นหาตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้

และมีความสัมพันธ์กับความรู้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพประกอบ 5 แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอน โดยแบ่งลำดับขั้นตอนเป็น 4 ขั้น 5 ขั้นหรือ 6 ขั้นบ้าง ขึ้นอยู่กับการนำขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปขยายเป็นขั้นตอนเสริมขั้นอีก แต่ส่วนใหญ่มักสรุปเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 99 - 107)

ขั้นที่ 1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การจะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมเรื่องที่จะเรียนออกมาในรูปของปัญหา ครูจะเป็นผู้กระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน จนเกิดมีปัญหานั้น อาจใช้สื่อต่าง ๆ เช่น ของจริง ภาพ ภาพยนตร์ สไลด์ การเล่าเรื่อง ตำนาน นิทาน การแสดงบทบาทสมมติหรือการใช้สถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนเป็นสิ่งเร้าให้เกิดปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา (Setting up the Hypothesis) ในขั้นนี้จะเป็นการวางแผนร่วมกันเพื่อจะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ อาจใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีร่วมกัน ซึ่งนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้โดยอาศัยการสังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 3 การทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering) เมื่อครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนในการหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ แล้วก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นคำตอบของปัญหา ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้แนะแหล่งข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ และให้คำปรึกษาวิธีการรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในเรื่องความเหมือน ความแตกต่าง ตลอดจนการพิจารณาเลือกข้อมูลให้ได้ตรงประเด็นปัญหาให้ได้มากที่สุด

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) นักเรียนควรนำข้อมูลที่ได้มารายงานในชั้นเรียน เพื่อให้สมาชิกในชั้นเรียนได้อภิปรายเพิ่มเติมความเข้าใจของแต่ละบุคคล และมีการซักถามข้อสงสัย และแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง และช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาดและเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การสรุปผล (Conclusion) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการเป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลต่าง ๆ

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 - 234) ยังได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหา นั้นอาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่ง และ ทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า สมมติฐาน
3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกตและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปแล้วการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ในขั้นแรกจะต้องชี้บ่งปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากนั้นก็กำหนดวิธีการแก้ปัญหา สังเกตหรือทดลองจนได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุป โดยต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์และการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งอาจเรียกวิธีการสอนแบบนี้ว่า วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (อานวย รุ่งรัศมี. 2525 : 78)

1. กำหนดขอบเขตของปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. รวบรวมข้อมูล
4. ทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุป

ในขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหานั้นเป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องกำหนดและทำความเข้าใจกับปัญหาให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหานั้นคืออะไรบ้าง มีขอบเขตกว้างมากน้อยขนาดใด ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูอาจจะกำหนดกิจกรรม อาทิเช่น ใช้การอภิปราย การสาธิต ใช้สถานการณ์ตัวอย่าง ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนระบุหรือกำหนดปัญหาก็ได้

การใช้สถานการณ์กำหนดปัญหา (Case Method หรือ Case Training) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่าการศึกษาเฉพาะกรณี เป็นการนำเอาสถานการณ์หรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริงมาให้นักเรียนหรือกลุ่มศึกษาค้นคว้าหรือเรื่องราวเฉพาะ (case) สถานการณ์ที่นำมาให้ศึกษานั้นจะประกอบด้วยข้อเท็จจริง (fact) ซึ่งมีรายละเอียดพอที่ผู้ศึกษาจะมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน และเกิดทัศนคติต่อปัญหานั้น เรื่องราวที่จะนำมาให้ศึกษานั้นต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับผู้ศึกษา จะเกิดความรู้สึกเหมือนกับเป็นเรื่องของตน เป็นปัญหาที่ตนจะต้องแก้ไข การฝึกให้ศึกษาสถานการณ์กำหนดปัญหานี้จะมีการสรุปหรือไม่ก็ได้ เพราะการแก้ปัญหาในเรื่องดังกล่าวจะไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน ดังนั้นในการศึกษาสถานการณ์นี้จะเปิดโอกาสให้ผู้ศึกษาแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ โดยครูหรือผู้นำจะไม่มีการแนะนำแนวทางในการสรุปและแก้ปัญหา (เขาวา เดชะคุปต์. 2516 : อ้างอิงมาจาก Keith Davis)

เอกสารเกี่ยวกับการกำหนดปัญหา

ลักษณะสำคัญของปัญหา (ประสาธ อิศรปริดา. 2523 : 186 - 195)

ปัญหาจะเกิดขึ้น เมื่อกิจกรรมที่เราทำถูกขัดขวางหรือมีอุปสรรคจนไม่สามารถจะใช้นิสัยเดิมที่เคยทำมาแก้ไข สถานการณ์เป็นไปอย่างซับซ้อนสับสน ไม่เกิดความกระจ่างในการที่จะหา

ทางผ่านสิ่งกีดขวางหรืออุปสรรคนั้น ๆ

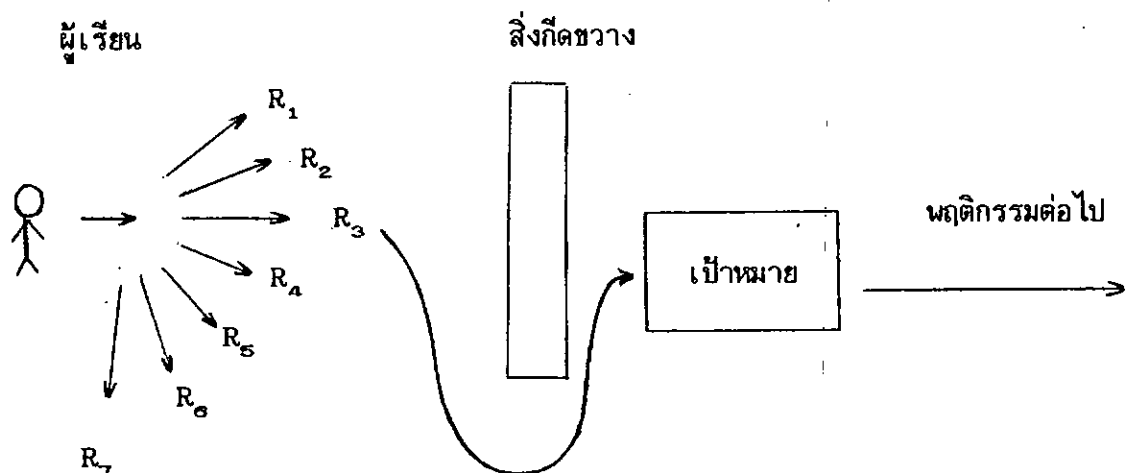
ปัญหาที่เราจะแก้ได้อย่างไร จะจัดสิ่งกีดขวางได้อย่างไรนั้น ไม่ถือว่าเป็นปัญหา เพราะสิ่งนั้นไม่ทำให้เราต้องขบคิด อาจกล่าวได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความยุ่งยากใจที่จะไปถึงเป้าหมาย เราจะมองเห็นแต่สิ่งกีดขวาง ซึ่งยังไม่ทราบว่าจะแก้ไข หรือจัดสิ่งกีดขวางนั้นได้อย่างไร

ดังนั้น เมื่อเรามีปัญหา ย่อมหมายความว่า เราย่อมมีเป้าหมายหรือจุดหมายที่เราหวัง แต่การที่จะไปสู่เป้าหมายนี้เมื่ออุปสรรคขัดขวางไม่อาจมองเห็นแนวทางที่จะไปสู่สิ่งที่หวังนั้น หรือมองเห็นแนวทางที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นได้หลายทาง หรือมีเป้าหมายในเวลาเดียวกันถึง 2 อย่าง หรือมากกว่าขึ้นไป ซึ่งไม่อาจตัดสินใจว่าจะทำอย่างไร

ในการแก้ปัญหา นั้น แต่ละคนย่อมมีวิธีการแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ นั้น คนส่วนใหญ่จะใช้วิธีการเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และการแก้ปัญหาด้วยวิธีการหยั่งเห็น (Insight)

1. การแก้ปัญหาด้วยวิธีลองผิดลองถูก

การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ ส่วนใหญ่จะใช้กับปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งผู้เผชิญปัญหามองไม่เห็นแนวทางหรือไม่อาจคิดหาวิธีที่จะแก้ปัญหานี้ได้ จึงต้องใช้วิธีการทดลองทำแบบเดาสุ่มหลายอย่างเพื่อจะหาวิธีที่ดีที่สุดที่จะแก้ปัญหานี้

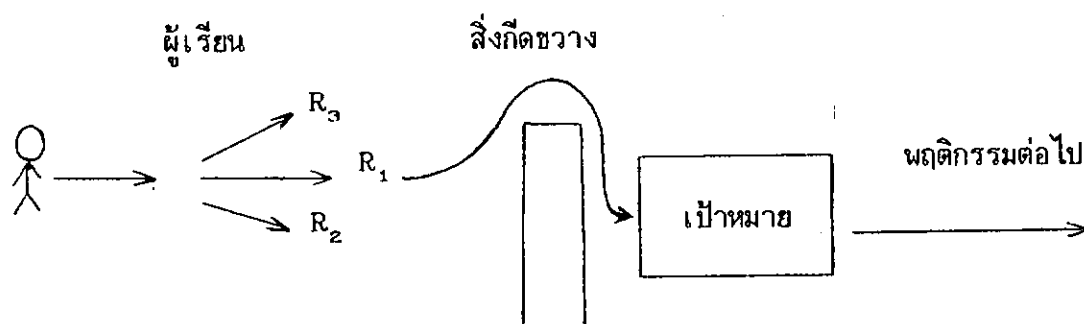


ภาพประกอบ 6 แสดงการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

จากภาพประกอบ ผู้แก้ปัญหาต้องทำการทดลองแบบเดาสุ่มด้วยวิธีต่าง ๆ ถึง 7 วิธี จึงจะสามารถแก้ปัญหาได้

2. การแก้ปัญหาด้วยการหยั่งเห็น

วิธีแก้ปัญหาลักษณะนี้ ผู้แก้ปัญหจะต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญา การคิด และการรับรู้ การแก้ปัญหจะเริ่มด้วยการรับรู้รูปร่างทั้งหมดของปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ของส่วนร่วมทั้งหมด แล้วก็มองเห็นเส้นทางหรือช่องทางที่จะแก้ปัญหาได้ทันทีทันใดอย่างกระฉับกระเฉงโดยตลอด



ภาพประกอบ 7 แสดงการแก้ปัญหาโดยวิธีหยั่งเห็น

การหยั่งเห็น หมายถึง ความเข้าใจสาระสำคัญขององค์ประกอบในปัญหานั้นว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร ความกดดันจุดใดก่อนหลัง หรือการหยั่งเห็นเป็นความเข้าใจที่เกิดขึ้นหลังจากที่มี การลองผิดลองถูกอยู่ระยะหนึ่ง แล้วเกิดความคิดมองเห็นช่องทางที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ การหยั่งเห็น เป็นการนำปัญหาให้ทดลองฝึกแก้ปัญหา นักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์นิยมนำมาใช้เพื่อทดสอบ เคล็ดลับของปัญหานี้คือ เมื่อเสนอปัญหาบุคคลจะเข้าใจสภาพปัญหาไม่ถูกต้อง แต่วิธีแก้ปัญหามิยากนัก ถ้าปรับความคิดเห็นให้อยู่ในสภาพที่ถูก สิ่งที่ยกมาเป็นปัญหา อาจเป็นวัตถุทั่ว ๆ ไป หรือจนกระทั่ง การร่างปัญหานั้นหน้ากระดาษ (Marx. 1977 : 236 - 237)

✎ การหยั่งเห็นของบุคคลขึ้นอยู่กับ

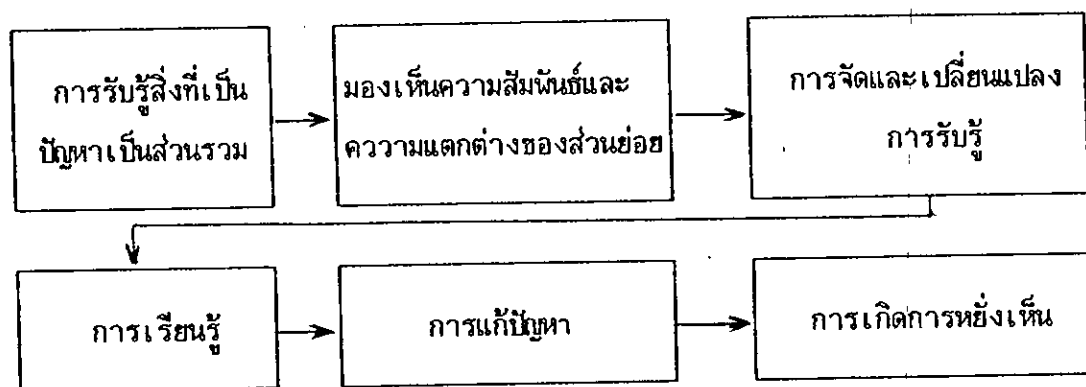
1. ความสามารถส่วนบุคคล ขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพ ความพร้อม และระดับสติปัญญา
2. ประสบการณ์เดิม ถ้าเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ก็จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

3. สภาพการณ์หรือสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่จัดให้ บางคนแนะนำเดี๋ยวก็นึกได้ บางคนต้องชี้แจงอย่างช้า ๆ ต้องจัดสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มากมายจึงจะสามารถเข้าใจได้

การหยั่งเห็นจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อ

1. บุคคลพยายามที่จะแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. บุคคลได้รับรู้สิ่งเร้าทั้งหมด แล้วพิจารณาความสัมพันธ์และความแตกต่างของส่วน

ย่อย ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นปัญหา



ภาพประกอบ 8 แสดงขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทัศนะของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt).

ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การเสนอปัญหาเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาอย่างไรก็ต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้ข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ของครูคือ การเสนอข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสสังเกตข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหด้วยตัวนักเรียนเอง คำถามที่นำไปสู่การมองเห็นปัญหาหรือการกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริง เช่น (อำนาจ รุ่งรัศมี. 2525 : 164 ; อ้างอิงมาจาก สมจิต สมิตถพันธุ์. ม.ป.ป.)

- นักเรียนสังเกตเห็นอะไรเกิดขึ้นหรือไม่
- มีอะไรเปลี่ยนแปลงไปบ้าง
- มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
- มีอะไรทำให้นักเรียนสงสัยหรือไม่

ฯลฯ

วรากรณ์ ชัยโอกาส (2521 : 215) ได้ให้ความหมายของการเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหาไว้ว่า การเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะตั้งสมมติฐาน การวางแผนที่จะทดสอบสมมติฐาน การที่จะทราบว่านักเรียนมีพฤติกรรมด้านนี้หรือไม่ อาจทำได้โดยการกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

1. บอกปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ตั้งสมมติฐานหรือสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น
3. เลือกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
4. ออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

พินันท์ เดชะคุปต์ (2526 : 212 - 213) ได้กล่าวถึง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นการมองเห็นปัญหา ตามแนวของคลอปเฟอร์ ไว้ว่าประกอบด้วย

1. การยอมรับปัญหา คือ เริ่มตั้งแต่ผู้เรียนตระหนักถึงขอบข่ายของปัญหาไปจนถึงการระบุปัญหาให้ชัดเจน
2. ตั้งสมมติฐาน สมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบอย่างมีหลักเกณฑ์ และเหตุผล ถ้ามีการระบุปัญหาที่ชัดเจนก็จะทำให้ผู้เรียนมีแนวทางในการตั้งสมมติฐานเพื่อตอบคำถามปัญหานั้น ๆ
3. เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง การเลือกทั้งวิธีสังเกตและวิธีการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล
4. ออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน คือ ก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ผู้เรียนจะออกแบบและคิดหาวิธีการทดลองที่เหมาะสมแล้วทำการทดลองตามแผนที่กำหนดให้

สรุปได้ว่า ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ขั้นตอนการฝึกให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาหรือมองเห็นปัญหา นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะนำนักเรียนไปสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในการจัดการเรียนการสอน ขั้นเตรียมก่อนการทดลองซึ่งเป็นขั้นที่เสนอปัญหาให้กับนักเรียนควรจัดในลักษณะของการเสนอให้อยู่ในรูปของสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถที่มีอยู่เดิมมาช่วยในการวิเคราะห์กำหนดปัญหา ให้นักเรียนได้รู้จักฝึกการใช้ความคิด และนำความรู้ความสามารถเดิมมาใช้ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนได้ทราบจุดมุ่งหมายสิ่งที่จะเรียนด้วย

✕ เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหา

ความรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งจำเป็นต้องใช้การค้นคว้า ทดลองเพื่อให้หาข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ซึ่งการค้นคว้าทดลองจะส่งผลให้ผู้ดำเนินการมีความสามารถด้านปฏิบัติการและด้านการพัฒนาความคิด เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการให้ความหมายและจัดแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 59) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝน ความนึกคิดอย่างเป็นระบบ

อุทัย บุญมาดี (2529 : 7) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาจนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่ว

สุภารัตน์ จินดาวงษ์ (2531 : 27) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม

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

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

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

1.1 ชีบ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการที่ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอความสามารถที่

แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และ

สิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

- 2.5 ระบุน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชีบรูป 2 มมิติ 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 ระบุนรูป 3 มิติ ที่เห็น

เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่

เป็นต้นกำเนิดเงา

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 การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณ
โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

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

- เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

- เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกระตุ้นสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

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
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

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

ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขี้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรต้องควบคุมในสมมติฐานทั้ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ขี้งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน 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 การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

- ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลอง

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นพฤติกรรมที่สามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคนได้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการนำไปใช้ในกระบวนการแสวงหาความรู้ต่อไป

เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียน

ความหมายของชุดการเรียน

วาสนา ชำหา (2525 : 139) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลว่าเป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดโปรแกรมการเรียนสำหรับผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจเป็นรายบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้อย่างเต็มที่ไปให้ถึงขีดสุดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น

วีระ ไทยพานิช (2529 : 134) กล่าวว่า ชุดการเรียนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน (Instructional Package) ชุดการเรียนเบ็ดเสร็จ (Self-Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized Learning Package) ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi-Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน หัวข้อ เนื้อหา และอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุด หรือกล่อง หรือซอง ชุดการเรียนอาจมีรูปแบบ (Formats) ที่แตกต่างกันออกไปซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วย คำชี้แจง หัวข้อจุดมุ่งหมาย การประเมินผลเบื้องต้นการกำหนดกิจกรรมและการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง

แคปเฟอร์และแคปเฟอร์ (Kapfer and Kapfer 1972 : 3 - 10) ให้ความหมายว่าชุดการเรียนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครู และนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการเรียนนั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

ดาม (Duane. 1973 : 169) กล่าวถึงชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการเรียนรู้รายบุคคล (Individual Instruction) อีกรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับผลทางการเรียนตามเป้าหมาย ผู้เรียนจะเรียนไปตามอัตราความสามารถ และความต้องการของตนเอง

มัวร์ (Moore. 1977 : 24) ได้พูดถึงชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการศึกษารายบุคคลที่เป็นระบบที่ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนต่อเนื่องกันไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้สื่อและกิจกรรมที่จัดไว้

จะเห็นว่าชุดการเรียนรู้ก็คือ ชุดการสอนชนิดหนึ่งที่ให้ผู้เรียนศึกษา และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถเป็นรายบุคคล เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายโดยใช้สื่อ และกิจกรรมหลายชนิดตามความเหมาะสม

โครงสร้างของชุดการเรียนรู้

ลัดดา ศุภปริดี (2523 : 32) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมาย 2 อย่างคือ วัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่าจะเข้าใจบทเรียนได้หรือไม่ และวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่า มีความรู้เกี่ยวกับบทเรียนมากน้อยเพียงไร

3. บัตรแนะนำวิธีการเรียนด้วยตนเอง
4. สื่อการเรียน
5. ข้อทดสอบหลังเรียน

นิรมล ศตวุฒิ (2526 : 142) ได้อธิบายว่าส่วนประกอบหลักของชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล (Individualized Learning Package) มีดังต่อไปนี้คือ

1. เป้าหมาย เป็นการกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียนควรได้รับเมื่อเรียนจนแล้ว ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายในชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลนี้ อาจกำหนดเป็นเป้าหมายของบทเรียนแต่ละหน่วยใหญ่ หรือเป้าหมายของกระบวนวิชานั้น ส่วนในหน่วยย่อย ๆ หรือในบทเรียนแต่ละเรื่องจะมีการกำหนดเฉพาะจุดประสงค์เท่านั้น

2. จุดประสงค์ คือการกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังที่เฉพาะเจาะจงของเนื้อหาบทเรียนแต่ละตอน จนเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจตรงกันว่าผลเหล่านั้นคืออะไร จะได้มาด้วยวิธีใด ในระดับคุณภาพขนาดใด นั่นคือกำหนดผลที่คาดหวังในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral

Objective)

3. แนวคิดที่ควรรู้ (Ideas to be learned) ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญ โดยสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนเพื่อช่วยในการศึกษา วิเคราะห์ จัดหมวดหมู่ และแก้ปัญหาในรายละเอียดเนื้อหาบทเรียนต่อไป และเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนก็จะได้รับแนวคิดเหล่านี้

4. การประเมินตนเองก่อนเรียน (Preassessment) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้าง เพื่อจะค้นพบว่าตนเองได้รู้เนื้อหาที่กำลังจะเรียนมากน้อยเพียงไร เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าจะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ใด หรือควรได้รับการยกเว้นไม่ต้องทำกิจกรรมใดบ้าง การประเมินตนเองก่อนเรียนนี้อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก็ได้ หรืออาจให้ผู้เรียนแสดงหลักฐานว่าได้เรียนรู้ในเรื่องที่กำลังจะเรียนบางส่วน หรือทั้งหมดก็ได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activity) ประกอบด้วยขั้นตอนที่เสนอแนะให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์กิจกรรมการเรียนนี้จะเรียนตามลำดับก่อนหลัง ในบางโอกาสผู้เรียนอาจจะไม่ทำทุกกิจกรรม อาจข้ามบางกิจกรรมถ้าสามารถทำกิจกรรมอื่นต่อไปได้สำเร็จ

6. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือให้ผู้เรียนเสนอผลงานในรูปแบบใดก็ได้ตามที่กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

ฮุสตัน และคนอื่น ๆ (วาสนา ชาวหา. 2525 : 140 ; อ้างอิงมาจาก Houston and others. 1972) ได้ให้ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมายขอบข่ายชุดการเรียนการสอน สิ่งที่คุณเรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการเรียน

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวมที่กำหนดว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในการเรียนจากชุดการเรียนการสอนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมผัสผลตามจุดมุ่งหมายเพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดลองแบบข้อเขียนปากเปล่า การทำงานปฏิกิริยา ตอบสนองต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทาง และ

วิธีเพื่อไปสู่จุดหมายที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินผลขั้นสุดท้าย (Post - Assessment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนหลังจากที่เรียนแล้ว

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rationale)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การสอบก่อนเรียน (Pre - test)
6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and Self-Evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ formative Test)
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Post - test หรือ Summative Evaluation)

ดวน (Duane. 1973 : 169) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ 6 ประการ ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายและเนื้อหา
2. บรรยายเนื้อหา
3. มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. มีกิจกรรมให้เลือกเรียน
5. มีกิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ
6. มีเครื่องมือวัดผลก่อนการเรียน ระหว่างเรียน และหลังการเรียน

องค์ประกอบของชุดการสอนส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน นักการศึกษาบางท่านได้รวมหัวข้อย่อยไว้ด้วยกัน บางท่านเพิ่มเติมองค์ประกอบบางส่วนเข้าไป สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ กำหนดโครงสร้างตามแบบของคาร์ดาเรลลี โดยเพิ่มเติมองค์ประกอบบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับวิชาและความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

1. หัวข้อ
2. หัวข้อย่อย
3. จุดมุ่งหมาย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. การทดสอบก่อนเรียน
6. กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - ขั้นที่ 1 ระบุนโยบายจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
 - ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานจากปัญหา
 - ขั้นที่ 3 พิสูจน์สมมติฐาน
 - ขั้นที่ 4 สรุปผล
7. การตอบคำถามทบทวน
8. การทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้

วาสนา ช่าวหา (2525 : 131) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสนองความคิดในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) โดยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนที่มีอยู่ (Capacity) การเรียนการสอนที่จัดว่าเป็นโปรแกรมนั้นต้องอยู่ในลักษณะหรือสภาพ 4 ประการ คือ

1. แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้เป็นหน่วยย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก (Gradual Approximation) จัดความรู้หรือเนื้อหาวิชาให้ผู้เรียนไปที่ละขั้นทีละตอนและแต่ละขั้นย่อย ๆ นั้นได้มีการลำดับสิ่งที้ง่ายไปหาสิ่งที่ยากขึ้นทีละน้อยอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยให้ผู้เรียนรู้โดยการกระทำด้วยตนเอง อาจจะในรูปแบบของการซักถาม การทดสอบ การอภิปราย หรือวิธีการใดก็ตามที่อาศัยหลักการของจิตวิทยาในเรื่องการเสนอสิ่งเร้า เพื่อให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง (S - R Theory) การเรียนการสอนในลักษณะนี้ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน
3. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเองอย่างทันทีทันใด (Immediate Feed Back) ภายหลังที่นักเรียนได้ตอบสนองสิ่งเร้าแล้ว ความจริงหรือเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียนได้ทราบผลทันที จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องกันไม่ขาดตอน และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

4. ให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนเป็นระยะ ๆ (Successful Experience) เนื่องจากการแบ่งชั้นการเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้และแจ้งผลการตอบสนองของผู้เรียนอย่างฉับพลัน ทำให้ผู้เรียนรู้ได้รับความพอใจในความสำเร็จของตน เสมือนหนึ่งเป็นการให้รางวัล ซึ่งจัดว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง (Reinforcement) ทำให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้ต่อไป

สมชัย วุฒิปรีชา (ปริยา ตรีศาสตร์. 2530 : 44; อ้างอิงมาจาก สมชัย วุฒิปรีชา. 2516 : 128 - 129) กล่าวว่า ชุดการเรียนเป็นสื่อประสมที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง แต่ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้หรือไม่ จำเป็นจะต้องเอาวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ ซึ่งวิธีวิเคราะห์ระบบเป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เรียกว่า System Approach มีขั้นตอนดังนี้

1. ชี้ปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไร
2. ชี้กำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหา โดยสามารถปฏิบัติหรือเห็นการกระทำได้
3. ชี้การสร้างเครื่องมือ กระทำหลังจากตั้งเป้าหมายแล้วเพื่อให้วัดได้ทุกระยะ
4. ชี้การกำหนดทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหามา เพื่อใช้ดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย
5. ชี้ทดลอง เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุดใช้เป็นแนวทางไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้
6. ชี้วัดและประเมินผล โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นมาประเมินว่าสามารถใช้ปฏิบัติงานตามเป้าหมายได้หรือไม่เพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไข

★ ฮัทเธอร์ (Heathers. 1977 : 344) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง คือ

1. ศึกษาหลักสูตร ตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา แล้วจัดลำดับขั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องจากง่ายไปหายาก
 2. ประเมินหาความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
 3. เลือกกิจกรรมการเรียน วิธีสอนและสื่อการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน
 4. กำหนดรูปแบบของการเรียน
 5. กำหนดหน้าที่ของผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียน
 6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่
- ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนของ วาสนา ช่างหา

(2525 : 134 - 137) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้

คุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้

กาญจนา เกียรติประวัติ (ม.ป.ป. : 174) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียนรู้
ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู ลดบทบาทในการบอกของครู
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (Multi Media) ที่ได้จัดไว้ในระบบเป็นการปรับเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ พิจารณาข้อมูลและฝึกความรับผิดชอบ การตัดสินใจ
4. เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัย และคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้
5. ช่วยขจัดปัญหาการขาดครู เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง
6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลา และไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะในโรงเรียน

วาสนา ชำวหา (2525 : 139 - 140) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ไว้ว่า

1. นักเรียนสามารถเรียนได้ตามลำพังเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยไม่ต้องอาศัยครูผู้สอน และเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียนในอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยไม่ต้องกังวลว่าจะตามเพื่อนไม่ทันหรือต้องเสียเวลาคอยเพื่อน
2. นักเรียนสามารถนำไปเรียนที่ใดก็ได้ตามความสะดวก
3. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้ เป็นบางโอกาสอาจใช้ชุดการเรียนนี้กับนักเรียนเนื่องจากครูไม่เพียงพอ หรือมีความจำเป็นมาสอนไม่ได้
4. ฝึกให้นักเรียนให้เรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสภาพการณ์ในชั้นเรียนปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวางและเป็น การเน้นกระบวนการเรียนรู้ (Process) มากกว่าเนื้อหา

วีระ ไทพนานิช (2529 : 137) กล่าวว่า เมื่อนำชุดการเรียนรู้มาใช้จะทำให้

1. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักทำงานร่วมกัน
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่เขาชอบ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ก้าวหน้าไปตามอัตราศักยภาพความสามารถของแต่ละคน
4. เป็นการเรียนที่สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. มีการวัดผลตนเองบ่อย ๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของตนเองและสร้างแรงจูงใจ
6. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
7. เป็นการเรียนรู้ชนิด active ไม่ใช่ passive
8. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน
9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างนักเรียนและครู

แฮริสเบอร์เกอร์ (อุษา คำประกอบ. 2530 : 33 ; อ้างอิงมาจาก Harrisberger.

1973 : 201 - 205) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนไว้ 5 ประการ คือ

1. ผู้เรียนสามารถทดสอบตนเองดูก่อนว่า มีความสามารถอยู่ในระดับไหนหลังจากนั้นก็จะเริ่มต้นเรียนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้ว
2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจ โดยไม่จำกัดในเรื่องของเวลา สถานที่
3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองได้ทันที เวลาไหนก็ได้และได้ทราบผลการเรียนของตนเองทันทีเช่นกัน
4. ผู้เรียนจะมีโอกาสได้พบปะหารือกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูก็มีเวลาให้คำปรึกษากับผู้มีปัญหาในขณะที่ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง
5. ผู้เรียนจะได้รับคะแนนอะไรขึ้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาในเรื่องเดิมใหม่นั้นใหม่ จากผลการเรียนจะได้ตามมาตรฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า ชุดการเรียนจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสามารถ นอกจากนั้นแล้วยังได้ทราบผลของการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย หรือท้อถอยในการเรียนได้

เอกสารเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

ประสาธ อิศรปริดา (2523 : 137) ได้ให้ความหมายว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึงการรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ต่อไป

พยอม วงศ์สารศรี (2526 : 205) ได้ให้ความหมายว่า ความคงทนในการเรียนรู้

หมายถึงการที่สมองของบุคคลทำการสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้ได้ สามารถระลึกได้และถ่ายทอดออกมาได้

อดัม (Adams. 1967 : 9) ได้ให้ความหมายว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลของการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนหลังจากที่ได้ทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง

จากแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาพอสรุปเป็นความหมายรวม ๆ ได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ (Learning Retention) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการระลึกถึงและตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เคยผ่านการเรียนรู้มาแล้ว หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยไม่ได้แสดงพฤติกรรมอย่างนั้นออกมาอีกเลยในช่วงเวลาที่ทิ้งไป

การเรียนรู้สิ่งใด ๆ ก็ตาม ถ้าหากว่าสิ่งที่เรารู้มันไม่หลงเหลืออยู่เลย ก็จะเสมือนหนึ่งไม่ได้เรียนรู้อะไรมาก่อน คนเราจะคิดและใช้เหตุผลได้มาจากข้อเท็จจริงที่จำได้ การรับรู้ของเรจะต้องเนื่องสัมพันธ์กันติดต่อเมื่อเราสามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เคยรับรู้มาก่อนได้ ดังนั้นการเรียนรู้ ความจำ และความคงทนในการเรียนรู้จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด กล่าวคือในการเรียนรู้จะไรก็ตาม ย่อมประเมิณผลจากผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ถ้าเป็นการประเมินผลในทันทีที่ผู้เรียนทำในสิ่งที่เราต้องการสำเร็จ ผลที่ได้ก็คือผลการเรียนรู้ แต่ถ้าเราคอยให้เวลาล่วงเลยไประยะเวลาหนึ่ง อาจเป็น 5 นาที 1 ชั่วโมง หรือหลาย ๆ วัน แล้วจึงประเมินผล การเปลี่ยนแปลงที่ได้ก็จะเป็นผลการเรียนรู้และการจำ (Remembering) ซึ่งก็คือความคงทนในการเรียนรู้นั่นเอง

กระบวนการเรียนรู้และการจำ

ชัยพร วิษณุวาท (2525 : 3-20) ได้แบ่งลำดับขั้นของความจำ สรุปได้ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการเสนอสิ่งเร้า การเสนอสิ่งเร้าที่ต้องการให้ผู้เรียนจำได้ขึ้น ถ้าเป็นสิ่งที่ยากจะต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้จนเข้าใจก่อน

2. ขั้นกิจกรรมแทรก ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นที่สอดแทรกกระหว่างขั้นการเสนอสิ่งเร้าและการทดสอบ

3. ขั้นการทดสอบ จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้มากน้อยเพียงใด วิธีทดสอบความจำทำได้ 3 วิธี คือ

3.1 การจำได้ (Recognition) เป็นการทดสอบความจำโดยการปรากฏสิ่งเร้าที่เคยประสบมาแล้วในอดีตปะปนกับสิ่งเร้าใหม่ แล้วให้ชี้ว่าสิ่งเร้าใดเป็นสิ่งที่เคยได้ถูกต้อง

3.2 การระลึกได้ (Recall) เป็นการระลึกถึงที่เคยประสบในอดีตออกมา

โดยไม่มีสิ่งเร้าที่เคยประสบมาปรากฏให้เห็น

3.3 การเรียนรู้ซ้ำ (Relearning) หมายถึง การทำซ้ำ ๆ หรือเสนอสิ่งเร้าซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบนี้มักใช้วัดด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง

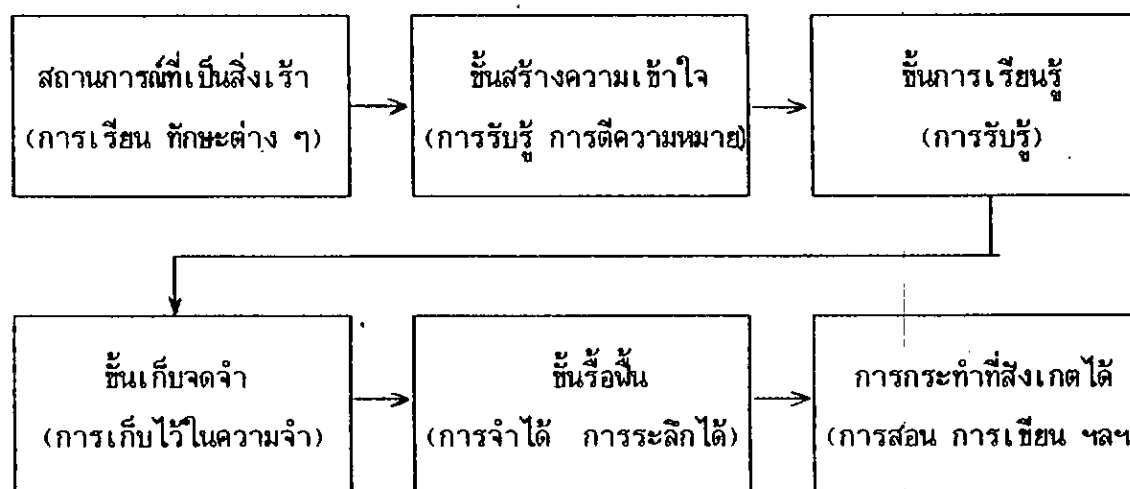
กาเย่ (Gagne 1974 : 27 - 46) อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และการจำดังนี้

1. ขั้นสร้างความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
2. ขั้นเรียนรู้ ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่
3. ขั้นเก็บไว้ในความจำ คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำ

ในช่วงเวลาหนึ่ง

4. ขั้นรื้อฟื้น คือการนำเอาสิ่งที่เรียนแล้วและเก็บไว้นั้นออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

ขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้จะเกิดอย่างใกล้เคียงกันมาก การเกิดขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 อาจจะพิจารณาร่วมกันเป็นสถานการณ์ของการเรียนรู้ ส่วนขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 เป็นสภาพของการจำ ดังภาพประกอบแสดงลำดับกระบวนการในการเรียนรู้ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแสดงลำดับกระบวนการในการเรียนรู้

เทรเวอร์ส (Travers. 1967 : 109 - 110) ได้กล่าวว่าการให้มีการเรียนเกินพอ นั้นไม่จำเป็นต้องมีการท่องจำเพียงอย่างเดียว การได้ทำบ่อย ๆ หรือนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ก็เป็นการเรียนเกินพอ ซึ่งจะทำให้ความคงทนในการเรียนรู้มีอยู่ได้นานหรือตลอดไป เพราะถ้า

เรียนแล้วฝึกหัดทำแล้ว แต่หลังจากนั้นระยะหนึ่งทำไม่ได้ก็ไม่มีประโยชน์อะไร ฉะนั้นทางโรงเรียนควรได้พยายามหาวิธีที่ดีในการป้องกันการลืม โดยการให้มีการเรียนเกินพอ

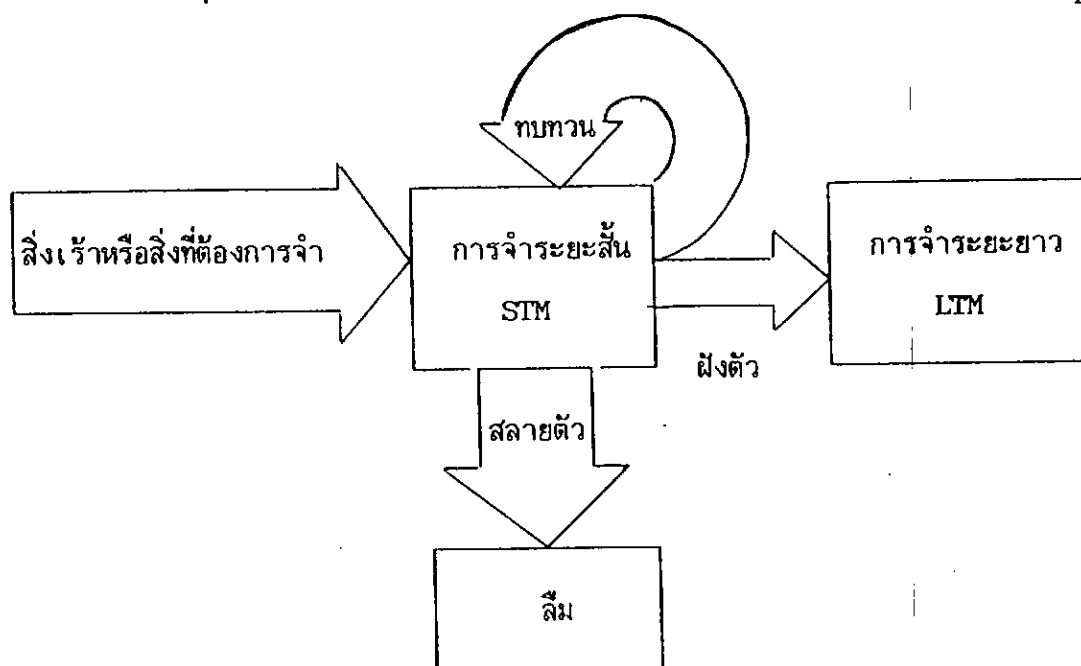
ระบบความจำ

ชัยพร วิษณุวาท (2525 : 287) ได้จำแนกระบบการจำออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. ระบบการจำความรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึงความคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัสหลังจากการเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง
2. ระบบความจำระยะสั้น (Short-Term Memory หรือ STM) เป็นความจำหลังการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้ แล้วจะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราว เพื่อให้ใช้เป็นประโยชน์ในขณะที่ยังอยู่เท่านั้น
3. ระบบความจำระยะยาว (Long-Term Memory หรือ LTM) เป็นความจำหลังที่มีความคงทนถาวร เราไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ แต่เมื่อต้องการให้หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสะกิดใจก็สามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ เช่น การจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อหลายชั่วโมงก่อนหลายวันก่อน หรือหลายปีก่อน

ทฤษฎีการจำสองกระบวนการ (Two-Process Theory of Memory)

แอคคินสัน และ ชิฟฟริน (Atkinson and Shiffrin) (ชัยพร วิษณุวาท 2525 : 296 - 297) เป็นผู้สร้างทฤษฎีความจำเพื่ออธิบายกระบวนการต่าง ๆ ใน STM และ LTM คือ STM เป็นความจำชั่วคราว สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ใน STM ต้องรับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำสิ่งนั้นจะสลายไปอย่างรวดเร็ว ในการทบทวนนั้นเราไม่สามารถทบทวนทุกสิ่งที่เข้ามาอยู่ใน STM ดังนั้นจำนวนสิ่งของที่เรารู้ได้ใน STM จึงมีจำกัด การทบทวนป้องกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจาก STM และสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ใน STM เป็นระยะเวลานาน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวใน LTM ยิ่งมาก ถ้าเรารู้สิ่งใดไว้ใน LTM สิ่งนั้นก็ติดอยู่กับความจำตลอดไป ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงกระบวนการจำ

ความจำระยะยาวเป็นความจำที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง เป็นความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งที่คนรู้สึก เป็นการตีความซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความสนใจและความเชื่อของแต่ละคน สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำ อาจสรุปได้เป็น 2 ประการ ประการแรก ได้แก่ลักษณะของความต่อเนื่องหรือความสัมพันธ์กันของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ประการที่สอง ได้แก่การทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 118) กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้ดียิ่งแล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนในการจำ ในเวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

เทคนิคการจำ

น้อมฤดี จงนุช และคนอื่น ๆ (2516 : 110) กล่าวว่า การจำด้วยความเข้าใจและมีเหตุผล นับว่าเป็นความจำที่ต้องฝึกให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน มีกลวิธีในการฝึกความจำคือ

1. การตั้งกฎเกณฑ์
2. การย่อ
3. การสร้างความสัมพันธ์

4. การฝึกซ้ำ ๆ
5. การแบ่งตอนในการท่อง
6. การเว้นระยะการท่อง
7. การท่องเป็นจังหวะ
8. การท่องซ้ำ ๆ
9. การอ่านไประลึกไป

ประสิทธิ์ แสงวิชัย (2506 : 328) กล่าวว่า การปลูกฝังความจำนั้นขึ้นอยู่กับ การดำเนินการสอนตามลำดับความยากง่าย การให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด การเข้าใจให้เด็กสนใจที่จะเรียน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอารมณ์ผู้เรียนด้วย

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ

วิธีการที่ช่วยให้เกิดความจำระยะยาวได้ดี แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness)
2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (Mathemagenic)

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย เกี่ยวกับเรื่องนี้ สตีเฟนส์ (ชม ภูมิภาค. 2516 : 145 ; อ้างอิงมาจาก Stephens. 1959) กล่าวว่า หากเนื้อหามีความหมายเพียงพอแล้วย่อมจะ ไม่มีการลืมเนื้อหา นั้น แม้เนื้อหา นั้นจะมีโครงสร้างที่ไม่ดีนัก แต่หากมีความหมายแก่ผู้เรียน เขาก็จะ จดจำได้นาน พยางค์ที่ไม่มีความหมายจะหายไปจากความทรงจำก่อนที่จะออกเสียงพยางค์ท้ายจบ ลงด้วยซ้ำไป ดังนั้น เพื่อให้เด็กเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หรือความจำดีขึ้น เราก็จะกระทำ ได้ ดังนี้

1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มี ความหมายช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (Advance Organization) เป็นการสรุป โครงสร้างหรือกระบวนการเกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบ ก่อนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในตอน นั้น ๆ

1.3 การจัดลำดับขั้น (Hierarchical Structure) เป็นการจัดบทเรียนให้ เป็นลำดับตามขั้นตอน การเรียนรู้ในลำดับขั้นต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นตอนที่สูงขึ้นเป็น ลำดับไป นักเรียนต้องมีความรู้ในขั้นแรกก่อนที่จะเรียนรู้ขั้นต่อไป

1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization) เป็นการแยกประเภทของสิ่งที่ต้องการจำให้เป็นหมวดหมู่

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบทเรียนมากขึ้น ทั้งในระหว่างการเรียนรู้การสอนและภายหลังการสอนแล้ว ผู้เรียนไม่เป็นฝ่ายรับแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะกำลังฝึกฝนอยู่ (Recall During Practice) หมายถึงการทบทวนบทเรียนภายหลังที่อ่านจบแต่ละครั้ง สมมติว่า บทเรียนหนึ่งต้องใช้เวลาอ่านทีละ 30 นาที ครูกำหนดเวลาให้อ่าน 2 ชั่วโมง นักเรียนที่อ่านแต่ต้นจบครบ 4 เทียวจะจำได้น้อยกว่านักเรียนที่อ่านจบ 1 เทียวแล้วทบทวนข้อความที่อ่านนั้น เพื่อทำความเข้าใจให้ชัดเจนขึ้น แม้จะใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากันก็ตาม

2.2 การเรียนเพิ่มขึ้น (Over Learning) หมายถึงการเรียนภายหลังจากที่จำบทเรียนนั้นได้แล้ว ลักษณะเช่นนี้เห็นได้ชัดกรณีที่จำข้อความสั้น ๆ ซึ่งอ่านเพียงครั้งเดียวก็จำได้ แต่ถ้าเราอ่านเพียงเทียวเดียวในเวลาเพียงไม่กี่นาทีเราก็กลืม หากเราได้อ่านทบทวนอยู่ 4-5 เทียวจะทำให้จำได้ดีขึ้นและจำได้นาน

2.3 การท่องจำ (Recitation) การท่องจะยิ่งทำให้จำได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะผู้ที่ท่องอย่างเดียวยังมีความตั้งใจ มักมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง และเมื่อท่องไปได้ระยะหนึ่งผู้ท่องจะทราบถึงความก้าวหน้าของตนเอง ทำให้เกิดกำลังใจที่จะท่องต่อไป นอกจากนี้การท่องเป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัด ผู้ท่องจะตั้งระดับความมุ่งหวังไว้ และจะมุ่งให้บรรลุถึงเป้าหมายนั้น

2.4 การสร้างจินตภาพ (Imagery) หมายถึงการสร้างรหัสโดยนิมิตภายในใจ เป็นการเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้ดีอยู่แล้ว โดยการนิมิตภายในคือสัมผัส หากนิมิตภายในได้ยิ่งแปลกเท่าใด ความคงทนในการจำยิ่งมีเท่านั้น

การทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดี โดยการจัดบทเรียนให้มีความหมายนั้นเป็น การจัดบทเรียนให้มีระเบียบเป็นหมวดหมู่ พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อให้นักเรียนจำบทเรียนได้ง่ายเข้าและนานขึ้น เช่น การให้คำที่สัมพันธ์กัน ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ

การวัดความคงทนในการเรียน

ส่วนเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้ นั้น ชวาล แพร่ดกุล (2516 : 1)

กล่าวว่าในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดลองครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับ นันแนลลี (Nunnally. 1959 : 105 - 108) ที่กล่าวว่า เพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง ลินด์วอลล์และนิกโค (Lindvall and Nitko. 1967 : 127) ให้ข้อเสนอแนะว่า การสอบซ้ำควรเว้นช่วงเวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าว จะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ และจากการศึกษาของ โสภา บุญศรีสวัสดิ์ (2520 : 85) ก็พบว่า การสอบในช่วงเวลา 15 วัน ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุด

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เวลา 2 สัปดาห์ในการทำการทดสอบซ้ำ เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองสอน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมนวล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติศักดิ์ เสมารธรรมานนท์ (2531 : 77) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหา

ความรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์-เทปประกอบ กับที่เรียนด้วยการสอนตามหนังสือคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โอลาลินอย (Olarinoye. 1978 : 4348-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง (Guided inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการใช้แนวทางในการค้นพบ (Guide - inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository - text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีทั้งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและไม่แตกต่างจากการสอนแบบอื่น และมีแนวโน้มว่า การสอนแบบนี้จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีสถานการณ์จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากน้อยเพียงใด

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

พกา มาศ วรานุสันติกุล (2524 : 47 - 48) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ (2525 : 147) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีใช้ชุดการสอนกับไม่ใช้ชุดการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปีที่ 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการศึกษพบว่าความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มที่สอนด้วยวิธีใช้ชุดการสอนกับกลุ่มที่ไม่ใช้ชุดการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารายา แสงไชย (2529 : 76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ผลการศึกษพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

งานวิจัยต่างประเทศ

วานเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอน 2 แบบ คือแบบที่มีการทดลองและแบบที่ใช้ตำราเป็นศูนย์กลาง พบว่า วิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันและเมื่อพิจารณาพบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย

กาเบล และ รับบ้า (Gabel and Rubba. 1977 : 503-511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยอินเดียนา พบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

สตีเวน และ เอทวูด (Steven and Atwood. 1978 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The test of Science Process) และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Interest Inventory) จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ได้กระทำหรือศึกษาด้วยตนเอง จะเป็นการช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

งานวิจัยในประเทศ

ชัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56 - 57) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60 - 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สุธารัตน์ จินดาพงษ์ (2531 : 104) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

มอริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214 - 216) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องทฤษฎีอะตอมและพันธเคมี ในระดับวิทยาลัยโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

กับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สตรีกลแลนด์ (Strickland. 1971 : 2510 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Coplan Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสอนแบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่านักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์คเกอร์ (Parker. 1974 : 4914 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรม ในระดับมหาวิทยาลัยโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้เช่นเดียวกับการสอนตามปกติและมีแนวโน้มว่า นักเรียนที่เรียนจาชุดการเรียนด้วยตนเองจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากันหรือสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

งานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

งานวิจัยในประเทศ

ภาณี โอภิชากรณ์ (2527 : 69 - 71) ได้ศึกษานักเรียนของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนรู้อย่างแตกต่างกัน ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและมีความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชิน วรรณฉวี (2528 : 74-75) ได้เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ พบว่า ความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มและกลุ่มควบคุม ที่สอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

โคเรย์ และคนอื่น ๆ (Block. 1974 : 40 citing Corey and others. 1970) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนเพื่อรู้แจ้งที่มีต่อความคงทนในการจำ โดยได้ทำการสอนในวิชาจิตวิทยาเบื้องต้น เขาพบว่านักเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง ทำให้ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ออสติน และกิลเบิร์ต (Block. 1974 : 40 - 41 citing Austin and Gilbert undated) ได้ทดลองในวิชาฟิสิกส์เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าเบื้องต้น พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง มีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง 15-20 เปอร์เซ็นต์

สวานสัน (Swanson. 1976 : 1381 - A) ได้ศึกษาอิทธิพลของการสอนที่ใช้วิธีเรียนเพื่อรู้แจ้งด้วยวิธีต่าง ๆ ที่มีผลต่อความคงทนในการจำของนักเรียน 3 กลุ่ม ปรากฏว่าคะแนนสอบครั้งสุดท้ายเพิ่มขึ้นจากครั้งแรกของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

✱ จากเอกสารและงานวิจัย สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่ต้องอาศัยทักษะด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ รวมทั้งที่จะนำความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนระดับสูงต่อไป

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง
4. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นนักเรียนทั้งหมด 90 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลาก จำนวน 60 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน

กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่อง การสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และ

อังกฤษ สายยศ. 2531 : 216) มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	—	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X แทน การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- T_1 แทน การสอบก่อนจัดกระทำทดลอง
- T_2 แทน การสอบหลังจัดกระทำทดลอง
- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C แทน กลุ่มควบคุม
- E แทน กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาชีววิทยาตามคู่มือครู
2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาชีววิทยา

แผนการสอนวิชาชีววิทยาตามคู่มือครู เรื่องการสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสาร

เข้าและออกจากเซลล์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรความมุ่งหมายและเนื้อหา เรื่องการสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ จากบทเรียนและคู่มือครูชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. สร้างแผนการสอนทั้งหมด 14 คาบ ประกอบด้วยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จุดประสงค์ด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน

3. สร้างแผนการสอนตามคู่มือครู ดังนี้

- 3.1 ขึ้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูอธิบายเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐาน
- 3.2 ขึ้นอภิปรายก่อนการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและตั้งสมมติฐาน อภิปรายจุดประสงค์ของการทดลอง และวิธีดำเนินการทดลอง
- 3.3 ขึ้นทดลอง นักเรียนดำเนินการทดลองตามแบบเรียน
- 3.4 ขึ้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตรวจสอบสมมติฐาน สรุปเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้

4. นำแผนการสอนดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

5. ปรับปรุงแผนการสอนตามข้อชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำแผนการสอนไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา 3 ครั้ง ดังนี้

- 5.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้
- 5.2 ทดลองกลุ่มเล็ก 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดการเรียนด้วยตนเอง
- 5.3 ทดลองภาคสนามนำชุดการเรียนด้วยตนเองที่ปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองกลุ่มเล็ก ไปทดลองใช้กับนักเรียนประมาณ 45 คน แล้วนำมาปรับปรุงเพื่อนำไปใช้จริง

ชุดการเรียนด้วยตนเอง

โครงสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง ได้ดัดแปลงมาจากโครงสร้างชุดการเรียนของคาร์ดาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. หัวข้อ
2. หัวข้อย่อย
3. จุดมุ่งหมายทั่วไป
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
5. การทดสอบก่อนเรียน

6. กิจกรรมที่เป็นคำถามจากสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐานและสรุปผล

7. การตอบคำถามทบทวน

8. การทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนของการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยเอาไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสม

2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยเอาไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการลำดับขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับวัยและภูมิหลังของผู้เรียน

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จากหนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา และคู่มือครูชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยยึดหลักจากรูปแบบการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามแนวของ วาสนา ช่างหา (2525 : 134 - 137) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นตอนวางแผนทางวิชาการ (Planing Stage) ประกอบด้วย

4.1.1 กำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่อง และระดับชั้น เนื้อหาที่จะได้ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน

4.1.2 การวางจุดมุ่งหมายทั่วไป เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective) และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavior objective)

- จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective) เป็นจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน

- จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavior Objective) เป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามที่วางไว้ และจะทำให้ผู้เรียนดำเนินเรื่องได้ตามความมุ่งหมาย ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจได้ตรงกัน และผู้วัดสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการจะวัด

4.2 ขั้นตอนการสร้าง (Development Stage) ในการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ประกอบด้วยหัวข้อ หัวข้อย่อย จุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาในรูปแบบการเรียนโปรแกรม กิจกรรมจากสถานการณ์ที่ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลองและสรุปผล การตอบคำถามทบทวน การทดสอบหลังเรียน

หลังจากที่ได้ชุดการเรียนด้วยตนเองแล้ว นำชุดการเรียนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

4.3 ขึ้นการทดลองเป็นรายบุคคล (Individual Tryout And Revision) ผู้วิจัยนำชุดการเรียนด้วยตนเองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา ประมาณ 3 คน โดยปฏิบัติตามการทดลองตามลำดับ ดังนี้

4.3.1 ผู้วิจัยชี้แจงและแนะนำการเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง พร้อมทั้งบอกจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้

4.3.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อจะพิจารณาความรู้เดิมของนักเรียน

4.3.3 ประกอบกิจกรรมจากชุดการเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

- ศึกษาเนื้อหาในชุดการเรียนและตอบคำถาม
- ศึกษาคำถามที่เป็นสถานการณ์ ระบุปัญหา ให้ตั้งสมมติฐาน

การทดลอง และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

4.3.4 ทำแบบฝึกหัดหลังเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง

4.3.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อคุณถดถอยการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป ของนักเรียนว่ามีพัฒนาการมากน้อยเพียงไร

4.4 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout And Revision) ผู้วิจัยนำชุดการเรียนด้วยตนเองที่แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องจากการทดลอง 1 คนแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยากลุ่มละ 5 คน โดยดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองรายบุคคล

4.5 ทดลองภาคสนาม (Field Tryout And Revision) นำชุดการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 แล้ว ไปทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา จำนวน 45 คน เนื่องจากจำนวนประชากร โรงเรียนมัธยมฐานหินกำแพงแสน มีไม่เพียงพอ โดยดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองกลุ่มเล็ก เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

การหาประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้นี้จะใช้ได้หรือไม่ ใช้เกณฑ์ The 80/80 Standard โดยคิดคะแนน Posttest เมื่อนำมาทดลองกับห้องเรียน ความหมายของ The 80/80 Standard คือ

80 ตัวแรก = คะแนนของนักเรียนทั้งหมดที่ถูกทำการทดลอง นำมารวมกันแล้วหาออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ถ้ามีค่าไม่ต่ำกว่า 80% ใช้ได้เพราะมีความเชื่อมั่นสูง 80%

80 ตัวหลัง = ความสามารถของผู้เรียนทุกคนเมื่อเรียนแล้วทำแบบทดสอบแต่ละจุดมุ่งหมายได้ถึง 80%

เมื่อเรารู้ข้อมูลแล้ว 80 ตัวแรกและ 80 ตัวหลัง ถ้าถึงเกณฑ์ Standard ก็เรียกว่าเป็นชุดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ถ้าไม่ถึงเกณฑ์ The 80/80 Standard ถือว่าเป็นชุดการเรียนรู้ที่ไม่สมบูรณ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากเอกสาร ตำรา .

1.1 การวัดผลการศึกษาและการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพรัตกุล (2522 : 1-407)

1.2 หลักการวัดผลการศึกษาของ นิตร ทองขึ้น (2524 : 29-75)

1.3 ทฤษฎีการวัดและการทดสอบของ อนันต์ ศรีโสภณ (2522 : 213-247)

1.4 การประเมินในชั้นเรียนของ โกวิท ประวาลพฤษย์ (2523 : 60-72)

2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา พฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางชีววิทยา จากหนังสือแบบเรียนคู่มือครูของ สสวท. เรื่องการสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ร่วมกับครูผู้สอนวิชาชีววิทยา จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามพฤติกรรม แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ด้านความรู้ ความจำ

2.2 ด้านความเข้าใจ

2.3 ด้านการนำไปใช้

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยสร้างตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

จำนวน 100 ข้อ

4. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ ประชานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้รับการเรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 100 คน ซึ่งมีระดับความสามารถทางสติปัญญาไม่ต่างจากนักเรียนโรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

5.1 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจคะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

5.2 นำคะแนนมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% จากตาราง จุง เต ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 180 - 188) แล้วคัดเลือกและปรับปรุงแบบทดสอบ โดยเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ตามตารางวิเคราะห์คัดเลือกข้อสอบ ได้ข้อสอบ 60 ข้อตามเกณฑ์

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 5 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.88

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้นักเรียนกลุ่มละ 30 คน ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

3. ดำเนินการสอนทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ ใช้เวลา กลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนลับตาทีละ 4 คาบ

3.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา (Posttest)
5. หลังจากทดสอบไปแล้ว 2 สัปดาห์ ทำการทดสอบรวมพร้อมกันด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมอีกเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม
6. นำผลการตรวจสอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อการวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 59)
- 1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 63)

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- 2.1 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186 - 187)
- 2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168)

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

เมื่อ r_{ct} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$$p \text{ แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ } = \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

S^2_x แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสร้างอาหารของพืช และการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

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

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2_{D_1}}{n_1} + \frac{S^2_{D_2}}{n_2}}$$

$$\text{และ } S^2_D = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน ของกลุ่มควบคุม
S^2_D	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน และก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
$S_{MD1} - MD2$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบเพื่อหาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ของกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 87)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

3.3 ตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 84) มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มควบคุม

S^2_1 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S^2_2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
S^2_D	แทน	ความแปรปรวนของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	ตามทฤษฎีการแจกแจงปกติ $S_{MD_1 - MD_2}$ ได้	t
กลุ่มทดลอง	30	25.43	38.73	13.30	1.15	1.46
กลุ่มควบคุม	30	23.50	35.13	11.63	1.15	

$$t(.05, 58) = 2.002$$

จากตาราง 3 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	D	D ²	t
กลุ่มทดลอง	30	399	5913	15.93**

$t_{(.01, 29)} = 2.462$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกับกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	D	D ²	t
กลุ่มควบคุม	30	389	5657	15.98**

$t_{(.01, 29)} = 2.462$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มควบคุม หลังการทดสอบสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 5'6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	40.70	38.04	3.7599*
กลุ่มควบคุม	30	34.83	43.21	

$$t_{(0.05, 58)} = 2.002 \quad ** \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .05$$

จากตาราง 6 แสดงว่า ความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งมีรายละเอียดสังเขป และผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

➤ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
- ③ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง
4. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ - วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลาก จำนวน 60 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชาชีววิทยาตามคู่มือครู

2.2 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสร้างอาหารของพืชและการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88

3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

หลังจากที่ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

3.2 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.2.2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู

3.3 ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

3.4 เว้นระยะ 2 สัปดาห์ แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาลับเดิมไปให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทดสอบใหม่อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

3.5 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระหว่างการทดสอบก่อนเรียน และการทดสอบหลังเรียน
2. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนทดสอบความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ทดสอบหลังการเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์
3. หาค่าสถิติที่ใช้ ตรวจสอบสมมติฐาน คือ
 - 3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)
 - 3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2,3 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 87)
 - 3.3 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 4 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 84)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการวิจัยพร้อมการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ได้ผลดังต่อไปนี้

1. จากสมมติฐานข้อที่ 1 "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน" ผลการศึกษาพบว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ" ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้เรียนรู้เนื้อหาเดียวกันในเวลาเท่า ๆ กัน แม้ว่าวิธีการปฏิบัติกิจกรรมจะแตกต่างกันดังกล่ามาแล้ว แต่จุดประสงค์ของการสอนในเนื้อหานั้นเป็นจุดประสงค์เดียวกัน แนวทางการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อบรรลุจุดประสงค์เดียวกันนั้นแม้จะแตกต่างกันบ้างแต่ก็ให้ผลปลายทางที่คล้ายคลึงกัน จึงทำให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของบาร์ด (Bard. 1975 : 597 - A) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มที่ใช้บทเรียน สำเร็จรูปกับกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาณุมาศ พานารณ (2523 : 45) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามเอกัตภาพกับการสอนตามปกติไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวิชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พจนา สังวรณกิจ (2529 : 79) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสังเกตเห็นว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้ครูสอนตลอดเวลาที่เรียน นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการสร้างความเข้าใจและเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการสอนจากครูโดยการอธิบาย ชี้แจง ชักถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้ว จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนในกลุ่มทดลอง ซึ่งไม่ใคร่ถนัดกับการเรียนวิธีที่แปลกออกไปจากเดิม เกิดการเรียนรู้ได้ไม่เต็มที่

2. จากสมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 3 "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง" ผลการศึกษพบว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01" ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

การเรียนการสอนที่จัดให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต่างมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองจะปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผลการทดลอง ตามที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนด้วยตนเอง ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้กิจกรรมของนักเรียนคือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง การอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน ดังให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต่างก็ได้รับการสอนด้วยวิธีการที่มุ่งพัฒนาทั้งตัวความรู้ควบคู่ไปกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ แบบเดียวกันจึงทำให้พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มสูงขึ้น ดังคำกล่าวของ จีวีวรณ์ กินาวงศ์ (2527 : 85) ที่ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง ถ้าครูวางโครงการสอนไว้หรือเตรียมการสอนไว้เป็นอย่างดีแล้วพยายามดำเนินการสอนให้ประสานสอดคล้องกันอย่างเหมาะสมแล้วเด็กก็จะได้รับผลสัมฤทธิ์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลการศึกษาที่สอดคล้องกับการศึกษาของ ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2524 : 15 - 29) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 - 2523 สรุปว่า ชุดการเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้นสามารถนำไปใช้สอนแทนการสอนปกติได้

ตอนที่ 2 ความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ได้ผลดังต่อไปนี้

จากสมมติฐานข้อที่ 4 "ความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน" ผลการศึกษพบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ โสภณ วงศ์เนญ (2520 : 35) ที่พบว่า หลังจากเรียนบทเรียนจบแล้วสองสัปดาห์ นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาเทคโนโลยีทางการสอนจากบทเรียนสำเร็จรูปมีความ

คงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักศึกษาในกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรุงญ์ สุชะพัฒน (2522 : 36) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ การที่กลุ่มทดลองมีความ คงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากนักเรียนในกลุ่มทดลองได้เรียนโดยใช้ชุด การเรียนด้วยตนเองที่มีเนื้อหาวิชาต่อเนื่องกันไปตามลำดับจากง่ายไปหายาก ได้มีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนอยู่ตลอดเวลา โดยการตอบคำถามในแต่ละกรอบของบทเรียน และสามารถ ทราบคำตอบที่ถูกต้องได้ทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงไปในตัว นอกจากนี้ นักเรียนยังเรียนบทเรียน โดยปราศจากความกังวลใจเกี่ยวกับการเรียนไม่ทัน ทั้งนี้เพราะว่า นักเรียนมีอิสระในการที่จะเรียน บทเรียนไปตามความสามารถและระดับสติปัญญาของตน ซึ่งลักษณะของบทเรียนดังกล่าวนี้ว่ามีผล ต่อผู้เรียนในการที่จะจดจำความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ดี นับว่าสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการศึกษาของ ประพันธ์ แสงวนิช ที่กล่าวถึงหลักการปลูกฝังความจำไว้ว่า ขึ้นอยู่กับการดำเนินการสอนให้เป็น ระเบียบตามลำดับความยากง่าย การให้เด็กได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้นี้ให้มากที่สุด การ ใ้เข้าใจให้เด็กสนใจที่จะเรียน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการยอมรับของผู้เรียน ประพันธ์ แสงวนิช (2506 : 328 - 329) จึงเห็นได้ว่า บทเรียนสำเร็จรูปสร้างขึ้นสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาว่าด้วย เรื่องการปลูกฝังความจำ จึงทำให้นักเรียนในกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปสามารถจดจำเนื้อ หาวิชาได้ดี และมีผลทำให้ความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ

ข้อสังเกตจากการทดลองครั้งนี้

จากการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเกตแล้วได้แนวคิดพอสรุปได้ดังนี้

1. ก่อนเริ่มการเรียนในชุดการเรียนด้วยตนเองชุดที่ 1 ผู้วิจัยได้แนะนำและทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองให้กับนักเรียนตามแบบของคาร์ตาเรลล์
2. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนอย่างมาก เนื่องจากบทเรียนตอบสนอง ความแตกต่างระหว่างบุคคลได้
3. รูปแบบการจัดการเรียนชนิดนักเรียนเป็นสำคัญ การแสวงหาความรู้ นักเรียนจะปฏิบัติ กิจกรรมด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหาในระหว่างเรียน
4. การเรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองช่วยลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ในชั้นเรียนได้ เพราะในแต่ละช่วงนักเรียนทุกคนมีกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติ มีงานที่จะต้องรับผิดชอบทุกคน ทำให้ไม่มีเวลาสนใจสิ่งอื่นที่จะรบกวนสมาธิ ซึ่งเกิดประโยชน์ต่อการควบคุมชั้นเรียน ช่วยลดภาระการคุม

ชั้นเรียนของครูผู้สอน

5. ในการทดลองจะพบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มทำกิจกรรมในชุดการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยก่อนกลุ่มอื่น ๆ ครูจึงควรเตรียมกิจกรรมสำรองให้กับนักเรียนเหล่านี้ และอาจต้องดูแลช่วยเหลือนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมช้ากว่าคนอื่นมาก เพื่อมิให้นักเรียนเกิดความท้อแท้

6. จากการที่ผู้วิจัยสอบถาม พูดคุย ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนมีความสนใจและชอบที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ เพราะเรียนแล้วเข้าใจ แล้วมีการทบทวนอยู่ตลอดเวลา ช่วยให้เกิดความจำได้มากขึ้น

7. ผลงานการทำแบบฝึกหัดทบทวน การทดสอบย่อย การแก้ไขข้อบกพร่องทันทีที่ทำให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สูง

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แสดงว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงเท่ากับการสอนตามคู่มือครู ในขณะเดียวกันก็มีส่วนทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดี ทั้งนี้เพราะการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ได้ปฏิบัติตามกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อย่างอิสระ ได้ทราบข้อบกพร่องและความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของเด็กวัยนี้ ดังนั้นครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ควรที่จะสนับสนุน ส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้นำไปพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรต่อไป

1.2 การปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในลักษณะนี้ ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานในเรื่องของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ในด้านดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นก่อนดำเนินการทดลอง ครูควรจะได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถณาดังกล่าวเสียก่อน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้มีพื้นฐานสำหรับการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.3 ครูควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักวิธีการของกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อให้
นักเรียนนำพลังกลุ่มมาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ครูควรตรวจการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนทุก
กิจกรรมอีกครั้ง เพื่อวัดผลการเรียนของนักเรียน เมื่อพบข้อผิดพลาดบันทึกไว้เพื่อนำไปแนะนำกับ
นักเรียนคนนั้นในคาบต่อไป

1.5 ครูควรบันทึกปัญหาและข้อสงสัยที่นักเรียนซักถามไว้ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุง
คำถามหรือกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ถึงแม้ว่าชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจะผ่านการปรับปรุง
ตามมาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้แล้วก็ตาม แต่ก็อาจมีข้อบกพร่องที่ยังไม่พบ จึงควรติดตามผลการใช้อยู่เสมอ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับเนื้อหาอื่น
ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือวิชาอื่น ๆ อีก

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
กับตัวแปรตามอื่น ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน แยก ต่างกัน

2.3 ควรมีการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
ทั้ง 4 ด้าน เช่น ถ้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ ความจำสูง จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนด้านอื่นสูงขึ้นหรือไม่ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กาญจนา เกียรติประวัติ. นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- กิตติศักดิ์ เสมอธรรมานนท์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์-เทปประกอบ กับที่เรียนด้วยการสอน ตามหนังสือคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- โกวิท ประวาลนฤกษ์. การประเมินในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523. อัดสำเนา.
- จรรยา สุชะนังค์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนการเรียนรู้ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยบทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- ฉวีวรรณ กิनावงศ์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. พิมพ์โลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิมพ์โลก, 2527.
- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- ชวาล แพร่ตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : นิตยภัฏอักษร, 2516.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. การผลิตชุดการสอนระดับประถมศึกษากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้น ม. 3 เรื่องเสียง. ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2524. อัดสำเนา.
- ชัยพร วิชชาวุธ. ความจำมนุษย์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชนนิพนธ์, 2520.
- _____. มูลสารจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

ชงชัย ชิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าวสาร สสวท. 6(3) : 65-67 ;

เมษายน 2521.

ชวัตรชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง.

ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

อัดสำเนา.

นิรมล ศตวุฒิ. "ชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลน่าจะมีบทบาทในมหาวิทยาลัยตลาดวิชา," รวมคำแห่ง

กรุงเทพฯ : 1 : 138 - 145 ; พฤษภาคม, 2526.

น้อมฤดี จงพยุหะ และ สมประสงค์ ปิ่นจินดา. คู่มือการศึกษาจิตพัฒนาการเด็ก (Child Development) สำหรับนักเรียน ป.ศ. ผู้สอบวิชาชุด พ.ศ. นักศึกษาปริญญาตรี ปริญญาโท และพ่อแม่ทุกคน โดยสมประสงค์ ปิ่นจินดา น้อมฤดี จงพยุหะ และศิริรัตน์ เจริญศักดิ์. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูสวนดุสิต, 2516.

ปัญญา อุกฤษณ์. ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

ประพัฒน์ แสงวิเศษ. วิชาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ตามหลักสูตรใหม่ของกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา, 2506.

ประสาธ อิศรปรีดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : กราฟิควาร์ด, 2523.

ปรีชา ตรีศาสตร์. การสร้างชุดการสอนวิชาภาษาไทย (ท 402) เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

พกามาศ วรานันต์กุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินผลของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.

- พจนา สังวรณกิจ. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- พยอม วงศ์สารศรี. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต, 2526.
- พรรณี ภาณุตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณินท์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- พัชรี พลาวงค์. "การเรียนด้วยตนเอง," รามคำแหง. กรุงเทพฯ : 6 พฤษภาคม 2526.
- นิตร ทองชื่น. หลักการวัดผล. กรุงเทพฯ : 2524. อัดสำเนา.
- นิมพันธ์ เดชะคุปต์. "วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 - 7. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- นิศาล สร้อยฤทธิ์. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2524.
- ภาณี โอภิชากรณ. การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา
- ภาณุมาศ พานารณ. การทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกัตภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- ชงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

- ยุพา ตันติเจริญ. โครงการพัฒนาเจตคติที่ดีในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2529. เอกสารโรเนียว.
- เยาวพา เดชะคุปต์. ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์สำหรับสอนในระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. อัดสำเนา.
- สัตตา ศุภปริดี. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. ชลบุรี : ภาคเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2523.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2531.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ ในกรุงเทพมหานคร," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. กรุงเทพฯ : 3 (กุมภาพันธ์ 2530) : 59 - 78.
- วราภรณ์ ชัยโอกาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประเสริฐศิริ, 2521.
- วาสนา ช่างหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2525.
- วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- วิรัชญ์ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.
- วีระ ไทยพาณิชย์. 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2524.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : เอกสารโรเนียว ม.ป.ป.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมจิต สมิตถพันธ์ และอำนวยการ รุ่งรัศมี ผู้แต่ง. "ครูจะสอนแบบอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ Inquiry ได้อย่างไร," การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า.

มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ. การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู.

ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.

สมสุข นีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนและแบบค้นพบ," เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 11 - 15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ยูไนเต็ตโปรดักชั่น, 2526.

สามัญศึกษา, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์. การมัธยมศึกษา กับสังคมไทยในอนาคต เอกสารการสัมมนาวิชาการลำดับที่ 3. กรุงเทพฯ : ศรุสภา 2529.

_____. หน่วยศึกษานิเทศก์เขตการศึกษา 12 แนวการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เอกสารลำดับที่ 25. กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.,

สุชิน วรณฉวี. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

สุดารัตน์ จินดาวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

สุพันธ์ ปัทมาคม. ลำดับขั้นตอนในการทำและวางแผนงานทำชุดการสอน. กรุงเทพฯ : แผนกโสตทัศนศึกษา นันทิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

โสภณ วงศ์เพ็ญ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนของการเรียนรู้ในวิชาเทคโนโลยีทางการสอนของสัณติปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

โสภา บุญศรีสวัสดิ์. อิทธิพลของช่วงเวลาที่มีต่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบสอนซ้ำ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

หอมหวล โจ๊ะชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินิพนินธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อนันต์ ศรีโสภ. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ : 2522. อัดสำเนา.

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. พื้นฐานทางเทคโนโลยีในการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2526.

อารายา แสงไชย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. ปรินิพนินธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือของ สสวท. ปรินิพนินธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อุบล เลี้ยววาริณ. ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับหลักสูตรที่วิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

อุษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้มีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนินธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

อำนวย รุ่งรัมย์. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

- Adams, Jack A. Human Memory. New York : McGraw - Hill. 1968.
- Bard, EugeneDwight. "Development of a Variable-Step Programed System of Instruction for College Physical Sciene," Dissertation Abstract International. 35(9) : 5947-A; March, 1975.
- Block, Jame H. Schools Society, and Mastery Learning. New York, Holt, Rienchart and Winston, Inc., 1974.
- Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Material. Englewood Cliffs, New Jersey : Education Technology, 1973.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Iquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstract International. 39 : 4164-A; January, 1979.
- Duane, Jame E. Individualized Instructional - Programs and Materials. Englewood Cliffs, New Jersey : Educational Technology, 1973.
- Fan, Chuny - Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Educational Services, 1952.
- Gabel, Dorothy L. and Pelir A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics - Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching," Science Education" 61 : 503 - 511; October - December, 1977.
- Gagne, Robert M., and Leslle J. Briggs. Principles of Instructional Design. New York : Holt, Rinehart & Winston Inc., 1974.
- Green, Eric. Towards Independent Learning in Science. Printed in Great Britain by Billlling and Sons Limited, Guildford and London, 1976.
- Heathers, Glan. "AWorking Definition of Individualized Instructional," Journal the Educational Leadership. 8 : 342 - 344; 1977.
- Houston, W. Robert and others. Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules. College of Education Texas : University of Houston, 1972.

Kapfer, Phillip and Mirian Kapfer. Learning Package in American Education. New Jersey : Educational Technology Publication, 1972.

Lindvall, C Mavritz and Authong J. Nitko. Measuring Pupil Achievement and Attitude. New York : Harcourt Brace Vanuvich. Inc., 1967.

Marx, Meloin H. Fundamental and Applications of Learning. Maemillan Publishing, Co., Inc., 1977.

Moore, Kenneth D. and J. W. Blankenship. "Teaching Basic Science Skills through Realistic Science Experimences in the Elementary School," Science Education. 61 : 337 - 345; March, 1974.

Moriber, George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non - Science Student." Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214 - 216; No. 3, 1969.

Nunnally, Jum C. Test and Measurement. New York : McGraw-Hill, Book Company, 1959.

Olarinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848 - A; February, 1978.

Parker, Eugene. Gary. "The Relationship of Programmed Instruction to Test and Discussion Performance among Beginning College Biology Student," Dissertation Abstracts International. 34 : 4914 - A; February, 1974.

Romey, William B. Inquiry Techniques for Teaching Science. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1968.

Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4 th. ed. New York : John Wiley and Son, Inc., 1962.

Stevens, Truman J. and Ronald A Atwood. "Interest Scores as Predictors of Science Process Performance of Junior High Student," Science Education. 62 : 303 - 308; July - September, 1978.

- Strickland, W.R. "A Comparison of a Programmed Course and a Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation Abstracts International. 32 (50) : 2510 - A; November, 1971.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition. Published by Charles E. Merrill Publishing Company, 1976.
- Swanson, David H. "A Comparison of Feedbacks Systems Affecting Achievement in Mastery Learning," Dissertation Abstracts. 37 (3) : 1381 - A; September, 1976.
- Travers, Robert M. Essentials of Learning : An overview for students of education. 2nd ed. London : Macmillan, 1967.
- Vanek, Eugenia Ann Poppo. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Material (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 1522 - A; September, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 6 แสดงความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากมาตรฐาน (Δ)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	P	r	Δ	ข้อที่	P	r	Δ
1	.65	.59	11.5	24	.65	.59	11.5
2	.79	.35	9.8	25	.28	.48	15.3
3	.22	.21	16.1	26	.29	.35	15.2
4	.22	.55	16.1	27	.76	.58	10.2
5	.65	.22	11.4	28	.61	.42	11.9
6	.59	.56	12.1	29	.79	.35	9.8
7	.39	.52	14.2	30	.61	.52	11.8
8	.69	.40	11.1	31	.58	.46	12.2
9	.32	.28	14.9	32	.61	.42	11.9
10	.67	.70	11.3	33	.65	.22	11.4
11	.24	.26	15.8	34	.70	.24	10.9
12	.80	.51	9.6	35	.35	.22	14.6
13	.22	.55	16.1	36	.63	.27	11.7
14	.24	.39	15.9	37	.63	.37	11.6
15	.67	.55	11.2	38	.79	.35	9.8
16	.44	.50	13.6	39	.81	.30	9.5
17	.20	.51	16.4	40	.76	.58	10.2
18	.72	.48	10.7	41	.53	.25	12.7
19	.66	.33	11.4	42	.27	.31	12.7
20	.50	.68	13.0	43	.42	.26	13.8
21	.58	.46	12.2	44	.21	.35	16.2
22	.53	.45	12.7	45	.74	.44	10.4
23	.61	.52	11.8	46	.69	.67	11.0

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	Δ	ข้อที่	P	r	Δ
47	.63	.63	.37	54	.26	.44	15.6
48	.61	.52	11.8	55	.33	.70	14.7
49	.65	.59	11.5	56	.54	.73	12.6
50	.31	.40	14.9	57	.57	.69	12.3
51	.80	.30	9.5	58	.45	.31	13.5
52	.50	.40	13.0	59	.42	.46	13.8
53	.24	.26	15.8	60	.64	.48	11.6

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

$$\sum pq = 11.92$$

$$\sum X = 2699$$

$$\sum x^2 = 103565$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 S^2_x &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{74 \times 103565 - (2699)^2}{74 \times 73} \\
 &= \frac{7663810 - 7177041}{5402} \\
 &= \frac{486769}{5402} \\
 &= 90.11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่าจากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2_t} \right\} \\
 &= \frac{60}{59} \left\{ \frac{1 - 11.92}{90.11} \right\} \\
 &= 1.02 (1 - 0.1323) \\
 &= 1.02 \times 0.8677 \\
 &= 0.8850 \\
 &= 0.88
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การสร้างอาหารของพืช และการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

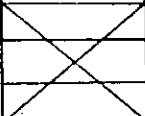
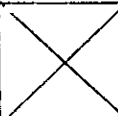
คำสั่ง

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ แล้วกาเครื่องหมาย x กับบนตัวอักษรที่เลือกให้ตรงกัน ในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ กับตัวเลือกเดิมก่อน แล้วจึงเลือกคำตอบใหม่
2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
3. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

ตัวอย่างการทำแบบทดสอบ

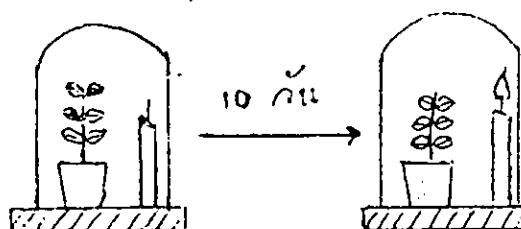
ข้อ (0) การเปลี่ยนแปลงในข้อใด ไม่ใช่ ออสโมซิส

- ก. ขึ้นเนื้อสดเหี่ยวยุบเมื่อแช่ในน้ำปลา
- ข. ขึ้นมันฝรั่งบวมเต่งมากขึ้นเมื่อแช่ในน้ำ
- ค. เซลล์เม็ดเลือดแดงแตกเมื่อแช่ในน้ำ
- ง. ขนรากของพืชดูดซึมน้ำจากดินขึ้นสู่ลำต้น
- จ. ขนรากของพืชดูดซึมน้ำเกลือแร่จากสารละลายในดิน

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0					

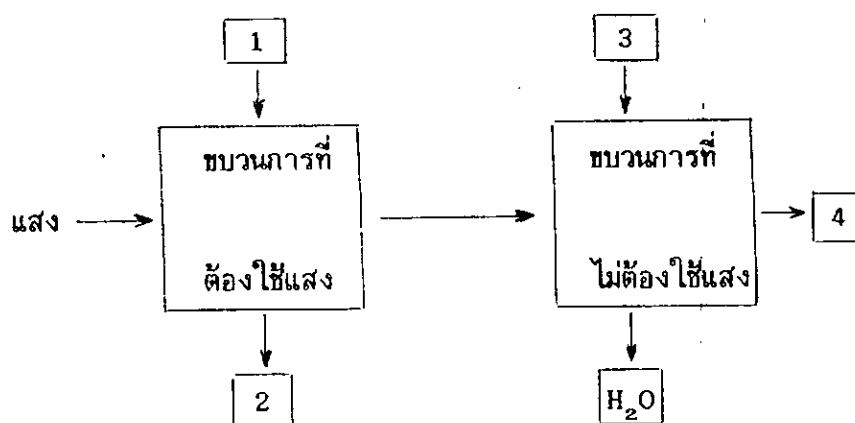
จงใช้ข้อความข้างล่างตอบคำถามข้อ 1 - 2

ในการทดลองของฟรอสต์ลีย์ นำเอาพืชสีเขียวใส่ในครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อน แล้วอีก 10 วันต่อมา เมื่อจุดเทียนไขนั้นปรากฏว่าเทียนไขนั้นลุกไหม้ได้อีกครั้ง ดังรูป



1. ข้อใดไม่ใช่ผลสรุปที่เกิดจากการทดลองนี้
 - ก. พืชสีเขียวจะให้ก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด
 - ข. พืชสีเขียวเปลี่ยนอากาศเสียให้เป็นอากาศดี
 - ค. พืชสีเขียวสร้างอาหารแล้วคายก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด
 - ง. ก๊าซที่ทำให้ไฟดับถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด
 - จ. การสร้างอาหารของพืชสีเขียวต้องใช้ก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด
2. ถ้าทำการทดลองอีกชุด แต่ไปตั้งไว้ในที่มืด เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน นักเรียนคิดว่าเมื่อจุดเทียนไขจะเป็นอย่างไร
 - ก. ไฟดับ เพราะไม่เกิดก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด
 - ข. ไฟติด เพราะมีก๊าซที่ช่วยให้ไฟติดเกิดขึ้น
 - ค. ไฟติด เพราะพืชจะเปลี่ยนอากาศดีให้เป็นอากาศเสีย
 - ง. ไฟดับ เพราะพืชจะเปลี่ยนอากาศดีให้เป็นอากาศเสีย
 - จ. ไฟดับ เพราะพืชจะเปลี่ยนอากาศเสียให้เป็นอากาศดี

จงศึกษาแผนภาพของการสังเคราะห์แสงต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 - 4



3. หมายเลขใดควรเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

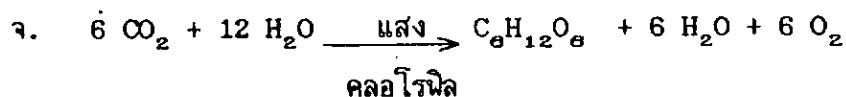
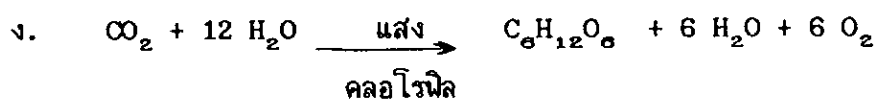
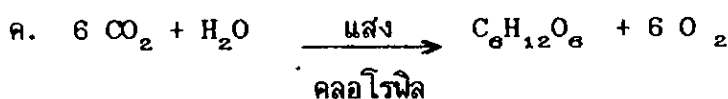
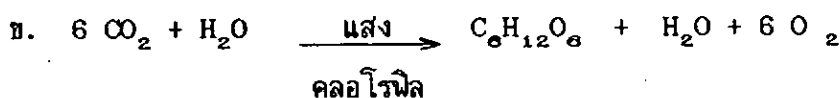
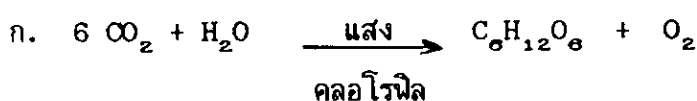
- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4
- จ. หมายเลข 2 และ 3

4. หมายเลข 1 ควรเป็นอะไร

- ก. O_2
- ข. H_2
- ค. CO_2
- ง. H_2O
- จ. $C_6H_{12}O_6$

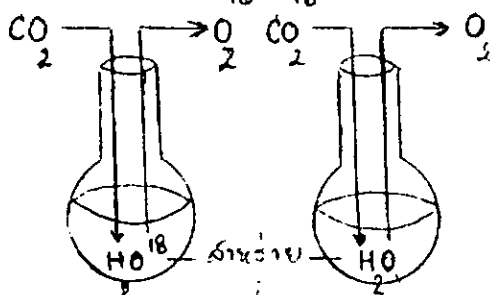
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชมาจากแหล่งใด
- ไอน้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศที่เข้าทางปากใบ
 - น้ำจากท่อลำเลียงไซเลม และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้าทางราก
 - น้ำจากดินที่รากดูดเข้ามา และคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศที่เข้ามาทางปากใบ
 - น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ที่รากดูดขึ้นมาจากดินรวมกับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ
 - ไอน้ำ และออกซิเจนจากอากาศที่เข้าทางปากใบรวมกับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ

6. ข้อใดเป็นสมการของการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวที่แสดงว่าออกซิเจนที่พืชปล่อยออกมาเกิดจากการสลายโมเลกุลของน้ำ



7. ในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชจะใช้พลังงานแสงไปเพื่อกระบวนการใด
- แยกคาร์บอนไดออกไซด์จาก CO_2
 - แยกออกซิเจนออกมาจาก CO_2
 - แยกไฮโดรเจนออกมาจาก H_2O
 - แยกน้ำตาลออกมาจากแป้ง
 - แยกออกซิเจนออกมาจากน้ำตาล
8. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสง
- (1) พืชต้องการแสงสว่าง
 - (2) พืชต้องการแสงมี 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ขั้นตอนแรกน้ำจะถูกแยกสลาย ทำให้ได้ผลผลิตออกมาคือก๊าซออกซิเจน ขั้นตอนที่สองจะได้คาร์โบไฮเดรต เป็นผลิตภัณฑ์
 - (3) ไฮโดรเจนจากน้ำถูกนำไปใช้ในการสร้างคาร์โบไฮเดรต
 - (4) น้ำเป็นตัวให้ไฮโดรเจน ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวรับไฮโดรเจน
- ก. เฉพาะข้อ 1 และ 2
 - ข. เฉพาะข้อ 3 และ 4
 - ค. เฉพาะข้อ 1, 2 และ 4
 - ง. เฉพาะข้อ 2, 3 และ 4
 - จ. ทั้งข้อ 1, 2, 3 และ 4
9. อาหารที่พืชสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงมีธาตุอะไรเป็นองค์ประกอบ
- ก. มังกานีส แคลเซียม คาร์บอน
 - ข. คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน
 - ค. คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน
 - ง. ไฮโดรเจน ฟอสฟอรัส มังกานีส
 - จ. ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน

จงศึกษาภาพแสดงการสังเคราะห์แสง แล้วตอบคำถามข้อ 10-11



10. การทดลองนี้วัดประสงค้อย่างไร

- ก. ต้องการวัดปริมาณออกซิเจนที่เกิดขึ้น
- ข. ต้องการหาอัตราการสังเคราะห์แสง
- ค. ต้องการวัดปริมาณน้ำที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง
- ง. ต้องการตรวจสอบว่าออกซิเจนเกิดจากวัตถุดิบใด
- จ. ต้องการตรวจสอบชนิดของออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบของน้ำ

11. การทดลองนี้ต้องการควบคุมตัวแปรทุกชนิด ยกเว้น

- ก. ปริมาณ H_2O
- ข. ปริมาณ CO_2
- ค. ชนิดของ O_2 ที่ใช้
- ง. ความเข้มของแสง
- จ. จำนวนสาหร่ายสีเขียว

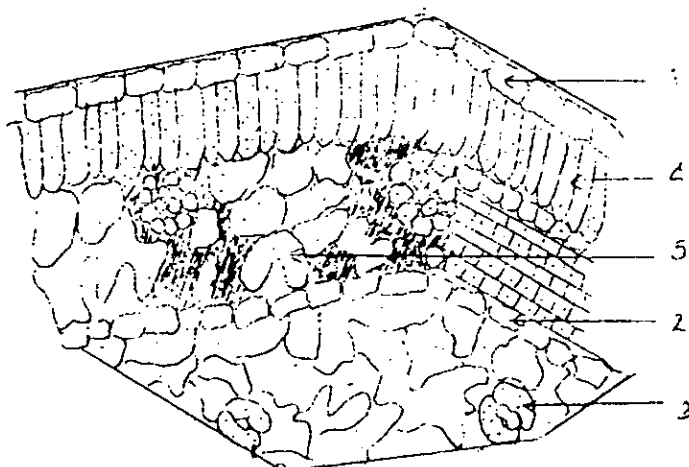
12. "เมื่อหย่อนธูปที่ติดไฟลงในขวดแก้วซึ่งมีน้ำคลอโรพลาสต์ที่สกัดจากพืชและสารประกอบ

พบว่าธูปลุกติดไฟได้" ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. คลอโรฟิลล์เป็นสารดูดพลังงานแสง
- ข. พืชดูดแสงสีต่าง ๆ ในปริมาณไม่เท่ากัน
- ค. อาหารที่พืชได้จากการสังเคราะห์แสงคือน้ำตาล
- ง. ผลจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงได้ออกซิเจน
- จ. พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง

13. ปฏิกริยาที่ต้องใช้แสงเป็นขั้นตอนของการสังเคราะห์แสงที่เป็นอย่างไร
- สร้างคาร์โบไฮเดรต
 - ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น
 - ถ่ายทอดไฮโดรเจนไปยัง TPN
 - ทำให้โมเลกุลของคลอโรฟิลล์สลายตัว
 - ถ่ายทอดพลังงานจากคลอโรฟิลล์ไปยังโมเลกุลของน้ำ
14. ข้อใดเป็นคำกล่าวที่ถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกริยาที่ไม่ใช้แสงของขบวนการสังเคราะห์แสง
- เกิดขึ้นในที่มืดเท่านั้น
 - อาจเกิดขึ้นได้แม้ในเนื้อเยื่อของสัตว์ชั้นสูง
 - มีการแยกโมเลกุลของน้ำเป็น H^+ และ OH^-
 - มีการนำเอาไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เข้าร่วมปฏิกริยาเคมี
 - เป็นปฏิกริยาที่พืชสามารถนำเอาพลังงานจากแสงมาเก็บไว้ใน ATP
15. พืชสีเขียวชั้นสูงเจริญบนบกมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับหน้าที่ในการผลิตอาหารอย่างไร
- มีลำต้นแข็งแรงและอายุยืน
 - มีผลและเมล็ดที่สะสมอาหาร
 - มีใบแบนบางสีเขียวดกรับแสง
 - มีระบบรากที่สามารถแผ่ไปได้ไกล
 - มีดอกสีต่าง ๆ ล่อแมลงเพื่อกระจายพันธุ์
16. จะพบปากใบอยู่ที่เนื้อเยื่อส่วนใดมากที่สุด ถ้าพืชนี้อยู่บนบก
- สปีนจ์เซลล์
 - พาลิเสดเซลล์
 - วาสคิวลาร์บันเดล
 - อีพิเดอร์มีสด้านบน
 - อีพิเดอร์มีสด้านล่าง

จงศึกษาโครงสร้างภายในของใบ แล้วตอบคำถามข้อ 17-19



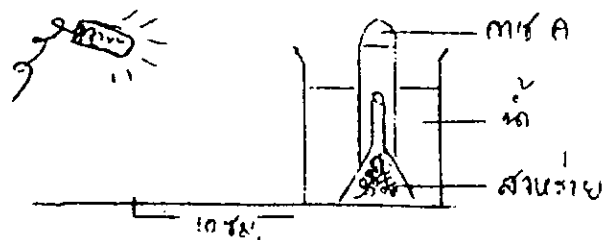
17. เนื้อเยื่อหมายเลขใดที่เกิดการสังเคราะห์แสงมากที่สุด
- หมายเลข 1
 - หมายเลข 2
 - หมายเลข 3
 - หมายเลข 4
 - หมายเลข 5
18. หมายเลขใดมีอิทธิพลต่อการรักษาปริมาณน้ำภายในใบ
- หมายเลข 1, 2
 - หมายเลข 1, 3
 - หมายเลข 2, 4
 - หมายเลข 3, 4
 - หมายเลข 4, 5
19. จากรูปข้อใดที่ได้จากการสังเกต
- ผิวใบเรียบเป็นมัน
 - รูใบเป็นช่องทางที่ก๊าซผ่านเข้าออก
 - เซลล์ชั้นใต้ผิวใบด้านบนมีรูปร่างยาว ๆ
 - คลอโรพลาสต์เป็นแหล่งสังเคราะห์แสง
 - ท่อลำเลียงน้ำเจริญมาจากกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำ

20. ในการศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างการจัดเรียงตัวของใบเพื่อรับแสงแดด ลักษณะโครงสร้างภายในของใบเมื่อตัดตามขวางพบว่า ช่วยให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง ข้อใดแสดงคุณสมบัติดังกล่าว
- ก. ก้านใบทุกใบชูขึ้นมาเสมอกัน มีไซเลมและโฟลเอ็มจำนวนมาก
 - ข. ใบมีลักษณะแผ่กว้าง มีเซลล์คุมที่เนื้อเยื่อชั้นนอกของด้านรับแสงแดด
 - ค. แผ่นใบเรียบมัน สะท้อนแสงได้ดี กลุ่มเซลล์ภายในใบกระจาย
 - ง. ทุกใบได้รับแสงสว่างเท่า ๆ กัน ด้านที่รับแสงจะมีพาลิเลตหนาแน่น
 - จ. ใบมีต่อมขนมากป้องกันการระเหยของน้ำและมีเซลล์คุมที่อินดิเตอร์มีสด้านรับแสงสว่าง
21. ถ้าเราลอกเอาอินดิเตอร์มีสด้านบนของใบไม้ออก น่าจะเกิดเหตุการณ์ใด
- ก. หยดคายน้ำ
 - ข. หยดการสังเคราะห์แสง
 - ค. สังเคราะห์แสงได้น้อย
 - ง. หยดลำเลียงอาหาร
 - จ. สูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว
22. ถ้าเราเอาพาลิเลตเซลล์ของใบไม้ออก จะทำให้พืชเป็นอย่างไร
- ก. สังเคราะห์แสงไม่ได้
 - ข. สังเคราะห์แสงได้น้อยมาก
 - ค. ใบไม้จะเหี่ยวเพราะเสียน้ำ
 - ง. ไม่มีการรับและคายก๊าซ
 - จ. ไม่มีการลำเลียงน้ำและอาหาร
23. ถ้าเราสลับชั้นพาลิเลตเซลล์กับสปีนจีเซลล์ในใบพืช จะทำให้เกิดเหตุการณ์คล้ายกับข้อใด
- ก. ปลูกลงหลายตอนสาย
 - ข. ปลูกลงในทะเลทราย
 - ค. ปลูกลงในโรงเรือน
 - ง. ปลูกลงในขวดน้ำ
 - จ. ปลูกลงในที่ที่โดนแสงไว้ในร่ม

24. นอกจากน้ำและแสงสว่างแล้ว ปัจจัยจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชคือข้อใด
- ออกซิเจนและคลอโรฟิลล์
 - คลอโรฟิลล์และคาร์บอนไดออกไซด์
 - คาร์บอนมอนอกไซด์และคลอโรฟิลล์
 - คาร์บอนมอนอกไซด์และออกซิเจน
 - ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์
25. เราสามารถจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชเพิ่มขึ้นได้อย่างไร
- รดน้ำต้นพืชนี้มาก ๆ
 - ลด CO_2 ในอากาศ
 - เพิ่ม CO_2 ในอากาศ
 - เพิ่ม O_2 ในอากาศ
 - ให้ต้นพืชนี้ถูกแสงมาก ๆ
26. อัตราการสังเคราะห์แสงถูกจำกัดเนื่องจากปัจจัยในข้อใด
- ขนาดและจำนวนของปากใบ
 - ปริมาณของน้ำในบรรยากาศกับในใบ
 - ความเข้มของแสงและปริมาณออกซิเจน
 - ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์
 - จำนวนของคลอโรพลาสต์และความเข้มของคลอโรฟิลล์
27. ตามปากใบมีต้นไม้ใหญ่ จะพบว่ามีแก๊วลอยขึ้นอยู่ตามยอดไม้ ข้อใดเป็นคำอธิบายที่เหมาะสมที่สุด
- ต้องการรับแสงสว่าง
 - แก๊วลอยไม่ชอบความชื้น
 - อาศัยอุณหภูมิจากต้นไม้ใหญ่
 - บนยอดไม้มีอาหารสำหรับแก๊วลอย
 - อาศัยคาร์บอนไดออกไซด์มาสร้างอาหาร

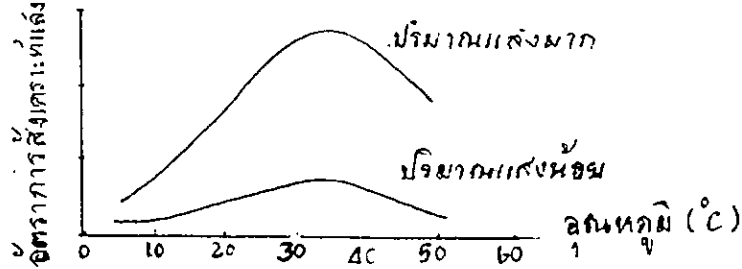
28. ต้นไม้ที่ปลูกตามถนนในกรุงเทพฯ มักไม่ค่อยเจริญเติบโต น่าจะมีสาเหตุมาจากข้อใด
- เสียงของรถยนต์ดังมากเกินไป
 - น้ำที่นำมาใช้รดต้นไม้มีรสขม
 - อุณหภูมิในกรุงเทพฯ ร้อนอบอ้าว
 - เขม่าจากท่อไอเสียรถยนต์จับอยู่ที่ใบ
 - มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป
29. "เมื่อนำพืชสีเขียวบรรจุในตุ่มกระจกมิดชิด น้ำหนักจะไม่เพิ่มขึ้น ถ้าในตุ่มไม่มีสัตว์อยู่ด้วย" ปรากฏการณ์นี้ยืนยันข้อเท็จจริงใจ
- คลอโรฟิลล์เป็นสารดูดกลืนพลังงานแสง
 - พืชดูดแสงสีต่าง ๆ ในปริมาณไม่เท่ากัน
 - ผลจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงได้ออกซิเจน
 - อาหารที่พืชได้จากการสังเคราะห์แสงคือน้ำตาล
 - พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง
30. จากการทดสอบหาแป้งในใบชาต่าง พบบริเวณที่มีสีขาวไม่มีแป้ง การทดลองนี้อธิบายข้อสรุปใดได้ดีที่สุด
- บริเวณที่มีสีขาวมีการหายใจ
 - ใบไม้ต่างสังเคราะห์แสงไม่ได้
 - ใบทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง
 - แสงจำเป็นสำหรับการสร้างแป้ง
 - คลอโรฟิลล์จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสง

31. นายสมศักดิ์ นำกระถางต้นไม้ 2 ต้น เก็บในห้องมืด 1 คืน ต้นไม้ทั้ง 2 กระถาง เป็นพืชชนิดเดียวกัน หลังจากนั้น นายสมศักดิ์ นำกระถางหนึ่งไปไว้ในห้องที่มีแสงแดดส่องเข้าไม่ได้ แต่ต้นไม้ได้รับแสงจากดวงไฟในห้องนั้น ส่วนอีกกระถางหนึ่งเก็บในห้องมืดตามเดิม ทดลองเป็นเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง นายสมศักดิ์เด็ดใบไม้มาทดสอบแป้ง พบว่า ใบจากกระถางในห้องมืดไม่มีแป้ง ส่วนใบจากกระถางในห้องที่มีแสงสว่างจะมีแป้ง การทดลองนี้มีสมมติฐานว่าอย่างไร
- การสังเคราะห์แสงจะมีแป้งเกิดขึ้น
 - ไฟฟ้าจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง
 - ระยะเวลาจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง
 - แสงจากไฟฟ้าพืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้
 - ใบของพืชมีคุณสมบัติในการสังเคราะห์แสงต่างกัน
32. ถ้าต้องการเพิ่มปริมาณการเกิดก๊าซในหลอดทดลอง กระทำได้โดย



- เพิ่มจำนวนสาหร่ายในกรวยแก้วให้มากขึ้น
 - เติมโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตลงในกรวยแก้ว
 - เลื่อนหลอดไฟเข้าไปใกล้ ๆ
- เฉพาะข้อ 1
 - ข้อ 1 และ 2
 - ข้อ 1 และ 3
 - ข้อ 2 และ 3
 - ข้อ 1, 2 และ 3

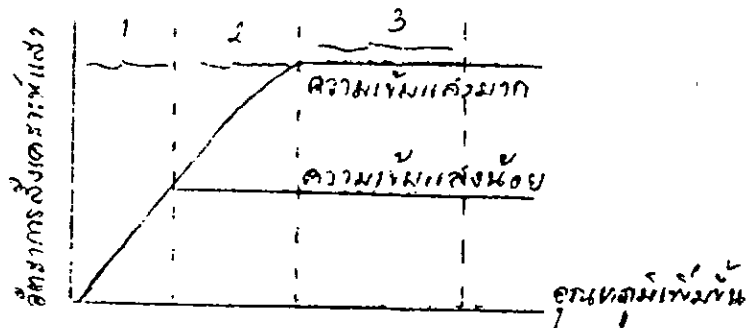
ศึกษากราฟแล้วตอบคำถามข้อ 33



33. จากกราฟ ถ้าพืชอยู่ในที่ที่มีแสงมาก อัตราการสังเคราะห์แสงจะสูงสุดเมื่ออุณหภูมิเท่าใด

- ก. 20°C
- ข. 25°C
- ค. 30°C
- ง. 35°C
- จ. 40°C

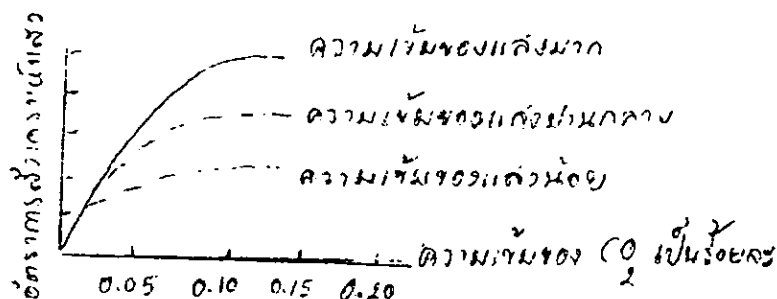
ศึกษากราฟแล้วตอบคำถามข้อ 34



34. เมื่ออุณหภูมิอยู่ในระหว่างช่วงที่ 3 ถ้าความเข้มของแสงลดลง อัตราการสังเคราะห์แสงควรเป็นอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. คงที่
- ง. ลดลงแล้วเพิ่มขึ้น
- จ. บอกไม่ได้

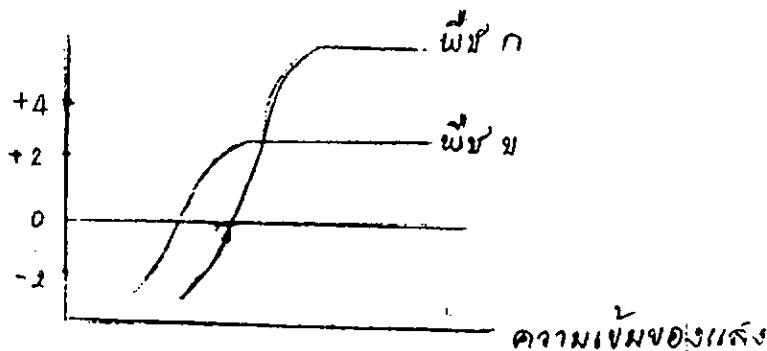
ศึกษากราฟแล้วตอบคำถามข้อ 35



35. อัตราการสังเคราะห์แสงคงที่เมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณเท่าใด

- ก. 0.20 %
- ข. 0.15 %
- ค. 0.10 %
- ง. 0.05 %
- จ. 0.02 %

36. จากกราฟต่อไปนี้แสดงการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ของพืช 2 ชนิด เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสง พืชชนิดใดสามารถปลูกได้ดีในที่แจ้งแสงแดดส่องถึง



- ก. พืช ก เพราะมีการใช้ CO_2 ได้มากเมื่อเพิ่มความเข้มของแสง
- ข. พืช ข เพราะมีการใช้ CO_2 ได้มากกว่าเมื่อความเข้มของแสงแดดต่ำลง
- ค. พืช ก เพราะไม่มีการใช้ CO_2 มากเมื่อเพิ่มความเข้มของแสง
- ง. พืช ข เพราะไม่มีการใช้ CO_2 มากเมื่อเพิ่มความเข้มของแสง
- จ. ปลูกได้ดีเท่า ๆ กัน เพราะทั้งสองชนิดใช้ CO_2 ไม่ต่างกันมากที่ความเข้มของแสงต่ำ

37. จากข้อมูลในตาราง การทดลองนี้ต้องการทดสอบเรื่องใด

ระยะห่างระหว่างโคมไฟ กับสารห่วย (ซม.)	อัตราการเคลื่อนที่ ของน้ำสีใน 1 นาที (ซม.)
10	4.0
30	1.6
40	0.8

- ก. ระยะทางมีผลต่อความเข้มของแสง
 - ข. อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง
 - ค. ระยะทางมีผลต่ออัตราการเคลื่อนที่ของน้ำสี
 - ง. ระยะเวลามีผลต่ออัตราการเคลื่อนที่ของน้ำสี
 - จ. ความเข้มของแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง
38. ขบวนการข้อใดไม่เรียกว่าการแพร่
- ก. การละลายของเกลือแกงในน้ำ
 - ข. การไหลของน้ำในแม่น้ำลำคลอง
 - ค. การละลายของน้ำตาลในน้ำเชื่อม
 - ง. การเคลื่อนที่ของน้ำหอม ไปทั่วห้อง
 - จ. การกระจายของด่างทับทิมในจานวุ้น
39. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่

- ก. แสง
- ข. อุณหภูมิ
- ค. ขนาดอนุภาคของสาร
- ง. ความหนืดของตัวกลาง
- จ. ความแตกต่างของความเข้มข้น

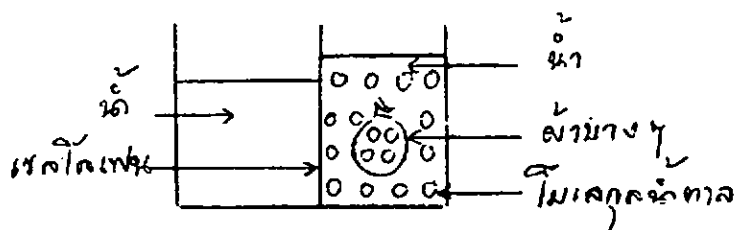
40. ข้อใดเป็นการแพร่ของก๊าซในของเหลว

- ก. ออกซิเจนละลายน้ำ
- ข. ด่างทับทิมละลายน้ำ
- ค. แอมโมเนียละลายน้ำ
- ง. ไฮโดรคลอริกละลายน้ำ
- จ. โซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำ

41. ข้อใดเป็นจริงเกี่ยวกับการแพร่

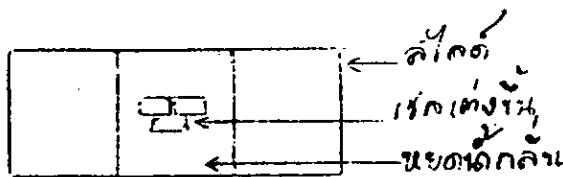
- ก. การแพร่จะเกิดขึ้นในเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น
- ข. การเคลื่อนที่ของอนุภาคสารจะหยุดเมื่อถึงภาวะสมดุลของการแพร่
- ค. เป็นขบวนการลำเลียงสารเข้า - ออกจากเซลล์โดยใช้พลังงานจากเซลล์
- ง. ถ้าเป็นสารอินทรีย์จะแพร่ในรูปโมเลกุล ส่วนสารอินทรีย์จะแพร่ในรูปไอออน
- จ. เกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายชนิดหนึ่งในทั้งสองแห่ง

42. จากภาพมีขบวนการใดเกิดขึ้นบ้าง



- ก. ออสโมซิส
- ข. การแพร่และการละลาย
- ค. การแพร่และออสโมซิส
- ง. การละลายและออสโมซิส
- จ. การแพร่ การละลายและออสโมซิส

ศึกษาภาพข้างล่างแล้วตอบคำถามข้อ 43



43. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับเซลล์ในภาพนี้เป็นขบวนการใด

- ก. การแพร่
- ข. ออสโมซิส
- ค. พิโนไซโตซิส
- ง. ฟาโกไซโตซิส
- จ. แอคทีฟทรานสปอร์ต

44. ออสโมซิสหมายถึงการเคลื่อนที่ของข้อใด

- ก. ตัวละลายผ่านเยื่อบาง ๆ
- ข. ตัวทำละลายผ่านเยื่อบาง ๆ
- ค. สารละลายผ่านเยื่อบาง ๆ
- ง. อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่ารูผ่านเยื่อที่กั้น
- จ. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับเยื่อผ่านเยื่อบาง ๆ

จงศึกษาข้อความข้างล่างแล้วตอบคำถามข้อ 45

1. โม่เลกุลของน้ำผ่านเยื่อบาง ๆ
2. การแพร่ของโมเลกุลต้องใช้พลังงานจากเซลล์ช่วย
3. โม่เลกุลแพร่จากบริเวณที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปสู่บริเวณที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า
4. โม่เลกุลแพร่จากบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปสู่บริเวณที่มีความหนาแน่นมากกว่า

45. ขบวนการออสโมซิสประกอบด้วยข้อใดบ้าง

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 1 และ 3
- ค. ข้อ 1 และ 4
- ง. ข้อ 2 และ 3
- จ. ข้อ 2 และ 4

46. เมื่อนำเซลล์เยื่อหุ้มแบบในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง จะพบว่าขนาดของไซโตพลาสซึมจะเล็กลงและแยกออกจากผนังเซลล์ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร

- ก. ฮีโมไลซิส
- ข. นิโนไซโตซิส
- ค. ฟาโกไซโตซิส
- ง. พลัสโมไลซิส
- จ. แอคทีฟทรานสปอร์ต

47. ขบวนการที่เซลล์ชั้นส่วนของโปรโตพลาสซึมออกไปโอบล้อมอนุภาคของสารอาหารแล้วกลายเป็นถุง มีอาหารอยู่ภายในและหลุดเข้าไปในเซลล์ เรียกว่าอะไร

- ก. ฮีโมไลซิส
- ข. นิโนไซโตซิส
- ค. ฟาโกไซโตซิส
- ง. พลัสโมไลซิส
- จ. แอคทีฟทรานสปอร์ต

48. ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงในแปลงปลูกผัก ปรากฏว่าผักที่ปลูกแห้งเหี่ยวตายหมด นักเรียนจะแก้ปัญหาได้อย่างไร

- ก. เปลี่ยนใช้ปุ๋ยชนิดอื่น
- ข. ใช้ยาฆ่าแมลงควบคู่กันไปด้วย
- ค. ปรับค่า pH ในดินให้สูงขึ้น
- ง. เปลี่ยนชนิดของผักที่ปลูก
- จ. ลดความเข้มข้นของปุ๋ย

จงใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 49

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยหยดน้ำหมึกสีแดงลงในบีกเกอร์ ก และหยดสารละลายเย็นเช็ลไวโอเล็ตลงในบีกเกอร์ ข พร้อม ๆ กัน โดยที่บีกเกอร์ทั้งสองมีน้ำอยู่ปริมาณเท่ากัน แล้วสังเกตการแพร่ของน้ำหมึกแดงกับสารละลายเย็นเช็ลไวโอเล็ตในเวลาที่เท่ากัน

49. ในการทดลองนี้ตัวแปรใดที่ไม่ต้องควบคุม

- ก. เวลา
- ข. ปริมาตรของน้ำในบีกเกอร์
- ค. หยดน้ำหมึกแดงกับสารละลายเย็นเช็ลไวโอเล็ตพร้อม ๆ กัน
- ง. ปริมาณน้ำหมึกแดงกับปริมาณสารละลายเย็นเช็ลไวโอเล็ตที่หยดลงไป
- จ. การแพร่ของน้ำหมึกแดงกับการแพร่ของสารละลายเย็นเช็ลไวโอเล็ต

50. อนาคตในข้อใดจะมีการเคลื่อนที่แบบราวเนียน

- ก. วัวชาดลอย
- ข. เรือพายทวนน้ำ
- ค. เขม่าควันในอากาศ
- ง. ผีตกขาวลอยในคลอง
- จ. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา

51. เมื่อวางเกล็ดต่างกับกิม เกล็ดเมซี่สันบลู และเกล็ดโปตัสเซียมไดโครเมต ลงบนวันที่งัวสักรูจะเกิดบริเวณรอบ ๆ ของเกล็ดมีสีเกิดขึ้น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด

- ก. สารสามารถแพร่ผ่านวันได้
- ข. การแพร่เกิดขึ้นได้ในอัตราที่เท่ากัน
- ค. ถ้าสารแตกตัวเป็นไอออนได้ก็จะเกิดการแพร่
- ง. การแพร่ของสารจะมีทิศทางเคลื่อนที่ไม่นั่นนอน
- จ. การแพร่เกิดได้เนื่องจากความสามารถในการละลาย

52. เหตุใดเมื่อหยดน้ำลงบนเซลล์ว่างกาบหอย จึงไม่แตกเหมือนเซลล์เม็ดเลือดแดง

- ก. เซลล์ว่างกาบหอยมีผนังเซลล์
- ข. เซลล์เมมเบรนของว่างกาบหอยหนากว่า
- ค. น้ำในเซลล์แพร่เข้าและแพร่ออกเท่ากัน
- ง. ความเข้มข้นภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ไม่ต่างกันมาก
- จ. ไซโตพลาสซึมในเซลล์ดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่าเซลล์สัตว์

53. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองลอกเยื่อบาง ๆ ของว่างกาบหอยแล้ววางบนสไลด์ที่มีหยดสารละลายของน้ำตาลเข้มข้น 10% ปิดกระจกปิดสไลด์แล้วตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ เซลล์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

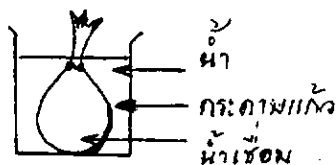
- ก. นิวเคลียสของเซลล์สลายไป
- ข. ผนังเซลล์จะค่อย ๆ หดเล็กลง
- ค. สีของเซลล์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง
- ง. เซลล์จะขยายขนาดและมีความเต่งมากขึ้น
- จ. เยื่อหุ้มเซลล์จะค่อย ๆ ห่างออกจากผนังเซลล์

54. จากข้อ 53 หากใช้กระดาษซับค้อย ๆ ซับสารละลายของน้ำตาลเข้มข้น 10% ออกจากขอบกระจกปิดสไลด์ด้านหนึ่ง แล้วหยดน้ำกลั่นเข้าไปแทนที่ในกระจกปิดสไลด์ เซลล์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. ผนังเซลล์จะค่อย ๆ หดเล็กลง
- ข. ผนังเซลล์จะขยายเพิ่มขึ้นจากเดิม
- ค. สีของเซลล์จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน
- ง. เยื่อหุ้มเซลล์จะค่อย ๆ ห่างจากผนังเซลล์
- จ. เยื่อหุ้มเซลล์จะขยายและเซลล์มีความเต่งมากขึ้น

จงใช้ข้อมูลตอบคำถามข้อ 55-56

เมื่อแช่น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างกันในกระดาดแก้วแล้ววางลงในปิทมอร์ที่มีน้ำปริมาตรเท่ากัน ดังรูป



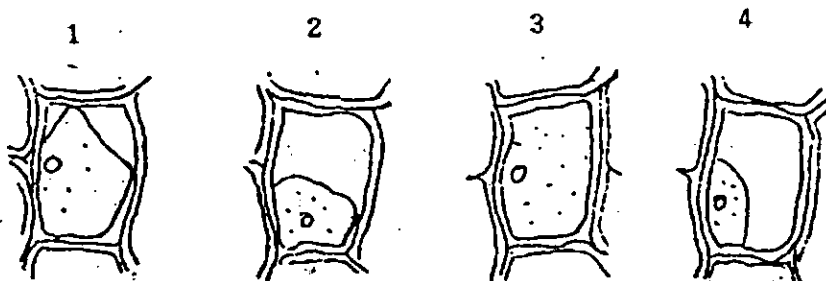
55. น้ำเชื่อมในข้อใดที่มีการแพร่ได้ดีที่สุด

- ก. น้ำเชื่อม 5 %
- ข. น้ำเชื่อม 10 %
- ค. น้ำเชื่อม 15 %
- ง. น้ำเชื่อม 20 %
- จ. น้ำเชื่อม 25 %

56. จากข้อ 55 สิ่งใดที่มีผลกระทบต่อการทดลองน้อยที่สุด

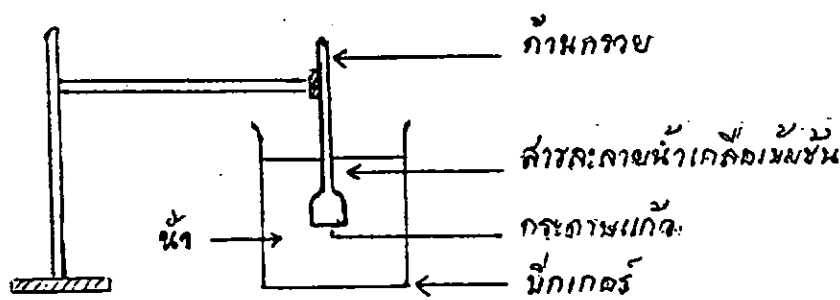
- ก. ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม
- ข. กล้องพลาสติกที่ใส่น้ำ
- ค. ปริมาตรของน้ำ
- ง. กระดาดแก้ว
- จ. เวลา

57. ข้อใดแสดงลำดับการเปลี่ยนแปลงที่ถูกต้องของเซลล์เชื้อราในที่มีสี เมื่อแช่เซลล์ลงในสารละลายเข้มข้นสูงมาก



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

58. ในการทดลองเรื่องออสโมซิส ดังรูป ปรากฏว่าน้ำคงที่ไม่เคลื่อนขึ้นไปบนก้านกรวย นักเรียนจะแก้ไขการทดลองนี้อย่างไรเพื่อให้น้ำเคลื่อนที่ขึ้นไปบนก้านกรวย



- ก. สักรวบรวมรอยรั่วระหว่างกรวยกับกระดาษแก้ว
- ข. เปลี่ยนกระดาษแก้วเป็นเยื่ออื่นที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน
- ค. ใส่น้ำในกรวย และน้ำเกลือเจือจางในบีกเกอร์
- ง. ใส่น้ำกลั่นน้ำตาลเข้มข้นในกรวย และน้ำในบีกเกอร์
- จ. ใส่น้ำเกลือเจือจางในกรวย และน้ำกลั่นเข้มข้นในบีกเกอร์

จงใช้แผนภาพตอบคำถามข้อ 59 - 60

ก ก ก ก ก	
ก ก ก ก	ข ข ข
ก ก ก ก ก	ข ข
ก ก ก ก	ข

ห้อง ก

ห้อง ข

59. โม่เลกุลของสารสองชนิดจะเกิดการแพร่อย่างไร

- โม่เลกุล ก จะแพร่มายังห้อง ข ก่อน เพราะห้อง ก มีโม่เลกุลของสารหนาแน่นกว่า
- โม่เลกุล ข จะแพร่มายังห้อง ก ก่อน เพราะห้อง ข มีโม่เลกุลของสารหนาแน่นน้อยกว่า จึงแพร่ได้สะดวก
- โม่เลกุล ข จะแพร่มายังห้อง ก ไม่ได้เลย เพราะในห้อง ก หนาแน่นมากแล้ว
- โม่เลกุล ก แพร่ไปยังห้อง ข พร้อมกับโม่เลกุล ข แพร่มายังห้อง ก
- โม่เลกุลห้อง ก แพร่เข้าไปอยู่ห้อง ข 9 โม่เลกุล และโม่เลกุลห้อง ข แพร่เข้าไปอยู่ห้อง ก 3 โม่เลกุล

60. ในสภาวะสมดุลย์ โม่เลกุลทั้งสองห้องจะอยู่ในสภาวะอย่างไร

- หยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่
- เคลื่อนที่ตลอดเวลาไม่หยุดนิ่ง
- โม่เลกุลห้อง ก เคลื่อนที่มากกว่าโม่เลกุลห้อง ข
- โม่เลกุลห้อง ข เคลื่อนที่มากกว่าโม่เลกุลห้อง ก
- โม่เลกุลทั้งสองห้องเคลื่อนที่เท่ากันในภาวะทำให้เกิดความหนาแน่นของโม่เลกุลเท่ากัน

ภาคผนวก ค
แผนการสอนตามคู่มือครู
ชุดการเขียนควยตนเอง

แผนการสอนครั้งที่ 1

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสร้างอาหารของพืช

คาบที่ 1 - 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. แปลความหมายและสรุปหาคำตอบจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบก๊าซที่ได้จากกระบวนการสร้างอาหารในพืช
3. บอกสมบัติของก๊าซที่พืชคายออกมาจากข้อมูลที่สังเกต
4. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างกับการคายก๊าซของพืช

ความคิดรวบยอด

1. การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง

ค.ศ. 1648 นายแพทย์ชาวเบลเยียมชื่อ แวน เฮลมองท์ ได้ทำการทดลองปลูกต้นไม้แล้วสรุปว่า "น้ำหนักของต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นจากเดิมนั้นได้มาจากน้ำที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์แต่เพียงอย่างเดียว

ค.ศ. 1772 โจเซฟ เปรียสตีล นักเคมีชาวอังกฤษ ได้ทำการทดลองพบว่า "พืชที่มีสีเขียวสามารถปล่อยก๊าซออกซิเจนสู่อากาศได้"

ค.ศ. 1773 แจน อินเกิน ชูช นายแพทย์ชาวฮอลันดา ได้พิสูจน์ว่า เฉพาะส่วนสีเขียวของต้นไม้เท่านั้นที่สามารถปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาได้ เมื่ออยู่ในที่มีแสงสว่าง

ต่อมาพบว่าก๊าซที่เกิดจากการลุกไหม้ และการหายใจของสัตว์ คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนก๊าซที่ช่วยในการลุกไหม้ และใช้ในการหายใจของสัตว์คือก๊าซออกซิเจน

2. การทดสอบก๊าซที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง

การทดสอบก๊าซที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงโดยนำเศษไม้ที่ติดไฟแดง แหย่ลงไป ในหลอดทดสอบที่ใช้เก็บก๊าซที่ขึ้น ไปแทนที่น้ำจะเห็นเปลวไฟสว่างขึ้นแสดงว่าก๊าซที่เกิดขึ้น คือ ก๊าซออกซิเจน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต
2. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายถึงการเลี้ยงปลาในตู้ปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย บางครั้งนักเรียนจะเห็นฟองก๊าซที่พืชคายออกมาเกาะอยู่ตามใบของพืชเหล่านั้น ซึ่งสามารถทดสอบได้ว่าเป็นก๊าซอะไร
3. ครูและนักเรียนอภิปรายวิธีการทดลองและข้อแนะนำในการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 12 - 1 แสดงกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของดินและต้นหลิวเมื่อเริ่มทดลอง และหลังการทดลอง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้
 - น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นจากเดิม มาจากไหน
 - นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปที่ว่าน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้น ได้มาจากน้ำเท่านั้นหรือไม่
 - เหตุใดจึงต้องปลูกต้นหลิวในถังที่ปิดฝา
2. ให้นักเรียนศึกษาผลงานของนักวิทยาศาสตร์ ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืช
3. นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 12.1
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ชักถามเกี่ยวกับผลจากการทำปฏิบัติการที่ 12.1 โดยชักถามดังนี้
 - ก๊าซในหลอดทดสอบคือก๊าซอะไร
 - ผลจากการทดลองในชุด ก ต่างกับชุด ข. อย่างไรบ้าง
 - นักเรียนจะอธิบายสาเหตุของความแตกต่างกันได้อย่างไร

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า พืชคายก๊าซออกซิเจนออกมามากเมื่อได้รับแสง
2. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงคุณสมบัติของก๊าซออกซิเจน นั่นคือจะช่วยให้ไฟติดรวมไปถึงการปลูกต้นไม้บนถนน เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอน

- ใช้แผนภาพที่ 12-1 หน้า 3 ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 043)
- ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 12.1 ในคู่มือครู และแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการ

แผนการสอนครั้งที่ 2

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสร้างอาหารของพืช

คาบที่ 3-4

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. แปลความหมายและสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่ให้ได้ว่า "ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเป็นออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบของน้ำหรือของคาร์บอนไดออกไซด์
2. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบก๊าซที่พืชดูดเอาไว้
3. บอกสมบัติของก๊าซที่พืชดูดเอาไว้ จากข้อมูลที่สังเกต
4. ระบุสิ่งที่พืชต้องใช้และผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสง
5. ให้อธิบายจำกัดความของการสังเคราะห์แสงได้
6. เขียนสมการโดยสรุปของการสังเคราะห์แสงและสมการการสังเคราะห์แสงทางชีววิทยาได้ถูกต้อง

ความคิดรวบยอด

1. การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง

ค.ศ. 1766 อินเกิน ฮุช. ได้พบว่าพืชไม่เพียงแต่เป็นตัวเปลี่ยนก๊าซชนิดหนึ่งเป็นอีกชนิดหนึ่งเท่านั้น ยังเก็บธาตุคาร์บอนไว้ในรูปสารอินทรีย์อีกด้วย

ค.ศ. 1804 นิโคลาสีโอดอร์ . เดอโซซูร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิสได้พบว่า น้ำหนักของพืชเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักของก๊าซที่ได้รับและสรุปได้ว่าน้ำหนักส่วนที่เพิ่มเกินนี้เป็นน้ำหนักที่พืชได้รับจากน้ำ

และต่อมาภายหลังได้มีการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า สารอินทรีย์ที่ได้จากการสร้างอาหารของพืชคือ "คาร์โบไฮเดรต"

ค.ศ. 1941 นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งได้ทำการทดลองแสดงให้เห็นถึงที่มาของออกซิเจน ที่ได้จากการสังเคราะห์แสง การทดลองนี้เป็นไปตามแผนภาพที่ 12 - 3 หน้า 7 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 034)

2. การทดสอบก๊าซที่พืชดูดเอาไว้

สีของสารละลายบรอมไฮมอลบลูในหลอดที่ใส่น้ำและได้รับแสงสว่างเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีฟ้า แสดงว่าก๊าซที่พืชดูดเอาไว้คือ "คาร์บอนไดออกไซด์"

กิจกรรมการเรียนรู้และการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทวนสมบัติของบรอมไฮมอลบลู ซึ่งใช้เป็นสารทดสอบ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลองและข้อแนะนำในการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 12.2

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ชักถามเกี่ยวกับผลจากปฏิบัติการทดลองที่

12.2 โดยชักถามดังนี้

- การเป่าลมหายใจลงในหลอดที่มีสารละลายบรอมไฮมอลบลูอยู่ ทำเพื่ออะไร
- เพราะเหตุใดจึงต้องทำการทดลองถึง 2 ชุด แต่ตั้งไว้ในที่มีแสงสว่างเพียงชุดเดียว
- สีของสารละลายในหลอดทั้ง 4 เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
- หลักฐานที่ได้บอกแก่เราว่าอย่างไร และนักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

3. ครูให้นักเรียนศึกษาแผนผังการสร้างอาหารของพืชจากผลงานของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

4. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 12 - 3 ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 034) หน้า 7

แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- ถ้าตรวจพบว่าออกซิเจนจากขวด ก. เท่านี้ที่เป็น 0^{18} หมายความว่าอย่างไร
- ถ้าตรวจพบว่าออกซิเจนจากขวด ข. เท่านี้ที่เป็น 0^{18} หมายความว่าอย่างไร
- ถ้าตรวจพบว่าออกซิเจนเป็น 0^{18} ทั้งสองขวดหมายความว่าอย่างไร

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่าพืชดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าไปในขณะที่ได้รับแสงสว่าง

สื่อการเรียนรู้และการสอน

- ใช้แผนภาพที่ 12 - 33 ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 034) หน้า 7
- ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 12.2 ในคู่มือครูและแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว.043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการ

แผนการสอนครั้งที่ 3

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสร้างอาหารของพืช

คาบที่ 5 - 6

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. สรุปได้ว่า ในการสังเคราะห์แสงนั้นมีกระบวนการสลายโมเลกุลของน้ำเมื่อได้รับแสงสว่าง ทำให้ได้ไฮโดรเจนซึ่งจะรวมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการบวนการไม่ต้องใช้แสง
2. สรุปได้ว่า ลักษณะภายนอกของใบ การจัดเรียงตัวของใบ และโครงสร้างภายในของใบเหมาะสมกับหน้าที่ในฐานะที่เป็นแหล่งสร้างอาหารโดยใช้พลังงานจากแสง
3. ตัดใบไม้ตามขวาง เพื่อศึกษา โครงสร้างภายใน
4. สรุปได้ว่า โครงสร้างภายในของใบมีความเหมาะสมกับการสร้างอาหารของพืช

ความคิดรวบยอด

1. การค้นคว้าที่เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต
 - ก่อนสิ้นศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสงเพียงว่า "พืชสามารถสร้างอาหารได้เมื่อมีแสงสว่างโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบ"
 - ต้นศตวรรษที่ 20 จึงมีผู้พบว่า "กระบวนการสร้างอาหารของพืชนั้นมีทั้งขั้นตอนที่ต้องใช้แสงและไม่ต้องใช้แสงด้วย"
 - ค.ศ. 193. แวน นิล แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้พบว่า "แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์แสงได้โดยไม่ใช้น้ำแต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์แทน" และได้พบว่า "แสงทำให้โมเลกุลของสารที่มีไฮโดรเจนประกอบอยู่สลายตัวแล้วปล่อยไฮโดรเจนออกมา"
2. ตัดใบไม้ตามขวางเพื่อศึกษาโครงสร้างภายใน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์

แสงของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะภายนอกและการจัดเรียงตัวของใบ จากตัวอย่างใบไม้ชนิดต่าง ๆ ที่นำมา

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการตัดใบไม้ชนิดต่าง ๆ ตามขวางและข้อแนะนำ ในการตัดใบไม้เพื่อศึกษาโครงสร้างภายใน

ขั้นทดลอง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาผลงานของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ ขบวนการใช้แสงเป็นการทำให้โมเลกุลของน้ำแยกสลาย ได้ผลผลิตออกมาเป็นก๊าซออกซิเจนและ ขบวนการที่เกิดขึ้นภายหลังโดยไม่ต้องใช้แสงได้ผลผลิตออกมาเป็นคาร์โบไฮเดรต (ศึกษาจากแผนภาพ ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 043)

2. ครูให้นักเรียนนำใบไม้หลาย ๆ ชนิดมาพิจารณาลักษณะภายนอกแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- ลักษณะของใบไม้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ลักษณะของใบมีส่วนสัมพันธ์กับการสร้างอาหารของพืชอย่างไร
- ถ้าใบไม้เป็นแผ่นแบน นักเรียนคิดว่าประสิทธิภาพในการสร้างอาหารจะแตกต่างกันไปหรือไม่

กันใบหรือไม่

3. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 12 - 6 ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 034) หน้า 11 แล้วทำปฏิบัติการที่ 12-3

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ชักถามเกี่ยวกับผลของการทำปฏิบัติการที่ 12-3 และผลการเปรียบเทียบกับภาพที่ 12 - 7 ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 034) หน้า 11 โดยชักถามดังนี้

5. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 12 - 8 ในแบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 (ว 034) แล้วตอบ คำถามว่า

- การเรียงตัวของใบไม้เช่นนี้ มีประโยชน์ต่อการรับแสงอย่างไร
- เซลล์ชั้นนอกสุดทั้งบนและล่างมีสีเขียวหรือไม่
- เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงตรวจดูเซลล์ที่มีสีเขียว นักเรียนจะไม่เห็น โครงสร้างในเซลล์ที่ทำให้เห็นใบไม้สีเขียว โครงสร้างเหล่านี้คือ "คลอโรพลาสต์" เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ เป็นจำนวนมากอยู่ทางด้านใดของใบ การที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นประโยชน์ในการสังเคราะห์แสงอย่างไร

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำผลของการตัดใบไม้ตามขวางและผลการบันทึกภาพที่ได้จากการใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดานแล้วร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะและหน้าที่สำคัญของเซลล์ต่าง ๆ ในใบพืช
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องการสร้างอาหารของพืชจะเป็นไปได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของคลอโรพลาสต์ พื้นที่ผิวของใบและการจัดเรียงตัวของใบ ทำให้สามารถรับแสงได้มาก นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก

สื่อการเรียนการสอน

- ใช้แผนภาพหน้า 8 - 10 แผนภาพที่ 12 - 4, 12 - 6, 12 - 7 และ 12 - 8 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)
- ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 12.3 ในคู่มือครูและแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการ

แผนการสอนครั้งที่ 4

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสร้างอาหารของพืช

คาบที่ 7 - 8

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงกับอัตราการสังเคราะห์แสง
2. เสนอวิธีการดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์แสง
3. อธิบายกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการสังเคราะห์แสง ความเข้มของแสงและความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์

ความคิดรวบยอด

1. การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงมีความสำคัญมากเพราะการสังเคราะห์แสงมีประโยชน์มากสรุปได้ดังนี้
 - 1.1 เป็นการผลิตอาหารให้แก่ผู้บริโภคทั้งหลาย
 - 1.2 เป็นการเพิ่มก๊าซออกซิเจนให้แก่ระบบนิเวศน์
 - 1.3 เป็นผลต่อการที่พืชจะเจริญเติบโตได้เร็วหรือช้า และให้ผลผลิตที่มากหรือน้อย
2. การปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงกับอัตราการสังเคราะห์แสง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและประโยชน์ที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่จะนำผลการทดลองมาเขียนกราฟและวิธีการควบคุมการปรับปรุงการปฏิบัติการทดลองให้เหมาะสม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีปฏิบัติการทดลองและข้อเสนอแนะการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 12 - 9 ในแบบเรียนชีววิทยา (ว 043) หน้า 13 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงกับอัตราการสังเคราะห์แสง และหลังจากการทดลองแล้วให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- การที่โคมไฟอยู่ห่างจากสาหร่ายหางกระรอกในระยะต่าง ๆ กันนั้น มีผลต่อความเข้มของแสงที่สาหร่ายหางกระรอกได้รับอย่างไร
- ความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์แสงหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า การที่เราเอาขวดที่ใส่สาหร่ายหางกระรอกไปแช่ไว้ในกล่องพลาสติกนั้นเพื่ออะไร
- ถ้าเราต้องการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา นักเรียนคิดว่าจะต้องปรับปรุงการทดลองนี้หรือไม่ อย่างไร

2. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 12 - 10 ในแบบเรียนชีววิทยา (ว 043) หน้า 14 เพื่อศึกษาการนำแสง
ความสัมพันธ์ของอัตราการสังเคราะห์แสงกับความเข้มของแสง และความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และหลังการทดลองแล้วให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ถ้าความเข้มของแสงคงที่ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงอย่างไร
- ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ ความเข้มของแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงอย่างไร
- ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเกิดได้มากที่สุดคือเท่าใด

3. นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 12.4

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ชักถามปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทดลองและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดานแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงและอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์แสง

2. ครูนำการเขียนกราฟจากผลการทดลองเส้นอบบนกระดาษ แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคาร์บอน ไดออกไซด์กับอัตราการสังเคราะห์แสง

สื่อการเรียนการสอน

1. ใช้แผนที่ 12 - 9 และ 12 - 10 หน้า 13, 14 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)
2. ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 12.4 ในคู่มือครูและแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการ

แผนการสอนครั้งที่ 5

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

คาบที่ 9 - 10

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. บอกได้ว่าโมเลกุลหรืออออนของสารมีการแพร่ผ่านตัวกลาง
2. ทำปฏิบัติการเพื่อศึกษาการแพร่ของสารบางชนิด
3. ทำปฏิบัติการเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน
4. สรุปหลักการแพร่ของสาร
5. อธิบายสภาวะสมดุลของการแพร่ (dynamic equilibrium)

ความคิดรวบยอด

1. สารใดจะเกิดการเคลื่อนที่ได้นั้น จะต้องอยู่ในรูปโมเลกุลหรืออออนผ่านตัวกลาง ซึ่งมักจะเป็นของเหลวหรือก๊าซ ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า "การแพร่" (Diffusion)
2. ทดลองการแพร่ของสารในขุ่น เพื่อศึกษาการแพร่และประสิทธิภาพในการแพร่ของสารผ่านตัวกลาง
3. ค.ศ. 1828 โรเบิร์ตบราว เป็นผู้สังเกตการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสาร เราจึงเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่า "การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน" ซึ่งสรุปได้ 3 ประการคือ
 - 3.1 โมเลกุลหรืออออนของสารเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาโดยอาศัยพลังงานจลน์ที่มีอยู่ และแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่โดยไม่มีทิศทาง
 - 3.2 โมเลกุลหรืออออนของสารมีการเคลื่อนที่จากที่ ๆ มีโมเลกุลของสารอยู่หนาแน่นมากไปยังที่ ๆ มีโมเลกุลของสารหนาแน่นน้อยกว่า
 - 3.3 เมื่อทุกบริเวณมีความหนาแน่นของโมเลกุลเท่ากันแล้วเรียกว่า "สภาวะสมดุลของการแพร่"
4. ทดลองการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน เพื่อศึกษาการกระทบกันของโมเลกุลของสาร

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการที่สารอินทรีย์แตกตัวเป็นอนุภาคที่เล็กลงถึงระดับ "โมเลกุล" และการที่สารอินทรีย์แตกตัวเป็นอนุภาคที่เล็กลงถึงระดับที่เล็กกว่าโมเลกุลเรียกว่า "ออสโมน" และการเคลื่อนที่ของโมเลกุลหรือออสโมนเรียกว่า "การแพร่"
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลองและข้อแนะนำในการทดลองเรื่องการแพร่ของสารผ่านตัวกลาง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสังเกตปรากฏการณ์การเคลื่อนแบบบราวเนียนของโรเบิร์ตบราว และการที่โมเลกุลของสารเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาโดยอาศัยพลังงานจลน์ที่มีอยู่
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลองและข้อแนะนำในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน

ขั้นทดลอง

1. ให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 13.1
2. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13-1 ในแบบเรียนชีววิทยา (ว 043) หน้า 17 และหลังการทดลองแล้วตอบคำถามต่อไปนี้
 - การแพร่ในวันเกิดชั้นหรือไม่
 - บริเวณที่มีสีแต่ละบริเวณเท่ากันหรือไม่ ปรากฏการณ์เช่นนี้บอกอะไรแก่เราบ้าง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามเกี่ยวกับการผลการปฏิบัติการทดลองที่ 13.1 โดยชี้คำถามดังต่อไปนี้
 - สารทุกชนิดมีประสิทธิภาพในการแพร่เท่ากันหรือไม่
 - การแพร่ของสารเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ควบคุมการแพร่ของสารหรือไม่
4. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13 - 2 และ 13 - 3 ในแบบเรียนชีววิทยา (ว 043) หน้า 18 - 19 เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่แบบบราวเนียนและสภาวะสมดุลของการแพร่ และหลังการทดลองให้ตอบคำถามต่อไปนี้
 - อนุภาคในหยดน้ำหมึกเคลื่อนที่หรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนที่ ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคเป็นอย่างไร

- ในสภาวะดังระยะที่ 1 ทิศทางของการแพร่ของโมเลกุลในห้อง ก. และห้อง ข. เป็นอย่างไร

- ในสภาวะดังระยะที่ 2 นักเรียนคิดว่าโมเลกุลของสารจะมีการเคลื่อนที่ไประหว่างห้อง ก. และห้อง ข. อยู่อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

- จากตัวอย่างการแพร่ที่กล่าวมาทั้งหมดนักเรียนจะสรุปหลักของการแพร่ว่าอย่างไร

5. ให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 13.2

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามเกี่ยวกับผลการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดการ

ทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำผลการปฏิบัติการทดลองเรื่องการแพร่ในวันของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการแพร่ของสารผ่านตัวกลาง ประสิทธิภาพในการแพร่ของสารแต่ละชนิดและข้อจำกัดบางประการที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแพร่

2. ครูนำผลบันทึกการสังเกตจากปฏิบัติการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบบราวเนียนของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการเคลื่อนที่ของโมเลกุลหรืออ้อนแบบบราวเนียนและสภาวะสมมูลของการแพร่

สื่อการเรียนรู้และการสอน

1. ใช้แผนภาพที่ 13-1, 1-2, 13-3 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 17 - 19

2. ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 13.1, 13.2 ในคู่มือครูและในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน

2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 6

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

คาบที่ 11 - 12

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. ทำปฏิบัติการเพื่อศึกษาการแพร่ของสารบางชนิดผ่านเข้าและออกจากเซลล์พืชโดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
2. บอกได้ว่าในสถานะเช่นใดน้ำจึงจะผ่านเข้าและออกจากเซลล์พืชที่นำมาศึกษาเพื่อนำไปสู่หลักการของเซลล์ทั่วไป ของสิ่งที่มีชีวิตด้วย
3. บอกสมบัติของเยื่อที่เป็นกระดาษแก้ว ได้จากการทำปฏิบัติการเพื่อนำไปสู่สมบัติของเยื่อหุ้มที่ยังมีชีวิตอยู่
4. ระบุสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ในแง่ของการเป็นเยื่อเลือกผ่าน
5. อธิบายความแตกต่างระหว่างการแพร่ของสารผ่านเยื่อกั้นและแพร่โดยไม่ผ่านเยื่อกั้น

ความคิดรวบยอด

1. เมื่อเซลล์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นของสารละลายมากกว่าสารละลายภายในเซลล์เยื่อหุ้มเซลล์จะแยกตัวออกจากผนังเซลล์และหดตัวลง แสดงว่ามีการแพร่ของสารบางอย่างออกจากเซลล์
2. เมื่อเซลล์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นของสารละลายน้อยกว่า สารละลายภายในเซลล์จะเพิ่มขึ้น แสดงว่ามีการแพร่ของสารบางอย่างเข้าภายในเซลล์
3. เซลล์ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยสารที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับสารภายในเซลล์จึงจะไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์และเซลล์จะต้องมีกลไกที่จะปรับตัวเองเพื่อให้ชีวิตรอดอยู่ได้
4. เซลล์ของพืชมีผนังเซลล์แต่เซลล์ของสัตว์ไม่มีผนังเซลล์ เซลล์ของสัตว์จะไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ในสารละลายเข้มข้นมาก ๆ และเซลล์จะแตกเมื่ออยู่ในสารละลายที่เข้มข้นน้อยกว่าสารในเซลล์มาก ๆ
5. ศึกษาการแพร่ของสารบางอย่างผ่านเข้าและออกจากเซลล์พืช
6. ศึกษาการแพร่ของสารผ่านเยื่อกั้นที่เป็นกระดาษแก้ว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับ เซลของสิ่งที่มีชีวิตที่อยู่ท่ามกลางสภาพแวดล้อม ที่อาจจะมีความเข้มข้นของโมเลกุล ของสารชนิดต่าง ๆ มากน้อยแตกต่างกันออกไปและแตกต่างกับความเข้มข้นของโมเลกุลของสารที่อยู่ในเซลล์
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ลักษณะที่แตกต่างกันของเซลล์ของพืชและของสัตว์เรื่องเยื่อหุ้มเซลล์
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิธีการทดลองและข้อแนะนำในการทดลองเรื่องการแพร่ของสารบางอย่างผ่านเข้าและออกจากเซลล์ของพืช
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิธีการทดลองและข้อแนะนำในการทดลองเรื่องการแพร่ของสารผ่านเยื่อกั้นที่เป็นกระดาษแก้ว

ขั้นทดลอง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13 - 14 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 20 แสดงการหยดน้ำกลั่นร่วมกับการขีดสารละลายน้ำตาล และหลังการทดลองแล้วให้ตอบคำถามต่อไปนี้
 - การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ว่าน่าบอหอยครั้งแรกและครั้งหลังแตกต่างกันอย่างไร
 - นักเรียนคิดว่าอะไรมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว
 - ถ้าต้องการทราบความเข้มข้นโดยประมาณของสารละลายภายในเซลล์ว่าน่าบอหอยนักเรียนจะได้อย่างไร
 - ถ้าทดลองอย่างเดียวกันกับเซลล์ของสัตว์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงของกบ เป็นต้น นักเรียนคาดว่าผลการทดลองจะคล้ายคลึงหรือแตกต่าง ๆ ไปจากผลการทดลองนี้หรือไม่ อย่างไร
2. ให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 13.3 แล้วบันทึกภาพไว้
3. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน ชักถามเกี่ยวกับผลการจากการปฏิบัติการทดลองที่ 13.3 โดยชักถามดังนี้
 - การแพร่ของสารเข้าและออกจากเซลล์เกี่ยวข้องกับความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารภายในเซลล์และสารภายนอกเซลล์อย่างไร

4. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13-5 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 27 แสดงการแพร่ของสารผ่านเยื่อกั้นและไม่ผ่านเยื่อกั้น และหลังการทดลองแล้วให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- น้ำหนักของไซ้ในถุงก่อนและหลังแช่น้ำต่างกันหรือไม่ ถ้าต่างกัน ข้อมูลนี้บอกอะไรแก่เรา
 - จะคาดคะเนสมบัติของถุงกระดาษแก้วได้อย่างไร ในกรณีที่ยอมให้น้ำผ่านเข้าไปในถุงได้แต่ไซ้ผ่านออกมาไม่ได้
 - ขนาดของโมเลกุลของสารเกี่ยวข้องกับ การแพร่ผ่านถุงกระดาษแก้วหรือไม่
- ทำไมจึงคิดเช่นนั้น
5. ให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 13.4
 6. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน ชักถามเกี่ยวกับผลจากการปฏิบัติการทดลองที่ 13.4 โดยชักถามดังนี้
 - สารทุกชนิดผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - การแพร่ของของเหลวผ่านเยื่อเลือกผ่านเรียกว่าอะไร ทางชีววิทยามายถึงอะไร

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำบันทึกภาพผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน และร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปได้ว่า "มีการแพร่ของสารบางอย่างผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เข้าและออกจากเซลล์ได้ เมื่อเซลล์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน"
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ กลไกของเซลล์ที่จะปรับตัวเองเพื่อให้มีชีวิตรอดอยู่ได้
3. ครูนำผลการทดลอง การแพร่ของสารผ่านเยื่อกั้นที่เป็นกระดาษแก้วของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า "เยื่อกระดาษแก้วยอมให้โมเลกุลของสารบางอย่างผ่านเข้าและออกได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาดของโมเลกุลของสารกับรูของเยื่อกระดาษแก้ว"
4. ครูเสริมความรู้เรื่องเยื่อหุ้มเซลล์ และสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ และทบทวนความรู้เรื่องออสโมซิสที่เคยเรียนมาแล้ว

สื่อการเรียนการสอน

1. ใช้แผนภาพที่ 13-4 และ 13-85 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 20 และ 21

2. ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 13.3 และ 13.4 ในคู่มือครูและแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการทดลอง

แผนการสอนครั้งที่ 7

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์
คาบที่ 13-14

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายกระบวนการออสโมซิสที่เกี่ยวกับแรงดันออสโมติกและแรงดันเต่ง
2. บอกค่าแรงดันออสโมติกของสารและสามารถหาค่านี้จากการทำปฏิบัติการศึกษา

แรงดันโดยใช้ออสโมมิเตอร์อย่างง่าย

3. บอกสภาวะที่ทำให้เกิดแรงดันเต่งในเซลล์และสภาพของเซลล์เมื่อมีแรงดันเต่งเพิ่มขึ้นทั้งในเซลล์พืชและในเซลล์สัตว์

4. อธิบายสภาพของเซลล์พืชที่เกิดพลาสโมไลซิส พร้อมทั้งระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดพลาสโมไลซิส

5. อธิบายความสำคัญของแรงดันที่เกิดขึ้นในกระบวนการออสโมซิสที่มีผลต่อการดำรงสภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

6. อธิบายการเคลื่อนที่ของสารแบบออคทิฟทรานสปอร์ต
7. บอกความแตกต่างระหว่างกระบวนการออสโมซิสกับออคทิฟทรานสปอร์ต
8. อธิบายการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซโตซิสและพิโนไซโตซิสและยกตัวอย่าง
9. บอกความแตกต่างระหว่างฟาโกไซโตซิสกับพิโนไซโตซิส

ความคิดรวบยอด

1. การแพร่ของของเหลวผ่านเยื่อเลือกผ่าน ในทางชีววิทยาจะหมายถึงการแพร่ของน้ำเป็นส่วนใหญ่ ถ้าเป็นการแพร่เข้าเซลล์เรียกว่า "ออสโมซิส" (Osmosis) ถ้าเป็นการแพร่ออกจากเซลล์เรียกว่า "พลาสโมไลซิส" (Plasmolysis)

2. แรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) เป็นสมบัติเฉพาะของสารละลาย แรงดันออสโมติกจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับจำนวนโมเลกุลหรือไอออนของสารที่ละลายอยู่ในสารละลายนั้น สำหรับน้ำบริสุทธิ์จะมีแรงดันออสโมติกต่ำที่สุด

"การที่โมเลกุลของน้ำจะแพร่เข้าสู่เซลล์ได้ สารละลายภายในเซลล์ต้องมีแรงดันออสโมติก

สูงกว่าสารละลายภายนอก"

3. แรงดันเต่ง (Turgor pressure) คือแรงดันที่เกิดขึ้นภายในเซลล์เนื่องจากการแพร่ของน้ำเข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์เต่งและคงรูปร่างอยู่ได้ เช่น กิ่งหรือใบของพืช

4. สภาวะสมดุลของการแพร่เกิดขึ้นเมื่อแรงดันเต่งมีค่าสูงที่สุดและมีค่าเท่ากับแรงดันออสโมติกของสารละลายภายในเซลล์ ในสภาวะเช่นนี้ น้ำจากภายนอกเซลล์แพร่เข้าสู่ภายในเท่ากับน้ำภายในเซลล์แพร่ออกสู่ภายนอก

5. พลาสโมไลซิส (Plasmolysis) หมายถึงสภาพของเซลล์ที่สูญเสียน้ำภายในเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และโปรโตพลาสซึมภายในเซลล์หดตัวลง

"การที่โมเลกุลของน้ำจะแพร่จากเซลล์ออกสู่ภายนอกได้ สารละลายภายนอกเซลล์จะต้องมีแรงดันออสโมติกสูงกว่าสารละลายภายใน"

6. แอคทีฟทรานสปอร์ต (Active transport) หมายถึงการเคลื่อนที่ของโมเลกุลหรือไอออนของสารจากบริเวณที่มีโมเลกุลของสารอยู่หนาแน่นน้อยไปสู่บริเวณที่มีโมเลกุลของสารอยู่หนาแน่นมากกว่า โดยอาศัยพลังงานจากเซลล์

7. เซลล์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถนำสารขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยการแพร่เข้าสู่เซลล์ภายในได้ 2 วิธี คือ

7.1 พินไซโตซิส (Pinocytosis)

7.2 ฟาโกไซโตซิส (Phagocytosis)

กิจกรรมการเรียนรู้และการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องขบวนการออสโมซิสเกี่ยวกับแรงดันออสโมติกและแรงดันเต่งตามหัวข้อต่อไปนี้

1.1 สภาวะที่ทำให้เกิดแรงดันเต่งในเซลล์และสภาพของเซลล์เมื่อมีแรงดันเต่งเพิ่มขึ้นทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

1.2 สภาพของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เมื่อเกิดพลาสโมไลซิส และสาเหตุที่ทำให้เกิดพลาสโมไลซิส

1.3 แรงดันที่เกิดขึ้นในขบวนการออสโมซิสมีผลต่อการดำรงสภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

- 1.4 บอกค่าแรงดันออสไมติกของสารจากการวัดแรงดันเต่งสูงสุด
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ "ออสไมเตอร์อย่างง่าย"
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสารแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต ซึ่งต้องอาศัยพลังงานที่เซลล์ผลิตขึ้น
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการที่เซลล์บางชนิดสามารถนำสารขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะสามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยวิธีพินโซโตซิสและวิธีฟาโกไซโตซิส

ขั้นทดลอง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13-6 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 22 เพื่อศึกษาออสโมมิเตอร์อย่างง่าย และหลังการทดลองแล้วให้ตอบคำถามต่อไปนี้
 - การที่มีของเหลวขึ้นไปในหลอดกาแน้วน่าจะเกี่ยวข้องกับอะไร
 - ส่วนใดของไข่ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน
 - นักเรียนจะใช้หลักการของการแพร่มาอธิบายผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร
 - นักเรียนคิดว่าถ้าตั้งการทดลองไว้จนถึงวันรุ่งขึ้น ระดับของเหลวในหลอดกาแน้วจะยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองที่ 13.5 เพื่อศึกษาแรงดันในขบวนการออสโมซิส
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติการทดลองที่ 13.5 โดยซักถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแรงดันออสโมติกกับการแพร่ของน้ำและความดันเต่ง การปรับสภาพของเซลล์ที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีสารละลายเข้มข้นต่างกัน
4. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13-7 และ 13-8 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 23 และ 24 แสดงการเหี่ยวของเซลล์พืชและแสดงการเหี่ยวของเซลล์เม็ดเลือดแดงแล้วให้ตอบคำถามต่อไปนี้
 - เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เกิดพลาสโมไลซิสมีสภาพการเหี่ยวแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
 - เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีความสามารถพิเศษในการปรับสภาพสารละลายภายในเซลล์แตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
5. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ของสารโดยใช้พลังงานจากเซลล์ซึ่งเรียกว่า "แอคทีฟทรานสปอร์ต" ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 24 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้
 - การเคลื่อนที่ของโมเลกุลหรือไอออนของสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

มีกระบวนการอะไรบ้าง และแต่ละกระบวนการแตกต่างกันอย่างไร

- การสะสมสารต่าง ๆ ที่เซลล์ต้องการไว้ในเซลล์ได้ส่วนใหญ่เกิดจากการเคลื่อนที่ของสารแบบใด

6. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 13-9 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว 043) หน้า 25 แสดงกระบวนการที่สารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์แล้วให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- การนำสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์โดยวิธี ฟินโนไซโตซิส มีกระบวนการอย่างไร ส่วนใหญ่เป็นกระบวนการที่เกิดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์

- การนำสารขนาดใหญ่เข้าสู่ภายในเซลล์โดยวิธี "ฟาโกไซโตซิส" มีกระบวนการอย่างไรพร้อมกับยกตัวอย่าง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูนำออสโมมิเตอร์อย่างง่ายของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดาน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า "ในกระบวนการออสโมซิสนั้นแรงดันออสโมติกทำให้เกิดการแพร่ของน้ำเข้าและออกจากเซลล์ ถ้าเป็นการแพร่เข้าสู่เซลล์จะทำให้เกิดแรงดันเต่งขึ้นภายในเซลล์แรงดันจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยไปและมีค่าสูงสุดเมื่อเกิดสภาวะสมดุลของการแพร่ ขณะนั้นแรงดันเต่งภายในเซลล์จะมีค่าลดลงจนกระทั่งหมดไปเมื่อเกิดสภาวะพลาสโมไลซิส"

2. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปถึงสภาพของเซลล์เมื่อมีแรงดันเต่งเพิ่มขึ้นทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และสภาพของเซลล์ที่เกิดพลาสโมไลซิสทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

3. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปถึงความสำคัญของแรงดันที่เกิดขึ้นในกระบวนการออสโมซิสที่มีผลต่อการดำรงสภาพของเซลล์ของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และการปรับสภาพของเซลล์ที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีสารละลายเข้มข้นต่างกัน

4. ครูให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสารแบบแอสทีฟทรานสปอร์ต และผลของการเคลื่อนที่

5. ครูให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับการนำสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์โดยวิธี ฟาโกไซโตซิสและฟินโนไซโตซิส พร้อมกับยกตัวอย่าง

สื่อการเรียนการสอน

1. ใช้แผนภาพที่ 13-6, 13-7, 13-8 และ 13-9 ในแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3

(ว 043) หน้า 22 - 24

2. ใช้อุปกรณ์การทดลองที่ 13.5 ในคู่มือครูและแบบเรียนชีววิทยาเล่ม 3 (ว. 043)

การประเมินผล

1. จากการสังเกตการตอบคำถามและการสรุปผลการปฏิบัติการ
2. จากการสังเกตการทำปฏิบัติการ

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การสร้างอาหารของพืช



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 1

คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

แบบเรียนที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้เรียกว่า "ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง" เป็นแบบเรียนที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง แบบเรียนนี้จะเป็นเครื่องช่วยในการเรียน นักเรียนจะมีความสามารถและประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยการปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งความรู้ในแบบทดสอบเหล่านี้เป็นเรื่องที่นักเรียนอาจจะยังไม่เคยทราบมาก่อน นักเรียนจึงไม่ต้องกังวลใจว่าจะทำผิด
2. อ่านเนื้อหาในแบบเรียนทีละกรอบ แล้วทำความเข้าใจในแต่ละกรอบ เมื่อเข้าใจแล้ว ให้ตอบคำถามลงในที่ว่างภายในกรอบที่เว้นไว้ให้เต็ม
3. ในแบบเรียนบางกรอบจะมีสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กำหนดอุปกรณ์มาให้ ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นในการทำแต่ละกรอบนักเรียนสามารถปรึกษากับเพื่อนได้
4. เมื่อนักเรียนทำแบบเรียนแต่ละกรอบเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบในหน้าถัดไป การดูคำตอบเฉลยก่อนที่จะคิดหาคำตอบด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนไม่ได้รับประโยชน์จากชุดการเรียนรู้
5. ถ้านักเรียนตอบผิด ให้ย้อนกลับไปอ่านเนื้อหาในกรอบนั้นใหม่อีกครั้ง แล้วแก้คำตอบที่ผิดนั้นให้ถูกต้องก่อนที่จะเรียนกรอบอื่นต่อไป
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียน แล้วตรวจคำตอบจากคำตอบเฉลย

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดที่ 1

เรื่อง การสร้างอาหารของพืช

เวลา 2 คาบ

หัวข้อย่อย

การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง

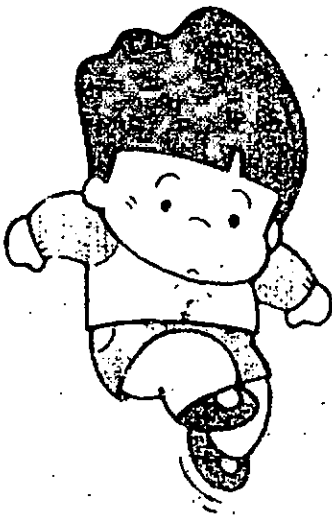
จุดมุ่งหมาย

เพื่อให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสร้างอาหารของพืช และทำการทดลองเพื่อตรวจสอบก๊าซที่ได้จากกระบวนการสร้างอาหารของพืช

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. แปลความหมายและสรุปหาคำตอบจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างกับการคายก๊าซของพืช
3. บอกสมบัติของก๊าซที่พืชคายออกมาจากข้อมูลที่สังเกต
4. อธิบายถึงสาเหตุของความแตกต่างระหว่างผลที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติการชุดควบคุมและชุดทดลอง



1. นักเรียนเคยสังเกตเห็นตัวกินหญ้า ฝี่เลื้อยกินน้ำหวาน ปลากินลูกน้ำ ไช้ตราบกินไรน้ำ ฯลฯ และคงจะคิดว่า สัตว์ทุกชนิดนำเอาอาหารเข้าสู่ร่างกายโดยการกิน นักเรียนจะไม่เคยเห็นต้นไม้กินอาหารอย่างสัตว์ และอาจคิดว่าพืชได้รับอาหารจากดินโดยการดูดซึมเข้าทางราก เป็นความจริงหรือไม่ว่าพืชได้รับอาหารจากดิน

ขบวนการที่สิ่งมีชีวิตได้รับอาหารเข้าสู่ร่างกายจะโดยการกินหรือโดยการสร้างอาหารขึ้นมาเอง เพื่อใช้ประโยชน์จากอาหารในการทำให้ร่างกายเจริญเติบโต สามารถทำงานได้และเพื่อทำให้การดำรงชีวิตดำเนินไปตามปกติ

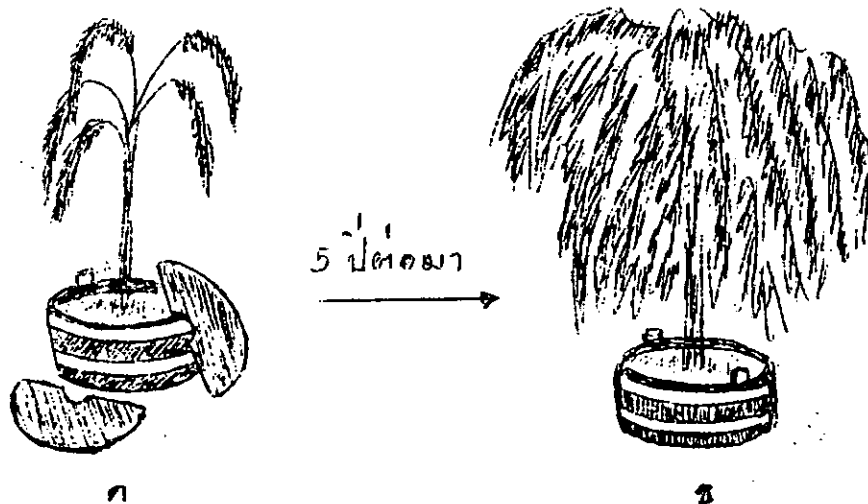
☐ แหล่งพลังงานที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตคือ _____

เฉลย 1. อาหาร

2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ เมื่อปี 1648 เฮลมอนด์ (J.B. Van Helmont) ได้นำเอาดินหนัก 200 ปอนด์ ที่ทำให้แห้งด้วยความร้อนจากเตา ไปใส่ลงในภาชนะดินเผาขนาดใหญ่ แล้วปลูกต้นหลิวซึ่งหนัก 5 ปอนด์ ปิดภาชนะนั้นด้วยแผ่นที่เจาะรูเล็ก ๆ สำหรับรดน้ำ เฮลมอนด์รดน้ำต้นหลิวด้วยน้ำกลั่นหรือน้ำฝน

เมื่อครบ 5 ปี เขาจึงเอาดินในภาชนะนั้นมาทำให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักดินและต้นหลิวปรากฏว่าดินหนัก 199 ปอนด์ กับ 14 ออนซ์ ส่วนต้นหลิวหนัก 169 ปอนด์ กับ 3 ออนซ์ ทั้งนี้ไม่ได้รวมใบไม้ที่ร่วงในระหว่างฤดูใบไม้ร่วง เมื่อ 4 ปีที่ผ่านมา ดังภาพ



การระบุปัญหา

☐ ปัญหาในสถานการณ์นี้คือ _____

เฉลย 2. อะไรเป็นสาเหตุให้ต้นหลิวเจริญเติบโต
หรือ ทำไรต้นหลิวในภาพ ข. จึงเจริญเติบโตมากกว่าภาพ ก.

การตั้งสมมติฐาน

3. นักเรียนคิดว่าจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ในกรอบ 2 นี้
อย่างไร
- ก. น้ำที่ใช้รมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นหลิว
 - ข. แร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นหลิว
 - ค. ภาชนะที่ใช้ปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นหลิว

ตอบ ข้อ _____

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

4. จากสถานการณ์ในกรอบ 2

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ _____

เฉลย 3. ก.

น้ำที่ไอรด

เฉลย 4. การเจริญเติบโต

ภาชนะที่ใช้ปลูก ชนิดของน้ำที่รด

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ข้อใดเป็นความหมายของ "การเจริญเติบโตของต้นหลิว"

ก. หมายถึงลักษณะของใบที่มีสีเขียวเข้มหรือเขียวอ่อน

ข. หมายถึงสีของกิ่งที่เปลี่ยนจากสีเขียวอ่อน

ค. หมายถึงน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้น

ตอบ ข้อ _____

การสรุป

6. นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร

ก. น้ำหนักส่วนใหญ่ของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นอาจได้มาจากน้ำ

ข. น้ำหนักส่วนใหญ่ของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นต้องได้มาจากดิน

ค. น้ำหนักส่วนใหญ่ของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นได้มาจากน้ำและดินที่หายไป

ตอบ ข้อ _____

เฉลย 5. ค.

เฉลย 6. ก.

7. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ เมื่อนักเรียนจุดเทียนแล้วครอบด้วยครอบแก้วดังภาพแรก สักครูหนึ่ง เทียนจะดับดังภาพต่อมา ถ้าจุดเทียนในครอบแก้วใบนี้อีก โดยไม่ปล่อยให้อากาศภายในครอบแก้วนั้นออกมาข้างนอก หรือให้อากาศข้างนอกเข้าไปข้างใน เทียนนั้นจะจุดไม่ติด ดังภาพ



☐ ปัญหาในสถานการณ์นี้ คือ _____

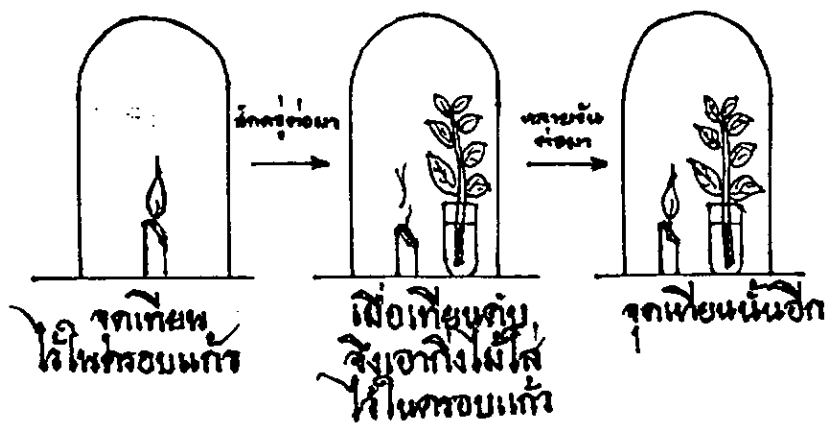
☐ สาเหตุที่จุดเทียนไข ไม่ติดคือ _____

เฉลย 7. เหตุใดจึงจุดเทียนในครอบแก้วในภาพต่อมาไม่ติด?

หรือ อากาศในครอบแก้วไม่เหมาะแก่การลุกไหม้

8. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ เมื่อปี 1771 ฟริสตัลีย์ (Joseph Priestley) นักเคมีชาวอังกฤษได้ทดลองจุดเทียนไว้ในครอบแก้ว เมื่อเทียนดับแล้วจึงเอากิ่งไม้ที่กำลังงามใส่ไว้ในครอบแก้วไปนั้น 10 วัน ต่อมาจึงจุดเทียนในครอบแก้วนั้นอีก ปรากฏว่า เทียนติดไฟได้ ฟริสตัลีย์ทำเช่นนี้อยู่หลายครั้งก็ได้ผลอย่างเดียวกัน ดังภาพ



นอกจากนี้ฟริสตัลีย์ ยังได้แบ่งอากาศภายในครอบแก้วภายหลังที่เทียนดับแล้ว ออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งเอามาไว้ในครอบแก้วที่ใส่กิ่งไม้ที่มีใบติดอยู่ด้วยปล่อยไว้ประมาณ 5 หรือ 6 วัน แล้วจุดเทียนในครอบแก้วนั้น เทียนก็ติดไฟได้ อากาศอีกส่วนหนึ่งเอามาไว้ในครอบแก้วที่ไม่มีใส่กิ่งไม้ เมื่อจุดเทียนในครอบแก้วนั้น เทียนก็ไม่ติดไฟ

☐ ปัญหาในสถานการณ์นี้คือ _____

เฉลย 8. พืชสีเขียวเกี่ยวข้องกับการลุกไหม้หรือไม่
หรือ ทำไมเทียนไขลุกไหม้ได้เมื่อมีพืชสีเขียว

9. จากสถานการณ์ในรอบ 8 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้เกี่ยวกับปัญหาจากสถานะนั้นคืออะไร

- ก. ก๊าซที่ใช้ในการลุกไหม้ของเทียนไขเป็นก๊าซชนิดละชนิดกับพืชที่ต้องการ
- ข. ก๊าซที่ใช้ในการลุกไหม้ของเทียนไขเป็นก๊าซชนิดเดียวกับพืชที่ต้องการ
- ค. พืชคายก๊าซชนิดหนึ่งออกมาซึ่งช่วยในการลุกไหม้ได้

ตอบ _____

ตัวแปรต้นคือ _____

ตัวแปรตามคือ _____



เฉลย 9. ค.

ก๊าซที่พืชคายออกมา

การลวกไหม้ของเทียนไข

10. ปัจจุบันนี้ได้ทราบว่า การลวกไหม้จะปล่อยก๊าซชนิดหนึ่งออกมา ซึ่งเรียกว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก๊าซนี้ไม่ช่วยในการลวกไหม้) และเมื่อเอาต้นไม้ใส่ไว้ในอากาศที่มีก๊าซชนิดนี้ อากาศจะถูกเปลี่ยนไปโดยการกระทำของพืช กลายเป็นอากาศที่เหมาะสมแก่การลวกไหม้ นั่นคือก๊าซออกซิเจน

จากการทดลองของพริสทลีย์ สรุปได้ว่า

อากาศเสีย $\xrightarrow{\text{พืชสีเขียว}}$ อากาศดี

จากการทดลองของเจน อินเกิน ฮูซ พบว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะเกิดได้ เมื่อพืชได้รับแสงสว่าง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $\xrightarrow{\text{พืชสีเขียว}}$ ก๊าซออกซิเจน

แสงสว่าง

พืชสีเขียว

หรือ

ก๊าซ CO_2

$\xrightarrow{\hspace{1cm}}$

ก๊าซ O_2

แสงสว่าง

☐ ก๊าซที่ใช้ในการลวกไหม้คือ _____

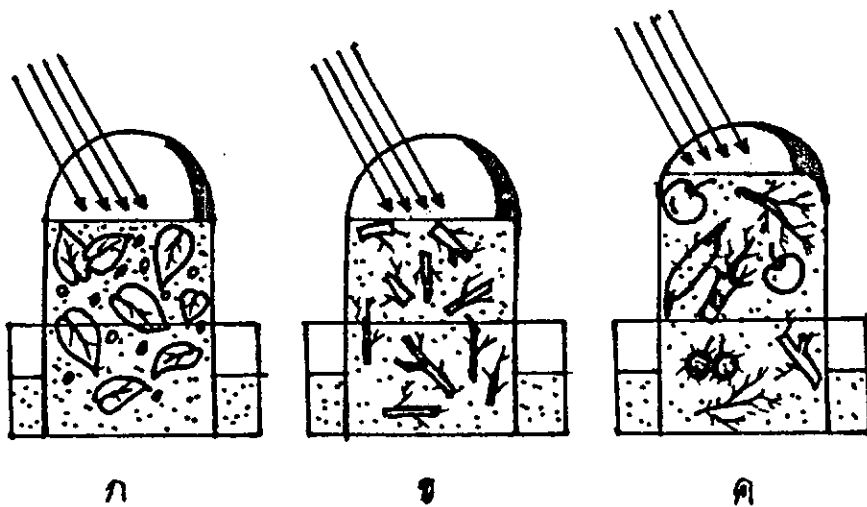
☐ ก๊าซที่เกิดจากการหายใจของสัตว์คือ _____

เฉลย 10. ออกซิเจน

คาร์บอนไดออกไซด์

11. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม

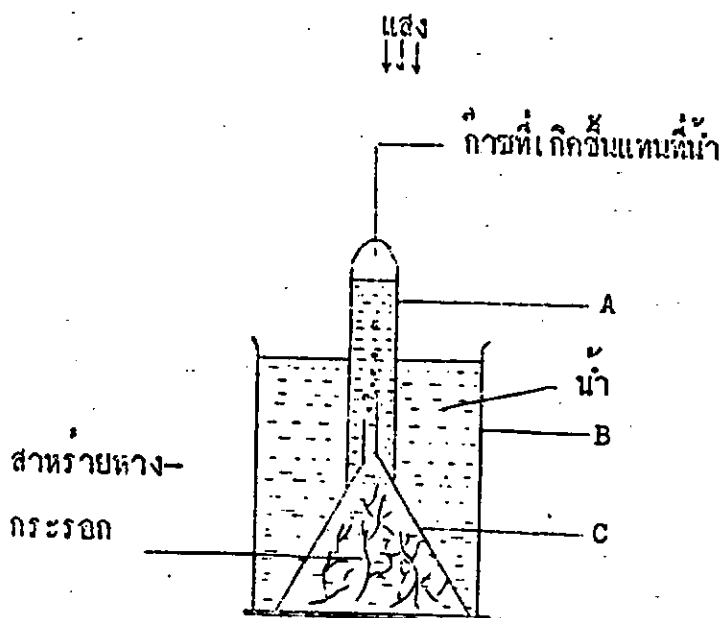
สถานการณ์ อินเจน ฮูซ ได้ทดสอบก๊าซที่พืชปล่อยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ในขณะที่ได้รับแสง พบว่า ส่วนที่มีสีเขียว เช่น ใบ (ในกรอบ ก.) ลำต้น และก้าน (ในกรอบ ข.) ให้ก๊าซออกซิเจนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ส่วนของพืชที่ไม่มีสีเขียว เช่น ราก ผล หรือลำต้น (ในกรอบ ค.) ปล่อยแต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่านั้น"



☐ นักเรียนจะอธิบายผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร _____

เฉลย 11. ทุกส่วนของพืชปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา แสดงว่าพืชหายใจ แต่ส่วนที่มีสีเขียวเท่านั้น ที่ปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา ดังนั้นออกซิเจนที่ปล่อยออกมาจึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับที่มีสีเขียวในพืช

12. ให้นักเรียนศึกษาข้อความและรูปภาพที่เป็นสถานการณ์ข้างล่างแล้วตอบคำถาม
สถานการณ์ สมศรีได้ทำการทดลองโดยนำสาหร่ายหางกระรอกใส่ในบีกเกอร์ B ซึ่งมีน้ำที่มี CO_2 ละลายอยู่ เอากรวยแก้ว C มาครอบสาหร่ายหางกระรอกไว้แล้วนำหลอดทดลอง A ซึ่งมีน้ำอยู่เต็มมาครอบบนกรวยแก้ว C นำเครื่องมือที่จัดไว้ดังรูปไปตั้งไว้กลางแจ้งแดดประมาณ 5-6 ชั่วโมง จะมีฟองก๊าซเกิดขึ้นแทนที่น้ำ ดังภาพ



☐ ปัญหาในสถานการณ์นี้ คือ _____

เฉลย 12. ทำให้น้ำในหลอดทดลอง A จึงมีปริมาณลดลง

หรือ อะไรเป็นสาเหตุให้มีอากาศเกิดขึ้นแทนที่น้ำในหลอดทดลอง A

13. ถ้านำเครื่องมือชุดทดลองในกรอบ 11 ไว้ในร่ม ปริมาณก๊าซจะเกิดน้อยลง จะอธิบายได้อย่างไร

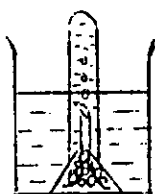
ก. ในที่ร่มส่าหรัยทางกระรอกสังเคราะห้แสงไม่ได้

ข. ส่าหรัยทางกระรอกสังเคราะห้แสงในที่มีแสงสว่างได้ดีกว่าในที่ร่ม

ค. ส่าหรัยทางกระรอกใช้น้ำในหลอดทดลอง จึงทำให้เกิดก๊าซขึ้นมาแทนที่น้ำ

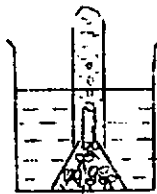
ตอบ ข้อ _____

14. ถ้าแสงมีผลต่อปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นแทนที่น้ำจริง นักเรียนจะนำมาเปรียบเทียบ เครื่องมือชุดใด



ก.

เติม NaOH ในบีกเกอร์



ข.

ใช้พืชคนละชนิด



ค.

ตั้งในที่ไม่มีแสง

ตอบ ข้อ _____

เฉลย 13. ข.

เฉลย 14. ค.

15. ตัวแปรต่อไปนี้ ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลองตามวิธีการทดลองข้างต้น

ก. ปริมาณ (จำนวน) พืชน้ำ

ข. ชนิดของพืชน้ำ

ค. ความเข้มของแสง

ง. ขนาดของหลอดทดลอง

จ. ขนาดของปิแกเกอร์

ฉ. ปริมาณก๊าซที่เกิด

ช. แสงที่ได้รับ

ให้นักเรียนเขียนเฉพาะตัวอักษรที่ต้องการ

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ _____

เฉลย 15. ตัวแปรต้น คือ ช.

ตัวแปรตาม คือ จ.

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ก.

การทดลอง

วิธีการทดลองเมื่อตรวจสอบสมมติฐาน "ถ้าพืชน้ำถูกแสงแล้วจะคายก๊าซบางชนิดออกมา" ซึ่งสามารถทดสอบได้ตามขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

การทดลองเรื่อง ทดสอบก๊าซที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง

จุดประสงค์

1. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างกับการคายก๊าซของพืช
2. บอกสมบัติของก๊าซที่พืชคายออกมาจากข้อมูลที่สังเกต
3. อธิบายถึงสาเหตุของความแตกต่างระหว่างผลที่เกิดขึ้น ในปฏิบัติการชุดควบคุม และชุดทดลอง

วิธีการทดลอง

1. ใส่สัหร่ายหางกระรอกไว้ในกรวยแก้วก้านสั้น คว่ำลงในเบ็กเกอร์ ซึ่งมีน้ำอยู่ด้วย โดยให้ปลายของก้านกรวยแก้วจมอยู่ในน้ำ
2. เติมน้ำเต็มไปคาร์บอนเตลงไปในกรวยแก้วที่มีสัหร่ายหางกระรอก
3. นำหลอดทดสอบที่มีขนาดโตกว่าก้านกรวยแก้วเล็กน้อย ใส่ น้ำจนเต็มคว่ำหลอดทดสอบครอบก้านกรวยแก้ว
4. นำไปตั้งไว้ในที่มีแสง ประมาณ 15 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทดสอบ เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่มีแสง (บนโต๊ะครู)
5. ค่อย ๆ ยกหลอดทดสอบให้สูงขึ้นเหนือก้านกรวยแก้ว แต่ปากทดสอบยังอยู่ใต้อ่างน้ำ ใช้นิ้วอุดปากหลอดทดสอบไว้ แล้วยกหลอดทดสอบหงายขึ้น ขณะเดียวกันรีบแห่รูบที่ติดไฟแดง ๆ ลงไปในหลอดทดสอบ สังเกตดูว่ามีอะไรเกิดขึ้น

16. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้มีดังต่อไปนี้

- | | |
|-----------|------------|
| (1) _____ | (6) _____ |
| (2) _____ | (7) _____ |
| (3) _____ | (8) _____ |
| (4) _____ | (9) _____ |
| (5) _____ | (10) _____ |

การบันทึกผลการทดลอง มักจะบันทึกในตารางบันทึกผลการทดลอง โดยคำนึงถึง

ความสะดวก ความสวยงาม และเข้าใจง่าย

ให้นักเรียนทำการทดลองร่วมกับเพื่อนในกลุ่มแล้วบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลองที่กำหนดให้ โดยระมัดระวังในเรื่องต่อไปนี้

- เมื่อเริ่มทดลองอย่าให้มีฟองอากาศเกิดขึ้นในหลอดทดสอบ
- ควรใช้ส่วนยอดของสารละลายทางกระบอกหลาย ๆ ยอด และควรรวมทางโคนถึงไว้ทางก้านกรวยแก้ว
- เติมโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ลงไปในกรวยแก้ว จะช่วยเร่งปฏิกิริยาได้

17. ตารางบันทึกผลการทดลอง

17. ตารางบันทึกผลการทดลอง		
ชุดที่	ผลการสังเกต	
	ปริมาณก๊าซที่เกิด	ความสว่างเมื่อหยุ่ชูปที่ติดไฟ
1. มีแสง		
2. ไม่มีแสง		

เลข 16. อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี มีดังต่อไปนี้

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| (1) บีกเกอร์ | (5) สำหรับวางกระบอก |
| (2) กรวยแก้วก้านสั้น | (6) ไมซ์ไฟ |
| (3) หลอดทดสอบ | (7) ชูบ |
| (4) โซเดียมไฮไดรเจนคาร์บอเนต | |

เลข 17. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชุดที่	ผลการสังเกต	
	ปริมาณก๊าซที่เกิด	ความสว่างเมื่อหย่อนรูปที่ติดไฟ
1. มีแสง	มาก	สว่างมาก
2. ไม่มีแสง	น้อย	สว่างน้อย

18. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองอย่างไร

- ก. พืชสร้างอาหารได้เมื่อได้รับแสงสว่าง
- ข. ก๊าซที่เกิดจากการสร้างอาหารของพืชช่วยให้ไฟติด
- ค. พืชสร้างอาหารได้เมื่อได้รับแสงสว่างและจะคายก๊าซออกซิเจน

ตอบ ข้อ _____

☐ ก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดทดสอบคือ _____

☐ ผลจากการทดลองในชุดที่ 1 ต่างกับชุดที่ 2 อย่างไร _____

☐ สาเหตุของความแตกต่างเนื่องมาจาก _____

เฉลย 18. ค.

ออกซิเจน

ปริมาณฟองก๊าซชุดที่ 1 มีมากกว่าชุดที่ 2

แสงสว่าง (ชุดที่ 1 ได้รับแสงชุดที่ 2 ไม่ได้รับแสง)

แบบฝึกหัดทบทวน

1. น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นจากเดิม 5 ปอนด์ มาเป็น 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ มาจากไหน

2. เหตุใดจึงต้องปลูกต้นหลิวในถังที่ปิดฝา _____

3. อากาศเสียจะเปลี่ยนเป็นอากาศดี เมื่อพืชสีเขียวได้รับสิ่งใด _____

4. ก๊าซที่เกิดจากการลุกไหม้ของเทียนไข คือ ก๊าซชนิดใด _____

5. ก๊าซที่เกิดจากการสร้างอาหารของพืชมีคุณสมบัติอย่างไร _____

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุนทรี	ชื่อสกุล หิมารัตน์
เกิดวันที่ 20 เดือนสิงหาคม	พุทธศักราช 2498
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	85 หมู่ที่ 3 ตำบลลำพญา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73180
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2517	ม.ศ. 5 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2519	ป.กศ.สูง (วิชาเอกคณิตศาสตร์) วิทยาลัยครูนครปฐม
พ.ศ. 2522	กศ.บ. (วิชาเอกชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นิคมโลก
พ.ศ. 2533	กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร