

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 โดยการใช้สื่อด้วยแผ่นภาพโพลีไมชั่น

ปริศนาพันธ์

ของ

อร่ามลักษณ์ อยู่สุข

๒-๘ ก.ย. 2536

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริศนาการศึกษาแบบสหวิทยาการ วิชาเอกการมัธยมศึกษา

กันยายน 2535

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.สมสรร วงษ์น้อย)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.สมสรร วงษ์น้อย)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.สมจิต สวธนไพฑูรย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 14 เดือน กันยายน พ.ศ. 2535

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะศิริ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์น้อย และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบลีย์ ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จารีส น้อยแสงศรี อาจารย์คุสิต สังข์ร่วมใจ อาจารย์มนตรี เพชรอินทร์ และอาจารย์ประกอบ สิทธิสัทธะ ที่กรุณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

กราบขอบพระคุณ และขอบคุณ คณะครู อาจารย์ และนักเรียนชั้น ม.2 โรงเรียน บ่อสุพรรณวิทยา และโรงเรียนท่าเรือพิทยาคมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่เอกการมัธยมศึกษา และวิทยาศาสตร์ศึกษา และท่านที่ได้มีส่วนช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีได้เนื่องจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และท่านที่เคยให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยทุกท่าน

อรางค์ลักษณ์ อยู่สุข

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	9
	เอกสารเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	9
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	17
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	27
	เอกสารเกี่ยวกับแผนภาพไพร่งใส่	33
	เอกสารเกี่ยวกับโพลีไมชั่น	39
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	49
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	49
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	51
	งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนภาพไพร่งใส่เป็นสื่อการสอน	53
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	57

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	59
	ประชากร	59
	กลุ่มตัวอย่าง	59
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	59
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	60
	เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	60
	แบบแผนการทดลอง	60
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	61
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	62
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	66
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	67
	สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน	68
4	การวิเคราะห์ข้อมูล	70
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	70
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	70
5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	77
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	77
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	77
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	78
	การวิเคราะห์ข้อมูล	79
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	79

บทที่

หน้า

อภิปรายผล	80
ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	95
ประวัติย่อของผู้วิจัย	222

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	61
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านโมเมนต์เกี่ยวกับการแบ่งประเภทระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	71
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านโมเมนต์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	72
4	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านโมเมนต์ทางทฤษฎีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	76
6	แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สิ้นในน้ำ	97
7	แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สิ้นในน้ำ	102
8	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านโมเมนต์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) เรื่อง สิ้นในน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง	104
9	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านโมเมนต์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) เรื่อง สิ้นในน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง	106
10	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านโมเมนต์ทางทฤษฎี วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) เรื่อง สิ้นในน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง	108
11	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชา ว 204 เรื่อง สิ้นในน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง	110

12	แสดงคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองกับคะแนนเฉลี่ย ของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลองแยกเป็นรายทักษะ	112
13	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง	220

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง	71
2 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง	75

บทนำ

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เพื่อสร้างคุณภาพชีวิตและการกินดีอยู่ดีให้เกิดขึ้นกับประชาชนทั้งหมด การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของทุกคน จำเป็นต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้นทุกทีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถติดตามความก้าวหน้าและนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น จึงจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบันและอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2533 : 8) โดยเป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หากนักเรียนได้เรียนรู้ทั้ง 2 ส่วนนี้แล้ว นักเรียนก็จะเป็นผู้ที่มีความสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้เขาปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดี ตลอดจนสามารถนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทั้งต่อตนเองและสังคมต่อไป (วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531 : 34)

เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากมาย จึงเป็นการยากที่นักเรียนจะศึกษาความรู้เหล่านี้ไว้ทั้งหมด แต่ทว่า หันนาคินท์ (2526 : 97) ได้กล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนมีมโนคติในเรื่องที่เรียนมาแล้ว ย่อมจะเป็นการลดสิ่งที่จะต้องจดจำรายละเอียดลงได้อย่างมาก และการที่ผู้เรียนมีมโนคติในเรื่องที่เรียนก็เป็นการแสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างดี ดังนั้นครูจะต้องพยายามนำข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาช่วยให้ นักเรียนสามารถสร้างมโนคติเพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังที่ โพเราะ ทิชยทัศน์ (2533 : 148) ได้กล่าวถึงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การสอนมโนคติจะมีประโยชน์ต่อความเข้าใจและการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มาก แต่ทว่าประสิทธิผลจะเป็นอย่างไรขึ้นกับความสามารถของผู้สอนและผู้เรียนที่ถ่ายทอดและรับการถ่ายทอด

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ สิ่งที่นักเรียนค้นพบนั้น อาจจะเป็นการค้นพบใหม่ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ หรืออาจจะเป็นการค้นพบหลักการ และกฎวิทยาศาสตร์ก็ได้ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 502) แต่ในสภาพความเป็นจริงครูวิทยาศาสตร์ยังใช้วิธีสอนแบบบรรยายให้เด็กท่องจำตัวความรู้ (พนอม แก้วกาเนต. 2533 : 6) การที่ครูส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้วิธีสอนที่เน้นกระบวนการ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่สูงเท่าที่ควร ดังผลงานวิจัยของ ทิพย์วิมล เปี่ยมสิทธิ์ (2531 : 45) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และมีแนวคิดด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยตรงอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของประเวศ วะสี (2531 : 64 - 66) ที่ว่า "กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกตการตรวจสอบความรู้ขึ้น การคิดเป็นแนวคิดคนไทยเราเกือบไม่ได้เรียนเลย ทำให้ศักยภาพของคนไทยมีน้อย เพราะฉะนั้นจะต้องเรียนเรื่องแนวคิด เรื่องแนวความคิด ต้องตั้งคำถาม แล้วแสวงหาคำตอบ อาจจะหาจากข้อมูล ข่าวสารที่มีอยู่แล้วอย่างเต็มที่ โดยครูจะต้องสอนผู้เรียนให้เห็นความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ต้องชักจูงไปสู่ภาพรวม ไม่ใช่รู้เป็นเรื่อง ๆ แยกกัน" จากข้อความและผลงานวิจัยดังกล่าวแสดงว่าการเรียนเรื่องแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ยังไม่เกิดผลสัมฤทธิ์เท่าที่ควร ซึ่งผลจากการศึกษาสถานภาพปัจจุบันของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่า การจัดการศึกษาด้านนี้ยังไม่บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้อย่างสมบูรณ์ เพราะมี ปัญหาและอุปสรรคหลายประการ ตัวอย่างของปัญหาก็คือปัญหาเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2533 : 6 - 7) ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษา สิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ต้องดัดแปลงห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการ ทำให้พื้นที่สำหรับจัดกิจกรรมไม่เหมาะสม อุปกรณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สำหรับครูและนักเรียนมีไม่เพียงพอ สภาพของอุปกรณ์การทดลองบางชุดใช้การไม่ได้ (ธนะศักดิ์ ศรีสุทธีวิชา. 2528 : 326 - 327) จากปัญหา

เหล่านี้จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะแสวงหาวิธีการและสื่อประกอบการเรียนการสอน ที่จะเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันมีการนำสไลด์ทัศนูปกรณ์มาช่วยในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ เพราะสื่อการสอนดังกล่าวจะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมหรือจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้โดยง่าย นอกจากนี้ยังทำให้บทเรียนน่าสนใจ นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน ช่วยทบทวนเวลาในการสอน นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น และสามารถสร้างมโนคติได้ง่ายขึ้น (วิชัย คีสระ. 2533 : 149) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสไลด์ทัศนูปกรณ์ประเภทต่าง ๆ แล้ว จะเห็นได้ว่าแผ่นภาพโปร่งใสมีคุณสมบัติเด่นเหนือสื่อประเภทเดียวกันหลายประการเพราะสามารถใช้ได้กับกลุ่มผู้เรียน ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ให้ภาพที่ชัดเจนในห้องเรียนปกติ และสามารถแสดงแนวความคิด กระบวนการ ข้อมูลต่าง ๆ เรียงราวที่เป็นจริง สร้างสถานการณ์จำลองตลอดจนสรุปย่อได้อย่างชัดเจน (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 11) นอกจากนี้ยังใช้เขียนแทนกระดานดำได้โดยไม่เกิดมลภาวะ ครูสามารถเตรียมการสอนล่วงหน้าได้อย่างดี และสามารถนำเอาเทคนิคต่าง ๆ ใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้ได้อย่างมากมาย (ชูเกียรติ ชัยชนะคารา. 2533 : 30) ซึ่งเทคนิควิธีการเพื่อให้การใช้แผ่นภาพโปร่งใสมีความน่าสนใจชวนดึงดูดความสนใจแล้วควรที่จะทำให้เห็นเป็นภาพเคลื่อนไหว (สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท. 2533 : 18)

เครื่องโพลายไมซ์เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งซึ่งจะช่วยทำให้ภาพที่เกิดจากการฉายแผ่นใสดูมีชีวิตชีวาเหมือนกับสามารถเคลื่อนไหวได้จริง โดยที่เราสามารถจะนำมาประยุกต์ใช้กับบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ได้ (ชูเกียรติ ชัยชนะคารา. 2533 : 30) ดังนั้นการใช้เทคนิคนี้กับแผ่นภาพโปร่งใส ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ น่าจะแก้ปัญหาคือการเรียนมโนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งครูจะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่ใช้โพลายไมซ์ให้มากที่สุด และถ่ายทอดเนื้อหาให้เห็นกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติที่ถูกต้องและชัดเจน นอกจากนี้การที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่ใช้โพลายไมซ์ประกอบการอภิปรายน่าจะช่วยให้เด็กเกิดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม้นั้นเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม้นั้นกับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งจำแนกตามประเภทของมโนคติดังนี้

1.1 มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท

1.2 มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์

1.3 มโนคติทางทฤษฎี

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม้นั้นกับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถสร้างและใช้แผ่นภาพโพลายไม้นั้นประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเกี่ยวกับมโนคติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการสอน และสะดวกแก่ครูผู้สอนที่จะนำไปใช้

2. ผลของการใช้แผ่นภาพโพลายไม้นั้นสาธิตการสอนทดแทนการปฏิบัติการทดลองนี้ สามารถนำมาเป็นแนวทางให้ครูผู้สอน ใช้จัดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะให้แก่ผู้เรียนได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอ สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียน ทั้งหมด 64 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอ สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 48 คน ซึ่งเลือกมาโดย วิธีจับคู่ แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีไมชั่น กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนตาม คู่มือครู

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 สอนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง "สินในน้ำ" บทที่ 12 ในหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพ โพลีไมชั่น

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แผ่นภาพโพลาริซึม (Polarization) หมายถึง แผ่นภาพโปร่งใส ที่ผู้วิจัยผลิตขึ้น โดยการติดฟิล์มโพลารอยด์ลงบนส่วนต่าง ๆ ของภาพที่ต้องการให้เคลื่อนไหว เมื่อนำแผ่นภาพโพลาริซึมมาวางลงบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ (Overhead Projector) ฉายภาพขึ้นจอ และใช้แผ่นโพลาริซ์ สปินเนอร์ (Polarized Spinner) หมุนตัดแสงหน้าเลนส์ฉาย จะทำให้ภาพที่ปรากฏบนจอเกิดการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นเนื้อหา และกระบวนการทดลองในบทเรียนเรื่อง "สินในน้ำ"

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลาริซึม หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยกระบวนการทางความคิด โดยใช้โพลาริซึมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งมีเอกสารประกอบการเรียนและแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา โดยใช้แผ่นภาพโพลาริซึมประกอบ

2.2 ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา

นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโพลาริซึม พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

2.3 ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแผ่นภาพโพลาริซึมมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้ในวิถีประจำวัน

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง)

3.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู

3.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง รวมทั้งแนะนำการทำกิจกรรมอื่น ๆ

3.2 ขึ้นคั่นคว่ำเพื่อแก้ปัญหา (ขั้นปฏิบัติการทดลอง)

3.2.1 นักเรียนปฏิบัติการทดลองหรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ตามวิธีการในแบบเรียน

3.3 ขึ้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้ (ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ใหม่ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการ หรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

5. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง สิ้นในน้ำ จากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว.204 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยมโนคติ 3 ประเภทคือ

5.1 มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational Concept) เป็นมโนคติที่บ่งถึงคำจำกัดความ หรือชี้แจง คุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ หรือบ่งถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้บรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์

5.2 มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของ ทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

5.3 มโนคติทางทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นหรือจินตนาการ เพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์

ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทั้ง 3 ประเภทนี้วัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สีนในน้ำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว

6. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของหลักสูตร เรื่อง สีนในน้ำ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. เอกสารเกี่ยวกับแผนภาพโปร่งใส
5. เอกสารเกี่ยวกับโพลานิซัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนภาพโปร่งใสเป็นสื่อการสอน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

มโนคติเป็นคำแปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ นักการศึกษาและนักภาษาศาสตร์ของไทยได้พยายามหาคำแปลให้กะทัดรัด และมีความหมายตรงกับศัพท์เดิมให้มากที่สุดจึงได้มีคำว่า "สังกัป" "มโนทัศน์" "มโนภาพ" "ความคิดรวบยอด" "มโนคติ" และ "มโนคติ" ผู้วิจัยขอใช้คำว่า "มโนคติ" เพียงคำเดียว

ความหมายของมโนคติ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนคติไว้อย่างต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

พรหมทิพย์ ม้ามณี (2520 : 8) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับการเรียนการสอน ความเข้าใจของตนเอง รู้จักข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้อมาสัมพันธ์กัน

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28) กล่าวว่า มโนคติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันอาจจะเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น นำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนคติไว้ว่า "มโนคติ หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้"

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533 : 142) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า "มโนคติ คือความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้ และความเข้าใจนั้น มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของบุคคล"

กู๊ด (Good. 1959 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้สามลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรม หรือวัตถุ
3. ความรู้สึนึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

แมคโดแนล (McDonald. 1959 : 134 - 135) กล่าวว่า มโนคติคือ การจำแนกประเภท กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น ๆ มาแยกแยะและสรุปรวบยอด

เดอ เซคโค (De Cecco, 1968 : 388) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า "มโนคติ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้านี้อาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคล ตามปรกติเรากำหนดมโนคติด้วยชื่อ เช่น หนังสือ สงคราม ฯลฯ"

จากความหมายของ "มโนคติ" ตามที่นักการศึกษาของไทยและต่างประเทศให้ความหมายไว้จะเห็นได้ว่ามีความหมายเดียวกันคือ มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม และ คุณลักษณะร่วมของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

บริชา วงศ์ศิริ (2525 : 247) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 28) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม และนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนคติหนึ่ง ๆ อาจจะเกิดจากการนำเอามโนคติหลาย ๆ มโนคติ มาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้นมโนคติทาง วิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง

สมจิต สวณไพบุลย์ (2526 : 3) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนเรานี้ต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเรานำเอาประสบการณ์ แสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะ ความเหมือน ความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้าง เป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือ พยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531 : 4) ได้ให้ความหมายของมโนคติทาง วิทยาศาสตร์ว่า คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

โรเม (Romey. 1968 : 122) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริง และประสบการณ์

ซัน และโทรบริดจ์ (Sun and Trowbridge. 1973 : 17) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้และสรุปรวมออกมา

จากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แต่ละท่านได้ให้ไว้ จะเห็นได้ว่า มีความหมายเหมือนกับความหมายของมโนคติทั่วไป เพียงแต่มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในข้อเท็จจริงและหลักการหรือข้อสรุป ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล เกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ศิริ (2525 : 247 - 248) ได้จัดแบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. มโนคติที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเล เป็นน้ำกระด้าง สสารคือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนคติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนคติด้อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์ หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงคือ อำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน

3. มโนคติทางทฤษฎี มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามีสิ่งนั้นอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนคติประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการ หรือนึกภาพขึ้นในสมอง เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น เช่น แสงเป็นคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้า อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 52 ; อ้างอิงมาจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524 : 6 - 7)

1. มโนคติที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่
2. มโนคติที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. มโนคติที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจมโนคติเหล่านี้ได้จะต้องมีมโนคติเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

เพลล่า ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ (Romey. 1968 : 115 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34)

1. มโนคติเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง เช่น แผลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา สัตว์เป็น 3 ท่อน
2. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่
3. มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับทางทฤษฎี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มีขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น อะตอมคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบไปด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

จากเอกสารเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่า นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้แบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คล้ายกัน ซึ่งมีมโนคติแต่ละประเภทก็มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน การเรียนรู้มโนคติจึงขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของมโนคติแต่ละประเภทดังกล่าว สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ประเภทของมโนคติตามที่พล่าได้แบ่งไว้เป็นแนวทาง คือ มโนคติเกี่ยวกับการจำแนก มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และมโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี

ความสำคัญของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2526 : 59 - 60) กล่าวว่า มโนคติมีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอน และการดำรงชีวิตของมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องเกิด ความต้องการตามวิถีทางของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนคติเป็นรากฐานแทบทั้งสิ้น เพราะมโนคติเป็นแก่นของความรู้ หรือที่เรียกว่า "ความคิดหลัก" เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่มีประสบการณ์มากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่า หรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนคติเพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้ว ความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถจะบรรจุทุกเรื่องของวิทยาการความรู้นั้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่ง ไปที่มโนคติเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางรวดเร็วถึงแก่นของความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ วารินทร์ รัศมีพรหม (2532 : 81) ที่กล่าวว่า มโนคติเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ในโลกของเรา เพราะถ้าปราศจากการจับกลุ่มของเหตุการณ์หรือความคิดต่าง ๆ แล้ว เราจะต้องเรียนรู้แต่ละเหตุการณ์ หรือแต่ละความคิด ซึ่งจะมีมากมายเหลือเกิน เกินความสามารถในการจำของมนุษย์ได้

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533 : 148 - 149) กล่าวถึงความสำคัญของมโนคติว่า มโนคติมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มาก และเป็นพื้นฐานที่จำเป็น

ต่อการพัฒนาเนื้อหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะจะแทรกอยู่ในเนื้อหาคำถามเป็น วิทยาศาสตร์

ดีส์ ((Deese. 1959 : 415) กล่าวว่า มโนคติเป็นรากฐานสำคัญของ การเรียนมนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นกับมโนคติเป็นสำคัญ

ออซูเบล (Ausubel. 1968 : 505) ได้กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของ ทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คน อยู่ในโลกของมโนคติมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ เพราะว่าพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของ มนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านการคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนแต่ ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนคติทั้งสิ้น

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977 : 109) กล่าวถึงประโยชน์ของมโนคติไว้ว่า มโนคติเป็นความคิดที่คนสร้างขึ้นเพื่อจัดระบบประสบการณ์และความรู้ ลดความซับซ้อนของสิ่ง ต่าง ๆ ในโลก

จากเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของมโนคติที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า มโนคติเป็นความคิด พื้นฐานที่สำคัญของการคิดในลักษณะอื่น ๆ และควรที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติเป็นอันดับแรก เพราะบุคคลที่มีมโนคติถูกต้องย่อมสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย และมีคุณภาพ มากขึ้น

การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 31 - 32) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ แก่นักเรียน ไว้ดังนี้

1. การใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน
2. ควรจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงมากที่สุด เท่าที่ โอกาสจะอำนวย แต่อย่างไรก็ตามการนำเสนอประสบการณ์รอง เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือ ภาพยนตร์ ฯลฯ

มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติขึ้นได้ด้วยตนเองได้

3. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผลรู้จักสังเกต และรู้จักงานเอกลักษณ์เฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด และเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติต่อไป

4. ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน

สมจิต สวธนโพลย์ (2526 : 62) กล่าวว่า การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ก็คือการจัดกิจกรรมของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทมโนคติ และส่วนที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นตนเอง และได้เสนอแนะแนวทางในการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสนใจ ท้าทาย ชวนให้ นักเรียนแสวงหาความรู้

2. ครูสร้างคำถาม เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์ สมมติฐานและสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นมโนคติตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกน้อมมโนคติที่ได้เรียนรู้ไปในแก้ปัญหาใหม่ เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคตินั้น ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19 - 20) ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติไว้ว่า วิธีการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดมโนคติจะเน้นกระบวนการ (Process) วิธีการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการมุ่งเน้นที่ เนื้อหาสาระ (Contents) สำหรับตัวผู้สอน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัดกระบวนการเรียนการสอนมโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ก่อนจะสอนผู้สอนจะต้องศึกษาเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชานั้น ๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสาระที่นำไปสู่โมเดลที่แท้จริง ผู้เรียนจะได้เข้าใจถึงแก่นแท้ของวิชาได้ง่าย ไม่เสียเวลาการเรียนรู้และสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

2. ผู้สอนจะต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนในด้านการเจริญเติบโต ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและผู้สอน จะต้องจัดบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย

3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้พยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา การส่งเสริมความริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดภายในใจหรือการถูกคิด (Intuitive Thinking) ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหาเหตุผล การสร้างสมมติฐาน การเก็บข้อมูล และการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือไม่

4. ผู้สอนจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าความชอบที่จะเรียนรู้ ส่วนการสร้างแรงจูงใจภายนอกนั้นจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนสนุกและสนใจกับการเรียน อันเนื่องมาจากการสร้างแรงจูงใจภายในสำหรับผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพราะจะมีอิทธิพลและส่งผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่างมาก

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า แนวทางการสอนให้เกิดมโนทัศน์นั้น ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดให้มากที่สุด และสามารถสรุปมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งตรงกับแนวทางในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (สมจิต สวอนไพลย์. ม.บ.ป. : 63 - 73 อ้างอิงมาจาก AAAS. 1970 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการด้วยกัน โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้คือ

1. ทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) จัดไว้ 8 ทักษะ
2. ทักษะเชิงซ้อน (Integrated Process Skill) จัดไว้ 5 ทักษะ

ทักษะเบื้องต้น

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ จมูก ตา ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะและรายละเอียดของสิ่งของ หรือ ปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ
2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูลรวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะได้วัดได้
3. การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนด คุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ปริมาตร หรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน
4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้
5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูด หรือการแสดง สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ
6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Spacetime Relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาหรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติหมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจาก เงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัด หรือนิยามปฏิบัติการได้ และบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางข้อความหรือข้อความทั้งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

นัยามปฏิบัติการณ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

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

1. การสังเกต (Obsevation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

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

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตรน้ำหนัก

และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

- 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

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

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบुरुบ 3 มิติ

ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปร่างของวัตถุ (2 มิติ)
ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น
บอกรูปร่างของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น

2 ส่วน

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่ง ได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่า

เป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง
การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยน
ไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับ
เวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่ง
ต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Numbers)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มา
คิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

- 5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- 5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด

จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณ

ที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผน การทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจัดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และ

เหมาะสมโดยคำนึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้

ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

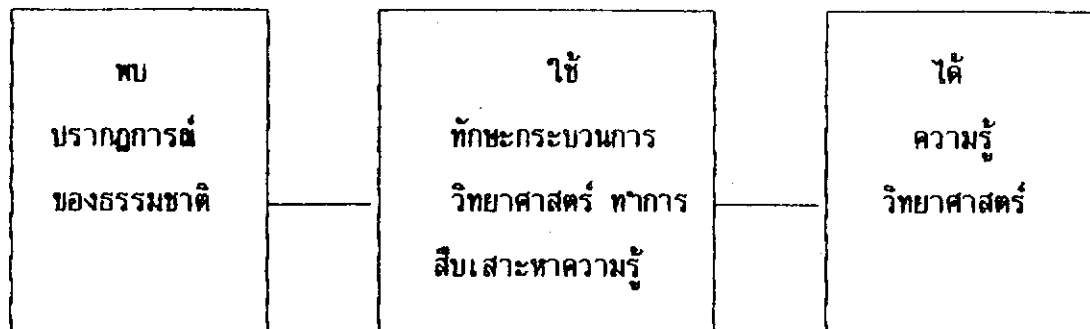
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภท
ใหญ่คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8
และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่
9 ถึง 13

เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ การใช้
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
(The Body of Knowledge) ด้วยตนเองในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) (วรรณทิพา รอดแรงคำ และวิมลพันธ์ เดชะคุปต์. 2532 : VII - VIII) ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และสร้างมโนคติได้ด้วยตนเอง โดยที่ปัจจัยเหล่านี้ จะช่วยเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นอันมาก โดยเฉพาะความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เป็นคนช่างสังเกตและช่างสงสัย เพื่อจะได้พยายามหาข้อมูลมาจัดความสงสัยนั้น จนในที่สุดจะเกิดมโนคติในเรื่องที่ศึกษานั้น และสามารถสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลทั้งมโนคติที่มีอยู่เดิมเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้หรือคำตอบอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง เป็นการเปิดโอกาสให้เขาได้กำหนดทิศทางและวิธีการแห่งการเรียนรู้โดยตนเอง วิธีการสอนแบบสืบเสาะจึงเป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ (วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531 : 40) ซึ่งวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น สมจิต สวธนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 110 - 111) ได้เสนอรูปแบบไว้ดังนี้



เกิดปัญหา

ตั้งคำถาม

อะไร...?

อย่างไร...?

ทำไม...?

การสังเกต

การวัด

การคำนวณ

การจำแนกประเภท

การหาความสัมพันธ์

ระหว่างสเปสกับ

สเปสและสเปสกับเวลา

การจัดกระทำข้อมูล

และสื่อความหมาย

การตั้งสมมติฐาน

การลงความคิดเห็น

การพยากรณ์

การทดลอง

การควบคุมตัวแปร

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล

ข้อเท็จจริง

มโนคติ

หลักการ

กฎ

ทฤษฎี

จากรูปแบบข้างบนนี้จะเห็นได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สวัตก์ นิยมคำ (2517 : 125) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีสอนที่ยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการหาความรู้เอาเอง ซึ่งในที่สุดนักเรียนก็จะค้นพบความรู้เองและเป็นความรู้ที่มีค่ามากกว่าการสอนแบบบรรยายและเป็นการสร้างผู้นำด้วย เป็นการสอนที่ตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์

อนันต์ จันทร์กวี (2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการสอนที่ทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซัน (Sund. 1973 : 37) ได้กล่าวไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiring) เป็นการค้นหาคำถามโดยเน้นที่วิธีการให้ได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวของความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษาค้นคว้า ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็จะเป็นการยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผนกำหนดวิธีการค้นหาคำถามความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะได้ค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบ ซึ่งจะตรงกับเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 21 - 22) ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการให้สังเกตกับแนวทาง (สน.) คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมให้ผู้เรียนทั้งในด้านความรู้และการสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง

2. **ชั้นสังเกต (ส.)** คือ ชั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้สังเกต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนา ในชั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์
 3. **ชั้นอธิบาย (อ.)** คือ ชั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบาย หรือหาสาเหตุของปัญหาข้อเท็จจริงในรูปของการใช้เหตุผล ในชั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎีฝึกการคิดแบบมีเหตุผล และฝึกการวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ หรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ
 4. **ชั้นทำนายและทดสอบ (ท.)** คือ ชั้นที่ครูจะช่วยให้นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะพิสูจน์คำอธิบายหรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้น โดยการฝึกให้รู้จักการทำนายผลเมื่อเราแปรค่าสาเหตุและฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย ตลอดจนการทดสอบสมมติฐานนั้น
 5. **ชั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (ค.)** คือ ชั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีแก้ปัญหาค้นพบไปใช้ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พระวิตร ชูศิลป์.
2524 : 5 - 6) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้
1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลองรวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา
 2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimen Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล
 3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในตอนนี้นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

สมจิต สวณไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) ได้แบ่งขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลองและแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่นอาจเป็นเอกสารหรือบุคคล
2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) หลังจากที่นักเรียนได้ข้อมูลแล้วจะต้องมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำข้อมูลเสียก่อน แล้วจึงจะตีความและลงข้อสรุป
3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ครูต้องเป็นผู้จัดสถานการณ์อย่างใหม่เพื่อจะดูว่านักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์นั้นได้จริงหรือไม่

ซุคแมน (Suchman. 1966 : 90 - 113) แบ่งขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญเพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะ อาจเป็นคำพูด คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้
2. ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบคิดต่อกันไปหรือทำการทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันก็ได้
3. ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปหรือขยายหรือสร้างแนวความคิดรวบยอดขึ้นใหม่ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

เอเซป (ASEP) (Australian Science Education Project. 1974 : 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ (The Situation with Provides the Stimulus for Inquiry)
2. ค้นหาแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้ (The Problem to Which a Salution is Sought)
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้ (The Conclusion Reached as the Result of Investigation)

ในขั้นตอนทั้ง 3 จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา (Formulation and Definition of the Problem) และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา (Search for a Salution) แทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่านักการศึกษาส่วนใหญ่ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้คล้ายคลึงกัน คือ มีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา และขั้นสรุปผลจากการค้นคว้าแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33 - 34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้เด็กคิด (Catalyst) โดยสร้างสถานการณ์ ชักชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน
2. เป็นผู้ให้การหนุนหลัง (Rein Forcer) เมื่อเด็กถามมาก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถามเพื่อให้เด็กเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างยิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ทวนกลับ (Feed Back Action) ครูจะเป็นผู้ทวนคำถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) ครูจะชี้ทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อเด็กออกนอกกลุ่มนอกทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน สร้างบรรยากาศให้เหมาะสมโดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ (Motivator) ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สวัตน์ นิยมคำ (2523 : 102) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีบทบาทสำคัญ 3 ประการดังนี้ คือ

1. ป้อนคำถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้จัดการป้อนคำถามจะต้องป้อนคำถามเก่ง จะต้องรู้ว่าคำถามอะไร ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กถึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิดนาน ๆ ครึ่ง ครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงสักครึ่งหนึ่ง พึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นนักถาม - แต่ไม่ใช่ผู้ตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้านักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้เพื่อเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่ม นักค้นคว้านั้น

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนให้มากที่สุด โดยการสร้างสถานการณ์และร่วมอภิปรายกับนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ด้วยตนเอง

4. เอกสารเกี่ยวกับแผ่นภาพโป่งใส

แผ่นภาพโป่งใสเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทวัสดุฉาย ที่มีคุณสมบัติเด่นเหนือสื่อประเภทเดียวกันหลายประการ สามารถใช้ได้กับกลุ่มผู้เรียนตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ ให้ภาพที่ชัดเจนแม้จะเป็นการฉายในห้องเรียนที่มีแสงสว่างตามปกติ วิธีใช้ก็ง่าย ผู้ใช้ใช้เวลา

ศึกษาเพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้ได้ และยังนำเอาเทคนิคการใช้ที่ดึงดูดใจมาใช้ได้มากมายหลายวิธี สามารถแสดงแนวความคิด กระบวนการ ข้อมูลต่าง ๆ เรื่องราวที่เป็นจริง สร้างสถานการณ์จำลอง ตลอดจนการสรุปย่อ ได้อย่างชัดเจน ในขณะที่ใช้แผ่นโปร่งใส ครูยังสามารถหันหน้าเข้าหาผู้เรียนได้ตลอดเวลา (เสาวณีย์ ลิกขาบัตติค. 2528 : 11) นอกจากนี้ พิลาส เกอมี (2520 : 38) ยังได้กล่าว แผ่นภาพโปร่งใสเป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งความหมายและผู้รับความหมาย ผู้ส่งความหมายแต่ละคนมีแนวความคิดแตกต่างกันในการวาดภาพหรือตัวอักษรเพื่อส่งความหมาย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่จะแปลความหมายเป็นภาพ ตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ลงบนแผ่นภาพโปร่งใส

ลักษณะของแผ่นภาพโปร่งใส

แผ่นภาพโปร่งใสมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ (Scuerzo. 1968 : 67)

1. แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา (Transparencies) เป็นภาพโปร่งใสชนิดที่เป็นแผ่นเดียวมีเนื้อหาสมบูรณ์ในตัว
2. แผ่นภาพโปร่งใสชนิดซ้อนภาพ (Overlays) เป็นภาพโปร่งใส 2 - 3 แผ่นเย็บติดกัน หรือติดขอบด้านหนึ่งเข้าด้วยกัน ซ้อนภาพลงไปทีละแผ่นจนเป็นภาพที่สมบูรณ์
3. แผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหว (Motion Transparencie) เป็นภาพโปร่งใสที่มีกรรมวิธีการผลิตโดยการพิมพ์ภาพสิ่งลงบนแผ่นโปร่งใสหลาย ๆ สี เรียงลำดับกันใช้ Polarizing Materials ติดลงไปบริเวณที่ต้องการให้ภาพเคลื่อนไหว เมื่อใช้กระจกตัดแสง (Polarizing Filter) ซึ่งหมุนด้วยมอเตอร์วางไว้เหนือแผ่นภาพโปร่งใส กระจกนี้จะตัดแสงของแต่ละสีทำให้คลื่นแสงไปทางเดียวกัน ภาพที่ปรากฏบนจอจึงดูเหมือนว่าเคลื่อนไหว

การเลือกแผ่นภาพโปร่งใส

การเลือกแผ่นภาพโปร่งใส เป็นขั้นตอนที่จำเป็นในกระบวนการใช้แผ่นภาพโปร่งใส การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนมิได้เริ่มต้นจากตัวสื่อ แต่จะเริ่มต้นจากจุดมุ่งหมายของการสอน ซึ่งจะต้องพิจารณาเนื้อหาของบทเรียน ตัวผู้เรียน งบประมาณ และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็น แล้วจึงตัดสินใจเลือกสื่ออื่น ๆ ให้มีความเหมาะสม

การเลือกใช้แผ่นภาพโปรงใส ควรพิจารณาดังนี้ (เสาวชัย ลิกขำบัณฑิต,

2528 : 15 - 16)

1. จุดมุ่งหมาย ต้องพิจารณาว่า แผ่นภาพโปรงใสนั้นทำขึ้นเพื่อใช้ในจุดมุ่งหมายอะไร เช่น เพื่อการฝึกทักษะ เจตคติ หรือความรู้ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในบทเรียนหรือไม่
2. เนื้อหา ต้องพิจารณาว่า แผ่นภาพโปรงใสนั้นมีเนื้อหาเหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอนหรือไม่ ตรงกับหลักสูตรหรือไม่ เนื้อหาทันสมัยหรือไม่ มีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
3. วิธีการนำเสนอ ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาว่ามีความเหมาะสมเพียงใด เช่น ถ้าเป็นแผ่นภาพโปรงใสแบบเคลื่อนไหว จะต้องพิจารณาว่าการเคลื่อนไหวมีความจำเป็นหรือไม่ เพราะจะทำให้ราคาของแผ่นภาพโปรงใสแพงขึ้น ถ้ามีการใช้สี สีสันมีความเหมาะสมเพียงใด การนำเสนอด้วยแผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ หรือรูปภาพ มีความจำเป็นและเหมาะสมเพียงใด
4. การทดลองใช้ ต้องตรวจสอบว่าแผ่นภาพโปรงใสดังกล่าว ได้ผ่านการทดลองใช้หรือไม่ การทดลองใช้มีความเชื่อถือได้เพียงใด เช่น การใช้กลุ่มตัวอย่างที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะนำแผ่นภาพโปรงใสไปใช้หรือไม่
5. ราคา ต้องพิจารณาราคาของแผ่นภาพโปรงใสที่จะเลือกซื้อว่าเหมาะสมคุ้มค่า กับการใช้สอนเพียงใด ถ้าราคาแพงมากต้องลองเปรียบเทียบกับสื่ออย่างอื่นว่าจะสามารถใช้ได้ผลพอกันหรือไม่ หรือดีกว่า ถ้าเป็นเช่นนั้นก็ควรที่จะเลือกใช้สื่อที่ถูกกว่า
6. กลุ่มผู้เรียน ต้องพิจารณาว่าแผ่นภาพโปรงใสนั้นจะนำไปใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดใด ซึ่งไม่ควรใช้เพื่อการเรียนเป็นรายบุคคล ควรจะใช้กับกลุ่มขนาดเล็ก ไปจนถึงขนาดใหญ่
7. การออกแบบ ต้องพิจารณาว่าแผ่นภาพโปรงใสได้ออกแบบส่วนต่าง ๆ ไว้เหมาะสมเพียงใด เช่น ขนาด และแบบตัวอักษร รูปภาพ และสีที่ใช้เหมาะสมหรือไม่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเพียงใด

การออกแบบแผ่นโปรงใส

ควรประกอบด้วยหลักต่อไปนี้ (สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท. 2533 :8)

1. หลักของความง่าย (Simplicity) ความคิดที่ซับซ้อนต้องแยกแยะออกมาให้ ง่าย แยกเป็นส่วน ๆ เสนอเนื้อหาเพียงความคิดเดียว กระบวนการผลิตต้องไม่ยุ่งยาก และมี เนื้อหาตรงตามวิชานั้น ๆ ตัวอักษรที่ใช้จะต้องอ่านได้ง่าย คำอธิบายที่มากมายต้องตัดทอนให้ ง่ายขึ้น

2. หลักของความเป็นเอกภาพ (Unity) เส้น สี ขนาด รูปร่าง พื้นผิวต้อง กลมกลืนกัน รวมทั้งความถูกต้องตามความเป็นจริง ต้นแบบที่เป็นแนวตั้งต้องปรับให้เป็นแนวนอน จะทำให้น่าดูกว่า

3. หลักของการย้ำ (Emphasis) จุดสำคัญจะต้องย้ำด้วยการใช้สี พื้นผิว ขนาด รูปร่าง เส้นสายตา และควรจะอยู่ในที่ซึ่งจะดึงดูดความสนใจได้มากที่สุด

4. หลักของความสมดุลย์ (Balance) ซึ่งมีความสมดุลย์ตามรูปแบบหมายถึงครึ่ง ของภาพแต่ละอันจะคล้ายกัน (Formal หรือ Symetrical Balance) ให้ความรู้สึกแบบหยุดนิ่ง กับความสมดุลย์นอกกรอบแบบ หมายถึง ครึ่งของภาพแต่ละอันจะไม่คล้ายกัน (Informal หรือ Asymetrical Balance) ซึ่งจะให้ความรู้สึกที่เคลื่อนไหวน่าดูกว่า

การออกแบบที่ดีย่อมจะทำให้มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์และการนำไปใช้ในการเรียน การสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประโยชน์ที่จะได้จากแผ่นโปรงใสย่อมเป็นผลมาจากการออกแบบ งานศิลป์ และวัสดุที่ใช้เป็นสำคัญ ขนาดของแผ่นโปรงใส พื้นที่ภายในกรอบจะอยู่ในขนาด 7 1/2" x 9 1/2"

ลักษณะของแผ่นภาพโปรงใสที่ดี

ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ (นิภา มีทองคำ. 2525 : 58)

1. การจัดภาพและข้อความควรบรรจุในเนื้อที่ประมาณไม่เกิน 8" x 9" จะวาง ภาพตามแนวนอนหรือแนวตั้งขึ้นอยู่กับการจัดภาพให้ดูสวยงาม ไม่แน่นจนเกินไป ข้อความสำคัญควร วางในระดับกึ่งกลางค่อนข้างบนของภาพ

2. ขนาดของตัวอักษรควรโตและเว้นช่องไฟห่างกว่าการเขียนธรรมดา ชื่อเรื่องควรโตกว่า 5 มม. และข้อความควรโตกว่า 4 มม. ความหนาควรประมาณ 0.4 มม.
3. จำนวนบรรทัดในหนึ่งแผ่นไม่ควรเกิน 8 บรรทัด และเว้นระยะห่างระหว่างบรรทัดให้เห็นชัดเจน เมื่อฉายภาพบนจอขณะฉายควรใช้เทคนิคการบังภาพให้ผู้ดูเห็นทีละบรรทัด
4. ใช้สีเฉพาะบริเวณที่ต้องการเน้นความสำคัญเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ดูและเพื่อความสวยงาม
5. ภาพที่แสดงควรมีรายละเอียดเฉพาะที่ต้องการ ไม่ยุ่งเหยิง ซับซ้อนหรือมีเส้นสับสน ควรจะเป็นภาพที่ดูง่ายและเข้าใจได้ทันที
6. ควรนำเสนอเป็นภาพหลายเส้น ใช้สัญลักษณ์หรือข้อความที่สั้น ๆ กระชับรัดกุมและได้ใจความ
7. ในภาพหนึ่งแผ่นควรมีจุดมุ่งหมายเพียงอย่างเดียว หรือเป็นการเปรียบเทียบเพียงอย่างเดียวเท่านั้น
8. ไม่ควรจัดภาพและตัวอักษรแน่นจนเกินไป
9. การนำเสนอภาพอาจเป็นข้อความ แผนภูมิ แผนสถิติ แผนที่ การ์ตูน และภาพซ้อน

ข้อดีของการใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการเรียนการสอน

แผ่นภาพโปร่งใสมีข้อดีดังต่อไปนี้คือ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2520 : 78 - 79 และประหยัด จีรวรงค์. 2527 : 143)

1. เครื่องฉายตั้งอยู่หน้าชั้นเรียน ครูจึงหันหน้าเข้าหานักเรียนอยู่เสมอ
2. รายละเอียดเล็ก ๆ สามารถขยายให้ใหญ่ได้
3. ใช้ประกอบการสาธิตและการทดลองได้
4. ใช้ในการทดสอบได้
5. ใช้ทบทวนบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว
6. สามารถเขียนหรือลบตัวหนังสือและรูปภาพได้ในขณะทำการสอน

7. ครูสามารถผลิตแผ่นภาพโปร่งใสขึ้นมาใช้ประกอบการสอนด้วยตนเองได้
8. ครูสามารถฉายได้ด้วยตนเองไม่ต้องมีผู้ช่วย ดังนั้นครูจึงใช้ได้ตามความประสงค์และสอดคล้องกับคำอธิบายของครู
9. ใช้เทคนิคในการฉายได้มากมาย เช่น ทำให้เกิดภาพเคลื่อนไหว การปิดหรือบังภาพ ฯลฯ
10. สามารถใช้ในห้องเรียนธรรมดาได้ เนื่องจากเครื่องฉายมีกำลังส่องสว่างสูง และไม่ต้องใช้เนื้อที่มาก ทำให้บรรยากาศในการเรียนเป็นปกติ ไม่มีอะไรยุ่งยากซับซ้อนมากเกินไป
11. ใช้กับกลุ่มผู้เรียนจำนวนมากได้
12. ครูสามารถเตรียมบทเรียนไว้ล่วงหน้าได้เป็นอย่างดี

หลักการใช้แผ่นภาพโปร่งใสกับเครื่องฉายภาพโปร่งใส

แนวทางที่จะทำให้เกิดผลสำเร็จเมื่อใช้แผ่นภาพโปร่งใสกับเครื่องฉายภาพโปร่งใส มีดังนี้ (สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท. 2533 : 7)

1. แผ่นโปร่งใสใช้สำหรับการเน้นจุดสำคัญ และเป็นเครื่องมือเสริมเท่านั้น
2. คำบรรยายในภาพ ใช้เฉพาะคำที่มีความสำคัญ
3. ภาพและสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนแผ่นโปร่งใสควรสะอาดและดูเข้าใจได้ง่าย
4. ต้องแน่ใจ ผู้นั่งแถวหลังสุด ควรจะมองเห็นภาพ และอ่านตัวหนังสือได้
5. ภาพที่มีลักษณะง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน จะช่วยให้เกิดความเข้าใจดีกว่าภาพสลับซับซ้อน
6. โปรดอย่ายืนบังแสงจากเครื่องฉายที่ส่องตรงไปยังจอ หรือยืนบังอยู่ระหว่างจอกับผู้ฟัง
7. เปิดสวิตช์เครื่องฉายเมื่อท่านจะใช้เครื่องและปิดสวิตช์หลังจากได้เสนอภาพแต่ละภาพแล้ว

8. ทำให้แผ่นโปร่งใสเคลื่อนไหว โดยการวาดภาพขึ้น วางวัตถุบางอย่างบนแผ่นโปร่งใส
9. ใช้ดินสอ ไม้กลาสติกที่ได้ทำสีน้ำตาลละลายไว้ หรือกึ่งก้านของต้นไม้ ชี้ภาพในขณะบรรยาย อย่าชี้ภาพบนจอ
10. ทำเครื่องหมาย วงกลม หรือเขียนเพิ่มเติมด้วยปากกาเขียนแผ่นโปร่งใสในขณะบรรยาย
11. หากแสงจากเครื่องฉายทำควมรำคาญ หรือรบกวนสายตาของท่าน สามารถลดแสงได้โดยใช้ฟิล์มสีเหลือง วางบนเครื่องฉาย
12. อย่าเปิดเครื่องฉายมากเกินไปกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาของการบรรยาย

5. เอกสารเกี่ยวกับโพลารอยด์

มันส์ บุณประกอบ (2529 : 30 - 34) กล่าวว่า การทำให้มองเห็นภาพบนแผ่นภาพโปร่งใสมีการเคลื่อนไหวนั่นอาจทำให้โดยวิธีง่าย ๆ ดังนี้ ได้แก่ วิธีดึง ชัก หรือเปลี่ยนแผ่นปิดภาพ (ส่วนที่แสงจะฉายผ่านไปสู่จอ) บนแผ่นวัสดุฉายหรืออาจใช้วิธีหมุนตามทิศทางการเคลื่อนไหวแบบโคแบบหนึ่งที่ต้องการให้ปรากฏบนจอ

การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวโดยใช้ฟิล์มโพลารอยด์ เป็นวิธีหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เห็นการเคลื่อนไหวแบบภาพลวงตา โดยทำความเข้าใจและการหักเหของแสงตรงบริเวณที่ติดฟิล์มโพลารอยด์เปลี่ยนแปลงไปในรูปร่างต่าง ๆ ซ้ำ ๆ กัน จากการหมุนแผ่นโพลารอยด์ สปินเนอร์ (Polarized Spinner) ตัดแสงหน้าเลนส์ฉายทำให้ความเข้มของแสงเปลี่ยนแปลงไปตามการหมุนของแผ่นสปินเนอร์ ทำให้ดูเหมือนเกิดการเคลื่อนไหวตรงบริเวณที่ติดฟิล์ม (สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท. 2533 : 18)

นอกจากนี้ ชูเกียรติ ชัยชนะคารา (2533 : 30) ได้กล่าวว่า เครื่องโพลารอยด์เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งซึ่งจะช่วยทำให้ภาพที่เกิดจากการฉายแผ่นใสดูมีชีวิตชีวาเหมือนกับสามารถเคลื่อนไหวได้จริง เช่น ถ้ามีภาพน้ำตกฉายไปบนจอธรรมดาก็เป็นน้ำตกแบบภาพตาย แต่ถ้าติดแผ่นโพลารอยด์บนภาพ แล้วนำไปฉายผ่านเครื่องโพลารอยด์ ภาพน้ำตกนั้นจะดูเหมือนกับว่า น้ำตกมัน

ตกลงมาจริง ๆ ซึ่งเราสามารถจะนำมาประยุกต์ใช้กับบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมากมาย เช่น เรื่องการกรีดยาง วัฏจักรของน้ำ การไหลของโลหิต การเกิดลม เป็นต้น

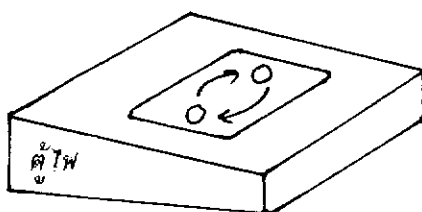
การผลิตแผ่นภาพโปรงใสโดยใช้ Polarmotion Film (สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท. 2533 : 18 - 19)

วัสดุ/อุปกรณ์

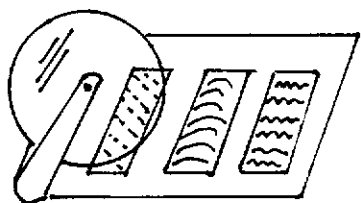
1. แผ่นภาพโปรงใสสำเร็จรูป
2. Polarmotion Film
3. Polarized Spinner
4. มีดคัดเตอร์

วิธีติดแผ่น Polarmotion Film

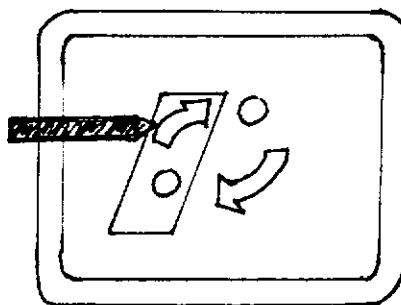
1. วางแผ่นภาพโปรงใสลงบนกล่องแสงหรือตู้ไฟ



2. เลือกแบบการเคลื่อนของแผ่นฟิล์มให้เหมาะสมกับภาพโปร่งใสซึ่งมีลวดลายการเคลื่อนหลายแบบ เช่นเคลื่อนที่เป็นรูปคลื่น เป็นเส้นตรง หนา บาง เล็ก ใหญ่ เคลื่อนเป็นแนวรัศมีเป็นการหักกระจายของก๊าซ เป็นแบบเปลวไฟ เป็นต้น แล้วนำมาวางทาบลงบนพื้นที่ที่ต้องการติด เขียนแนวการเคลื่อนที่ด้วยปากกาเขียนแผ่นโปร่งใสหรือดินสอสีอ่อน

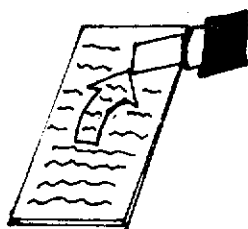


เลือกลาย



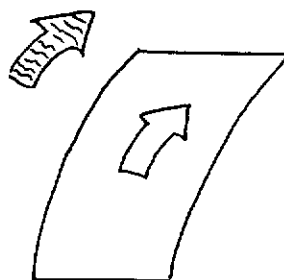
ร่างแนวการเคลื่อนที่

3. ใช้คัตเตอร์กรีดตัดตามรอยที่ร่างไว้



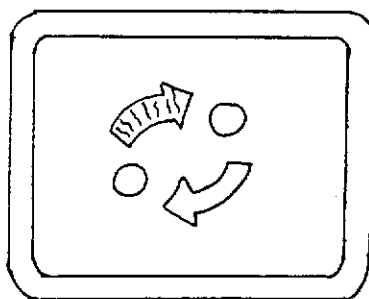
ตัดตามรอย

4. ลากแผ่นรองที่เป็นกระดาษด้านหลังออกทิ้งแล้วติดแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลด้านที่มี
กาวลงบนพื้นที่ที่ต้องการ



ลอกกระดาษรองออก

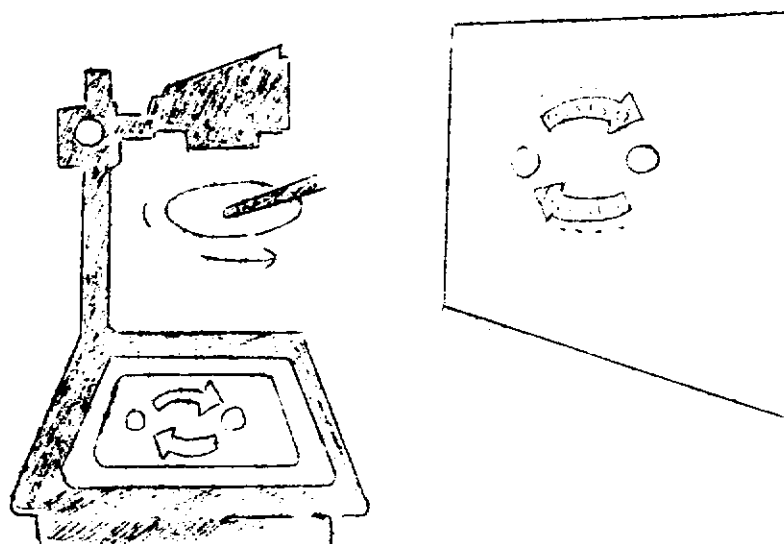
5. ใช้มือลูบให้แผ่นฟิล์มติดสนิทกับแผ่นโปร่งใส



ติดบนพื้นที่ต้องการ

วิธีใช้

การใช้แผ่นภาพโปร่งใสโพลีเอไมชั่นให้วางแผ่นภาพโปร่งใสบนแท่นฉาย
 เหมือนกับการฉายแผ่นภาพโปร่งใสทั่วไป ใช้แผ่นโพลีเอไมชั่น สปีนเนอร์ ชนิดหมุนด้วยมือไปหมุน
 ตัดแสงที่หน้าเลนส์ตัวบนก็จะทำให้ภาพที่ฉายไปปรากฏบนจอ ดูเหมือนมีการเคลื่อนไหว



หมายเหตุ ในการติดฟิล์ม

บนแผ่นภาพโปร่งใสควรติดด้านหลัง (ด้านที่วางแนบกับเครื่องฉาย) เพื่อสะดวกใน
 การเขียนเพิ่มเติมในการอธิบายจะ ไม่ทำให้ฟิล์มเลื่อนหลุดง่าย

แนวทางการแต่งสีบนแผ่นภาพโปร่งใสโพลายไมชั่น

ภาพโปร่งใสที่ติดนอกจากจะต้องมีเนื้อหาครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์ มีการออกแบบจัดวางองค์ประกอบของภาพและตัวอักษรถูกต้องตามหลักทางศิลปะแล้วก็ตาม แต่มีสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง ซึ่งผู้ผลิตแผ่นภาพโปร่งใสอาจจะมองข้ามหรือลืมนึกถึงความสำเร็จของมันไป สิ่งนั้นก็คือ "สี" สีที่เพิ่มเข้าไปในส่วนของแผ่นภาพโปร่งใส (นอกเหนือจากเส้นสีตามพื้นแผ่นโปร่งใสสีขาว) เป็นส่วนที่จะช่วยให้ทั้งผู้ใช้ และผู้ชมแผ่นภาพโปร่งใส นั้น ๆ เข้าใจเนื้อหา ที่นำเสนอได้ชัดเจนขึ้น (สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท. 2533 : 20)

แผ่นภาพโพลายไมชั่นที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แผ่นฟิล์มสีและสติ๊กเกอร์สีโปร่งใสในการแต่งภาพ ซึ่ง คูสิต สังข์ร่วมใจ (2531 : 31 - 32) ได้กล่าวว่า แผ่นฟิล์มสีและสติ๊กเกอร์สีโปร่งใสเป็นวัสดุแต่งสีสำเร็จรูปใช้สะดวก เนื่องจากเป็นเนื้อพลาสติกบางที่มีสีสดใสและมีกาวในตัวใช้ได้ทันทีเหมาะที่จะใช้ในการตกแต่งสีบริเวณภาพที่มีพื้นที่มากมีให้เลือกหลายสี มีขั้นตอนในการใช้ดังนี้

1. ยึดแผ่นภาพโปร่งใสบนโต๊ะพื้นเรียบหรือกระดาษรองตัด
2. ตัดแผ่นฟิล์ม (สติ๊กเกอร์) ให้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ที่จะตกแต่งเล็กน้อย
3. ลอกแผ่นกระดาษรองด้านหลังออก
4. ติดแผ่นฟิล์ม (สติ๊กเกอร์) ลงบนบริเวณที่จะแต่งสีให้แน่น ๆ รีดไล่ฟอง

อากาศออกให้ แผ่นกาวติดสนิทกับแผ่นโปร่งใส

5. ใช้มีดคัดเตอร์กรีดตัดตามรอยเส้นของภาพให้ขาดเฉพาะแผ่นฟิล์ม
6. ลอกส่วนที่ไม่ต้องการออกทิ้ง
7. กรีดบริเวณที่ติดแผ่นฟิล์ม (สติ๊กเกอร์) อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้แนบสนิท ก็จะได้

แผ่นภาพโปร่งใสที่มีสีสรรตามต้องการ

ถ้าบังเอิญออกแรงตัดมากเกินไปจนทำให้แผ่นภาพโปร่งใสขาดไม่ต้องตกใจสามารถแก้ไขได้ โดยใช้แผ่นโปร่งใสแผ่นใหม่ซ้อนเข้าไปด้านหลังแล้ว เข้ายอบกระดาษให้เรียบร้อย หรือจะใช้ซ้อนทับปะกบทั้งด้านหน้าและด้านหลังในลักษณะแซนด์วิชก็ได้

การตกแต่งแผ่นฟิล์มสีหรือสติ๊กเกอร์สีโปร่งใสควรตกแต่งบนด้านหลังแผ่นโปร่งใสที่วางติดกับแท่นเครื่องฉาย

การสร้างเครื่องสปีนเนอร์ (ชู่เกียรติ ชัยชนะดารา. 2533 : 31 - 33)

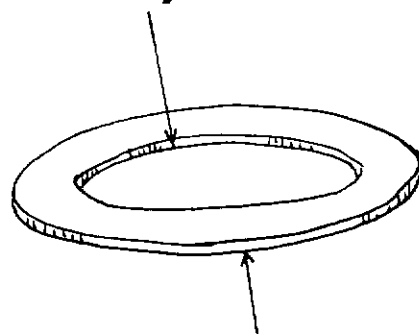
วัสดุ/อุปกรณ์

1. แผ่นโพลารอยด์ใช้ทำโพลาริซิงสปีนเนอร์ขนาด 12 x 12 ซม.²
2. แผ่นโพลารอยด์การ์ดเป็นสติกเกอร์สำหรับติดปิดบนแผ่นใส
3. มอเตอร์ 12 โวลต์ 1 ตัว
4. พลาสติกหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 15 x 15 ซม.²
5. พลาสติกกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. หนา 1 ซม.
6. ฝาครอบพลาสติกกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม.
7. ท่ออะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ยาว 25 ซม.
8. กาวพลาสติกอะคริลิก
9. อะลูมิเนียมแผ่นกว้าง 1.5 ซม. ยาว 20 ซม.

การดำเนินการ

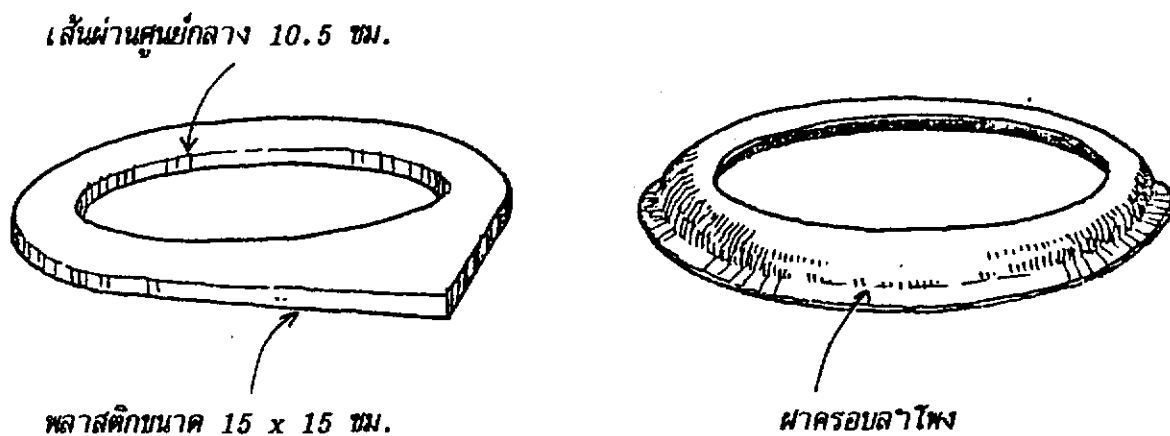
1. ตัดแผ่นพลาสติกกลมเป็นวงกลม ตามรูป

วงในเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.5 ซม.

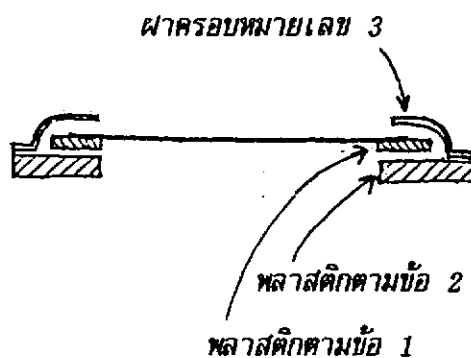


วงนอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 14.5 ซม.

2. ตัดแผ่นพลาสติกหนา 3 มม. ขนาด 15 x 15 ซม.² แล้วเจาะรูตรงกลาง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 ซม. ตามรูป

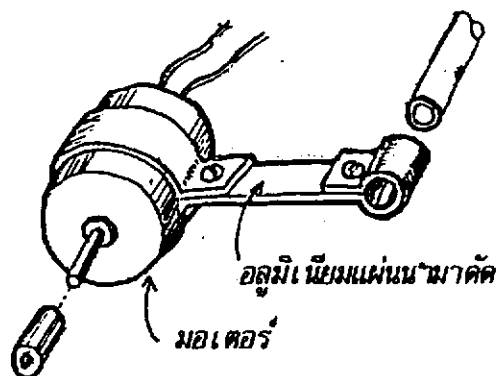


3. นำฝาครอบวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. วางทับบนพลาสติกในข้อ 2 โดยมีพลาสติกในข้อ 1 อยู่ตรงกลาง และหมุนได้คล่องตัว ดังรูป

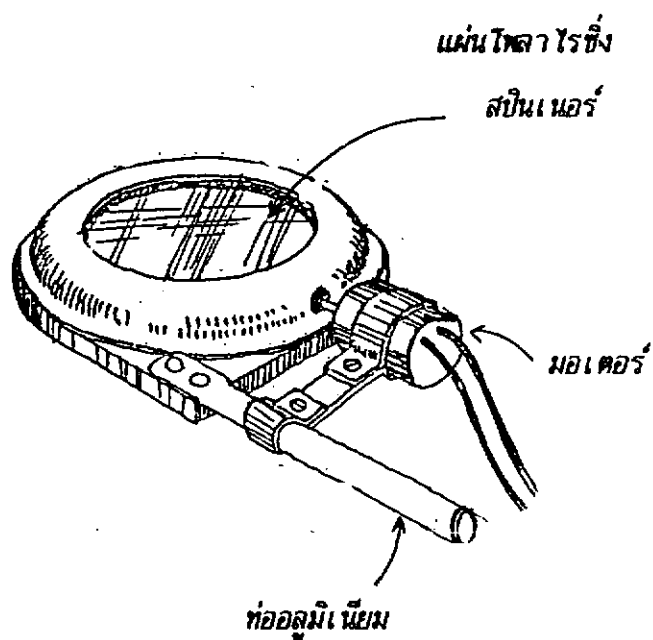


4. เจาะรูพลาสติกหมายเลข 3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. เพื่อให้แกนมอเตอร์ เข้าได้

5. นำอลูมิเนียมแผ่นมาฉนวนรอกมอเตอร์แล้วขันน็อตให้แน่น ตามรูป



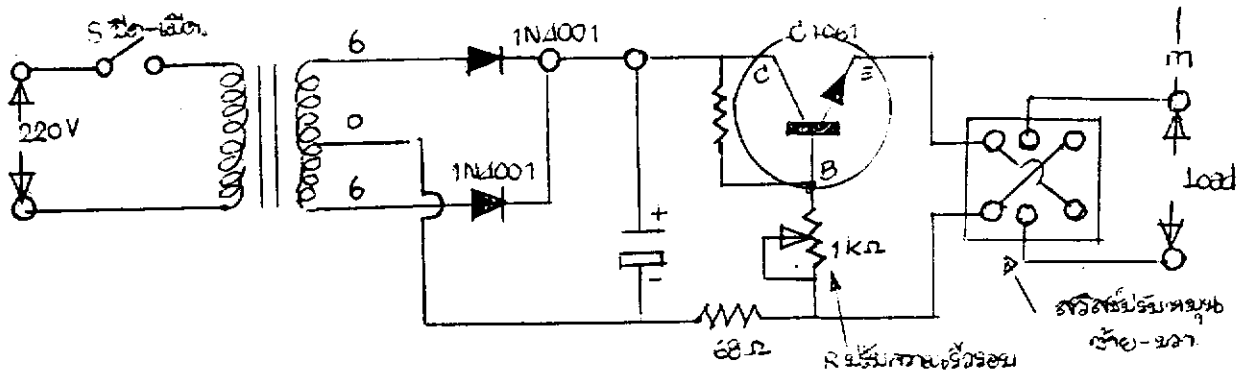
6. นำเอาไส้ไก่ยางรถจักรยานมาสวมบนแกนมอเตอร์ เพื่อเพิ่มความเสียด
7. นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบกันเป็นตัวสปินเนอร์ ดังรูป



8. นำเอาแผ่นโพลารอยด์ สปินเนอร์ มาตัดเป็นวงกลม แล้วติดกับวงกลมตามข้อ 1 ด้วยกาวยาง

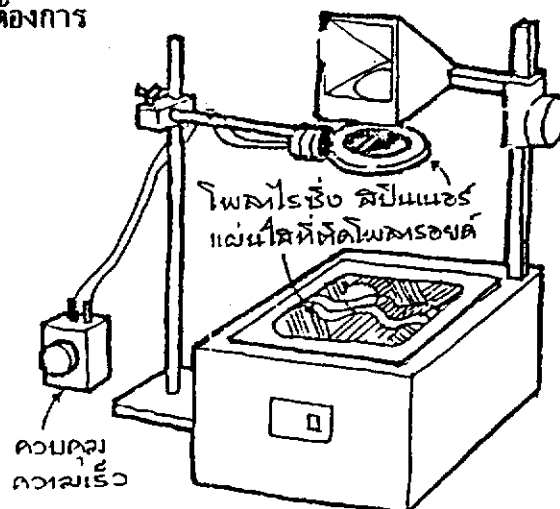
ตัวควบคุมความเร็วของมอเตอร์

ในการทำให้ผ่านโพลาริซิงสปินเนอร์ หมุนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมความเร็วให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสมกับภาพที่สร้างขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเร็วหรือช้า และต้องสามารถกลับทิศทาง การหมุนของมอเตอร์ได้ด้วย เพื่อกลับทิศของการเคลื่อนที่ โดยต่อเป็นวงจรดังรูป



การนำไปใช้งาน

นำเอาแผ่นโพลาริซิง สปินเนอร์ ติดตั้งบนขาตั้งแล้วเลื่อนปรับระยะให้อยู่ได้เลนส์ฉายของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะพอดี แล้วต่อสายจากมอเตอร์เข้าไปยังวงจรควบคุมความเร็ว เมื่อนำแผ่นใสที่ติดแผ่นโพลารอยด์การด์ไว้แล้วมาวางบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ฉายภาพขึ้นจอ ความเข้มของแสงจะลดลงเล็กน้อย เมื่อเปิดเครื่องโพลาริซิงก็ทำให้ภาพที่ปรากฏบนจอเกิดการเคลื่อนไหวตามต้องการ



หมายเหตุ ควรเปลี่ยนไส้ไก่ที่สวมบนแกนมอเตอร์ทุกครั้งหลังจากใช้งาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ด้านเคมีทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

มงคล เอี่ยมสาอังกค์ (2516 : 135) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยตอนหนึ่งพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะส่งผลต่อการเรียนรู้เคมีมากกว่าการสอนแบบอธิบายเคมี

ชาอุทัย จรตระการ (2524 : 53) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบอุปมาน และอนุมาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอนุมานมีผลสัมฤทธิ์ด้านเคมีทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอุปมานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา กล้ารัมย์ (2526 : 73 - 74) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านเคมีทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธี ไม่แตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านเคมีทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ

3. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านเคมีทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

สมชัย กุศลนิรักษ์ (2528 : 60 - 63) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีที่เหมาะสมในการสอนเคมีของมวลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนหนึ่งเป็น

กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อีกห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งครูใช้วิธีสอนแบบตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) ผลปรากฏว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในมิติของมวลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีรกร รุ่งโรจน์ (2530 : 97 - 99) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แผนภาพใบเรียงใบประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมิติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านมิติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติศักดิ์ เสมอธรรมานนท์ (2531 : 71) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปประกอบ กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมิติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 50 - 51) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า การสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมิติไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

เพล (Peel, 1968 : 724) ได้ศึกษาการสอนในมิติโดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำการสอนแบบแนะนำให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ด้วยการชี้แนะ ด้วยคำถามตามสถานการณ์เพื่อให้ทราบในมิติด้วยตนเองและแบบบอกในมิติให้นักเรียนแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบแนะนำให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถามตามสถานการณ์ สามารถเรียนรู้ในมิติได้ดีที่สุด

บาบิเกียน (Babikian. 1971 : 201 - 209) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง วิธีสอนแบบปฏิบัติการและวิธีสอนแบบบอกให้รู้ในการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักการของอาร์คมีดีส ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 8 ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบอกให้รู้และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

จากงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นเหมาะสมในการสอนให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และจากผลงานวิจัยดังกล่าว ได้มีการใช้นวัตกรรมหลายชนิดมาประกอบการเรียนการสอนด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้โพลีโน้ต ซึ่งเป็นนวัตกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่จัดอยู่ในจำพวกโสตทัศนูปกรณ์ โดยนำมาทดลองสอนตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47 - 48) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัมพันธระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

เขาวนีย์ อายะวงศ์ (2526 : 57 - 59) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาคู่การใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับด้วยการใช้ครูฝึก ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน

60 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปรีชา กล่ำรัมย์ (2526 : 74) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

สุมาลี พลราษฎร์ (2529 : 80) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูน กับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู ผลปรากฏ ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสังเกต การจำแนกประเภทการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60 - 61) ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยชุดการเรียนด้วยตนเองและที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. ผลการศึกษปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

คัมเบอร์ สุนศรี (2530 : 99 - 100) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

แวนเนค (Vanek. 1974 : 1522 - A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนให้เรียนทำกิจกรรม และเรียนโดยใช้หนังสือเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลการทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การใช้นวัตกรรมในการเรียนการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ผลการวิจัยพบว่า มีทั้งทำให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้นและไม่แตกต่างกัน และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่มีการปฏิบัติจริงสามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้โพลีไมซ์ประกอบการสอนทดแทนการปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู นอกจากนี้ยังม้งานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ผู้วิจัยจึงใช้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

3. งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผ่นภาพโปร่งใสเป็นสื่อการสอน

งานวิจัยภายในประเทศ

นวลจันทร์ มาลากรอง (2515 : 64) ได้ทำการทดลองสอนวิชาชีววิทยาระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอน อีกกลุ่มหนึ่งเรียนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า ถ้าเนื้อหาของบทเรียนนั้นไม่แสดงเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าเนื้อหาของบทเรียนนั้นแสดงเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว กลุ่มที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบบรรยาย

วิสิฐ ทองแสง (2515 : 54 - 80) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปแก่นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสชนิดเคลื่อนไหวและชนิดไม่เคลื่อนไหว ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากแผ่นภาพโปร่งใสชนิดเคลื่อนไหวสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสชนิดไม่เคลื่อนไหวสำหรับความคงทนในการจำของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สมาน เจตระการ (2516 : 40) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบต่าง ๆ ผลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเนื้อหาวิชาแบบโครงสร้างของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ และแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าที่เรียนด้วยกระดานชอล์ค

2. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเนื้อหาวิชาแบบขบวนการของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ และแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา สำหรับกลุ่มที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

3. แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ แผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหว จะใช้เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาวิชาแบบโครงสร้างได้ดีกว่าแบบขบวนการ

อนุพงษ์ ๗ สงขลา (2523 : 41) ได้ทำการทดลองสอนเรื่อง "ประเทศไทย" แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวิธีการเสนอเนื้อหาต่างกัน 3 วิธี คือใช้แผ่นภาพโปร่งใส แบบซ้อนภาพด้วยเครื่องฉายภาพเหนือศีรษะ ใช้แผ่นภูมิโปร่งใสแบบซ้อนภาพและใช้แผนภูมิธรรมดา ผลปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แต่ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงนั้น สูงกว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยการสอนเนื้อหาวิธีเดียวกัน

วุฒิพงศ์ ดำรงพร (2524 : 152) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ เรื่อง "จุลินทรีย์" แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใส เป็นสื่อในการสร้างสถานการณ์จูงใจ ผลปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสร้างสถานการณ์จูงใจ โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง "จุลินทรีย์" สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนปกติ

วินิจ วงศ์รัตนะ (2525 : 72 - 76) ได้ทำการทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนคณิตศาสตร์ที่มีแผ่นภาพโปร่งใสชนิดซ้อนภาพ (Overlays) ประกอบและแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ขวัญใจ มหาสุภชัย (2526 : 43) ได้ทำการทดลองใช้แผ่นภาพโปร่งใสในการเพิ่มความสนใจในอาชีพงานด้านคำนวณแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการแนะนำอาชีพโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแล้ว มีความสนใจในอาชีพงานด้านคำนวณเพิ่มขึ้นกว่าก่อนได้รับการแนะนำอาชีพ และมีความสนใจในอาชีพงานด้านคำนวณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการแนะนำอาชีพแบบบรรยาย

วิรงรอง ไธจนกุล (2530 : 100 - 110) ได้ทำการทดลองใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใส ประกอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

งานวิจัยต่างประเทศ

ชานส์ (Chance. 1961 : 17 - 18) ได้ทำการทดลองใช้แผ่นภาพโปร่งใส ประกอบการสอนวิชาเรขาคณิต หลักสูตรวิศวกรรมที่มหาวิทยาลัยเท็กซัส เปรียบเทียบกับการสอน โดยใช้กระดานชอล์ค ผลปรากฏว่า

1. การสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสสามารถประหยัดเวลาในการสอนได้ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้กระดานชอล์ค
2. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสมีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียน โดยใช้กระดานชอล์ค
3. ผู้เรียนและผู้สอนชอบการสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสมากกว่าการสอนโดยใช้ กระดานชอล์ค เพราะว่าช่วยให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ
4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสได้เกรด "A" ถึง 64 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกระดานชอล์คได้เกรด "F" 75 เปอร์เซ็นต์

บรูคส์ (Brooks. 1965 : 5779 - 5780) ได้ทำการทดลองวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์จากการใช้แผ่นภาพโปร่งใสในการเรียนการสอน และความคงทนในการจำสำหรับการ เริ่มต้นเรียนวิชาช่างไม้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลปรากฏว่า

1. กลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วย การสอนตามปกติ
2. กลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสมีความคงทนในการจำสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การสอน ตามปกติ
3. ครูให้การสนับสนุนการใช้แผ่นภาพโปร่งใส เพราะช่วยเพิ่มความสนใจให้ นักเรียนลดเวลาการบรรยาย และสนับสนุนให้เกิดการใช้เทคนิคต่าง ๆ เพิ่มขึ้น
4. แผ่นภาพโปร่งใสทำให้การเรียนการสอนเป็นรูปธรรมมากขึ้น

เพอร์ลเบอร์ และเรช (Perlburg and Resh. 1967 : 1) ได้ศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตบรรยาย และวิชาอุทกศาสตร์ของนักศึกษาแห่ง สถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย เมืองโฮฟา ประเทศอิสราเอล โดยเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสกับ

การเรียนตามปกติ โดยให้นักศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองเรียนวิชาเรขาคณิตบรรยายจากแผ่นภาพโปร่งใสและนักศึกษาปีที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองเรียนวิชาอุทกศาสตร์จากแผ่นภาพโปร่งใส ทำการทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ผลการทดลองปรากฏว่า

1. นักศึกษาในกลุ่มทดลองโดยเฉพาะนักศึกษาที่เรียนอ่อนมีผลการเรียนดีขึ้น
2. ช่วยลดระดับความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาใน

กลุ่มทดลอง

3. นักศึกษาชอบการเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสมากกว่า

เบนดีเซ็น (Bendixen. 1970 : 692 - A) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้แผ่นภาพโปร่งใสสอนวิชาเกษตรกรรมในโรงเรียนมัธยมเกษตรกรรม 12 โรงเรียน ในรัฐไอโอวา ทำการสอนทั้งหมด 4 เรื่อง ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสชนิดเดียวได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสหลายชนิดรวมกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คูเปอร์ (Cooper. 1970 : 4156 - A) ได้ศึกษาผลการทบทวนแผ่นภาพโปร่งใสที่ผ่านการวิเคราะห์ว่าเหมาะสมแล้วมาสอนวิชาธุรกิจทั่วไป ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำการทดลอง 4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า

1. แผ่นภาพโปร่งใสช่วยปรับปรุงความสนใจ ช่วยจูงใจ ทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนและครูชอบใช้มากกว่าการใช้กระดานขอสลัด ในการแสดงรูปภาพ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสและการสอนปกติไม่แตกต่างกัน
3. ความคงอยู่ในการจำของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน
4. การทดสอบระดับสติปัญญาของกลุ่มที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสวัดเมื่อเรียนจบแล้วสูงขึ้นกว่าเดิม

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้แผ่นโปร่งใสเป็นสื่อการสอนดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าแผ่นโปร่งใสเป็นสื่อการสอนที่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ประหยัดเวลาในการสอนของครู และสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ทำให้ทราบว่าแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวเหมาะที่จะใช้กับเนื้อหาที่แสดงให้เห็นขบวนการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้โพลีไมชั่น

ซึ่งเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ช่วยให้แผ่นภาพโปร่งใสเคลื่อนไหวได้มาประกอบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนสามารถที่จะสืบเสาะหาความรู้จากแผ่นภาพโพลายไม์ชั้นที่แสดงให้เห็นเนื้อหา โครงสร้าง และกระบวนการทดลองที่เหมือนเคลื่อนไหวได้จริง ซึ่งน่าจะทำให้ผู้เรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม์ชั้น กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม์ชั้น กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม์ชั้น กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางทฤษฎีแตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม์ชั้น กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 64 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 48 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มทดลอง จำนวน 24 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไม้นั้น
2. กลุ่มควบคุม จำนวน 24 คน เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยสุ่มจากประชากรทั้งหมด 64 คน จำนวน 2 ห้องเรียน
2. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง มาจับคู่เรียงตามลำดับคะแนนได้ทั้งหมด 24 คู่ จำนวน 48 คน
3. แยกแต่ละคู่เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง "สินในน้ำ" ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

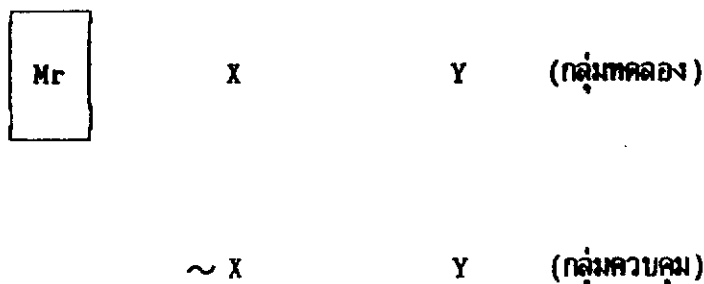
1. มหาสมุทรลึกลึก
2. แหล่งอาหารที่สำคัญของโลก
3. แหล่งอาหารในน้ำของประเทศไทย
4. ปิโตรเลียมและแหล่งแร่
5. พลังงานจากแหล่งน้ำ
6. การอนุรักษ์และพัฒนาสินในน้ำ

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 สอนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Experimental group - control group : Matched subjects (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2521 : 60) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้



สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมชั้น ...
- ~ X แทน การสอนตามคู่มือครู
- Y แทน การทดสอบหลังเรียน
- Mr แทน เลือกสมาชิกของกลุ่มตัวอย่างมาโดยการจับคู่ (Matching) และสุ่มแยกกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บทที่ 12 เรื่อง "สินในน้ำ" มี 2 แบบคือ
 - 1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมชั้น
 - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แผ่นภาพโหลาไมชั้น เรื่อง "สินในน้ำ"
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ศึกษารายละเอียดและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอน จากคู่มือครูและแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ว 204 เรื่อง สินในน้ำ

3. วิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหาวิชาเรื่อง สิ้นในน้ำ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ได้มโนคติแยกเป็น 3 ด้าน คือการแบ่งประเภท จำนวน 17 มโนคติ ความสัมพันธ์ จำนวน 11 มโนคติ และทฤษฎี จำนวน 6 มโนคติ

4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียน การสอนของแต่ละมโนคติ

5. สร้างแผนการสอน จำนวน 12 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

5.1 มโนคติทางวิทยาศาสตร์

5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

5.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม

5.4 กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้ง 2 แบบ คำเนิการดังนี้

5.4.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพ โหลาไมชั้น คำเนิการดังนี้

5.4.1.1 ขึ้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา

โดยใช้แผ่นภาพโหลาไมชั้นประกอบ

5.4.1.2 ขึ้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา

นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้น พร้อมทั้ง

เก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

5.4.1.3 ขึ้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแผ่นภาพโหลาไมชั้นมา

อภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้ ในชีวิตประจำวัน

5.4.2 แผนการสอนตามคู่มือครู คาเนนการดังนี้

5.4.2.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปัญหา (ขั้นอภิปราย
ก่อนการทดลอง)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้
ในแบบเรียนและคู่มือครู

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง
และข้อควรระวังในการทดลอง รวมทั้งการแนะนำการทำกิจกรรมอื่น ๆ

5.4.2.2 ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา (ขั้นปฏิบัติการทดลอง)
นักเรียนปฏิบัติการทดลองหรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ตาม
วิธีการในแบบเรียน

5.4.2.3 ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้
(ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน
ระหว่างครูและนักเรียน เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์
จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนท่าเรือพิทยาคม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี โดยคาเนนการดังนี้

7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนในกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น
ระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมาย กิจกรรมที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7.2 ทดลองสอนนักเรียนทั้งห้อง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ แล้วนำมา
ปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

การสร้างแผ่นภาพโหลาไมชั้น คำเนินการดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแผ่นภาพโหลาไมชั้นจากตำรา และเอกสารต่าง ๆ รวมทั้งคำแนะนำจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการสร้างแผ่นภาพโหลาไมชั้น
2. ศึกษาจุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 204) เรื่องสินในน้ำ
3. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสินในน้ำ เพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและกิจกรรมการเรียนรู้การสอนของแต่ละมโนคติ
4. กำหนดและวาดภาพโหลาไมชั้นโดยวิเคราะห์จากกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแต่ละขั้นตอน
5. สร้างแผ่นภาพโหลาไมชั้นตามภาพที่กำหนดไว้
6. นำแผ่นภาพโหลาไมชั้นที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านเทคโนโลยี ตรวจสอบแก้ไข
7. นำแผ่นภาพโหลาไมชั้นที่ตรวจสอบแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่าเรือพิทยาคม ดังนี้
 - 7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มย่อย บันทึกปัญหาต่าง ๆ และเวลาที่ใช้หลังจากเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของโหลาไมชั้น นำมาปรับปรุงแก้ไข
 - 7.2 ทดลองสอนกับนักเรียนทั้งห้อง เมื่อเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพโหลาไมชั้น โดยพิจารณาจากเกณฑ์การยอมรับข้อคำถามใดที่ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะยอมรับ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้จริงต่อไป

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติ จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สิ้นในน้ำ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ห่มโมติทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และมโนคติทางทฤษฎี
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ห่มโมติในข้อ 2
4. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อแก้ไขปรับปรุง
5. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าเรือพิทยาคม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 75 คน
6. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% ของจุฑา เต พาน เลือกเอาข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ (ดูภาคผนวก)
7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 60 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (Kuder Richardson-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทได้ค่าความเชื่อมั่น 0.50 มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.65 และมโนคติทางทฤษฎีได้ค่าความเชื่อมั่น 0.62

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. สร้างตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาเรื่อง สิ้นในน้ำ โดยวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สีนในน้ำ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุม ตามตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในข้อ 2

4. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบทดสอบที่แก้ไข ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าเรือพิทยาคม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ที่เรียนเรื่องนี้แล้วจำนวน 75 คน

6. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ เทคนิค 27% ของจุฑา เท พาน เลือกเอาข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปได้ จำนวน 27 ข้อ (คุณาคนวก)

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 60 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (Kuder Richardson - 20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.57

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทบทวนวิจัย
2. ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ ซึ่งมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.20 ถึง 0.85 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.8383 นำมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 จากนั้นจะแบ่งที่ได้มาจับคู่ได้ 24 คู่ แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพไหลาไม้นั้น กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน ในระยะเวลา กลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ

3.1 กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีไมชั่น

3.2 กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนตามคู่มือครู

4. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทักษะทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเคมีทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ตรวจสอบผลการสอน แล้ววิเคราะห์แนวโน้มที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 59)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 63)

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

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

Σx แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

Σx^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ด้านโมเดิตทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบ

เป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของพาน (Pan. 1952 : 6 - 32)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดิตทางวิทยาศาสตร์ และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2531 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

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

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ถึง 4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test 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 ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา ใน t-distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอตาราง และการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์และอักษรย่อดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม
$\bar{D}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
S _D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution

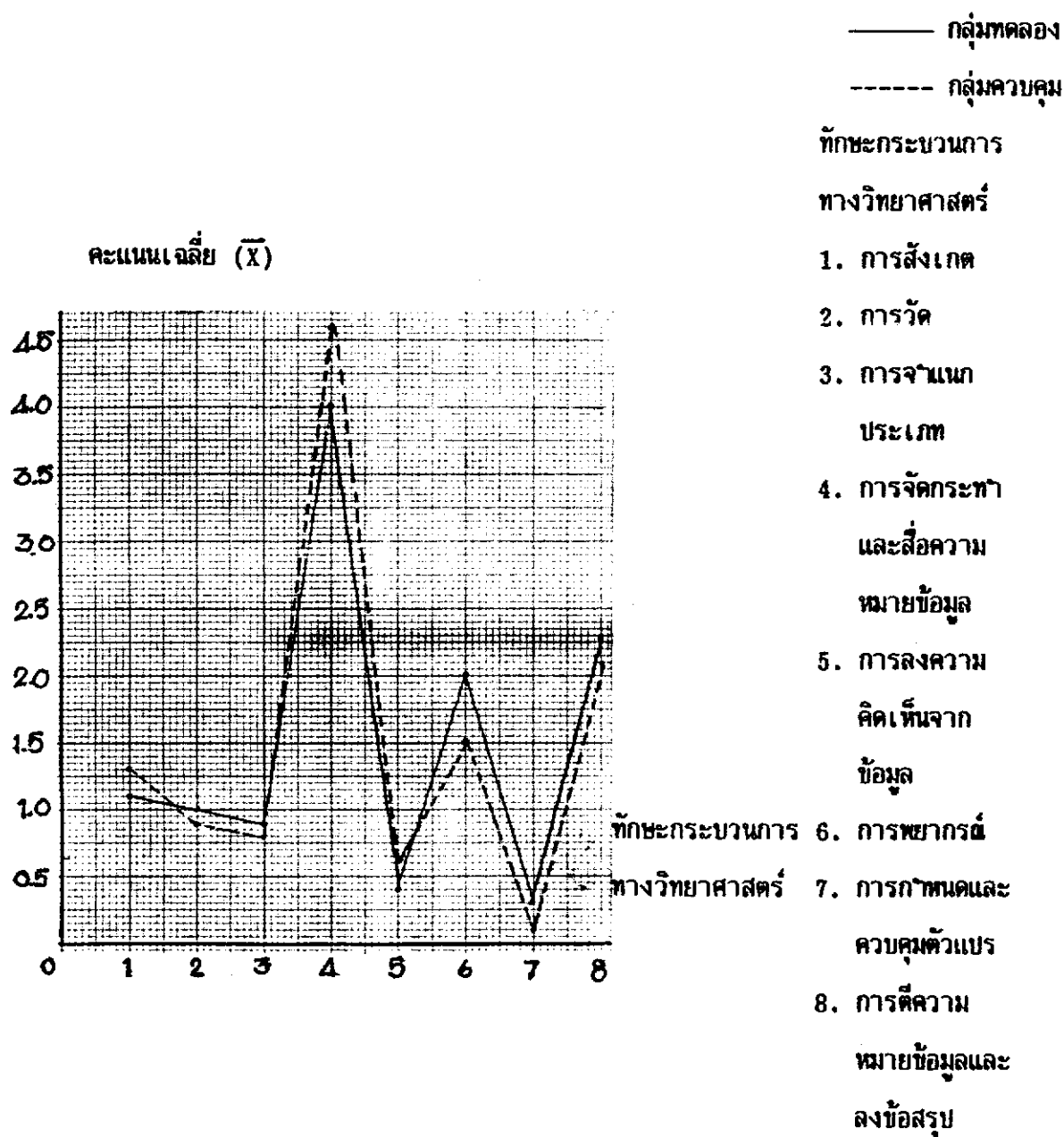
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอผลตามลำดับดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางทฤษฎี ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1. คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองมาแยกเป็นรายทักษะ ดังแสดงข้อมูลได้จากกราฟต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t-test ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S	$\bar{D}$	S _D	t
กลุ่มทดลอง	24	12.79	2.93			
				2.04	4.25	2.35*
กลุ่มควบคุม	24	10.75	3.10			

* $p < .05$ ($t_{.05} = 2.069$, $df = 23$)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีโน้นกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านโมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัย ได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านโมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านโมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S	$\bar{D}$	S _D	t
กลุ่มทดลอง	24	12.67	3.13			
				2.54	3.51	3.54*
กลุ่มควบคุม	24	10.13	3.39			

* $p < .05$ ($t_{.05} = 2.069$, $df = 23$)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพไหลาไม่ช้้นกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านโมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านเมตริกทางทฤษฎี ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านเมตริกทางทฤษฎี ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านเมตริกทางทฤษฎีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

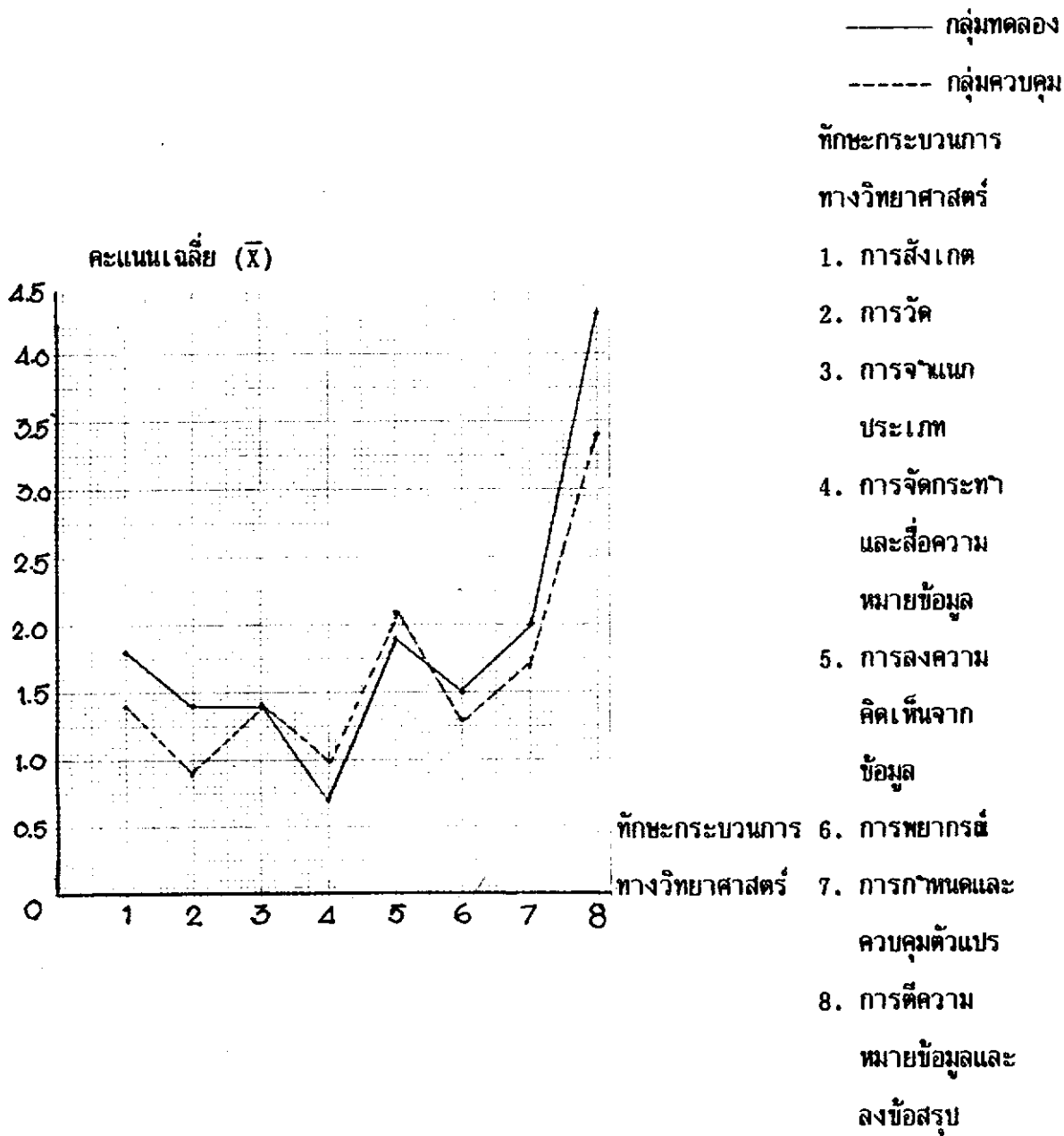
กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S	$\bar{D}$	S _D	t
กลุ่มทดลอง	24	10.04	3.43			
				0.75	4.05	0.91*
กลุ่มควบคุม	24	9.29	3.00			

$$t_{.05} = 2.069, \quad df = 23$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพไหลาไม่ชั้นกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านเมตริกทางทฤษฎีไม่แตกต่างกัน

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัย ได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง มาแยกเป็นรายทักษะ ดังแสดงข้อมูลได้จากกราฟต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง

เพื่อที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงได้นำคะแนนเฉลี่ยภายหลังการทดลอง มาวิเคราะห์โดยใช้ t-test ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S	$\bar{D}$	S _D	t
กลุ่มทดลอง	24	14.92	3.48			
				1.79	4.50	1.95
กลุ่มควบคุม	24	13.13	2.68			

$$t_{.05} = 2.069, df = 23$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีไมชั่น กับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า ทักษะการสังเกต การวัดและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มควบคุมมากกว่าทักษะด้านอื่น ๆ (ข้อมูลจากภาพประกอบ 2) โดยที่ก่อนการทดลองนั้น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน (ข้อมูลจากภาพประกอบ 1)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลา ไม่ขึ้นกับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสรุปลำดับขั้นและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลา ไม่ขึ้นกับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งจำแนกตามประเภทของโมเดลดังนี้
 - 1.1 โมเดลเกี่ยวกับการแบ่งประเภท
 - 1.2 โมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์
 - 1.3 โมเดลทางทฤษฎี
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลา ไม่ขึ้นกับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลา ไม่ขึ้นกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลา ไม่ขึ้นกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพไพล่าไม้นั้นกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลทางทฤษฎีแตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพไพล่าไม้นั้นกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 48 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีจับคู่ แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม กลุ่มละ 24 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพไพล่าไม้นั้น

2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.3 แผ่นภาพไพล่าไม้นั้น เรื่อง สิ้นในน้ำ

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ้นในน้ำ

เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท จำนวน 22 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.50

มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.65

มโนคติทางทฤษฎี จำนวน 18 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.62

2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ้นในน้ำ เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 27 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.57

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ดำเนินการสอนโดยใช้เวลาสอนกลุ่มละ 12 คาบ ดังนี้

กลุ่มทดลองสอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพไพล่าไม้นั้น

กลุ่มควบคุมสอนด้วยการสอนตามคู่มือครู

3.2 หลังการทดลองให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้าน
มโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 ตรวจสอบผลทดสอบ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประเภท ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-test แบบ Dependent
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโฟลว ไม่นับ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโฟลว ไม่นับ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางทฤษฎี ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโฟลว ไม่นับ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโฟลว ไม่นับ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท

จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมชั่น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เพราะมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นมโนคติที่บ่งถึงคำจำกัดความ หรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตหรือบ่งถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ ดังที่ เฟลล่า (Romey. 1968 : 1154 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34) กล่าวว่า มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทเป็นมโนคติเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะ หรือจัดประเภทข้อเท็จจริง ซึ่งในการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น คณะอนุกรรมการการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 31 - 32) ได้เสนอหลักการไว้ว่า ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติต่อไป ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมชั่นนั้น นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายจากการสังเกตแผ่นภาพโหลาไมชั่นที่ครูเป็นผู้สาธิต โดยนักเรียนจะมีจุดสนใจร่วมกัน คือ ที่จอภาพหน้าชั้นเรียน ดังนั้นครูผู้สอนจึงสามารถชี้แนะให้ผู้เรียนทุกคนได้สังเกตแยกแยะ และสรุปคุณสมบัติของสิ่งที่เขาสังเกตได้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นแผ่นภาพโหลาไมชั่นยังเป็นเรื่องการสอนที่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมชั่นมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวิรงรอง โรจนกุล (2530 : 97) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู เพราะแผ่นภาพโหลาไมชั่นที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ก็จัดเป็นแผ่นภาพโปร่งใสลักษณะหนึ่ง อีกทั้งยังมีลักษณะเด่นที่ภาพสามารถเคลื่อนไหวได้เหมือนจริง ซึ่งน่าจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองสูงกว่า กลุ่มควบคุม เช่นเดียวกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์

จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพไพลาไมซัน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2 ทั้งนี้เพราะโมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นโมเดลที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของ ทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน ดังที่ เพลล่า (Romey. 1968 : 115 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34) กล่าวว่า โมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นโมเดลที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งแผ่นภาพไพลาไมซันที่ใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครั้งนี้ เสนอเนื้อหาความรู้ในลักษณะที่เป็นภาพวาดเหมือนจริง และภาพไดอะแกรมที่มีสีเส้นเหมือนของจริง ทั้งยังสามารถเคลื่อนไหวเร็ว หรือช้าได้อย่างต่อเนื่อง จึงช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้จากการสังเกตภาพได้ โดยเนื้อหาของบทเรียนที่มีการทดลอง ผู้วิจัยได้วาดภาพที่จำลองจากสถานการณ์จริง และใช้ภาพอุปกรณ์การทดลองจากแบบเรียน นำมาสร้างลงบนแผ่นภาพไพลาไมซัน เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตกระบวนการทดลองอย่างมีลำดับขั้นและต่อเนื่อง สำหรับเนื้อหาที่ไม่มีกิจกรรมการทดลองก็ได้นำการเคลื่อนไหวของภาพเมื่อเนื้อหาที่แสดงเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวได้ หรือใช้วิธีเน้นการเคลื่อนไหวด้วยลูกศร เมื่อเนื้อหาที่ไม่ได้แสดงเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ผู้เรียนจึงสามารถสังเกตและใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงจนกระทั่งสรุปโมเดลได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นวลจันทร์ มาลากรอง (2515 : 64) ที่ได้ทำการทดลองสอนชีววิทยาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอน อีกกลุ่มหนึ่งเรียนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า ถ้าเนื้อหาของบทเรียนนั้นไม่แสดงเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าเนื้อหาของบทเรียนนั้นแสดงเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวก่อนที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวนั้น จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบบรรยาย และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมาน เจตระการ (2516 : 40) ที่ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบต่าง ๆ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ใน

การเรียนรู้เนื้อหาวิชาแบบขบวนการของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใส แบบเคลื่อนไหว สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพและแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา นอกจากนั้น แผ่นภาพโหลาไมซ์ที่ใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นสื่อการสอนที่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และเมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาตอนใด ก็สามารถใช้ทบทวน เพื่อให้ผู้เรียนเองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ชัดเจนขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมซ์ มีผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติทางทฤษฎี

จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมซ์และการสอนตามคู่มือครู ทำให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติทางทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนทั้ง 2 วิธี ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติทางทฤษฎีไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะเมโนติทางทฤษฎีเป็นเมโนติที่มีลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรม ดังที่ ปรีชา วงศ์ศิริ (2525 : 247 - 248) กล่าวไว้ว่า เมโนติทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามีสิ่งนั้นอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง เมโนติประเภทนี้ นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยอาศัยจินตนาการ หรือนิยามภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น ดังนั้นการสร้างเมโนติประเภทนี้ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เบื้องต้น หรือสะสมเมโนติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริงไว้มากพอสมควร ดังที่ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28) กล่าวว่า เป็นเมโนติที่เกิดจากการนำเอาข้อมูล หรือ เหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ดังนั้นผู้เรียนจะต้องใช้ช่วงเวลาหนึ่งในการที่จะสรุปลักษณะรวมของเมโนติประเภทนี้หลังจากการสังเกตแผ่นภาพโหลาไมซ์ และรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งระยะเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถสร้างเมโนติทางทฤษฎีในขณะนั้นได้ ประกอบกับวิธีสอนที่ใช้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มี

ขั้นตอนการสอนเหมือนกัน คือ ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักเรียนต่างก็คุ้นเคยกันอยู่ ด้วยสาเหตุจึงกล่าวจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านเมตาทักษะของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิรงรอง โรจนกุล (2530 : 99) ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนที่ใช้แผนภาพโครงข่ายประกอบกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านเมตาทักษะไม่แตกต่างกัน

4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผนภาพไหลาไมขึ้นและการสอนตามคู่มือครู ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนทั้ง 2 วิธีส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการเรียนการสอนที่จัดให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีขั้นตอนของการสอนเหมือนกัน โดยที่กลุ่มทดลองนักเรียนดูการสาธิตการทดลองจากแผนภาพไหลาไมขึ้น แล้วบันทึกข้อมูลในเอกสารประกอบการเรียนพร้อมทั้งนำข้อมูลมาอภิปรายสรุปผลร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายทักษะพบว่า ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มควบคุมมากกว่าทักษะด้านอื่น ๆ โดยทักษะทั้งสามนั้น กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะทักษะการสังเกตเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยเฉพาะการสอนที่ใช้แผนภาพไหลาไมขึ้นนั้นผู้เรียนทุกคนได้สังเกตภาพที่ครูเป็นผู้สาธิตหน้าชั้นเรียน เพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนจึงสามารถพัฒนาทักษะการสังเกตได้มากกว่ากลุ่มควบคุมสำหรับทักษะการวัดและการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปนั้น ก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอยู่แล้ว และเมื่อได้รับการสอนที่ใช้แผนภาพไหลาไมขึ้น ซึ่งเสนอเนื้อหาความรู้ ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม กลุ่มทดลอง จึงสามารถพัฒนาทักษะดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น

ถึงแม้ว่าผลการวิจัยครั้งนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ก็สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิมิตร มาศเกษม (2518 : 34) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน ระหว่างวิธีการสาธิตกับวิธีปฏิบัติการทดลองได้ผล ไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีชา กล่ำรัมย์ (2526 : 74) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม แผ่นภาพโหลาไม้นั้นสามารถนำมาใช้ สาธิตการสอนทดแทนการปฏิบัติการทดลองได้กรณีที่อุปกรณ์การทดลองบางชุดใช้การ ไม่ได้หรือ ห้องปฏิบัติการมีไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังช่วยดึงดูดความสนใจผู้เรียนไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย ที่ต้องทำการทดลองตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไม้นั้น มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับการแบ่งประเภท และ ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ถึงแม้ว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาทางทฤษฎีและผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะ ไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดก็ตาม แต่ก็แสดงให้เห็นว่าการใช้แผ่นภาพโหลาไม้นั้นสาธิตการสอนนั้น นานา ทดแทนการปฏิบัติการทดลองได้ ซึ่งครูผู้สอนสามารถสร้างและใช้แผ่นภาพโหลาไม้นั้นประกอบ การสอนเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ทั้งยัง ช่วยประหยัดเวลาในการสอน และสะดวกแก่ครูผู้สอนที่จะนำไปใช้

1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไม้นั้นใน ครั้งนี้ ประกอบด้วยเอกสารและแบบฝึกหัดให้นักเรียนทบทวนระหว่างการเรียนการสอน จึงสามารถ ช่วยย้ำและทบทวนเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถนำ เอกสารและแบบฝึกหัดของผู้เรียนมาตรวจเพื่อทราบข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงการเรียน การสอนในครั้งต่อไป

1.3 การสร้างแผนภาพโฟลวไมซ์เพื่อให้ประกอบการสอนนั้น ครูผู้สอนควรร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยี เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน โดยครูผู้สอนต้องให้ความกระจ่างในเรื่องกระบวนการเรียนการสอน เพื่อที่ผู้เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีจะสามารถให้คำปรึกษา แนะนำ การสร้างแผนภาพโฟลวไมซ์ได้อย่างถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชานั้น ๆ

1.4 เนื่องจากแผนภาพโฟลวไมซ์เป็นสื่อการสอนที่ต้องใช้ควบคู่กับเครื่องสปีนเนอร์ และเครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ดังกล่าว และตรวจสอบการทำงานของเครื่องสปีนเนอร์ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนทุกครั้ง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการทำแผนภาพโปรเจกเตอร์ เคลื่อนไหวหลาย ๆ วิธี กับ การสอนตามคู่มือครู

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการใช้แผนภาพโฟลวไมซ์ ประกอบการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับของเหลว และก๊าซ รวมทั้งบทเรียนในวิชาชีววิทยา เช่น เรื่อง การแพร่ การลำเลียงอาหาร การไหลเวียนของโลหิต

2.3 จากการดำเนินการทดลอง พบว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตแผนภาพโฟลวไมซ์ได้เร็วหรือช้า แตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโฟลวไมซ์ กับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

บรรณาการ

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ เสมอธรรมานนท์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้โปรแกรมสไลด์ - เทปประกอบกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. ปรดิฎฐานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ขวัญใจ มหสุภักชัย. ผลการใช้แผนภาพโปร่งใสในการเพิ่มความสนใจในอาชีพงานคำนวณ. ปรดิฎฐานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ไชศรี อารณรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้," วารสาร สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- คัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีน้ำใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรดิฎฐานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- ชาตวิทย์ จรตระการ. การเปรียบเทียบวิธีสอนแบบอุปมาและอุปทานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรดิฎฐานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- ชูเกียรติ ชัยชนะคารา. "เครื่องฉายภาพเคลื่อนไหวโหลาโนชั่น," วารสาร สสวท. 70 : 30 ; เมษายน - มิถุนายน 2533.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2530.
- เขาวนีย์ อายะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึก. ปรดิฎฐานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

คูสิต สังข์ร่วมใจ. "สีกับงานแผ่นโปร่งใส," วารสาร สสวท. 3 : 31 - 32 ;

กรกฎาคม - กันยายน 2531.

ทิพย์วิมล เปี่ยมสิทธิ์. "มโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3," จดหมายข่าววิทยานิพนธ์. 9(6) : 4 ; กันยายน 2531.

เทคโนโลยีทางการศึกษา สสวท., สาขา. เอกสารการใช้แผ่นโปร่งใสในการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์. 2533.

ธนะศักดิ์ ศรีสุทธีวิชา. การศึกษาสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนและการจัด
กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ธวัช ทิพย์พิทักษ์. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ.
ปริญญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
3532. อัดสำเนา.

นวลจันทร์ มาลากรอง. การทดลองใช้ภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวประกอบการสอนวิชา
ชีววิทยาชั้น ม.4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2515. อัดสำเนา.

นิภา มีทองคำ. เทคนิคการผลิตแผ่นภาพโปร่งใส. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2525.

นิมิตร มาศเกษม. การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนระหว่างวิธีสาธิตและ
วิธีปฏิบัติการทดลอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2518. อัดสำเนา.

ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารนิเทศการศึกษา
ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.

ประเวศ วะสี. "การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อสร้างสติปัญญา," วารสาร
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทางการศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
16 : 64 ; มิถุนายน - กันยายน 2533.

ปรีชา กล้ารัมย์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและ
แผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

ปรีชา วงศ์ศิริ. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6. มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.

พนัส หันมาคินทร์. การมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เศ, 2526.

พรหมทิพย์ ม้ามณี. การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2520. อัดสำเนา.

พะยอม แก้วกานัด. "บทบาทของครูกับความต้องการของหลักสูตร ฉบับปรับปรุง 2534,"
วารสาร สสวท. 70 : 6 ; เมษายน - มิถุนายน 2533.

พิลาศ เกื้อมี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางช่างโดยการสอนด้วยวิธีสาธิตธรรมดาและ
การสาธิตโดยใช้เทปโทรทัศน์. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. วิทยาศาสตร์ประทับใจ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2533.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

มงคล เอี่ยมสำอางค์. การศึกษามูลการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความคิด
สร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกับ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.

มนัส บุญประกอบ. "นวัตกรรมการศึกษาการทากาฟเคลื่อนไหวบนแผ่นโปร่งใสตอน 1,"
วารสาร สสวท. 2 : 30 - 34 ; กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2529.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอน หน่วยที่ 2 การสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์.
2524.

_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. 2525.

_____. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. 2525.

- รุจี ไรจนประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อุดสาเนา.
- ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. พัฒนาการวัดผล 14. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2521.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2531.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), 2532.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. การออกแบบสาร หลักการและทฤษฎี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
- วิชัย คีสระ. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็กซ์เพรสมีเดีย, 2533.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. "การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 19(3) : 18 - 20 ; 2532.
- วินิจ วงศ์รัตนะ. การให้แผนภาพโปร่งใสชนิดซ้อนภาพ (Overlays) ประกอบแบบเรียนคณิตศาสตร์. ปรินฤพานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อุดสาเนา.
- วิรงรอง ไรจนกุล. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผนภาพโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู. ปรินฤพานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อุดสาเนา.

- วิสิฐ ทองแสง. การทดลองผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากการใช้แผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว และแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว ด้วยเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง สำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. บริษัทยาพันธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2515. อัดสำเนา.
- วีระชาติ สวนไพริทธิ์. การสอนวิทยาศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อานวยการพิมพ์, 2521.
- วุดิพงษ์ ศำรงพร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 101 เรื่อง "จุลินทรีย์" ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง โดยใช้วิธีการสร้างสถานการณ์จำลองกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารอ่านประกอบการสอนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้การประเมินผล. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2521.
- _____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.
- _____. แผนระยะยาวเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี (พ.ศ. 2535 - 2539). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2533.
- สมจิต ส่วนใหญ่. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- สมชัย กลจนริกษ์. การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการสอนแนวคิดของมวลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.

- สมาน เจตระการ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบโครงสร้างและแบบขบวนการในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาโดยใช้ภาพโปร่งใสแบบต่าง ๆ. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- สุมาลี พลราชภู. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูนกับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.
- _____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์ จำกัด, 2531.
- เสาวชัย ลีเกษบัณฑิต. เทคโนโลยีการทำและการใช้แผ่นภาพโปร่งใส. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2528.
- อนุพงษ์ ๗ สงขลา. การเปรียบเทียบการเรียนรู้จากการสอนเนื้อหาโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพด้วยเครื่องฉายภาพโปร่งใส แผนภูมิโปร่งใสแบบซ้อนภาพและแผนภูมิธรรมดา. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริชญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- อุทัย บุณมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- Ausubel, David P. Educational Psychology : A Cognitive View.
New York : Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- Australian Science Education Project. A Guide to Asep. State of
Victoria, 1974.
- Babikian, Yognic. "An Empirical Investigation to Determine the
Relative Effectiveness of Discovery, Laboratory, and Expository
Methods of Teaching Science Concept," Journal of Research in
Science Teaching. 8(3) : 201 - 209 ; 1971.
- Bendixen, Joe Francies. "Experimental Evaluation of Effectiveness of
Projected Transparencies on Instruction in Vocational
Agriculture," Dissertation Abstracts. 32(2) : 692-A.
- Brooks, Weston Terrell. "An Experimental Analysis of the
Effectiveness of Overhead Transparencies on Learning and
Retention in Beginning Woodworking," Dissertation Abstracts.
15(10) : 5779 - 4780 ; April, 1965.
- Chance, Clayton Willian. "Experimentation in the Adaptation of the
Overhead Projector Utilizing 200 Transparencies and 800
Overlays in Teaching Engineering Descriptive Geometry
Curricula," Audio-Visual Communication Review. 9 : A17 - 18 ;
August, 1961.
- Cooper, Jerry Alen. "The Effectiveness of Teacher - Prepared
Transparencies on Achievement and Retention in a Unit on Credit
in A General Business Class," Dissertation Abstracts.
30(10) : 4136-A ; April, 1970.
- De Cecco, J.P. The Psychology of Learning and Instruction Educational
Psychology. New Jersey : Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs,
1968.
- Deese, James Earle and Stewart H. Hulse. The Psychology of Learning.
3rd., New York : McGraw - Hill, 1958.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey :
Educational Services, 1952.
- Gagne, R.M. The Condition of Learning. 2nd ed. New York : Holt,
Rinehart and Winston, Inc., 1970.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V.
New York : McGraw - Hill Company, 1973.
- Hudgins, Bryce B. Learning and Thinking : A Primer for Teachers.
Itasca : III, FE Peacock, 1977.
- McDonald, F.J. Education Psychology. San Francisco U.S.A. :
Wadsworth Publishing Co., Inc., 1959.

- Pell, E.A. "Conceptual Learning and Explains Thinking," Development in Human Learning. New York : American Elsevin, 1968.
- Perlbarg, Arue and Resh Micheal. "Evaluation of the Effectiveness of the Overhead Prolector in Descriptive Geometry and Hydrology," The Journal of Educational Research. 61 : 1 ; 1967.
- Riley, Josept Philip. "The Effect of Science Process Traning on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understandind of Science, Attitudes Towars Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 : 5152-A February, 1975.
- Romay, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs Yew Jersey : 1968.
- Squorzo, Herbert E. The Practical Audio-Visual Handbook for Teacher. 2nd ed. New York : Parker Publishing Company, Inc., 1968.
- Suchman, J. Richard. "Inquiry : Inquiry in the Curriculum," The Structor. 1966.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publishes by Charles E. Merril Publishing Company, 1973.
- Vanek, Eugenia Ann Popporad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement, and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 25 : 1522-A ; September, 1974.

පාඨකයා

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ด้านคณิตทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สีนินน้ำ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.72	.48	10.7	21	.55	.41	12.5
2	.45	.31	13.5	22	.55	.31	12.5
3	.63	.27	11.7	23	.62	.62	11.7
4	.35	.22	14.6	24	.71	.64	10.7
5	.40	.21	14.0	25	.42	.46	13.8
6	.26	.44	15.6	26	.72	.48	10.7
7	.73	.31	10.5	27	.50	.50	13.0
8	.47	.35	13.3	28	.61	.52	11.8
9	.21	.35	16.2	29	.35	.59	14.5
10	.55	.31	12.5	30	.40	.21	14.0
11	.20	.51	16.4	31	.71	.64	10.7
12	.20	.51	16.4	32	.70	.24	10.9
13	.37	.27	14.3	33	.34	.33	14.6
14	.30	.51	15.1	34	.53	.55	12.7
15	.40	.21	14.0	35	.61	.52	11.8
16	.56	.60	12.4	36	.53	.35	12.7
17	.55	.31	12.5	37	.39	.42	14.1
18	.63	.27	11.7	38	.35	.22	14.6
19	.50	.30	13.0	39	.47	.25	13.3
20	.70	.24	10.9	40	.40	.31	14.1

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
41	.36	.48	10.7	51	.71	.64	10.7
42	.80	.51	9.6	52	.30	.24	15.1
43	.37	.37	14.4	53	.55	.41	12.5
44	.34	.44	14.7	54	.56	.50	12.4
45	.61	.52	11.8	55	.73	.31	10.5
46	.24	.39	15.9	56	.30	.51	15.1
47	.71	.35	10.8	57	.42	.46	13.8
48	.63	.27	11.7	58	.53	.55	12.7
49	.50	.50	13.0	59	.61	.42	11.9
50	.53	.55	12.7	60	.47	.25	13.3

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่ง
ประเภทชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สีนินนา โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ชาร์คสัน

$$\Sigma pq = 4.68$$

$$\Sigma X = 585$$

$$\Sigma X^2 = 6,236$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{60 \times 6,236 - (585)^2}{60(60-1)} \\ &= \frac{374160 - 342225}{60 \times 59} \\ &= \frac{31935}{3,540} \\ s^2 &= 9.02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{22}{21} \left[1 - \frac{4.68}{9.02} \right] \\ &= \frac{22}{21} \times \frac{4.34}{9.02} \\ &= \frac{95.48}{189.42} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์} = 0.504$$

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโน้มน้าวใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สันโนะน้ำ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 3.99$$

$$\Sigma X = 598$$

$$\Sigma X^2 = 6580$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{(60 \times 6,580) - (598)^2}{60(60-1)} \\ &= \frac{394800 - 357604}{3540} \\ &= \frac{37196}{3540} \end{aligned}$$

$$s^2 = 10.51$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{3.99}{10.51} \right] \\ &= \frac{20}{19} \times \frac{6.52}{10.51} \\ &= \frac{130.40}{199.69} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบวัดค่าความเชื่อมั่น} = 0.653$$

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนติ ทางทฤษฎี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สีนในน้ำ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 3.59$$

$$\Sigma X = 559$$

$$\Sigma X^2 = 5723$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{(60 \times 5723) - 559^2}{60(60-1)} \\ &= \frac{343380 - 312481}{60 \times 59} \\ &= \frac{30899}{3540} \end{aligned}$$

$$s^2 = 8.73$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right) \\ &= \frac{18}{18-1} \left(1 - \frac{3.59}{8.73} \right) \\ &= \frac{18}{17} \times \frac{5.14}{8.73} \\ &= \frac{92.52}{148.41} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.623$$

ตาราง 7 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สีนในน้ำ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.76	.26	10.2	15	.74	.44	14.7
2	.24	.39	15.9	16	.40	.31	14.1
3	.30	.24	15.1	17	.24	.26	15.8
4	.37	.37	14.4	18	.70	.51	10.9
5	.34	.44	14.7	19	.56	.50	12.4
6	.40	.31	14.1	20	.53	.35	12.7
7	.70	.51	10.9	21	.61	.75	11.8
8	.32	.28	14.9	22	.21	.35	16.2
9	.28	.48	15.3	23	.42	.36	13.8
10	.53	.45	12.7	24	.24	.39	15.9
11	.27	.31	15.5	25	.21	.35	16.2
12	.40	.21	14.0	26	.27	.31	15.5
13	.61	.52	11.8	27	.42	.26	13.8
14	.79	.35	9.8				

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สีนในน้ำ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 6.01$$

$$\Sigma X = 783$$

$$\Sigma X^2 = 11005$$

จากสูตร

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N - 1)} \\ &= \frac{(60 \times 11005) - (783)^2}{60(60 - 1)} \\ &= \frac{660300 - 613089}{3540} \\ &= \frac{47211}{3540} \end{aligned}$$

$$s_t^2 = 13.33$$

จากสูตร

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n - 1} \left(1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right) \\ &= \frac{27}{27 - 1} \left(1 - \frac{6.01}{13.33} \right) \\ &= \frac{27}{26} \times \frac{7.32}{13.33} \\ &= \frac{197.64}{346.58} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์} = 0.570$$

ตาราง 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับการแบ่งประเภท วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204)
เรื่อง สื่อนิน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนคู่ที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับการแบ่งประเภท		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D ²)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
1	18	8	10	100
2	15	16	-1	1
3	14	14	0	0
4	12	15	-3	9
5	8	9	-1	1
6	12	13	-1	1
7	18	14	4	16
8	11	9	2	4
9	13	9	4	16
10	14	15	-1	1
11	9	17	-8	64
12	11	8	3	9
13	7	11	-4	16
14	14	10	4	16
15	13	6	7	49
16	14	11	3	9
17	17	7	10	100
18	12	9	3	9

ตาราง 8 (ต่อ)

นักเรียนคู่ที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับแบ่งประเภท		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D^2)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
19	12	6	6	36
20	14	10	4	16
21	8	9	-1	1
22	12	11	1	1
23	13	11	2	4
24	16	10	6	36
Σ	307	258	49	515

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว204)
เรื่อง สีนในน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนคนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์		ผลต่างของ คะแนน	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D^2)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	(D)	
1	16	10	6	36
2	13	16	-3	9
3	17	17	0	0
4	15	12	3	9
5	11	8	3	9
6	15	10	5	25
7	12	9	3	9
8	13	10	3	9
9	14	12	2	4
10	15	9	6	36
11	15	10	5	25
12	13	15	-2	4
13	10	16	-6	36
14	16	10	6	36
15	12	10	2	4
16	9	9	0	0
17	18	11	7	49
18	16	10	6	36

ตาราง 9 (ต่อ)

นักเรียนคู่ที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D ²)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
19	8	6	2	4
20	9	5	4	16
21	8	7	1	1
22	10	10	0	0
23	7	8	-1	1
24	12	3	9	81
Σ	304	243	61	439

ตาราง 10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางทฤษฎี วิชาวิทยาศาสตร์ (ว.204) เรื่อง สีนในน้ำ
ของกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนคนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางทฤษฎี		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D^2)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
1	14	7	7	49
2	14	12	2	4
3	13	12	1	1
4	11	13	-2	4
5	8	6	2	4
6	9	12	-3	9
7	9	12	-3	9
8	12	10	2	4
9	14	13	1	1
10	13	8	5	25
11	6	12	-6	36
12	12	10	2	4
13	7	15	-8	64
14	11	9	2	4
15	9	6	3	9
16	8	11	-3	9
17	17	11	6	36
18	14	6	8	64

ตาราง 10 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนมิติทางทฤษฎี		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D ²)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
19	6	6	0	0
20	7	5	2	4
21	6	5	1	1
22	11	6	5	25
23	4	9	-5	25
24	6	7	-1	1
Σ	241	223	18	392

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชา ว 204 เรื่อง
 สีนในน้ำ ของกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียน คู่ที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D^2)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
1	19	12	7	49
2	17	14	3	9
3	19	18	1	1
4	15	14	1	1
5	11	15	-4	16
6	9	12	-3	9
7	16	12	4	16
8	18	14	4	16
9	14	14	0	0
10	15	14	1	1
11	15	13	2	4
12	19	8	11	121
13	16	16	0	0
14	20	12	8	64
15	11	18	-7	49
16	14	15	-1	1
17	21	12	9	81
18	16	9	7	49

ตาราง 11 (ต่อ)

นักเรียน คู่ที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของ คะแนน (D)	ผลต่างของ คะแนนยก กำลังสอง (D^2)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
19	10	10	0	0
20	16	16	0	0
21	10	10	0	0
22	11	13	-2	4
23	11	15	-4	16
24	15	9	6	36
Σ	358	315	43	543

ตาราง 12 แสดงคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ (Match pair) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองกับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการทดลองแยกเป็นรายทักษะ

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ก่อน การทดลอง (X)		คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์หลังการทดลอง (X)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. การสังเกต	1.13	1.25	1.75	1.38
2. การวัด	1.00	0.88	1.42	0.92
3. การจำแนกประเภท	0.88	0.83	1.42	1.42
4. การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	3.96	4.58	0.67	0.96
5. การลงความคิดเห็น จากข้อมูล	0.42	0.63	1.92	2.13
6. การพยากรณ์	1.96	1.46	1.54	1.25
7. การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	0.25	0.13	1.96	1.71
8. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	2.33	2.29	4.25	3.38

ภาคผนวก ข

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง สึนามิ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ้นในน้ำ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท

1. ทะเลและมหาสมุทรมีเนื้อที่กว้างขวาง มีความลึกและภูมิประเทศแตกต่างกัน
2. โซนาร์ (Sonar) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความลึกของใต้ท้องทะเล มหาสมุทร หรือวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ โดยใช้หลักการสะท้อนของเสียง
3. แหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารโปรตีนแหล่งใหญ่ของโลก
4. ห่วงโซ่อาหารในทะเลเริ่มจากผู้ผลิตคือ แพลงค์ตอน ผู้บริโภคเริ่มด้วย กุ้ง บูลา หอย ไปจนถึงปลาขนาดใหญ่ ผู้บริโภคชั้นสุดท้ายมักเป็นปลากินเนื้อ
5. สำหรับทะเลเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งให้สารอาหารประเภท โปรตีน ไขมัน วิตามิน ธาตุเหล็ก และน้ำตาล และยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกในรูปแบบต่าง ๆ กัน
6. สัตว์น้ำจืด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่อยู่ในแหล่งน้ำไหลเร็ว ประเภทอยู่ในแม่น้ำใหญ่ที่น้ำขุ่น และประเภทอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง
7. สัตว์ทะเลที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย ได้แก่ กุ้ง หอย บูลา แมงกระพรุน และปะการัง
8. พืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ สำหรับพืชน้ำและจืด เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง
9. ป่าชายเลนเป็นป่าที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีโคลนตมและเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำสาธาร
10. ป่าชายเลนเป็นที่อยู่อาศัยและที่อนุบาลสัตว์น้ำ รวมทั้งเป็นแหล่งผลิตถ่านไม้ที่สำคัญ
11. สัตว์น้ำสำคัญที่อาศัยในป่าชายเลน ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ ปลากระบอก และ หอยแครง

12. เกลีสุมุทรีใช้ประกอบอาหารและใช้ในการอุตสาหกรรม โดยมีโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากที่สุด

13. แหล่งน้ำมันดิบในประเทศไทย ได้แก่ แหล่งน้ำมันสิริกิติ์ และแหล่งน้ำมันนางนวล

14. แหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย ได้แก่ แหล่งเอราวัณ ปลาทอง สัตูล และบรรพต

15. พื้นที่ทะเลและมหาสมุทรเป็นแหล่งแร่ที่อุดมสมบูรณ์ได้มหาสมุทรลึก ๆ บางแห่งพบอยู่ในรูปของก้อนแร่

16. น้ำที่ระดับลึกจะมีแรงดันมากกว่าน้ำที่อยู่ระดับตื้น

17. ปัจจัยที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมมีมากมาย ส่วนใหญ่มาจากการกระทำของมนุษย์

ทั้งสิ้น

มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์

1. การวัดความลึกของท้องทะเลนั้น ถ้าท้องทะเล ไม่ลึกมากนักใช้สายดิ่ง แต่ถ้าทะเลลึกเกินกว่าที่สายดิ่งจะหยั่งถึงใช้หลักการของเสียงสะท้อน
2. ในขณะที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น แต่พื้นที่เกษตรต่อคนกลับลดลง มนุษย์จึงควรรู้จักผลิตและใช้ทรัพยากรจากแหล่งน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ประการังเป็นสัตว์ทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และรักษาสสมดุลทางนิเวศวิทยา
4. ชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำที่อยู่ตามป่าชายเลนแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับฤดูกาล วางไข่ กระแสน้ำ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิของน้ำ
5. ป่าชายเลนอาจถูกทำลายโดยการลักลอบตัดไม้ หรือแผ้วถางพื้นที่ เพื่อใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งจะมีผลให้ชายฝั่งทะเลถูกทำลายโดยคลื่นลม และมีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร
6. น้ำมันดิบที่ขุดเจาะและสูบขึ้นมาจะต้องนำมากลั่นแยกส่วนก่อน เพื่อแยกเอาก๊าซและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ออกจากกัน
7. เนื่องจากไทยยังต้องสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศปีละมาก ๆ จึงต้องใช้น้ำมันอย่างประหยัดและต้องพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน
8. ระดับความสูงของน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพลังงานของน้ำ
9. การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงนั้น จะต้องมีเงื่อนไขคือระดับน้ำขึ้นน้ำลงต้องต่างกันมาก ๆ
10. การเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำมีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของสินในน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อชีวิตมนุษย์ในที่สุด
11. การใช้แหล่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยการจัดการที่เหมาะสมควบคู่กันไปกับการอนุรักษ์

มโนคติทางทฤษฎี

1. การทำนาเกลือใช้หลักการระเหยและการตกผลึก
2. บีโตร์เลียมและก๊าซธรรมชาติเกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตเป็นเวลานานนับล้านปี ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยอุณหภูมิและความกดดัน
3. การกลั่นลำดับส่วนเป็นการกลั่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน เมื่ออุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ น้ำหนักแต่ละชนิด ซึ่งมีจุดเดือดต่างกันจะกลั่นตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน
4. การสร้างฐานเขื่อนต้องสร้างฐานให้กว้างกว่าด้านบน เพื่อให้สามารถต้านทานต่อแรงดันของน้ำที่ระดับลึกได้
5. การเก็บกักน้ำแล้วปล่อยให้ไหลลงมากลางหุบทางตันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำ
6. พลังงานที่ได้จากคลื่นน้ำ และจากน้ำขึ้นน้ำลงสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สึนในน้ำ

ครั้งที่ 1 (คาบที่ 1 - 2)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. ทะเลและมหาสมุทร มีเนื้อที่กว้างขวาง มีความลึกและภูมิประเทศแตกต่างกัน
2. การวัดความลึกของท้องทะเลนั้น ถ้าท้องทะเลไม่ลึกมากนักใช้สายดิ่ง แต่ถ้าทะเลลึกเกินกว่าที่สายดิ่งจะหยั่งถึงใช้หลักการของเสียงสะท้อน
3. โซนาร์ (Sonar) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความลึกของใต้ท้องทะเลมหาสมุทรหรือวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ โดยใช้หลักการสะท้อนของเสียง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการหาความลึกของทะเลและมหาสมุทรได้
2. คำนวณหา ความลึกของแหล่งน้ำโดยใช้หลักการของเสียงสะท้อนได้
3. อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของพื้นที่ใต้ทะเลและมหาสมุทร

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความแตกต่างของเนื้อที่ ความลึกและภูมิประเทศของทะเลและมหาสมุทรได้
2. หาความลึกของพื้นผิวล่างของแบบจำลองและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบได้
3. อธิบายหลักการทํางานของเครื่องโซนาร์ (Sonar) ได้
4. คำนวณหาความลึกของทะเลและมหาสมุทร โดยใช้หลักการของเสียงสะท้อนได้
5. เลือกใช้วิธีการในการหาความลึกของพื้นที่ใต้ทะเลและมหาสมุทรได้อย่างเหมาะสม
6. บอกวิธีการวัดความลึกของแหล่งน้ำ และเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ได้อย่าง

เหมาะสม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (หรือกิจกรรมที่เรากำลังจะสอน)

1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงลักษณะและความลึกใต้มหาสมุทร

(ภาพที่ 1.1)

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัดเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา

2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา (หรือกิจกรรมที่เรากำลังจะสอน)

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้น ชูดยังความลึก (ภาพที่ 1.2)

2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งจัดกระทำและสื่อ

ความหมายข้อมูลลงในเอกสารประกอบการเรียน

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากชูดยังความลึก

(ภาพที่ 1.2)

3.2 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงการหาความลึกของมหาสมุทร โดยใช้หลักการของเสียงสะท้อน (ภาพที่ 1.3) ครูแสดงวิธีคำนวณหาความลึก พร้อมทั้งให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ครูแจกให้

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหยังความลึกเพื่อนำหลักการดังกล่าวไปใช้หาความลึกในแหล่งน้ำต่าง ๆ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แผ่นภาพโหลาไมชั้น 3 ชุด คือ

1.1 ลักษณะและความลึกใต้มหาสมุทร

1.2 ชูดยังความลึก

1.3 การหาความลึกของมหาสมุทร โดยใช้หลักการของเสียงสะท้อน

2. เอกสารประกอบการเรียน

3. แบบฝึกหัด

การประเมินผล

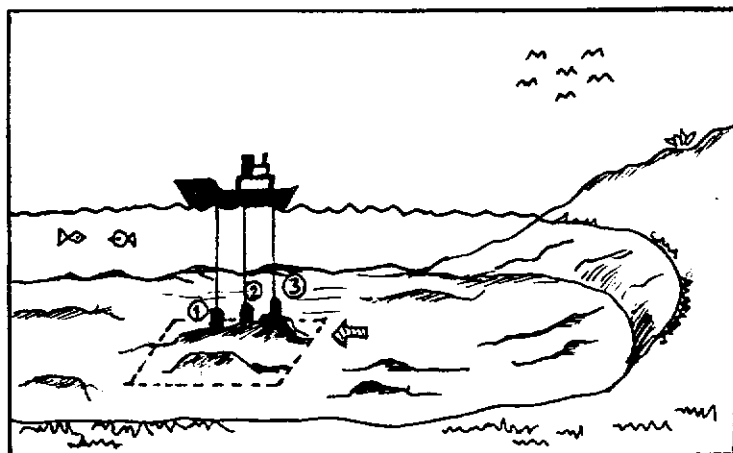
1. สืบเกิดจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ดูจากคำตอบในเอกสารประกอบการเรียนและแบบฝึกหัด

เอกสารประกอบการเรียน
เรื่อง มหาสมุทรลึก

กิจกรรมเรื่อง หยั่งความลึก

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะของพื้นที่ใต้ท้องทะเล โดยวิธีการหยั่งความลึก



ภาพ 1.2 หยั่งความลึก

ข้อมูลจากกิจกรรม

สรุปผล

คำถามหลังทำกิจกรรม

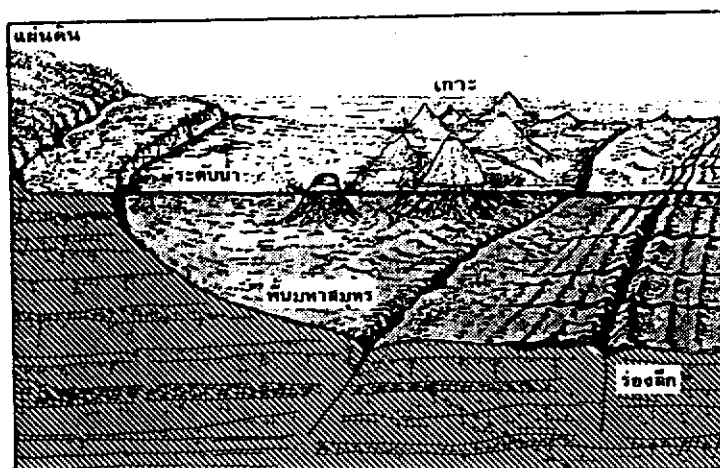
1. การสำรวจภูมิประเทศได้ทะเลมีวิธีการทำอย่างไร

2. ในการหยั่งความลึก ถ้าต้องการให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ควรปฏิบัติเช่นไร

3. ถ้าท้องทะเลลึกมาก ๆ นักเรียนจะใช้ลูกตั้งสำหรับวัดความลึกตั้งในภาพได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แบบฝึกหัด
เรื่อง มหาสมุทรสุคติ

กิจกรรมที่ 1 จากภาพแสดงลักษณะ และความลึกใต้มหาสมุทร (ภาพ 1.1) ให้นักเรียน
ตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์

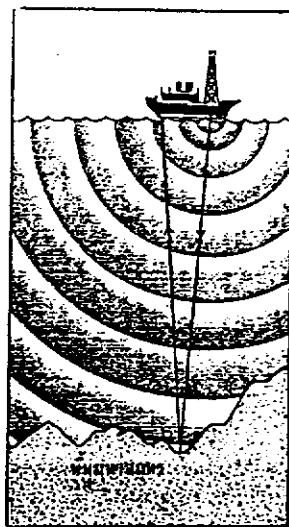


ภาพ 1.1 แสดงลักษณะและความลึกใต้มหาสมุทร

1. พื้นที่ใต้ท้องทะเลและมหาสมุทร มีลักษณะต่างกันอย่างไร

2. จากภาพที่ 1.1 พื้นที่บริเวณต่าง ๆ วัดความลึกได้หรือไม่และมีวิธีการวัดอย่างไร

กิจกรรมที่ 2 จากภาพแสดงการหาความลึกของมหาสมุทรโดยใช้หลักการของเสียงสะท้อน
(ภาพ 1.3) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 1.3 การหาความลึกของมหาสมุทร

1. เครื่องโซนาร์มีหลักการทำงานอย่างไร

2. ในการหาความลึกของทะเลครั้งหนึ่ง โดยใช้หลักการของเสียงสะท้อน พบว่า จัปเวลาเดินทางของเสียงสะท้อนได้เท่ากับ 3 วินาที ทะเลจุดนี้มีความลึกเท่าไร ถ้าเสียงสามารถเดินทางในน้ำทะเลได้ประมาณวินาทีละ 1,460 เมตร ให้แสดงวิธีคำนวณด้วย

3. มหาสมุทรแปซิฟิกลึก 11 กิโลเมตร ถ้าความเร็วคลื่นเสียงเฉลี่ย 1,400 เมตรต่อวินาที เสียงจะใช้เวลาเดินทางกี่วินาที

4. ถ้านักเรียนต้องการหาความลึกของสระน้ำข้างโรงเรียน นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ใต้น้ำจะใช้เป็นเครื่องมือวัดความลึกได้ และมีวิธีการวัดอย่างไร

5. ถ้านักเรียนวัดความลึกของสระน้ำแล้วได้ค่าที่แตกต่างจากเพื่อน ๆ ในกลุ่ม นักเรียนคิดว่าเกิดจากสาเหตุใด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สินในน้ำ ครั้งที่ 2 (คาบที่ 3)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. แหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารโปรตีนแหล่งใหญ่ของโลก
2. ห่วงโซ่อาหารในทะเลเริ่มจากผู้ผลิตคือ แพลงก์ตอน ผู้บริโภคเริ่มด้วย กุ้ง ปู ปลา หอย ไปจนถึงปลาขนาดใหญ่ ผู้บริโภคชั้นสุดท้ายมักเป็นปลากินเนื้อ
3. สาหร่ายทะเลเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งให้สารอาหารประเภท โปรตีน ไขมัน วิตามิน ธาตุเหล็ก และน้ำตาล และยังสามารส่งเป็นสินค้าออกในรูปแบบต่าง ๆ กัน
4. ในขณะที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น แต่พื้นที่เกษตรต่อคนกลับลดลง มนุษย์จึงควรรู้จักผลิตและใช้ทรัพยากรจากแหล่งน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้นักเรียนสามารถ

1. สรุปความสำคัญของแพลงก์ตอนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้
2. อธิบายความสำคัญของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในแหล่งน้ำที่มีต่อมนุษย์ได้
3. ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการผลิตและใช้ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตจากแหล่งน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าแหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารโปรตีนแหล่งใหญ่ของโลก
2. บอกความสำคัญของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารในทะเลได้
4. บอกความสำคัญของสาหร่ายทะเลและสัตว์น้ำที่มีต่อมนุษย์ได้

5. อธิบายและให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องมีการผลิตและใช้ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตจากแหล่งน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 นักเรียนดูผ่านภาพโหลาไม้ชั้นแสดงสำหรับทะเลชนิดต่าง ๆ

(ภาพที่ 2.1)

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา

2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากผ่านภาพโหลาไม้ชั้นแสดงห่วงโซ่อาหารในทะเล

(ภาพที่ 2.2)

2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งตอบคำถามลงใน

แบบฝึกหัด

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากภาพแสดง

ห่วงโซ่อาหาร (ภาพที่ 2.2)

3.2 นักเรียนดูผ่านภาพโหลาไม้ชั้นแสดงสำหรับชนิดต่าง ๆ และสิ่งมีชีวิต

เล็ก ๆ ในน้ำ (ภาพที่ 2.1 และ 2.3) แล้วร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัดเพื่อให้

นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

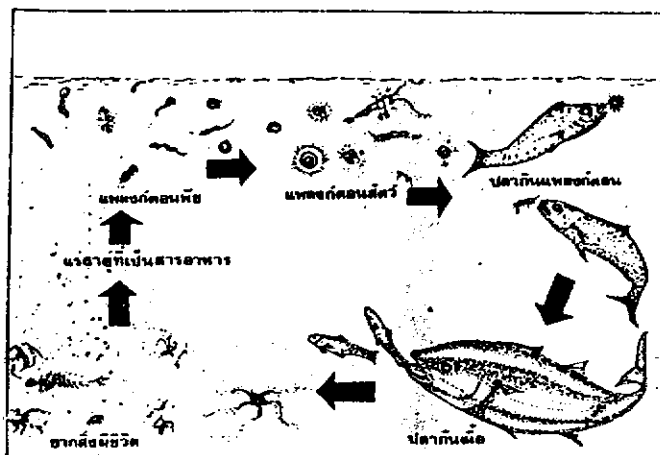
สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แผนภาพไทม์ไลน์ 3 ชุด คือ
 - 1.1 สำหรับทะเลชนิดต่าง ๆ
 - 1.2 ห่วงโซ่อาหารในทะเล
 - 1.3 สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำ
2. แบบฝึกหัด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ดูจากคำตอบในแบบฝึกหัด

กิจกรรมที่ 2 จากภาพแสดงห่วงโซ่อาหารในทะเล (ภาพ 2.2) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 2.2 ห่วงโซ่อาหารในทะเล

1. จากภาพผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหารคืออะไร

2. ผู้บริโภคได้แก่อะไรบ้าง และผู้บริโภคชั้นสุดท้ายคืออะไร

3. แพลงก์ตอนหมายถึงอะไร

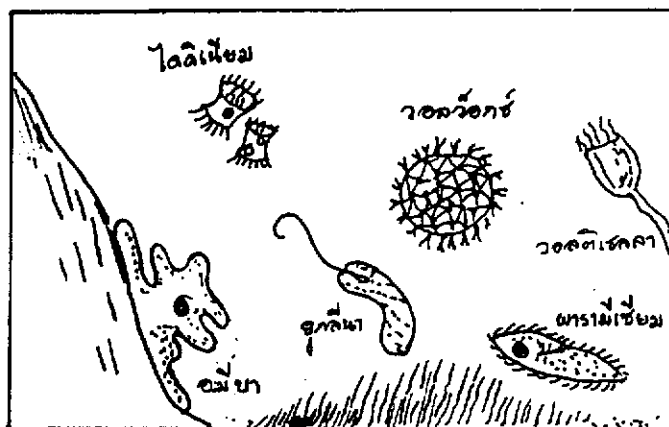
4. แพลงก์ตอนมีกี่ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

5. ถ้าในห่วงโซ่อาหารไม่มีแพลงก์ตอน นักเรียนคิดว่าจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในทะเล รวมทั้งมนุษย์ด้วยหรือไม่ อย่างไรจงอธิบาย

6. จงสรุปความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารในทะเลจากภาพที่ 2.2

กิจกรรมที่ 3 จากภาพชุดสาหร่ายชนิดต่าง ๆ และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำ (ภาพ 2.1 และ 2.3) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. สาหร่ายทะเลของไทยมีเป็นจำนวนมาก แต่เรากลับเสียคุณค่าการค้าปีหนึ่งหลายล้านบาท เพื่อซื้อผลิตภัณฑ์สาหร่ายเข้ามาในประเทศ บัญหาดังกล่าวนักเรียนคิดว่าจะมีวิธีแก้ไขได้อย่างไร



ภาพ 2.3 สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำ

2. ถ้านักเรียนต้องการดูสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร

3. สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ดังภาพที่ 2.3 จัดเป็นเพลงก่ตอนหรือไม่ เพราะเหตุใด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สึนในน้ำ

ครั้งที่ 3 (คาบที่ 4 - 5)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. สัตว์น้ำจืด แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ ประเภทที่อยู่ในแหล่งน้ำไหลเร็ว ประเภทอยู่ในแม่น้ำใหญ่มีน้ำขุ่น และประเภทที่อยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง
2. สัตว์ทะเลที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย ได้แก่ กุ้ง หอย ปู ปลา แมงกระพรุน และปะการัง
3. ปะการังเป็นสัตว์ทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และรักษาสสมดุลทางนิเวศวิทยา
4. พืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ สำหรับยพมนางและจี๋ไฉ่ เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง
5. ป่าชายเลนเป็นป่าที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีโคลนตม และเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำสาธาร
6. ป่าชายเลนเป็นที่อยู่อาศัยและที่อนุบาลสัตว์น้ำ รวมทั้งเป็นแหล่งผลิตถ่านไม้ที่สำคัญ
7. ชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำที่อยู่ตามป่าชายเลนแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับฤดูกาล วางไข่ กระแสน้ำ ระดับความเค็มและระดับอุณหภูมิของน้ำ
8. สัตว์น้ำสำคัญที่อาศัยในป่าชายเลน ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ ปลากระบอก และหอยแครง
9. ป่าชายเลนอาจถูกทำลายโดยการลักลอบตัดไม้ หรือแผ้วถางพื้นที่เพื่อใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งจะมีผลให้ชายฝั่งทะเลถูกทำลายโดยคลื่นลม และมีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร
10. เปลือกสมุทรใช้ประกอบอาหารและในการอุตสาหกรรม โดยมีโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากที่สุด
11. การทำนาเกลือใช้หลักการระเหย และการตกผลึก

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายถึงทรัพยากรที่ได้จากแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม ได้
2. ตระหนักถึงความสำคัญของแหล่งอาหารในน้ำของประเทศไทย ตลอดจนความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มผลผลิตและใช้ทรัพยากรเหล่านี้อย่างคุ้มค่า
3. อธิบายถึงทรัพยากรที่ได้จากป่าชายเลนได้
4. ตระหนักถึงความสำคัญของป่าชายเลน ตลอดจนความจำเป็นที่ต้องอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน
5. อธิบายหลักการทานาเกลือ และประโยชน์ของเกลือสมุทรได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. จำแนกและยกตัวอย่างสัตว์น้ำจืดแต่ละประเภทได้
2. ยกตัวอย่างสัตว์ทะเลที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยได้
3. อธิบายถึงความสำคัญของปะการังได้
4. บอกชนิดและประโยชน์ของพืชในทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทยได้
5. บอกถึงความจำเป็นที่ต้องมีการเพิ่มผลผลิตและใช้ทรัพยากรจากแหล่งน้ำให้คุ้มค่า
6. บอกลักษณะและความสำคัญของป่าชายเลนได้
7. เขียนห่วงโซ่อาหารของป่าชายเลนได้
8. อธิบายสาเหตุที่ทำให้สัตว์น้ำตามป่าชายเลนแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ
9. ยกตัวอย่างสัตว์น้ำที่อาศัยตามป่าชายเลนได้
10. บอกสาเหตุของการที่ป่าชายเลนถูกทำลาย รวมทั้งผลกระทบเมื่อป่าชายเลนถูกทำลายลงได้
11. บอกองค์ประกอบของเกลือสมุทรได้
12. อธิบายหลักการทานาเกลือได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

คำชี้แจง กิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เรื่อง แหล่งอาหารในน้ำของประเทศไทย
แบ่งออกเป็น 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ทรัพยากรประมงน้ำจืดและน้ำเค็ม ใช้เวลาประมาณ 40 นาที

ตอนที่ 2 ทรัพยากรป่าชายเลน ใช้เวลาประมาณ 40 นาที

ตอนที่ 3 เกลือจากทะเล ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

ตอนที่ 1

1. บั้สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงการทำประมงสัตว์น้ำ

(ภาพที่ 3.1)

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา

2. ช้ันค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงสาหร่ายชนิดต่าง ๆ และ
แนวปะการัง (ภาพที่ 2.1 และ 3.3)

2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งตอบคำถามลงใน
แบบฝึกหัด

3. ช้ันสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากภาพแสดงสาหร่าย
ชนิดต่าง ๆ และแนวปะการัง (ภาพที่ 2.1 และ 3.3)

3.2 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงแนวปะการัง (ภาพที่ 3.3) แล้วร่วมกัน
อภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตอนที่ 2

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้น แสดงป่าชายเลน (ภาพที่ 3.4)
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา
2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดง วงจรใช้อาหารของป่าชายเลน (ภาพที่ 3.5)
 - 2.2 ครูให้นักเรียนเกด เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด
3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้
 - 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากภาพแสดงวงจรใช้อาหารของป่าชายเลน
 - 3.2 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงวงจรใช้อาหารของป่าชายเลน (ภาพ 3.5) แล้วร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัดเพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตอนที่ 3

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงส่วนประกอบของน้ำทะเล (ภาพ 3.6)
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา
2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงกระบวนการผลิตเกลือ (ภาพที่ 3.7)
 - 2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเกลือ

3.2 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาโมชั้นแสดงกระบวนการผลิตเกลือ (ภาพ 3.7) แล้วร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นภาพโหลาโมชั้นจำนวน 7 ชุด คือ

- 1.1 การทำประมงสัตว์น้ำ
- 1.2 สำหรับชนิดต่าง ๆ
- 1.3 แนวปะการัง
- 1.4 ป่าชายเลน
- 1.5 วงจรใช้อาหารของป่าชายเลน
- 1.6 ส่วนประกอบของน้ำทะเล
- 1.7 กระบวนการผลิตเกลือ

2. แบบฝึกหัด 3 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 ทรัพยากรประมงน้ำจืดและน้ำเค็ม
- ตอนที่ 2 ทรัพยากรป่าชายเลน
- ตอนที่ 3 เกลือจากทะเล

การประเมินผล

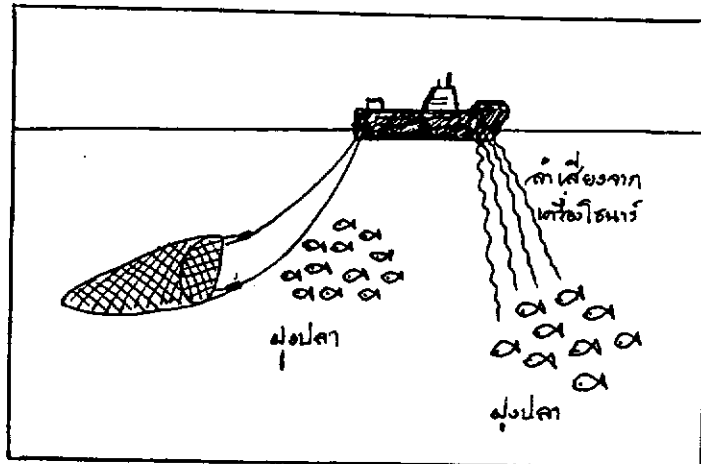
1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ดูจากการตอบคำถามในแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัด

เรื่อง แหล่งอาหารในน้ำของประเทศไทย

ตอนที่ 1 ทรัพยากรประมงน้ำจืดและน้ำเค็ม

กิจกรรมที่ 1 จากภาพ การทำประมงสัตว์น้ำ (ภาพ 3.1) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



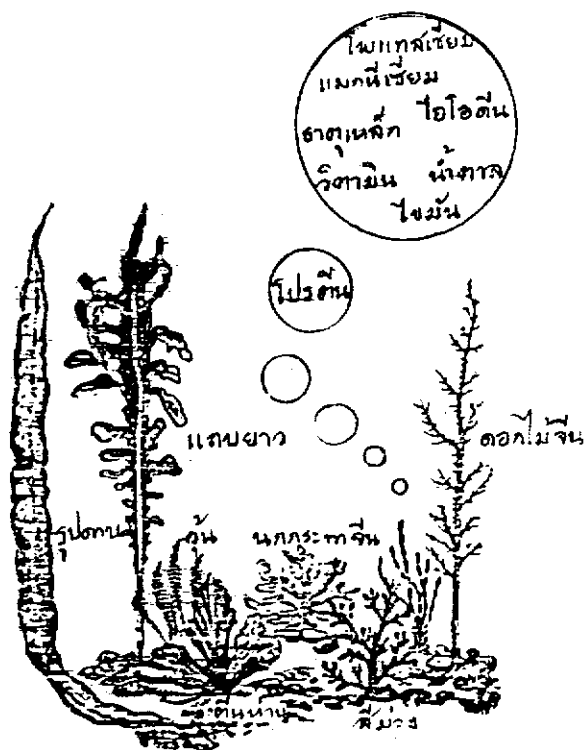
ภาพ 3.1 การทำประมงสัตว์น้ำ

1. การที่ชาวประมงใช้อวนตาถี่หาลาดังภาพ นักเรียนคิดว่าเป็นการใช้ทรัพยากรจากแหล่งน้ำที่ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ปลาน้ำจืดที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ให้ยกตัวอย่างมาให้มากที่สุด (ไม่น้อยกว่า 10 ชนิด)

3. จากตัวอย่างปลาน้ำจืดในข้อ 2 ให้นักเรียนจำแนกออกเป็นพวก ๆ โดยใช้แหล่งที่อยู่อาศัย เป็นเกณฑ์ในการจำแนก

กิจกรรมที่ 2 จากภาพสำหรับรายชนิดต่าง ๆ และภาพแนวปะการัง (ภาพ 2.1 และ 3.3) จงตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 2.1 สำหรับรายชนิดต่าง ๆ

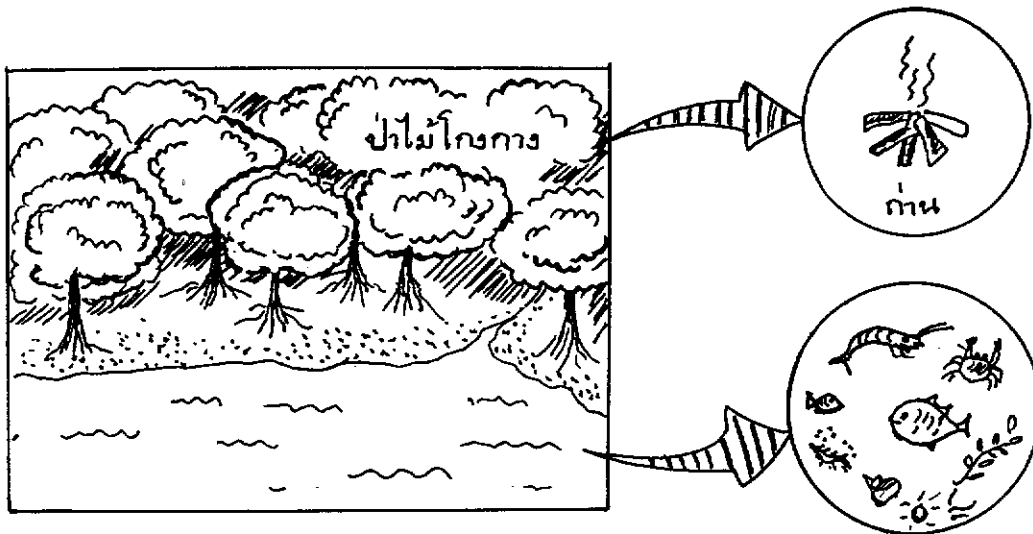
กิจกรรมที่ 3 จากภาพแนวปะการัง (ภาพ 3.3) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้
ใจความสมบูรณ์

1. จากภาพถ้าชาวประมงเก็บเอาปะการังจากทะเลไปขาย นักเรียนคิดว่าจะก่อให้เกิดผล
เสียหายต่อระบบนิเวศในทะเลอย่างไร

2. นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร (จงแสดงความคิดเห็นมาให้มากที่สุด)

ตอนที่ 2 ทริพยากรป่าชายเลน

กิจกรรมที่ 1 จากภาพชุด ป่าชายเลน (ภาพ 3.4) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้
ใจความสมบูรณ์



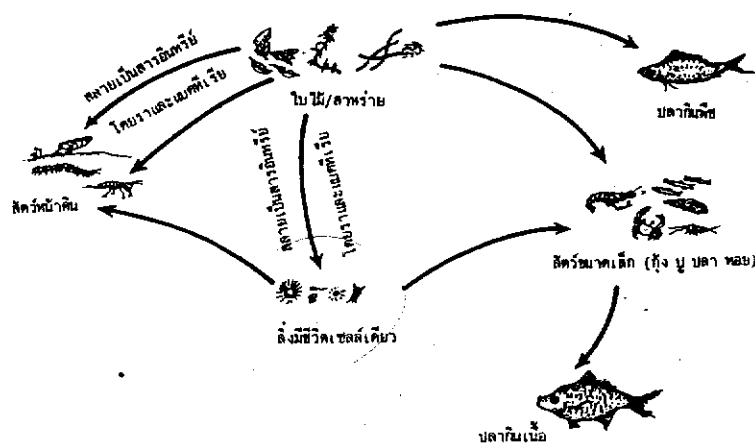
ภาพ 3.4 ป่าชายเลน

1. จากภาพป่าชายเลนมีลักษณะเป็นอย่างไร

2. ป่าชายเลนมีความสำคัญอย่างไร

3. พืชและสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ตามป่าชายเลนได้แก่อะไรบ้าง

กิจกรรมที่ 2 จากภาพวงจรโซ่อาหารของป่าชายเลน (ภาพ 3.5) ให้นักเรียนจดตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 3.5 วงจรโซ่อาหารของป่าชายเลน

1. จากภาพผู้ผลิตคืออะไร

2. ผู้บริโภคได้แก่อะไรบ้าง และผู้บริโภคลำดับสุดท้ายคืออะไร

3. ให้นักเรียนเขียนห่วงโซ่อาหารของป่าชายเลนมา 1 ตัวอย่าง

กิจกรรมที่ 3 จากภาพแสดงวงจรโซ่อาหารของป่าชายเลน (ภาพ 3.5) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์

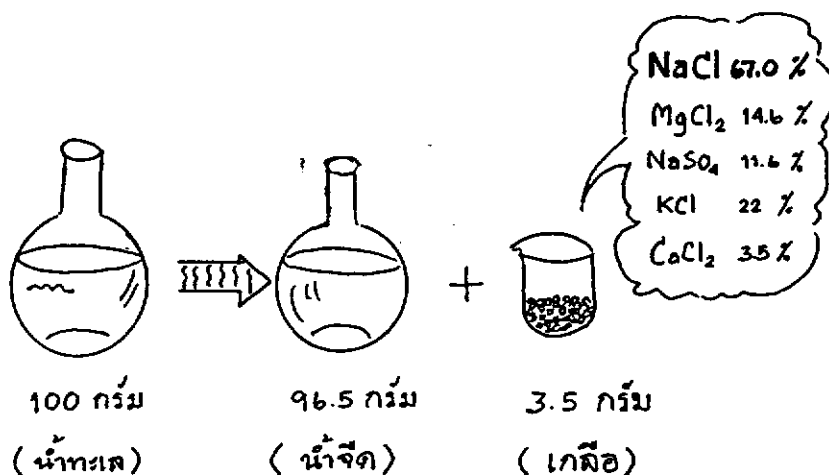
1. จากภาพวงจรโซ่อาหาร ถ้าไม่มีแบคทีเรียเป็นตัวย่อยสลายอินทรีย์สาร นักเรียนคิดว่าจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลนอย่างไร

2. ถ้าป่าชายเลนถูกทำลายนักเรียนคิดว่า จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

3. นักเรียนจะมีวิธีป้องกันการบุกรุกทำลายป่าชายเลนได้อย่างไร

ตอนที่ 3 แกล้งจากทะเล

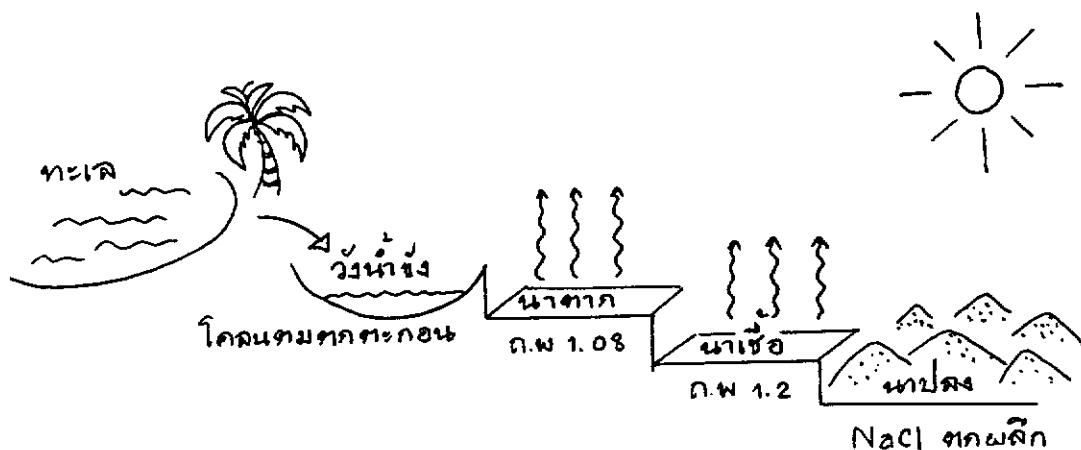
กิจกรรมที่ 1 จากภาพชุดส่วนประกอบของน้ำทะเล (ภาพ 3.6) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 3.6 ส่วนประกอบของน้ำทะเล

1. นักเรียนคิดว่าเราจะแยกเกลือออกจากน้ำทะเลได้หรือไม่ อย่างไร

กิจกรรมที่ 2 จากภาพ แสดงกระบวนการผลิตเกลือ (ภาพ 3.7) ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิ พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการผลิตเกลือจากน้ำทะเล



ภาพ 3.7 กระบวนการผลิตเกลือ

จงเขียนแผนภูมิแสดงกระบวนการผลิตเกลือ พร้อมคำอธิบายประกอบแผนภูมิ

กิจกรรมที่ 3 จากภาพ แสดงกระบวนการผลิตเกลือ (ภาพ 3.7) ให้นักเรียน ตอบคำถามลงใน
ช่องว่างให้ได้ความสมบูรณ์

1. การทำนาเกลือใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง

2. นักเรียนเคยพบเห็นสิ่งใดบ้างที่ใช้หลักการเกี่ยวกับการผลิตเกลือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สีนในน้ำ

ครั้งที่ 4 (คาบที่ 6)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. ปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติเกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตเป็นเวลานานนับล้านปี ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยอุณหภูมิและความกดดัน
2. น้ำมันดิบที่ขุดเจาะและสูบขึ้นมาจะต้องนำมากลั่นแยกส่วนก่อน เพื่อแยกเอาก๊าซและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ออกจากกัน
3. การกลั่นลำดับส่วนเป็นการกลั่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยให้ความร้อนประมาณ 400 องศาเซลเซียส จนน้ำมันกลายเป็นไอลอยขึ้นไปตามท่อ เมื่ออุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ น้ำมันแต่ละชนิด ซึ่งมีจุดเดือดต่างกันจะกลั่นตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ
อธิบายการเกิดและการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเกิดน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติได้
2. อธิบายหลักการกลั่นน้ำมันโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วนได้
3. จัดลำดับผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ได้จากการกลั่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโพล่าไมซ์แสดงการเกิดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ
(ภาพ 4.1)
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา

2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้นชุดการกลั่นน้ำมัน (ภาพ 4.2)

2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งตอบคำถามลงใน

แบบฝึกหัด

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากชุดการกลั่นน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ และการกลั่นน้ำมัน

3.2 ครูให้นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงการกลั่นน้ำมัน (ภาพ 4.2)

แล้วร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นภาพโหลาไมชั้น 2 ชุด คือ

1.1 การกลั่นน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

1.2 การกลั่นน้ำมัน

2. แบบฝึกหัด

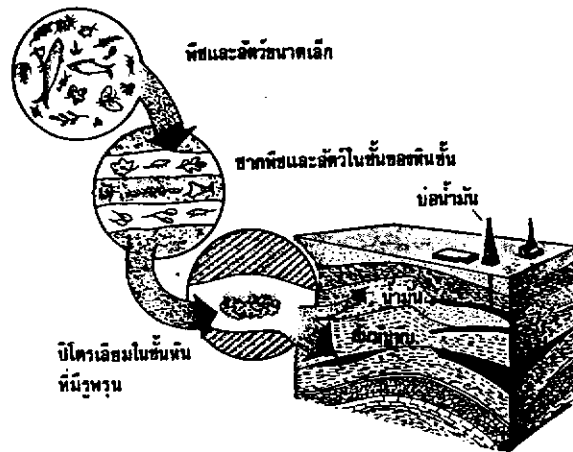
การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน

2. ดูการตอบคำถามจากแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัด
เรื่อง ปิโตรเลียมและแหล่งแร่

กิจกรรมที่ 1 จากภาพแสดงการเกิดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (ภาพ 4.1) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



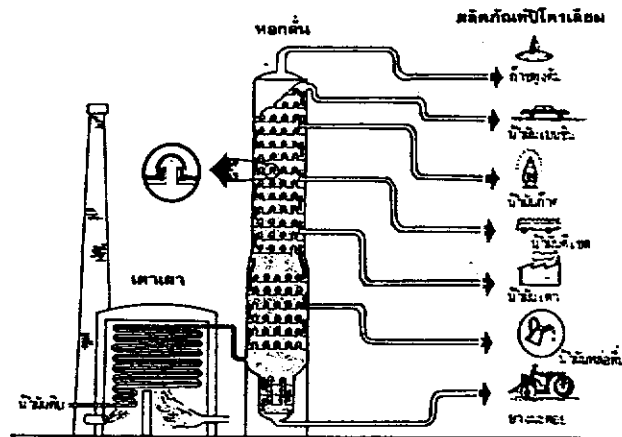
ภาพ 4.1 แสดงการเกิดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

1. ปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติเกิดจากอะไร และมีกระบวนการเกิดอย่างไร

2. ถ้าน้ำมันและก๊าซธรรมชาติอยู่ในแหล่งเดียวกัน นักเรียนคิดว่าจะอยู่กันใกล้กันแค่ไหน ทำไมจึงคิดเช่นนั้น

3. น้ำมันที่ขุดเจาะขึ้นมาชั้นนั้น นักเรียนคิดว่าจะนำมาใช้ประโยชน์ได้เลยหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

กิจกรรมที่ 2 จากภาพแสดงการกลั่นน้ำมัน (ภาพ 4.2) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่าง
ให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 4.2 การกลั่นน้ำมัน

1. วิธีการกลั่นน้ำมันแตกต่างกันอย่างไร และอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง

2. การทำท่อน้ำมันขึ้นไปที่ประเภทยานยนต์อะไร คุณสมบัติของน้ำมันในท่อน้ำมันแต่ละระดับเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

3. น้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของระดับล่างกับระดับบน น้ำมันระดับไหนมีจุดเดือดสูงกว่ากัน เพราะเหตุใด

กิจกรรมที่ 3 จากภาพแสดงการกลั่นน้ำมัน (ภาพ 4.2) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่าง
ให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. ให้นักเรียนสรุปหลักการของการกลั่นน้ำมันโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วน

2. จากภาพ 4.2 น้ำมันชนิดใดกลั่นตัวอันดับแรก และชนิดใดกลั่นตัวหลังสุด

3. หลักการกลั่นลำดับส่วนนี้ นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้อีก นอกเหนือจาก
การกลั่นน้ำมัน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สึนในน้ำ
ครั้งที่ 5 (คาบที่ 7 - 8)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. แหล่งน้ำจืดในประเทศไทย ได้แก่ แหล่งน้ำจืดธรรมชาติและแหล่งน้ำจืดทางนวล
2. แหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย ได้แก่ แหล่งเอราวัณ ปลาทอง สดุด และ
บรรพต
3. เนื่องจากไทยยังต้องสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศปีละมาก ๆ จึงต้องใช้น้ำมันอย่าง
ประหยัดและต้องพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน
4. พื้นที่ทะเลและมหาสมุทรเป็นแหล่งแร่ที่อุดมสมบูรณ์ ได้มหาสมุทรลึก ๆ บางแห่ง
พบอยู่ในรูปของก้อนแร่

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ชี้บ่งแหล่งน้ำจืดและก๊าซธรรมชาติบางแห่งในประเทศไทย
2. ตระหนักถึงคุณค่าของแร่ธาตุที่มีอย่างมากมายใต้พื้นทะเลและมหาสมุทร
3. ใช้พลังงานอย่างประหยัดจนเป็นนิสัยได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ชี้บ่งแหล่งน้ำจืดในประเทศไทยได้
2. ยกตัวอย่างแหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยได้
3. บอกขั้นตอนและวิธีการเจาะสำรวจปิโตรเลียมได้
4. บอกสาเหตุที่ต้องใช้น้ำมันอย่างประหยัดและต้องพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน
5. บอกแหล่งแร่ที่อุดมสมบูรณ์ของ ไทยได้
6. แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการประหยัดพลังงานได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปัญหา

1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงการเกิดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

และการเจาะสำรวจปิโตรเลียม (ภาพ 4.1 และ 5.1)

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัดเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา

2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงแหล่งก๊าซและน้ำมันดิบที่

ขุดเอามาใช้ได้ (ภาพ 5.2)

2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งก๊าซ และน้ำมันดิบที่ขุดเจาะได้ รวมทั้งขั้นตอนในการเจาะสำรวจปิโตรเลียม

3.2 ครูให้นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงการทำเหมืองแร่ได้มหาสมุทรในอนาคต (ภาพ 5.3) แล้วร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แผ่นภาพโหลาไมชั้น 4 ชุด คือ

1.1 การเกิดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

1.2 การเจาะสำรวจปิโตรเลียม

1.3 แหล่งก๊าซและน้ำมันดิบที่ขุดเจาะเอามาใช้ได้

1.4 การทำเหมืองแร่ได้มหาสมุทรในอนาคต

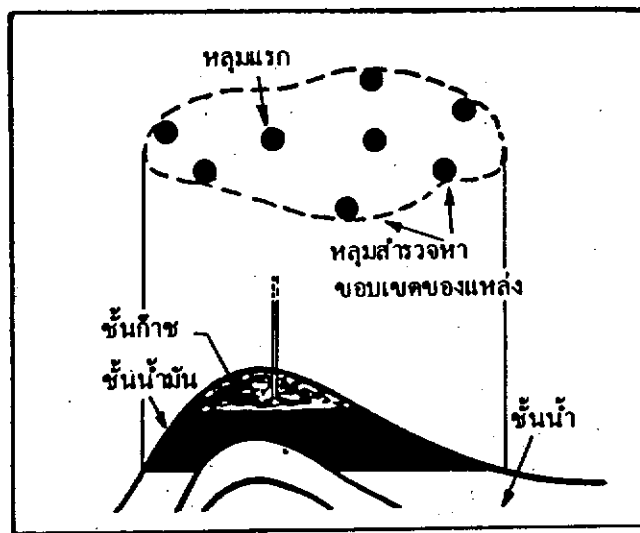
2. แบบฝึกหัด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ดูการตอบคำถามจากแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัด
เรื่อง ปิโตรเลียมและแหล่งแร่

กิจกรรมที่ 1 จากภาพแสดงการเจาะสำรวจปิโตรเลียม (ภาพ 5.1) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



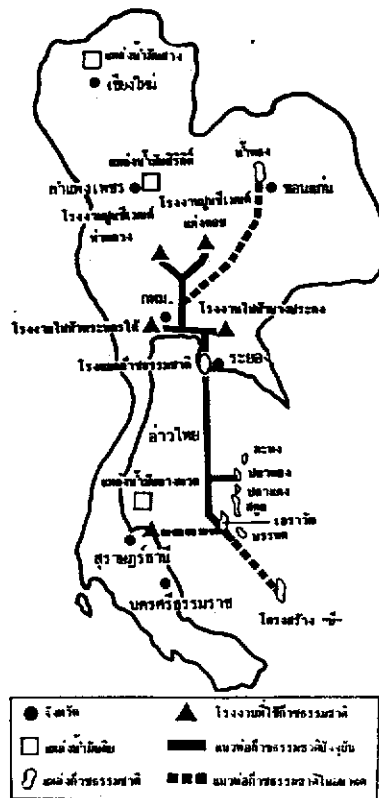
ภาพ 5.1 การเจาะสำรวจปิโตรเลียม

1. จากภาพการเจาะสำรวจปิโตรเลียม มีขั้นตอนและวิธีการทำอย่างไร

2. ปิโตรเลียมที่ขุดเจาะขึ้นมาได้ แก่อะไรบ้าง และมีสถานะเป็นอย่างไร

3. จากแหล่งขุดเจาะน้ำมันดิบ จะมีการลำเลียงไปยังที่ใดก่อน เพราะเหตุใด

กิจกรรมที่ 2 จากภาพแสดงแหล่งก๊าซและน้ำมันดิบที่ขุดเจาะมาใช้ได้ ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 5.2 แสดงแหล่งก๊าซและน้ำมันดิบที่ขุดเจาะมาใช้ได้

1. จากภาพแสดงแหล่งก๊าซและน้ำมันดิบที่ขุดเจาะมาใช้ได้

1.1 แหล่งน้ำมันดิบที่อยู่บนบกที่ขุดเจาะมาใช้แล้วคือ

1.2 แหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยคือ

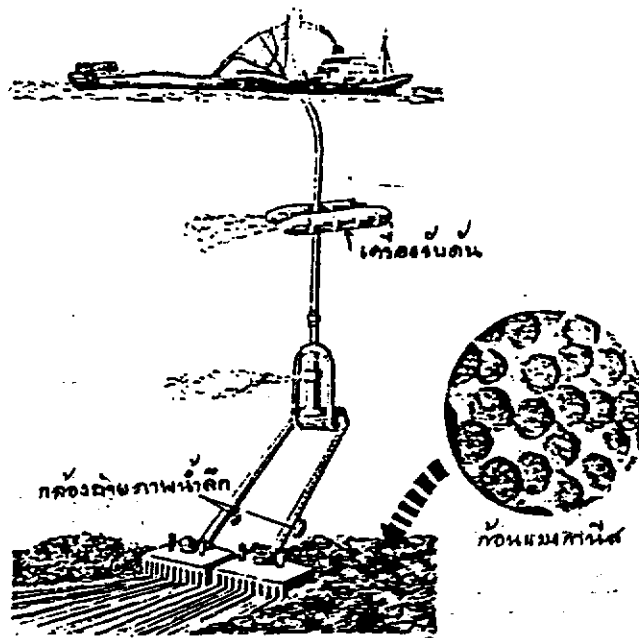
1.3 โรงงานที่ใช้ก๊าซธรรมชาติได้แก่

2. ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกส่งไปยังจังหวัดใด และมีวิธีการส่งอย่างไร

3. นักเรียนคิดว่าแนวโน้มการใช้ปิโตรเลียมในประเทศไทยเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมชนิดใด ที่มีความต้องการใช้มากที่สุด เพราะเหตุใด

กิจกรรมที่ 3 จากภาพการทำเหมืองแร่ได้มหาสมุทรในอนาคต (ภาพ 5.3) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 5.3 การทำเหมืองแร่ใต้มหาสมุทรในอนาคต

1. แร่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่อะไรบ้าง และมีประโยชน์อย่างไร

2. ถ้าประเทศไทยสามารถทำเหมืองแร่ได้มหาสมุทรได้ดังในภาพ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลดีและผลเสียอย่างไร (จงอธิบายให้เหตุผลประกอบ)

3. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าเราจะมีทางประหยัดน้ำมันได้โดยวิธีใดบ้าง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ้นในน้ำ
ครั้งที่ 6 (คาบที่ 9)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. น้ำที่ระดับลึกจะมีแรงดันมากกว่าน้ำที่อยู่ระดับตื้น
2. การสร้างเขื่อนต้องสร้างฐานให้กว้างกว่าด้านบน เพื่อให้สามารถต้านทานต่อแรงดันของน้ำที่ระดับลึกได้
3. ระดับความสูงของน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพลังงานของน้ำ
4. การเก็บกักน้ำแล้วปล่อยให้ไหลลงมากกระทบกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของความดันของน้ำที่ระดับต่างกันได้
2. อธิบายถึงสาเหตุของการสร้างฐานเขื่อนให้กว้างกว่าด้านบน
3. สรุปเกี่ยวกับพลังงานของน้ำที่ตกจากความสูงต่าง ๆ กันได้
4. อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานจากน้ำที่ตกลงมาจากที่สูงไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความแตกต่างของความดันน้ำที่ระดับตื้นกับระดับลึกได้
2. บอกหลักการวางฐานเขื่อนได้
3. อธิบายถึงสาเหตุของการสร้างฐานเขื่อนให้กว้างกว่าด้านบน
4. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการเคลื่อนที่ของกังหันได้
5. อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของน้ำกับพลังงานน้ำได้
6. อธิบายหลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปัญหา
 - 1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงแรงดันของน้ำ และหลักการวางฐานเขียน (ภาพ 6.1 และ 6.2)
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา
2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้นชุดการทดลองพลังงานน้ำตก (ภาพ 6.3)
 - 2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลลงในเอกสารประกอบการเรียน
3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้
 - 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากชุดการทดลองพลังงานน้ำตก (ภาพ 6.3)
 - 3.2 ครูให้นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงแผนผังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ (ภาพ 6.4) แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แผ่นภาพโหลาไมชั้น 4 ชุด คือ
 - 1.1 แรงดันของน้ำ
 - 1.2 การวางฐานเขียน
 - 1.3 ชุดการทดลองพลังงานน้ำตก
 - 1.4 แผนผังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ
2. เอกสารประกอบการเรียน
3. แบบฝึกหัด

การประเมินผล

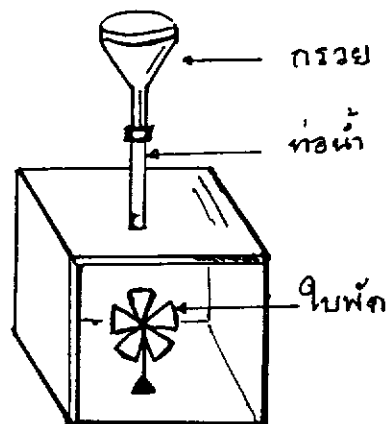
1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ดูการตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียนและแบบฝึกหัด

เอกสารประกอบการเรียน
เรื่อง พลังงานจากแหล่งน้ำ

กิจกรรมเรื่อง พลังงานของน้ำที่ตกจากที่สูง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเกี่ยวกับพลังงานของน้ำที่ตกจากระดับความสูงต่างกัน



ภาพ 6.3 ชุดการทดลองพลังงานน้ำตก

ข้อมูลจากกิจกรรม

การทดลองครั้งที่	การเคลื่อนที่ของกังหัน
1	_____
2	_____

สรุปผล

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ในการทดลองทั้ง 2 ครั้ง กังหันมีการเคลื่อนที่ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

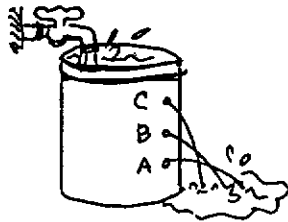
2. ตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คือสิ่งใด

3. น้ำที่ตกจากระดับต่ำกับระดับสูง อย่างไหนมีพลังงานมากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร

4. ถ้าต้องการให้น้ำมีพลังงานมากขึ้น ควรทำอย่างไร

แบบฝึกหัด
เรื่อง พลังงานจากแหล่งน้ำ

กิจกรรมที่ 1 จากภาพชุดแรงดันของน้ำ และการวางฐานเขื่อน ให้นักเรียนตอบคำถามลงใน
ช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



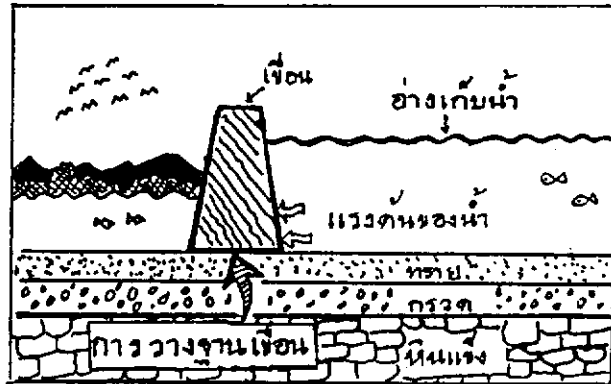
ภาพ 6.1 แรงดันของน้ำ

1. การไหลของน้ำจากระดับทั้ง 3 เหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. ถ้าเจาะรูอีก 3 รู ด้านตรงข้ามกับ 3 รูแรก การไหลของน้ำจะเป็นอย่างไร

3. ความสูงของน้ำที่ระดับต่าง ๆ กับแรงดันของน้ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4. จากหลักการเรื่องแรงดันของน้ำ นักเรียนคิดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างใน
ชีวิตประจำวัน

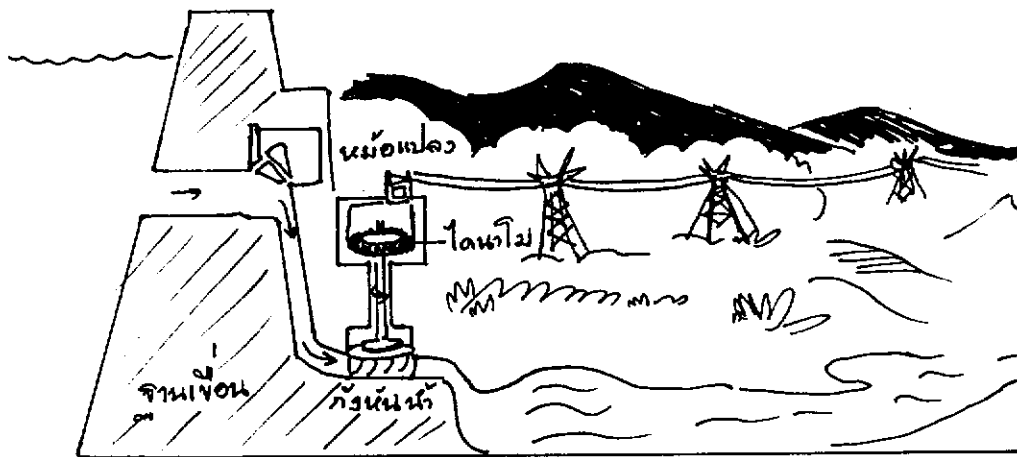


ภาพ 6.2 การวางฐานเขื่อน

5. จากภาพทำไมจึงต้องสร้างฐานเขื่อนให้กว้างกว่าด้านบน

6. น้ำที่เก็บกักไว้ในเขื่อนให้มีระดับสูง ๆ เมื่อปล่อยให้ตกลงมาจะเป็นอย่างไร

กิจกรรมที่ 2 จากภาพแผนผังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำ ให้นักเรียนตอบคำถาม
ลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 6.4 แผนผังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำ

1. การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำมีหลักการอย่างไร

2. จากหลักการดังกล่าว นักเรียนคิดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างในชีวิตประจำวัน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ้นในน้ำ

ครั้งที่ 7 (คาบที่ 10 - 11)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. พลังงานที่ได้จากคลื่นน้ำ และจากน้ำขึ้นน้ำลง สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้
2. การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงนั้น จะต้องมีเงื่อนไขคือระดับน้ำขึ้นน้ำลงต้องต่างกันมาก ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานจากคลื่นมาเป็นกระแสไฟฟ้าได้
2. อธิบายการนำพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ที่เกิดจากพลังงานคลื่นได้
2. สรุปการเปลี่ยนรูปของพลังงานได้
3. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมพลังงานกับการเคลื่อนที่ของตุ้มน้ำหนักได้
4. อธิบายหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้วสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั่นแสดงคลื่นจากทะเล (ภาพ 7.1)
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จากคำถามในแบบฝึกหัดเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา
2. ขั้วค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั่น ชุดแสดงการใช้พลังงานจาก

คลื่น (ภาพ 7.2)

2.2 ครูให้นักเรียนสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ลงในเอกสารประกอบการเรียน

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลชุดแสดงการใช้พลังงานจากคลื่น (ภาพ 7.2)

3.2 ครูให้นักเรียนดูผ่านภาพโหลาไมชั้นแสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลง (ภาพ 7.3) แล้วร่วมกันอภิปราย จากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ผ่านภาพโหลาไมชั้น 3 ชุด คือ
 - 1.1 รูปคลื่นจากทะเล
 - 1.2 ชุดแสดงการใช้พลังงานจากคลื่น
 - 1.3 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลง
2. เอกสารประกอบการเรียน
3. แบบฝึกหัด

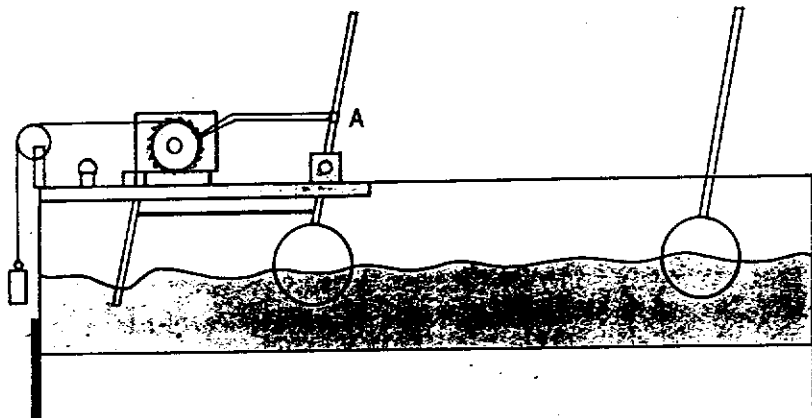
การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจตอบจากเอกสารประกอบการเรียน และแบบฝึกหัด

เอกสารประกอบการเรียน
เรื่อง พลังงานจากแหล่งน้ำ

กิจกรรมเรื่อง พลังงานจากคลื่นนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการเปลี่ยนพลังงานจากคลื่นมาเป็นกระแสไฟฟ้า



ภาพ 7.2 อุปกรณ์การใช้พลังงานจากคลื่น

ข้อมูลจากกิจกรรม

การทดลอง	ผลการทดลอง
เมื่อคลื่นกระทบพื้น เมื่อปลดที่บังคับ	

สรุปผลการทดลอง

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. คลื่นทำให้ทุ่นมีการเคลื่อนไหวหรือไม่ อย่างไร

2. การเคลื่อนไหวยมีผลต่อการสะสมพลังงานอย่างไร

3. เมื่อบลคที่บังคับเคียงแล้ว มีผลอย่างไร

4. นักเรียนจะอธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานจากการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

แบบฝึกหัด
เรื่อง พลังงานจากแหล่งน้ำ

กิจกรรมที่ 1 จากภาพชุด คลื่นน้ำ (ภาพ 7.1) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่าง
ให้ได้ใจความสมบูรณ์



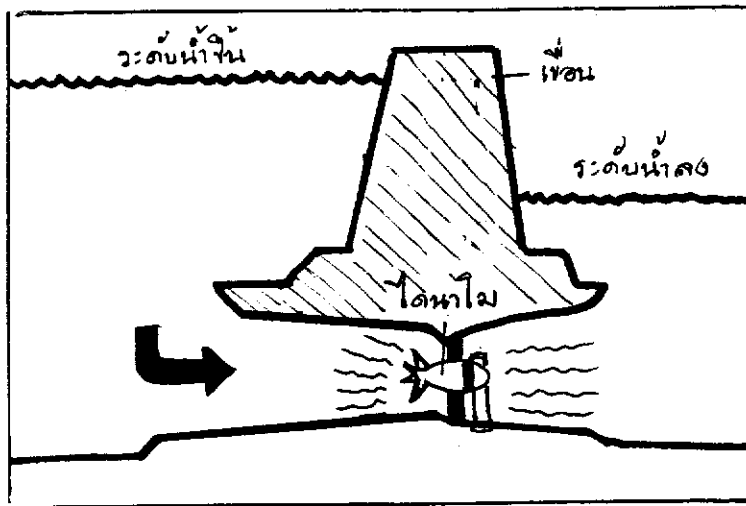
ภาพ 7.1 คลื่นน้ำ

1. คลื่นในทะเลมีพลังงานหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. คลื่นในทะเลมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมอย่างไร

3. นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำพลังงานที่เกิดจากคลื่นไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

กิจกรรมที่ 2 จากภาพแสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานกระแสน้ำขึ้นน้ำลง (ภาพ 7.3)
จงตอบคำถามลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 7.3 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานกระแสน้ำขึ้นน้ำลง

1. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลง จะได้กระแสไฟฟ้าตลอดเวลาหรือไม่ เพราะเหตุใด

2. นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดการผลิตกระแสไฟฟ้า จากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงจึงได้ผลดี เมื่อระดับน้ำขึ้นน้ำลงต่างกันมาก ๆ

3. นักเรียนคิดว่าประเทศไทย สามารถนำพลังงานจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

4. จากหลักการดังกล่าวนักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างในชีวิตประจำวัน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ้นในน้ำ

ครั้งที่ 8 (คาบที่ 12)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. ปัจจัยที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมมีมากมาย ส่วนใหญ่มาจากการกระทำของมนุษย์ทั้งสิ้น
2. การเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำมีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของสิ้นในน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อชีวิตมนุษย์ในที่สุด
3. การใช้แหล่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยการจัดการที่เหมาะสมควบคู่กันไปกับการอนุรักษ์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปปัจจัยที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมสภาพได้
2. ตระหนักถึงการใช้แหล่งน้ำและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพได้
3. ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำเพื่อชีวิตมนุษย์ได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกสาเหตุของการเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำในทะเลมหาสมุทร และแหล่งน้ำจืดธรรมชาติต่าง ๆ ได้
2. สรุปปัจจัยสำคัญที่ทำให้แหล่งน้ำต่าง ๆ เสื่อมสภาพได้
3. อธิบายได้ว่าการเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำ มีผลกระทบต่อสิ่งที่มีชีวิตในน้ำ และมนุษย์อย่างไร
4. ยกตัวอย่างการพัฒนาและการจัดการเพื่อให้การใช้แหล่งน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 นักเรียนดูแผ่นภาพโหลาไมชั้นแสดงแหล่งน้ำเสื่อมสภาพ (ภาพ 8.1)
 - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามในแบบฝึกหัด เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา
2. ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา
 - 2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผ่นภาพโหลาไมชั้น ชุดแหล่งน้ำเสื่อมสภาพ

(ภาพ 8.1)

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำในที่ต่าง ๆ
เน่าเสีย พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไขและพัฒนาแหล่งน้ำ

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจากภาพชุดแหล่งน้ำ
เสื่อมสภาพ (ภาพ 8.1) แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

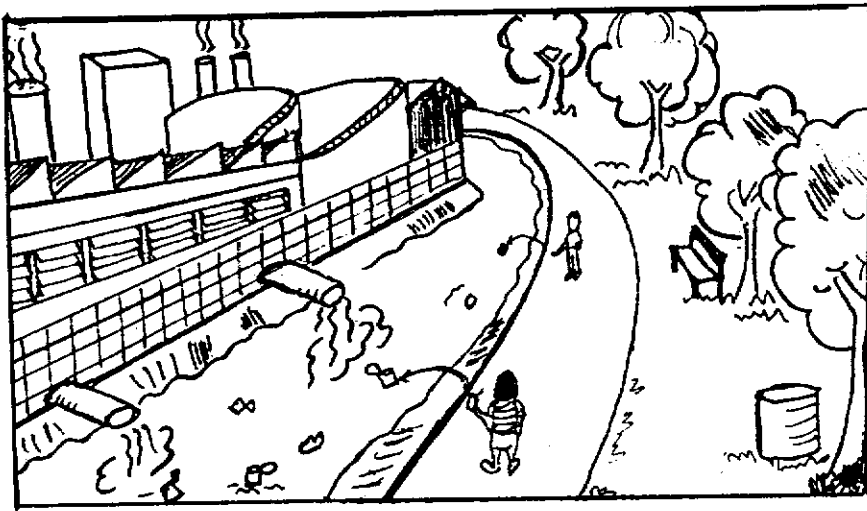
1. แผ่นภาพโหลาไมชั้น 1 ชุด
แหล่งน้ำเสื่อมสภาพ
2. แบบฝึกหัด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. คำตอบจากแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัด
เรื่อง การอนุรักษ์และพัฒนาสินน้ำ

กิจกรรมที่ 1 จากภาพแหล่งน้ำเสื่อมสภาพ (ภาพ 9.1) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่าง
ให้ได้ใจความสมบูรณ์



ภาพ 8.1 แหล่งน้ำเสื่อมสภาพ

1. นักเรียนคิดว่าแหล่งน้ำในภาพน่าเสียเพราะเหตุใด

2. นอกจากสาเหตุดังกล่าวแล้ว นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอะไรอีกบ้างที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมสภาพ

กิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่นำเสนอต่อไปนี้

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีสระน้ำขนาด 8 x 19 เมตร อยู่บริเวณด้านหน้าของบ้านพักครู โดยความยาวของสระ ขนานไปกับบ้านพักครู 3 หลัง ภายในสระน้ำมีปลาอาศัยอยู่หลายชนิด รวมทั้งปลากุ้ย บัว และผักตบชวา ต่อมาโรงเรียนได้ย้ายโรงอาหารมาอยู่บริเวณใกล้ ๆ กับสระน้ำแห่งนั้นด้วย ในไม่ช้าปลานานาชนิดต่าง ๆ ก็เริ่มลดจำนวนลง ปลากุ้ยและบัว ไม่เจริญเติบโตและตายในที่สุด คงเหลือแต่ผักตบชวาเท่านั้น

จากสถานการณ์ปัญหาคือ_____

สาเหตุของปัญหาดังกล่าว ได้แก่_____

สมมติฐาน_____

การเก็บรวบรวมข้อมูล_____

สรุปผล_____

แนวทางแก้ไข_____

กิจกรรมที่ 3 จากภาพแหล่งน้ำเสื่อมสภาพ (ภาพ 8.1) ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่าง
ให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. การเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำ นักเรียนคิดว่ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร จงอธิบาย

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no text or other markings on the paper.

ภาคผนวก ค

**ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สึนโนะโนะ**

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสินในน้ำ

ประเภทของมโนคติ เนื้อเรื่อง	มโนคติ เกี่ยวกับ การแบ่ง ประเภท	มโนคติ เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์	มโนคติ ทาง ทฤษฎี	รวม	อันดับ
มหาสมุทรสุดลึก	2	5	2	9	4
แหล่งอาหารที่สำคัญของโลก	2	1	-	3	6
แหล่งอาหารในน้ำของ ประเทศไทย	7	5	2	14	2
ปิโตรเลียมและแหล่งแร่	8	2	3	13	3
พลังงานจากแหล่งน้ำ	1	5	9	15	1
การอนุรักษ์และพัฒนาสินในน้ำ	2	2	2	6	5
รวม	22	20	18	60	
อันดับ	1	2	3		

จากตาราง วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น
3 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลเกี่ยวกับการแบ่งประเภท 22 ข้อ คือข้อที่ 3, 7, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 21, 22, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 48, 58, 60,
2. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ 20 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 4, 5, 6, 11, 14, 16, 18, 20, 23, 31, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 55, 59
3. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านโมเดลทางทฤษฎี 18 ข้อ คือ ข้อที่ 8, 9, 24, 25, 27, 28, 36, 40, 41, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านนิเวศทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง สึนามิ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

- คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว โดยให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ต่างหาก
2. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1. เพราะเหตุใดเราจึงต้องศึกษาเกี่ยวกับความลึกของท้องทะเลและมหาสมุทร
- เพื่อหาความหนาแน่นของน้ำทะเล
 - เพื่อทราบแรงดันน้ำของน้ำทะเล
 - เพื่อหาปริมาณของน้ำทะเล
 - เพื่อตรวจสอบความเค็มของน้ำทะเล
 - เพื่อทราบระดับสูงต่ำและขอบเขตของน้ำทะเล
2. การเขียนแบบจำลองของท้องทะเลและมหาสมุทร ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งจะมีวิธีการทำได้
อย่างไร
- เขียนแบบจำลองจากการจินตนาการของ นักเดินเรือ
 - ใช้นักประดาน้ำลงไปแล้วถ่ายภาพใต้น้ำขึ้นมา
 - ใช้เรือดำน้ำลงไปถ่ายภาพใต้ท้องสมุทรขึ้นมา
 - เขียนแบบจำลองจากการวัดความลึก ณ หลาย ๆ ตำแหน่งในบริเวณนั้น
 - ใช้ได้ทุกวิธีที่กล่าวมา

3. การวัดความลึกของมหาสมุทรในบริเวณที่ลึกที่สุด ควรใช้วิธีใด
 - ก. ใช้สายดิ่งที่ยาวมาก ๆ ทิ้งจากเรือลงไป
 - ข. ให้นักประดาน้ำถือสายดิ่งลงไปวัด
 - ค. ส่งคลื่นเสียงลงไปแล้วจับเวลาเสียงสะท้อนขึ้นมา
 - ง. พังเสียงของก้อนหินซึ่งตกไปกระทบพื้นใต้น้ำ
 - จ. จับเวลาการค้ำน้ำของนักประดาน้ำจากผิวน้ำไปยังใต้ท้องทะเล

4. ในการหาความลึกของมหาสมุทรแห่งหนึ่งโดยใช้หลักการของเสียงสะท้อนจับเวลาได้เท่ากับ 6 วินาที ถ้าเสียงสามารถเดินทางในน้ำทะเลได้ วินาทีละ 1,460 เมตร อยากทราบว่าทะเลที่จุดนั้นมีความลึกเท่าไร
 - ก. 8,760 เมตร
 - ข. 6,760 เมตร
 - ค. 4,760 เมตร
 - ง. 4,380 เมตร
 - จ. 3,380 เมตร

5. ทะเลแห่งหนึ่งลึก 2,800 เมตร ถ้าคลื่นเสียงเดินทางในน้ำด้วยความเร็ว 1,400 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าคลื่นเสียงเดินทางจากเรือลงไปถึงก้นทะเลและสะท้อนกลับมาถึงเรือใช้เวลาเท่าไร
 - ก. 1 วินาที
 - ข. 2 วินาที
 - ค. 4 วินาที
 - ง. 6 วินาที
 - จ. 8 วินาที

6. อัตราเร็วของเสียงในน้ำเท่ากับ 1,489 เมตรต่อวินาที เวลาที่เรือดำน้ำส่งคลื่นเสียงไปกระทบกับทะเลลึกปรากฏว่าเสียงสะท้อนกลับมาในเวลา 10 วินาที จงหาว่าทะเลลึกเท่าใด
- 15,000 เมตร
 - 14,800 เมตร
 - 7,500 เมตร
 - 7,445 เมตร
 - 4,700 เมตร
7. นักเรียนคิดว่าใต้ท้องทะเลมีสภาพเป็นอย่างไร
- ราบเรียบเหมือนแผ่นกระดาษ
 - เป็นชั้นบันได หลายชั้น
 - เป็นร่อง ๆ เหมือนร่องผัก
 - สูง ๆ ต่ำ ๆ เหมือนบนพื้นดินทั่วไป
 - มีลักษณะลาดเอียงเหมือนบันไดเลื่อน
8. การสร้างถังคาน้ำของนักประดาน้ำใช้หลักการในข้อใด
- การกดทับของน้ำหนักของน้ำทะเล
 - ความดันของน้ำทะเลในระดับต่าง ๆ
 - การขึ้นลงของน้ำทะเลในแต่ละครั้ง
 - อุณหภูมิของน้ำทะเลในระดับต่าง ๆ
 - ความสูงต่ำของพื้นที่ใต้ท้องทะเล ๓ จุดต่าง ๆ

9. ข้อใดเป็นหลักการของโซนาร์

- ก. คลื่นเสียงกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับเข้าเครื่องรับ
- ข. การบันทึกภาพของวัตถุแล้วให้ปรากฏที่จอภาพ
- ค. จากภาพของคลื่นเสียงเปลี่ยนเป็นภาพของวัตถุ
- ง. การกระทบของคลื่นเสียงเปลี่ยนเป็นภาพวัตถุ
- จ. การสะท้อนของแสงจากวัตถุมายังเครื่องรับ

10. ข้อความในข้อใดกล่าวถึง แพลงก์ตอน ได้ถูกต้อง

- ก. สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นพวกจุลินทรีย์ในดิน
- ข. ไข่และตัวอ่อนของสัตว์น้ำในทะเล
- ค. เป็นสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่รวมทั้งพืชและสัตว์ขนาดเล็กอาศัยตามผิวน้ำ
- ง. พืชขนาดเล็กสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
- จ. สำหรับทุกชนิดที่ลอยอยู่ในน้ำทะเลและในน้ำจืด

11. ถ้าขาดแพลงก์ตอนจะเกิดผลกระทบต่อคนอย่างไรมากที่สุด

- ก. ทำให้น้ำเน่าเหม็น
- ข. คนจะขาดสารอาหารประเภทโปรตีน
- ค. คนจะขาดธาตุไอโอดีนมากขึ้น
- ง. คนจะขาดเนื้อปลารับประทาน
- จ. คนจะไม่อยากรับประทานเนื้อปลา

12. แพลงก์ตอนไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีความลึกมาก ๆ ด้วยสาเหตุดังต่อไปนี้ ยกเว้น

ข้อใด

- ก. ไม่มีแสงสว่าง
- ข. ไม่มีแร่ธาตุอาหาร
- ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เหมาะสม
- ง. ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้
- จ. ไม่มีตัวอ่อนของสัตว์เล็ก ๆ เป็นอาหาร

13. ข้อใดไม่ใช่ ลักษณะพิเศษของปลาน้ำจืดในแหล่งน้ำที่ไหลเร็ว

- ก. สามารถเกาะพื้นดินหรือก้อนหินได้
- ข. ว่ายน้ำได้เร็ว
- ค. ชอบน้ำเย็นที่มีออกซิเจนค่อนข้างคงที่
- ง. ต้องการออกซิเจนในปริมาณมากกว่าปลาในแหล่งน้ำนิ่ง
- จ. ปรับตัวให้เข้ากับความเร็วของน้ำได้

14. เพราะเหตุใดจึงต้องมีการเพิ่มผลผลิตจากการประมงน้ำจืด

- ก. เพื่อรักษาแหล่งน้ำและระบบนิเวศของแหล่งน้ำ
- ข. เพราะสัตว์น้ำถูกส่งเป็นสินค้าขายออกเพิ่มปริมาณมากขึ้น
- ค. เพราะแหล่งน้ำถูกทำลายมากขึ้นอย่างรวดเร็ว
- ง. เพราะประชากรเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว
- จ. เพราะสัตว์น้ำในธรรมชาติลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว

15. ข้อใดเป็นปลาในแหล่งน้ำจืดทั้งหมด
- ปลาแค้ ปลาอีตุตุ ปลาเลียหิน
 - ปลาช่อน ปลาหมอ ปลาสลิค
 - ปลาสร้อย ปลาหมอ ปลาแค้
 - ปลาอีตุตุ ปลาสลิค ปลาช่อน
 - ปลาตะเพียน ปลาหมอ ปลาสร้อย
16. เพราะเหตุใดสัตว์น้ำเค็มจึงมีราคาสูงกว่าสัตว์น้ำจืด
- ประชาชนนิยมรับประทานสัตว์น้ำเค็มมากกว่าสัตว์น้ำจืด
 - สัตว์น้ำเค็มที่จับได้ส่วนใหญ่ส่งขายต่างประเทศ
 - สัตว์น้ำจืดไม่มีรสชาติโอเอตั้น
 - สัตว์น้ำเค็มให้คุณค่าทางอาหารสูงกว่าสัตว์น้ำจืด
 - การจับสัตว์น้ำเค็มลงทุนสูงกว่าการจับสัตว์น้ำจืด
17. ข้อใดเป็นสัตว์น้ำเค็มที่จับได้ในเขตอ่าวไทย
- ปลาดงลาม กุ้งแชบ๊วย ปลาตะเพียน
 - ปลาตะเพียน หอยทาก หมึกกล้วย
 - ปลาหมึกกล้วย ปลาทู ปลาดงลาม
 - ปลากระบอก ปลาทู กุ้งกุลาดำ
 - ปลาทู ปลาสลิค ปลาดงลาม
18. แนวเขตปะการังป้องกันกระแสน้ำได้เพราะเหตุใด
- กันกระแสน้ำให้มีความเร็วลดลง
 - เป็นช่องทางให้กระแสน้ำไหลผ่าน
 - เป็นเสมือนประตูปิดเปิดให้น้ำไหล
 - ทำให้อุณหภูมิของน้ำคงที่
 - ควบคุมความเค็มของน้ำแต่ละระดับ

19. ข้อใด ไม่ใช่ ความสำคัญของป่าชายเลน
- เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำในระยะตัวอ่อน
 - เป็นแหล่งอาหารชั้นแรกของสิ่งมีชีวิตในน้ำ
 - ไม้ในป่าชายเลนใช้ในการผลิตถ่านไม้ที่ไม่ให้ความร้อนสูง
 - ช่วยป้องกันการพังทลายของฝั่งทะเล
 - เป็นแหล่งผลิตกุ้งกุลาดำชั้นดี
20. ป่าชายเลนจะให้ประโยชน์สูงสุดควรมีการจัดการอย่างไร
- จำแนกและกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลน
 - ปล่อยป่าชายเลนให้เป็นไปตามธรรมชาติ
 - ควรใช้ทำการประมงมากที่สุด
 - ควรใช้เป็นแหล่งผลิตถ่านไม้เพียงอย่างเดียว
 - ควรใช้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์กุ้งกุลาดำ
21. ข้อใด ไม่ใช่ ประโยชน์ของปะการัง
- เป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ
 - เป็นแหล่งท่องเที่ยว
 - เป็นที่อาศัยของสัตว์น้ำเล็ก ๆ
 - เป็นสิ่งประดับตู้ปลา
 - ป้องกันกระแสน้ำ
22. ข้อใด ไม่ใช่ ความสำคัญของสาหร่ายทะเล
- ให้สารอาหารประเภทโปรตีน
 - นำมาสกัดแร่ธาตุที่มีประโยชน์ได้
 - เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำ
 - ใบและต้นนำมาสกัดเป็นยารักษาโรคได้
 - เพิ่มปริมาณก๊าซไนโตรเจนในน้ำ

23. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรส่งเสริมให้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ
- ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนมีขอบเขตกว้างขึ้น
 - กุ้งเลี้ยงยากและต้องลงทุนสูง
 - กุ้งไม่มีสารอาหารที่มีคุณค่า
 - เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในการเลี้ยงกุ้ง
 - ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนถูกทำลาย
24. การทำนาเกลือใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในข้อใด
- การกรองและการตกตะกอน
 - การตกตะกอนและการระเหย
 - การระเหยและการตกผลึก
 - การตกผลึกและการตกตะกอน
 - การระเหยและการควบแน่น
25. อะไรเป็นสาเหตุให้น้ำทะเลแต่ละแห่งมีความเค็มไม่เท่ากัน
- น้ำทะเลแต่ละที่มีเกลือแร่ต่างกัน
 - แต่ละแห่งมีการระเหยของน้ำไม่เท่ากัน
 - ความกักตุนของน้ำในแต่ละแห่งต่างกัน
 - น้ำทะเลแต่ละแห่งมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน
 - พื้นที่ใต้ทะเลแต่ละแห่งสูงต่ำไม่เท่ากัน
26. ข้อใดคือเกลือแกงที่ใช้ปรุงอาหารตามบ้าน
- โซเดียมคลอไรด์
 - แคลเซียมคลอไรด์
 - แมกนีเซียมคลอไรด์
 - โพแทสเซียมคลอไรด์
 - แบเรียมคลอไรด์

27. ข้อใด ไม่ใช่ หลักการระเหย

- ก. การกลั่นน้ำมัน
- ข. การผลิตน้ำตาลทราย
- ค. การทำน้ำแข็ง
- ง. การกวนขนม
- จ. การทำนาเกลือ

28. ข้อใดเป็นการเกิดน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ

- ก. การสลายตัวของหินน้ำมันบางประเภทที่มีอยู่ในชั้นเปลือกโลก
- ข. สารอินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ และจุลินทรีย์ตายทับถมกันนับล้านปี
- ค. การทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างถ่านกับออกซิเจนในความดันสูง
- ง. การสังเคราะห์ของก๊าซเชื้อเพลิง และน้ำในบรรยากาศที่เหมาะสม
- จ. การสลายตัวของหินที่ถูกความร้อนและแรงกดดัน

29. ข้อใด ไม่ใช่ ปัจจัยสำคัญในการเกิดปิโตรเลียม

- ก. อุณหภูมิ
- ข. ความกดดัน
- ค. ชากพืชซากสัตว์
- ง. แบคทีเรียบางชนิด
- จ. ชนิดของหินและแร่

30. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ

- ก. ก๊าซธรรมชาติเหลวคือน้ำมันดิบที่อยู่ในลักษณะหนืด
- ข. น้ำมันดิบหรือก๊าซธรรมชาติมีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่วิธีการขุดเจาะขึ้นมาต่างกัน
- ค. น้ำมันดิบคือก๊าซธรรมชาติที่อยู่ในลักษณะเหลวภายใต้ชั้นหินของเปลือกโลก
- ง. ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลวเป็นสิ่งที่เหมือนกันแต่มีสถานะต่างกัน
- จ. น้ำมันดิบที่ขุดเจาะขึ้นมาจะมีสถานะเป็นของเหลวเท่านั้น

31. เพราะเหตุใดจึงต้องไล่เสียงน้ำมันดิบลงเข้าโรงกลั่น

- ก. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันดิบ
- ข. กำจัดสิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันดิบ
- ค. เพื่อให้น้ำเค็มที่ปะปนเข้ามาระเหยไป
- ง. เพื่อเติมสารตระกั่วลงไปในน้ำมันดิบ
- จ. แยกก๊าซและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ออกจากกัน

32. ข้อใดกล่าวถึงระดับอุณหภูมิภายในเตาแยกน้ำมันดิบได้ถูกต้อง

- ก. เตาแยกน้ำมันมีอุณหภูมิเท่ากันทุกชั้น
- ข. ส่วนกลางจะร้อนมากกว่าส่วนบนและล่างของเตา
- ค. ส่วนล่างสุดจะร้อนมากที่สุดและร้อนน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระดับความสูงของเตา
- ง. ส่วนบนสุดจะร้อนมากที่สุดและร้อนน้อยลงเรื่อย ๆ ในระดับล่างของเตา
- จ. มีอุณหภูมิเท่ากันตลอดเพราะไอน้ำมันระเหยทั่วถึงกันทุกชั้น

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 33

- 1. เบนซิน 2. ยางมะตอย
- 3. ดีเซล 4. ก๊าซหุงต้ม

33. ข้อใดเรียงลำดับจุดเดือดในการกลั่นน้ำมันได้ถูกต้อง

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

34. ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกเผาเลี้ยงขึ้นที่จังหวัดใด

- ก. ลำปาง
- ข. อุดรดิตถ์
- ค. กำแพงเพชร
- ง. กรุงเทพฯ
- จ. ระยอง

35. ไอของน้ำมันในข้อใดที่อยู่ส่วนบนสุดของหอกลิ้น

- ก. น้ำมันเตา
- ข. น้ำมันก๊าด
- ค. น้ำมันดีเซล
- ง. น้ำมันหล่อลื่น
- จ. น้ำมันเบนซิน

36. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมันดิบในเตากลั่นตัวไม่พร้อมกัน

- ก. เวลา
- ข. ระดับอุณหภูมิ
- ค. จุดเดือด
- ง. ความดัน
- จ. ความชื้น

37. ปิโตรเลียมชนิดใดมีความหนาแน่นมากที่สุด เมื่อปริมาณเท่า ๆ กัน

- ก. ก๊าซหุงต้ม
- ข. น้ำมันเบนซิน
- ค. น้ำมันก๊าด
- ง. น้ำมันดีเซล จ. น้ำมันเตา

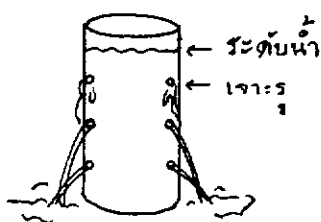
38. ข้อใดไม่ใช่แหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย

- ก. เอรಾವดี
- ข. ปลาทอง
- ค. สัตูล
- ง. บรรพต
- จ. นางนวล

39. การใช้ปิโตรเลียมของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะสาเหตุใด

- ก. การขุดเจาะน้ำมันขึ้นมาใช้ทำได้รวดเร็วขึ้น
- ข. ยังไม่สามารถหาพลังงานทดแทนได้
- ค. การผลิตกระแสไฟฟ้าต้องใช้พลังงานจากปิโตรเลียมเท่านั้น
- ง. จำนวนประชากรของประเทศไทยเพิ่มขึ้น
- จ. ไทยสามารถค้นพบแหล่งปิโตรเลียมเพิ่มขึ้น

ใช้รูปภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 40



40. จากภาพเป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใด

- ก. แรงดันของน้ำ
- ข. พลังงานน้ำ
- ค. พลังงานของน้ำในระดับต่าง ๆ
- ง. แรงดันของน้ำในระดับต่าง ๆ
- จ. แรงดันของอากาศที่กดทับลงบนน้ำ

41. ข้อใดไม่ได้ นำหลักการในข้อ 40 ไปใช้ประโยชน์

- ก. ผายทศน้ำ
- ข. สระว่ายน้ำ
- ค. เขื่อน
- ง. ที่พักนันทนาการ
- จ. เครื่องกรองน้ำต่างระดับ

42. การสร้างเขื่อนต้องสร้างฐานให้กว้างกว่าด้านบน เพราะเหตุใด

- ก. ให้กักเก็บน้ำได้มาก
- ข. เพื่อระบายน้ำได้ทั่วถึง
- ค. เพื่อให้ทนต่อแรงดันของน้ำได้
- ง. เพื่อความสวยงาม
- จ. เพื่อจะได้กระแสไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น

43. ข้อใดเป็นหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ

- ก. ระดับน้ำในเขื่อนต้องไม่สูงกว่ากังหัน
- ข. ค่อย ๆ ปล่อน้ำในเขื่อนให้ไหลไปกระทบกังหันอย่างช้า
- ค. กักเก็บน้ำให้มีระดับสูง ๆ แล้วจึงปล่อน้ำลงไปกระทบกังหัน
- ง. ระยะห่างระหว่างระดับน้ำกับกังหันไม่ควรห่างกันมากนัก
- จ. เมื่อน้ำไปกระทบกังหันทำให้หมุนมอเตอร์เกิดพลังงานไฟฟ้า

44. กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ในข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. เขื่อน - ท่อส่งน้ำ - เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า
- ข. ท่อส่งน้ำ - กังหัน - เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า
- ค. กังหัน - ท่อส่งน้ำ - พลังงานไฟฟ้า
- ง. เขื่อน - กังหัน - พลังงานไฟฟ้า
- จ. ท่อส่งน้ำ - พลังงานไฟฟ้า - เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า

45. เพราะเหตุใดการผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลง ได้ผลดีเมื่อระดับน้ำต่างกันมาก ๆ

- ก. เพื่อให้เกิดแรงดันมาก ๆ ไปหมุนไดนาโม
- ข. เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่ได้มีคุณภาพ
- ค. เพิ่มแรงต้านทานของกระแสน้ำ
- ง. เพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าโดยไม่ต้องใช้ไดนาโม
- จ. เพื่อให้น้ำไหลมากกระทบกังหันอย่างช้า ๆ

46. ประเทศไทยไม่ได้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง เพราะสาเหตุใด

- ก. เพราะเป็นการทำลายทรัพยากรในแหล่งน้ำ
- ข. ไม่สามารถผลิตได้ตลอดเวลา
- ค. ไม่มีภูมิประเทศที่เหมาะสม
- ง. ประเทศไทยมีพลังงานไฟฟ้าใช้เพียงพออยู่แล้ว
- จ. กระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง ไม่มีคุณภาพเพียงพอ

47. ไดนาโม มีหลักการทำงานอย่างไร

- ก. เปลี่ยนพลังงานกล เป็นพลังงานศักย์
- ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานกล
- ค. เปลี่ยนพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้า
- ง. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานแสง
- จ. เปลี่ยนพลังงานศักย์ เป็นพลังงานจลน์

48. เชื้อนกักเก็บน้ำควรมีลักษณะอย่างไร

- ก. ฐานเขี้ยวต้องเท่ากับตัวเขี้ยว
- ข. ฐานแคบ ตัวเขี้ยวสูง และโค้ง
- ค. ฐานกว้าง ตัวเขี้ยวต้องโค้ง
- ง. ฐานกว้างและเขี้ยวเอียงเล็กน้อย
- จ. สร้างให้มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมปิระมิด

49. ทำไมเขี้ยวจึงสร้างให้เป็นวงโค้ง

- ก. เพื่อให้จับน้ำได้มากกว่าปกติ
- ข. เพื่อลดแรงดันของน้ำ
- ค. สะดวกต่อการปล่อยน้ำไปใช้ประโยชน์
- ง. เพื่อความสวยงาม
- จ. เพราะสร้างอยู่ในท่อนเขา

50. การปล่อยน้ำจากสันเขี้ยวไปหมุนกังหันมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังในข้อใด

- ก. พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์
- ข. พลังงานศักย์เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์
- ค. พลังงานศักย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ง. พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์
- จ. พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

51. การสร้างสะพานเพื่อให้รับน้ำหนักได้มาก ๆ ควรสร้างให้มีลักษณะดังข้อใด



52. "เมื่อเหนือน้ำในปริมาณเท่ากันจากแก้ว 2 ใบ โดยเทลงในขวดจากที่สูงเท่า ๆ กัน" ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด
- ก. น้ำจากแก้วทั้ง 2 มีแรงดันน้ำไม่เท่ากัน
 - ข. น้ำที่ตกจากแก้วทั้ง 2 มีพลังงานเท่ากัน
 - ค. น้ำจากแก้วทั้ง 2 ตกถึงพื้นใช้เวลาเท่ากัน
 - ง. ความหนาแน่นของน้ำในแก้วทั้ง 2 ไม่เท่ากัน
 - จ. การระเหยของน้ำในแก้วทั้ง 2 ใช้เวลาไม่เท่ากัน
53. การที่นักประดาน้ำต้องสวมชุดประดาน้ำเมื่อดำน้ำลึก ๆ เนื่องจากสาเหตุใด
- ก. ความดัน
 - ข. ความร้อน
 - ค. มวล
 - ง. ความหนาแน่น
 - จ. แรงปะทะ
54. ข้อใดอาศัยหลักการของพลังงานน้ำที่ตกจากที่สูงไปใช้ให้เกิดประโยชน์
- ก. การสูบน้ำบาดาล
 - ข. การสร้างสระว่ายน้ำ
 - ค. การปล่อยน้ำจากที่พักน้ำบนอาคารไปใช้
 - ง. การสร้างอ่างเก็บน้ำให้มีขนาดใหญ่ ๆ
 - จ. การสร้างฐานเขื่อนให้มีความกว้างมากกว่าตัวเขื่อน

55. ข้อใดเป็นการพัฒนาและอนุรักษ์สินในน้ำ
- ส่งเสริมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ป่าชายเลน
 - จับสัตว์น้ำโดยใช้กระแสไฟฟ้า
 - เอากากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมไปทิ้งในทะเล
 - ใช้อวนตาถี่จับปลาเพราะจะได้ปลาทุกขนาด
 - การวิจัยและทดลองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
56. การหาคุณภาพของน้ำโดยใช้ค่า BOD สามารถวิเคราะห์ได้จากปริมาณของอะไร
- ปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ
 - ปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ
 - ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ
 - ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์
 - ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสิ่งที่มีชีวิตในน้ำ
57. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่สามารถใช้วิเคราะห์คุณภาพของน้ำได้
- ปริมาณออกซิเจน
 - ระดับอุณหภูมิ
 - ความค混น้ำ
 - ความเป็นกรดด่าง
 - ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำ
58. ข้อใดไม่ใช่ ผลเสียที่เกิดจากการสร้างเขื่อน
- ดินเสื่อมคุณภาพลง
 - น้ำฝนที่ตกลงมามีปริมาณน้อยลง
 - ป่าไม้ถูกทำลาย
 - สัตว์ป่าขาดที่อยู่อาศัย
 - ทำให้น้ำเสื่อมสภาพ

59. อะไรคือเหตุผลที่เราไม่ควรซื้อปะการังจากร้านค้ามาประดับตู้ปลา

- ก. ปะการังมีราคาแพง
- ข. ดูจากได้ท้องทะเลสวยงามกว่า
- ค. เป็นการส่งเสริมให้ทำลายแนวปะการัง
- ง. ทำให้ชาวประมงหันมาเก็บปะการังขายแทนการหาปลา
- จ. ปะการังที่เก็บขึ้นมาไว้ในตู้ปลาจะผุพังได้ง่าย

60. นักเรียนคิดว่าน้ำทิ้งจากแหล่งใดที่ก่อให้เกิดน้ำเสียมากที่สุด

- ก. โรงพยาบาล
- ข. สถานบริการ
- ค. แหล่งชุมชนแออัด
- ง. โรงงานน้ำแข็ง
- จ. บ่อเลี้ยงปลา

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สึนในน้ำ

ประเภทของทักษะ	การสังเกต	การวัด	การจำแนก ประเภท	การจัดกระทำ และสื่อความ หมายข้อสอบ	การลงความ คิดเห็นจาก ข้อสอบ	การ พยากรณ์ และควบคุม ตัวแปร	การกำหนด และควบคุม หน่วยข้อสอบ และลงข้อสรุป	การตีความ หมายข้อสอบ และลงข้อสรุป	รวม	อันดับ
ข้อสอบเรื่อง										
ทาสสมทรสลัก	-	2	-	-	-	-	-	-	2	4
หล่งอาหารที่สำคัญของโลก	1	-	-	-	-	-	-	-	1	6
หล่งอาหารในน้ำของ ประเทศไทย	3	-	3	1	-	2	-	-	9	1
โครเลียมและแหล่งแร่	-	-	1	1	1	-	-	3	6	3
พลังงานจากแหล่งน้ำ	-	-	-	-	2	-	4	1	7	2
เรือนกระจกและพืชน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4
ม	4	2	4	2	3	2	4	6	27	
ดับ	2	6	2	6	5	6	2	1		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง สิ้นในน้ำ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

- คำชี้แจง
1. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย x บนตัวเลือก ที่เห็นว่าถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ต่างหาก
 2. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 27 ข้อ ใช้เวลาทำ 25 นาที
 3. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
-

1. การวัดความลึกของมหาสมุทรซึ่งมีความลึกมาก วิธีการในข้อใดเหมาะสมที่สุด
 - ก. ใช้ไม้ไผ่
 - ข. ใช้เชือกผูกกับก้อนหิน
 - ค. ใช้สายดิ่งวัด
 - ง. ใช้แท่งประคาน้ำตาลงไปวัด
 - จ. ใช้หลักการสะท้อนของเสียง
2. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้ การหยั่งความลึกเพื่อสำรวจพื้นผิวใต้ทะเลเกิดการคลาดเคลื่อน
 - ก. การหยั่งไม่อยู่ในแนวตั้ง
 - ข. การอ่านค่าคลาดเคลื่อน
 - ค. การหยั่งไม่ครอบคลุมพื้นที่
 - ง. การจับเวลาในการหยั่งคลาดเคลื่อน
 - จ. ความถี่ของจุดที่หยั่งความลึกมีไม่มากพอ

3. ข้อใดเป็นการสังเกตที่ถูกต้องจากการมองดูสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในแอ่งน้ำแห่งหนึ่ง
- มีสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ 2 ชนิด สีเขียวอ่อนและสีน้ำตาล
 - สิ่งมีชีวิตนี้สร้างอาหารเองได้เพราะมีสีเขียว
 - โครงสร้างเป็นสารประกอบพวกทราไคท์วาล์วจึงแข็ง
 - สิ่งมีชีวิตนี้ร่างกายจะไม่สลายตัวเมื่อตายลง
 - ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วถ้ามีอุณหภูมิเหมาะสม
4. ข้อใดเป็นปลาในแหล่งน้ำที่ไหลเร็วทั้งหมด
- ปลาไหล ปลาแค้ ปลานู้
 - ปลาหมอ ปลานู้ ปลาสลิด
 - ปลาอีคุด ปลาตะเพียน ปลาสลิด
 - ปลาแค้ ปลาเลียหิน ปลาอีคุด
 - ปลาหมอ ปลาเลียหิน ปลาไหล
5. จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของกรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เกี่ยวกับปริมาณและมูลค่าของสัตว์น้ำที่จับได้ พ.ศ. 2530 - 2534 ควรใช้ตารางในข้อใดสื่อความหมายข้อมูล
- ก.

สัตว์น้ำที่จับได้	
ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)

พ.ศ.	สัตว์น้ำที่จับได้	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)

ค.

พ.ศ.	สัตว์น้ำที่จับได้		ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
	สัตว์น้ำเค็ม	สัตว์น้ำจืด		

ง.

พ.ศ.	สัตว์น้ำที่จับได้			
	สัตว์น้ำเค็ม		สัตว์น้ำจืด	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ(ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)

จ.	พ.ศ.	
สัตว์น้ำเค็ม	ปริมาณ (ตัน)	
	มูลค่า (ล้านบาท)	
สัตว์น้ำจืด	ปริมาณ (ตัน)	
	มูลค่า (ล้านบาท)	

6. เด็กกลุ่มหนึ่งได้ไปสำรวจป่าชายเลน เมื่อกลับมาคุณครูให้เด็กกลุ่มนี้ผลิตกันออกมาเล่าสิ่งที่ตนได้พบมาอยากทราบว่า เด็กคนไหนบรรยายสิ่งที่เขาสังเกตได้ดีที่สุด
- ก. ที่ป่าชายเลนมีดินโกงกาง ต้นลำพู และยังมีสัตว์น้ำคือ ปลากระบอก กุ้งกุลาดำ หอยแครง
- ข. ป่าชายเลนอยู่บริเวณชายฝั่งที่เป็นโคลนตม มีดินโกงกางจำนวนมาก มีสัตว์น้ำหลายชนิด
- ค. ป่าชายเลนมีสัตว์ขนาดเล็กจำนวนมาก เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา และสาหร่าย
- ง. ที่ป่าชายเลนมีดินโกงกางทั้งชนิดใบเล็กและใบใหญ่ มีกุ้ง หอย ปู ปลา จำนวนมาก อยู่ในน้ำที่มีรสกร่อยฟ้าที่เป็นดินโคลนลื่นมีกลิ่นเหม็น
- จ. ที่ป่าชายเลนมีต้นไม้หลายชนิดเพราะเป็นแหล่งผลิตถ่านไม้ และมีสัตว์น้ำขนาดเล็กจำนวนมากอาศัยอยู่ในน้ำกร่อยและในโคลนตม

7. จังหวัดชายทะเลแห่งหนึ่งทำทารณป่าชายเลนเพื่อสร้างเมือง เป็นระยะทางยาว 10 กิโลเมตรจากการณป่า นักเรียนคิดว่า น่าจะมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น
- หอยแครงหายไปหมด
 - นกกระยางย้ายที่อยู่
 - ปริมาณของปลากระบอกลดลง
 - วงจรโซ่อาหารของป่าชายเลนถูกทำลาย
 - อาจเกิดขึ้นได้ทุกข้อ
8. ข้อใดไม่ใช่ข้อมูลจากการสังเกตลักษณะของเกลือ
- เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
 - มีสีขาวขุ่น
 - รสเค็ม
 - มีราคาถูก
 - น้ำหนักเบา
9. เมื่อน้ำเกลือสมุทรมาละลายน้ำ ข้อมูลใดต่อไปนี้ ได้จากการสังเกต
- สารละลายที่ได้คือน้ำทะเล
 - เกลือละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ
 - ถ้าเพิ่มอุณหภูมิจะละลายได้เร็วขึ้น
 - น้ำเกลือมีรสเค็มเพราะมีสารโซเดียมคลอไรด์
 - น้ำเกลือขุ่นเล็กน้อยเพราะมีเศษผงเจือปน

10. ถ้าตั้งถ้วยน้ำเชื่อมทิ้งไว้หลาย ๆ วัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น

- ก. น้ำเชื่อมจะเข้มข้นขึ้นจนตกลึกได้
- ข. น้ำเชื่อมจะระเหยเป็นไอหมด
- ค. น้ำเชื่อมจะมีสีน้ำตาลเทาหนืด
- ง. ใอน้ำจะหยุดระเหยเมื่อน้ำเชื่อมลดลงเหลือ $1/2$ ถ้วย
- จ. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

11. น้ำมันดิบชนิดหนึ่งมีส่วนผสมดังนี้

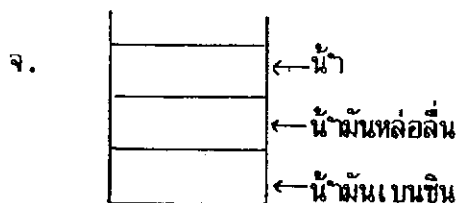
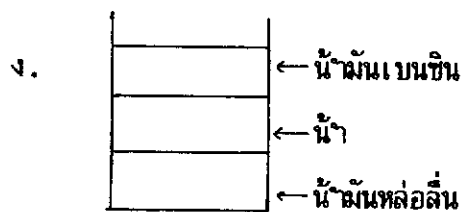
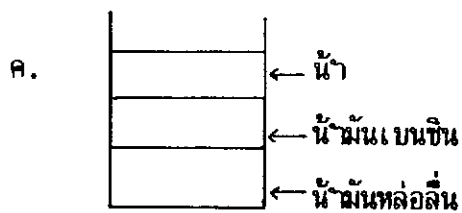
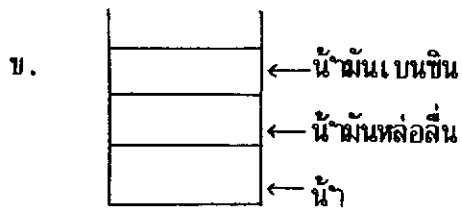
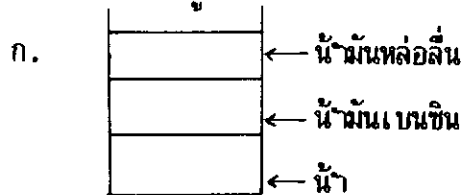
- น้ำมัน A จุดเดือด 400 องศาเซลเซียส
- น้ำมัน B จุดเดือด 380 องศาเซลเซียส
- น้ำมัน C จุดเดือด 200 องศาเซลเซียส
- น้ำมัน D จุดเดือด 100 องศาเซลเซียส

ในการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันชนิดไหนจะกลั่นตัวออกมาก่อน

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

12. นักเรียนคนหนึ่งเทน้ำมันเบนซิน น้ำมันหล่อลื่นและน้ำรวมกันในภาชนะใบหนึ่งทิ้งไว้สักครู่

จะมีลักษณะเช่นรูปใด



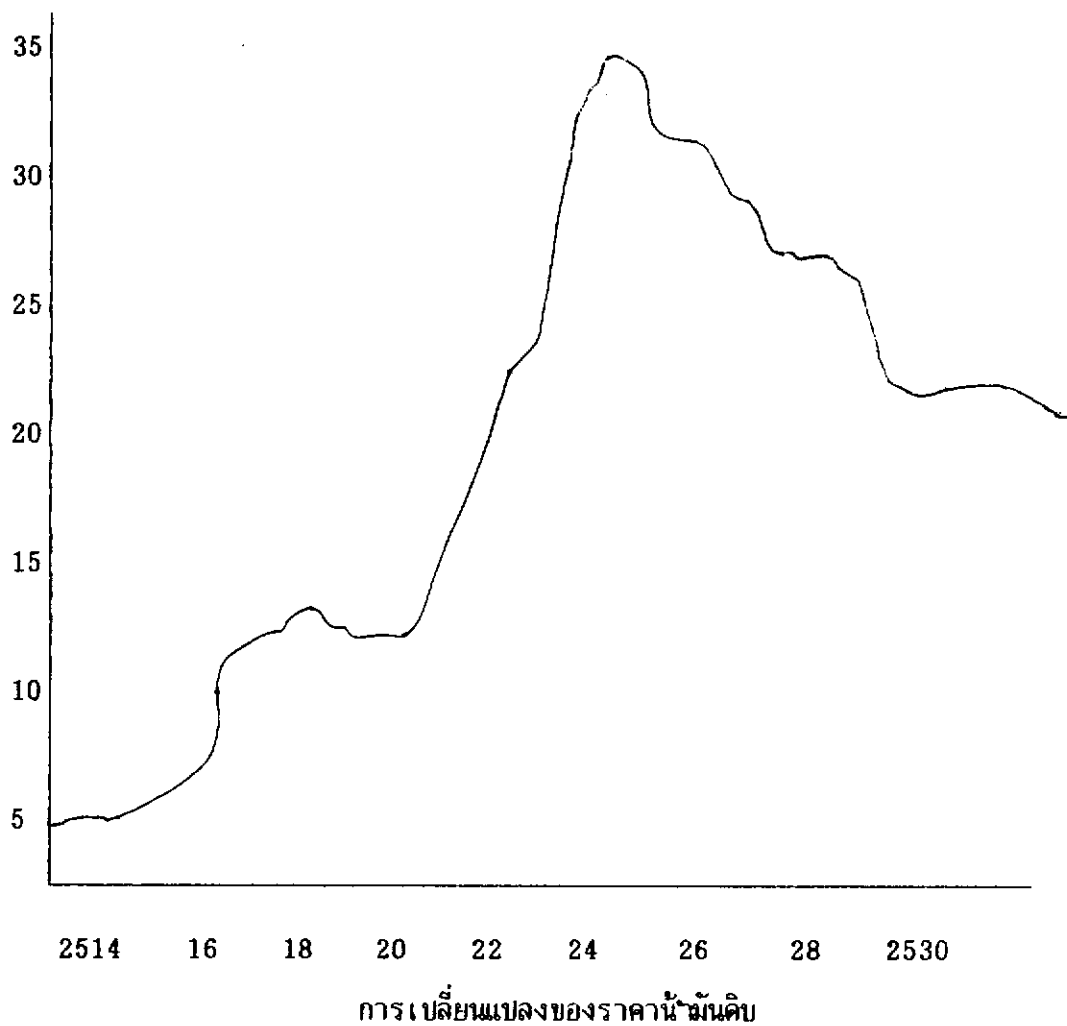
ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13

ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม	ความหนาแน่น (กิโลกรัม / ลิตร)
แอลทีจี	0.53
น้ำมันเบนซิน	0.72
น้ำมันเครื่องบิน	0.80
น้ำมันก๊าด	0.80
น้ำมันดีเซล	0.85
น้ำมันเตา	0.97

13. ถ้าผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทุกชนิดมีปริมาตรเท่ากันชนิดใดจะมีมวลมากที่สุด

- ก. แอลทีจี
- ข. น้ำมันเบนซิน
- ค. น้ำมันก๊าด
- ง. น้ำมันดีเซล
- จ. น้ำมันเตา

ให้ตอบคำถามข้อ 14 - 15 โดยใช้ข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้
คอลลาร์/บาร์เรล



14. ปี พ.ศ. ใดน้ำมันดิบมีราคาต่อบาร์เรลต่ำสุดและสูงสุด

- ก. 2514 และ 2524
- ข. 2514 และ 2526
- ค. 2514 และ 2530
- ง. 2516 และ 2530
- จ. 2512 และ 2522

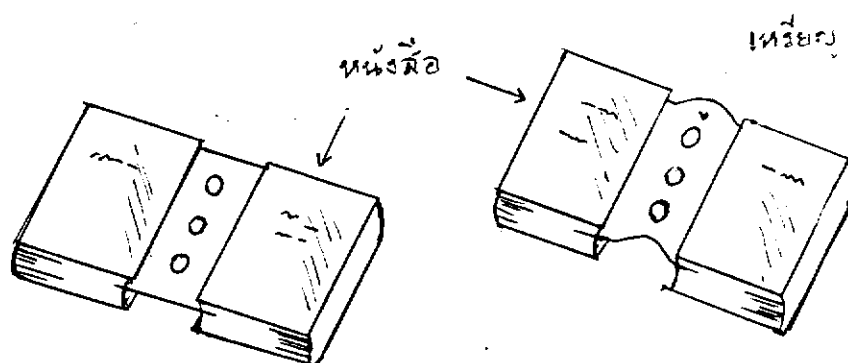
15. จากกราฟสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. น้ำมันดิบมีราคาสูงขึ้นทุกปี
- ข. ปี พ.ศ. 2534 ราคาน้ำมันลอยตัว
- ค. ปี พ.ศ. 2534 น้ำมันขึ้นราคาสูงสุด
- ง. ตั้งแต่ปี 2514 - 2530 น้ำมันดิบมีราคาขึ้น ๆ ลง ๆ
- จ. ความต้องการใช้น้ำมันดิบเพิ่มขึ้นเพราะประชากรเพิ่มขึ้น

16. ข้อใดจัดอยู่ในพวกเดียวกันทั้งหมด

- ก. นิเกิล ทอง ก๊าซถ่าน
- ข. เงิน แลงกานีส ควอร์ตซ์
- ค. ดีบุก พรอท นิเกิล
- ง. แลงกานีส ทองแดง ดีบุก
- จ. ทองแดง ดีบุก โมก้า

จากกิจกรรมเรื่องเขียนทำไมจึงได้ โดยทำการทดลองดังภาพ เพื่อเปรียบเทียบจำนวนเหรียญ
ที่ทำให้กระดาษอ่อนตัวลงให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 17 - 18



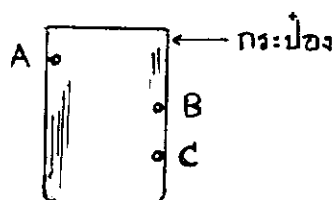
17. จากการทดลองตัวแปรตามใดน่ะคะ

- ก. จำนวนเหรียญ
- ข. ขนาดของเหรียญ
- ค. การวางแผ่นกระดาษ
- ง. ความหนาของหนังสือ
- จ. จำนวนแผ่นของกระดาษ

18. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร

- ก. จำนวนเหรียญ
- ข. ขนาดของเหรียญ
- ค. ความโค้งของกระดาษ
- ง. การวางแผ่นกระดาษ
- จ. ขนาดและจำนวนเหรียญ

ใช้รูปภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19 -20



19. ถ้านำกระป๋อง ซึ่งถูกเจาะรูในระดับต่าง ๆ นี้ บรรจุน้ำจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น

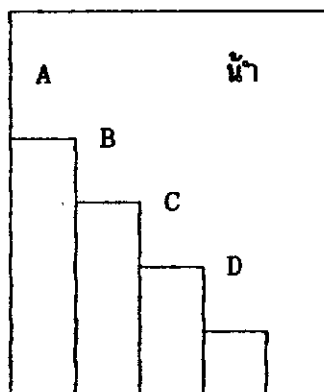
- ก. น้ำจากรู A จะพุ่งไปได้ไกลกว่าน้ำจากรู B
- ข. น้ำจากรู C จะพุ่งไปได้ไกลที่สุด
- ค. น้ำจากรู C จะพุ่งไปได้ใกล้ที่สุด
- ง. น้ำจากรู B จะพุ่งไปได้ไกลที่สุด
- จ. น้ำที่พุ่งไปได้ไกลเท่ากัน

20. การทดลองนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. น้ำที่อยู่ระดับต้น มีแรงดันมากกว่าน้ำที่อยู่ระดับลึก
- ข. น้ำที่อยู่ระดับลึก มีแรงดันมากกว่าน้ำที่อยู่ระดับต้น
- ค. น้ำแต่ละระดับมีแรงดันเท่ากัน แต่พลังงานไม่เท่ากัน
- ง. น้ำที่ไหลออกจากรู มีความแรงมากที่สุด
- จ. ระดับของน้ำไม่มีผลต่อแรงดันน้ำ

21. รูปแสดงถึงน้ำมีกันสูงต่ำไม่เท่ากัน ตรงจุดไหนที่มีแรงดันน้ำสูงที่สุด บนพื้นที่เท่ากัน คือ

A B C และ D



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. เท่ากันทุกจุด

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 22 - 23

จากการตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้ผลดังนี้

โรงงาน	ph	อุณหภูมิ (°C)	BoD (mg/l)
ผลไม้กระป๋อง	4.45	25	1,262
กระดาษ	10.0	26	667
น้ำตาล	7.0	35	76
ขนมปัง	5.0	27	560

22. น้ำทิ้งของโรงงานใดมีคุณภาพดีที่สุด

- ก. ขนมปัง
- ข. น้ำตาล
- ค. กระดาษ
- ง. ผลไม้กระป๋อง

23. น้ำทิ้งจากโรงงานใดก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำมากที่สุด

- ก. ขนมปัง
- ข. น้ำตาล
- ค. กระดาษ
- ง. ผลไม้กระป๋อง
- จ. ข้อ ก และ ค ถูก

จากข้อความต่อไปนี้ให้ไปตอบคำถามข้อ 24 - 25

ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "แรงดันของน้ำที่ขึ้นอยู่กับระดับความลึกของน้ำ"

24. ตัวแปรตามคืออะไร

- ก. ระดับความลึกของน้ำ
- ข. ปริมาณน้ำ
- ค. แรงดันของน้ำ
- ง. ขนาดของภาชนะ
- จ. ชนิดวัสดุของภาชนะ

25. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร

- ก. แรงดันของน้ำ ขนาดภาชนะ
- ข. ความลึกของน้ำ แรงดันของน้ำ
- ค. ปริมาณน้ำ ขนาดภาชนะ
- ง. แรงดันน้ำ ปริมาณน้ำ
- จ. การไหลของน้ำ ขนาดภาชนะ

26. ข้อใดต่อไปนี้ไม่เข้าพวก

- ก. ปลาทุ ปะการัง สาหร่ายแผ่นาง
- ข. ปะการัง หมึกกล้วย กุ้งมังกร
- ค. สาหร่ายแดง แมงกะพรุน ปูม้า
- ง. จี๋ไฉ่ สาหร่ายแผ่นาง แมงกระพรุน
- จ. กุ้งกุลาดำ ปลากะบอก กุ้งแชบ๊วย

27. จากข้อ 26 นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก

ก. รูปร่าง ลักษณะ

ข. ประโยชน์

ค. มูลค่าส่งออก

ง. แหล่งประมง

จ. พืชและสัตว์

ภาคผนวก ง

- คณะนักทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 13 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการจับคู่ระหว่างกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	ด.ช.คมศักดิ์ เลิศอรวัฒนา	25	1	ด.ช.ชัยวัฒน์ ประจำเมือง	25
2	ด.ช.ณรงค์ ล้ำเลิศ	23	2	ด.ช.ธีรยุทธ ใจอดทน	23
3	ด.ช.ชเกียรติ เลาวีชากรนกล	22	3	ด.ช.ธีระชัย เหลืองรุ่งทรัพย์	22
4	ด.ช.ศักตชัย ผิวเกลี้ยง	22	4	ด.ช.จารึก ทองเครือ	22
5	ด.ช.อภิศ ภาคกลัย	20	5	ด.ญ.สิรัตน์ แสงจันทร์	20
6	ด.ญ.สวรรณา รัตน์วัฒนาเสรี	19	6	ด.ญ.สิรัตน์ เข้มเงิน	20
7	ด.ญ.อารีรัตน์ มั่นสว่างกาญจน์	19	7	ด.ช.สรชัย เต็มสิริวงศ์	19
8	ด.ช.วิชัย เพชรสุริยา	19	8	ด.ช.ธวัชชัย แซ่ตั้ง	19
9	ด.ช.สันติ พกราชวงศ์	19	9	ด.ช.ยทรรักษ์ ศรีสมวงษ์	19
10	ด.ช.สรชัย ตาวางษ์	19	10	ด.ช.ประกอบ ทองแท่งใหญ่	19
11	ด.ช.วิมล แซ่ว่าง	19	11	ด.ช.เกษตรชัย นครศิลป์	19
12	ด.ญ.นันทยา แซ่เล่า	18	12	ด.ช.อภิชาติ เลาวีชากรนกล	16
13	ด.ญ.สวารี เจริญวงศ์วัฒนา	18	13	ด.ช.ประสงค์ รัตนพงษ์พร	18
14	ด.ญ.สชาติา คณูประเสริฐ	17	14	ด.ญ.โสภี กามณี	17
15	ด.ช.สมพร เทยงลม	17	15	ด.ญ.สมพิศ เจริญวงศ์วัฒนา	17
16	ด.ญ.อัจฉรา กฬา	17	16	ด.ช.นาวิน แซ่เล่า	16

ตาราง 13 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
17	ด.ช. โยธิน แก้วไทรคต	17	17	ด.ช. จรณ ผิวข้อม	16
18	ด.ช. สมชาย แซ่ลือ	15	18	ด.ช. สชาติ ใจตรง	16
19	ด.ญ. กรรณิศา ใจอดทน	15	19	ด.ญ. ดาวเรือง ศรีสวย	15
20	ด.ญ. สหิตรา จันทร์เรือง	14	20	ด.ญ. ประนอม บินแก้ว	14
21	ด.ญ. สปรานี รุ่งรัตนพศพร	14	21	ด.ช. อนันต์ เขียวอง	14
22	ด.ช. สมคิด ททรัพย์จรัสแสง	13	22	ด.ช. พิชชาติ ห้วยหงษ์ทอง	13
23	ด.ญ. สปรานี แซ่โค้ว	13	23	ด.ญ. ประภาพร แซ่ตัน	13
24	ด.ญ. พรรณี แวฮ่อน	11	24	ด.ช. นรจัน ปนสะอาด	11

$$\bar{X} = 17.70$$

$$S.D. = 13.95$$

$$\bar{X} = 17.70$$

$$S.D. = 13.96$$

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวอรางค์ลักษณ์ ชื่อสกุล อยู่สุข

เกิด วันที่ 13 เดือนมกราคม พุทธศักราช 2508

สถานที่เกิด อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 62/1 หมู่ 1 ตำบลห้วยเหนือ อำเภอดำรงวิทยะ
จังหวัดกาญจนบุรี

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525

ม.ศ. 5 จากโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม

พ.ศ. 2529

คบ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยนครปฐม

พ.ศ. 2535

กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไมชั้น

บทคัดย่อ
ของ
อรรถลักษณ์ อยู่สุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรับปรุงการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

กันยายน 2535

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทาง
วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไม้นั้นกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนบ่อสุพรรณวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัด
สุพรรณบุรี จำนวน 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน กลุ่มทดลอง
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโหลาไม้นั้น กลุ่มควบคุมได้รับ
การสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Experimental group - control group :
Matched subjects วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศ เกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านนิเทศทางทฤษฎี ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่าง
ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF ACHIEVEMENT IN SCIENCE CONCEPT AND SCIENCE PROCESS
SKILLS OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS THROUGH THE INQUIRY
METHOD USING DEMONSTRATION WITH POLARMOTION

AN ABSTRACT

BY

ARANGLUCK YUSUKH

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

September 1992

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa II Students' Achievement in Science Concept and Science Process Skills through the Inquiry Method Using Demonstration with Polarmotion and through the method in the teacher's manual.

The subjects were 48 Mathayom Suksa II students of Bosuphanvithaya School, Amphoe Songpeenong, Suphanburi Province during the second semester of the 1991 academic year. The subjects were divided into experimental and control groups, with 24 students in each. The experimental group was taught through the Inquiry method using demonstration with Polarmotion. The control group was taught through the method in the teacher's manual. The Experimental group - control group : Matched subjects was used in the study. The t-test dependent was used for data analysis.

The results of this study indicated that.

1. There was significant difference in the classificational concept achievement between the experimental and control groups at the .05 level.
2. There was significant difference in the Correlational concept achievement between the experimental and control groups at the .05 level.
3. There was no significant difference in the theoretical concept achievement between the experimental and control groups
4. There was no significant difference in science process skills achievement between the experimental and control groups.