

343.015
21610

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการ
โดยการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และโดยการสอน
แบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

ปริญญานิพนธ์

ของ

มนตรี นกคุ้ม

13 ต.ค. 2538

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

195005

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(รศ. สมจิต สมิตถพันธ์)

..... กรรมการ
(รศ. นิภา ศรีไพโรจน์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ. สมจิต สมิตถพันธ์)

..... กรรมการ
(รศ. นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร. กาญจนา ชูวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 10 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2538

ประกาศผลการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ผศ.สมจิต สวชนไพบลีย์ รศ.สมจิต สมิตถพันธ์ รศ.นิภา ศรีไพโรจน์ ผศ.ดร. ชุติมา วัฒนศิริ ดร.กาญจนา ชูครวงศ์ ผศ.กัลยา เล็กสกุล ผศ.ตรูเนตร อิชัยสวัสดิ์ รศ. วรรณิ รัตนสุวรรณ รศ.พวงรัตน์ ทวีรัตน์ อาจารย์สวัสดิ์ ปานเนาว่า ที่ให้คำแนะนำปรึกษา เป็นอย่างดี ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบคุณ อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร อาจารย์โชคชัย อิศวินชัย อาจารย์ ไซว โทนะพันธ์ อาจารย์โกเมธ ปัจฉิม อาจารย์ลัดดา สายพานทอง อาจารย์บุญสม เลิศพิเชฐ อาจารย์โอภาส กมล อาจารย์ลัดดาวัลย์ เจริญศักดิ์ศิริ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ และแบบทดสอบในการวิจัย

ขอกราบขอบคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี และอาจารย์เขมิกา เสาหงษ์ ที่ให้อำนวยความสะดวกในการทดลอง (try-out) แบบทดสอบ

ขอขอบพระคุณ ดร.กาญจนา ชูครวงศ์ อาจารย์ประมวล ทบบัณฑิต อาจารย์พร บุญคง อาจารย์สิทธิ สายหล้า ที่ให้คำแนะนำตรวจทานบทความภาษาอังกฤษ

ขอกราบขอบคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ ที่อำนวยความสะดวกในการ เก็บข้อมูล อาจารย์สุกัญญา โรจนวิภาค นางสุรีย์พร หาญนิก นางธนาศรี ปันดี ช่วย ตรวจทานปริญญานิพนธ์ และบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลงได้

มนตรี นกอม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เลกซาร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	9
ความหมายของอุปกรณ์การสอน	9
หลักเกณฑ์ในการสร้างและเลือกอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	10
คุณค่าและลักษณะที่ดีของอุปกรณ์การสอน	12
การวิิธีและเลือกอุปกรณ์	17
ความหมายของการวิเคราะห์	20
ความหมายของการสังเคราะห์	22
การสอนวิเคราะห์และสังเคราะห์	24
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	33
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	41
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	44
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	48
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	49
ประชากร	49
กลุ่มตัวอย่าง	49

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	49
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	49
แผนการศึกษาทดลอง	50
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	50
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	54
วิธีดำเนินการสร้างชุดอุปกรณ์การสอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	57
ขั้นตอนการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์การสอนเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	61
ขั้นตอนการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์การสอนเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	62
วิธีดำเนินการทดลอง	64
การวิเคราะห์ข้อมูล	64
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
ลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
การวิเคราะห์ข้อมูล	67
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	70
จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	70
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	70
กลุ่มตัวอย่าง	70
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	71
วิธีดำเนินการทดลอง	71
การวิเคราะห์ข้อมูล	71
สรุปผลการวิจัย	72
อภิปรายผล	72
ข้อเสนอแนะทั่วไป	74

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก	87
ภาคผนวก ข	99
ภาคผนวก ค	111
ภาคผนวก ง	125
ภาคผนวก จ	158
ประวัติย่อของผู้วิจัย	167

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนการศึกษาทดลอง	50
2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับ โดยการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	68
3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบวิเคราะห์ ชุดอุปกรณ์ กับโดยการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	69
4 ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความยากมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	88
5 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ...	89
6 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ	90
7 ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความยากมาตรฐานของทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	98
8 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	94
9 แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	95
10 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์	155
11 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	156
12 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและ หลังที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์	157
13 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังที่ได้รับ การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	158
14 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	159
15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและ หลังที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	160
16 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังที่ได้รับ การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์	161

17 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	162
18 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลัง ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์	163
19 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง ที่ได้รับ การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	164
20 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	165
21 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลัง ที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	166

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	31
2 ลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
3 ลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	54
4 ขั้นตอนการสร้างชุดอุปกรณ์การสอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	57
5 ขั้นตอนการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์	61
6 ขั้นตอนการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์	62

บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ทราบกันดีว่าประเทศไทย กำลังพัฒนาประเทศจากประเทศเกษตรกรรมไปเป็นประเทศอุตสาหกรรม ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมากในการพัฒนาประเทศ ซึ่งความรู้ทางเทคโนโลยีและวิทยาการต่าง ๆ ประเทศไทยยังขาดแคลนต้องสั่งมาจากต่างประเทศ พร้อมทั้งขาดผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการ ทำให้ประเทศไทยพัฒนาไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมยังไม่สมบูรณ์ วิชาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นในการพัฒนาประชาชนให้มีความรู้ทางเทคโนโลยี วิทยาการใหม่ ๆ มาประกอบการผลิตและทำการควบคุมเครื่องจักร เครื่องกลที่ทันสมัยเหล่านี้ การพัฒนาประเทศจะได้ผลดีก็ต้องพัฒนาประชาชนให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกับสาขา วิชาวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งที่สามารถพัฒนาความคิด ความเจริญทางด้านวิชาการ และความดีสร้างสรรคของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี ดังที่ฟิลิปและซันด์ (เบญจมาศ อัญญาวงศ์, 2524 : 3; อ้างอิงมาจาก Piltz and sond, 1969) ได้กล่าวว่า "ไม่มีความรู้ของมนุษย์สาขาใดที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาความคิด การสร้างสรรคได้มากกว่าวิชาวิทยาศาสตร์" ดังนั้นการเรียนการสอนในหลักสูตรปัจจุบัน จำเป็นจะต้องให้ผู้เรียนได้รับความรู้หลักการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

การเรียนการสอนในปัจจุบันจะต้อง "เร่งพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งส่งเสริมการเรียนการสอนด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคมในยุคใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ" (แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7, 2535 : 33) ดังนั้น การสอนในปัจจุบันนี้ต้องมีนักศึกษา และ ศสวท. ได้มีแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยไม่แยกจากกันในการจัดการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและเรียบเรียงไว้เป็นระเบียบ จึงถือว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี (ศิริวรรณ พิงปรีดา, 2532 : 8) รูปแบบการสอนที่ยอมรับกันในการศึกษาคือรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry method) ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้หาการปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาและการสรุปการแก้ปัญหา (ศิริวรรณ พิงปรีดา,

2532 : 8) เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริงโดยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซันด์ (Sund.1969 : 62 - 65) เป็นการ "สอนที่อาศัยกิจกรรมการทดลองเป็นหลัก ซึ่งในการทดลองจะต้องมีเครื่องมือทดลอง ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พอเพียง นอกจากนั้นครูผู้สอนจะต้องเข้าใจหลักการใช้อุปกรณ์เหล่านั้นด้วย" (สสวท. 2531: 1) การสอนที่ดีจำเป็นต้องมีอุปกรณ์การสอนเพราะว่าอุปกรณ์การสอนช่วยผ่อนแรงการสอนและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เร็วขึ้น มีความเข้าใจแจ่มแจ้งเพราะได้พบประสบการณ์หลาย ๆ อย่าง นอกเหนือจากแบบเรียน (กลวดี เรืองเดช. 2518 : 5)

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในบางสาขาวิชา ยังเป็นนามธรรมอยู่โดยเฉพาะทางด้านไฟฟ้า จะต้องพยายามจัดการเรียนการสอนให้ชัดเจนอยู่ในลักษณะรูปธรรมให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติชัดเจนถูกต้องเหมาะสมกับบุคลิกภาพของผู้เรียน รวมทั้งจัดอุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 6) อุปกรณ์เป็นส่วนที่ช่วยเชื่อมโยงจากประสบการณ์จากสิ่งที่มองเห็น (รูปธรรม) นอกจากนี้ยังช่วยทำให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนไว้ได้นาน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการสอนและสร้างความสนใจของผู้เรียน เกิดความอยากรู้ อยากเห็น อยากทดลอง ยังประหยัดเวลาดังที่ สกลรัตน์ พ่วงเดช (2529 : 26) "อุปกรณ์การสอนสามารถเสนอเรื่องราวข้อมูลต่าง ๆ โดยเอาชนะข้อจำกัดเรื่องเวลา สถานที่ และอุปกรณ์การสอนยังมีส่วนช่วยเสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี"

การสอนในปัจจุบัน ยังไม่สามารถจัดการศึกษาให้กับนักเรียนได้บรรลุจุดหมายของการศึกษาที่วางไว้ (สิริวรรณ พึ่งปรีชา.2532 : 2) การศึกษาทางด้านวิชาการยังอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีเท่าที่ควร (กรมสามัญศึกษา. 2531: 32-33) การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาและอุปสรรคโดยเฉพาะในโรงเรียนชนบท ยังขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์การสอน ครูผู้สอนไม่เข้าใจเทคนิคและวิธีการสร้างอุปกรณ์ขาดความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ในการประดิษฐ์และสร้างอุปกรณ์การสอน (โช ศาลินัน. 2534 : 1) อุปกรณ์บางอย่างราคาแพงหรืออุปกรณ์บางอย่างไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดเลยทำให้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์บางเรื่องโดยเฉพาะเนื้อหาวิชาที่อยู่ในรูปนามธรรมเข้าใจยาก ครูจึงควรมีบทบาทที่จะสร้างอุปกรณ์การสอนขึ้นมาใช้เอง โดยให้สอดคล้องกับจุดหมาย จุดประสงค์การเรียนรู้เพราะครูผู้สอน จะสามารถทราบปัญหาและอุปสรรคของการสอนในแต่ละบทเรียนเป็นอย่างดี ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมหรือเนื้อหาที่ขาดแคลนอุปกรณ์ ครูก็สามารถสร้างขึ้นเอง สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เท่าเทียมกับอุปกรณ์แบบ สสวท. ตามที่ สกลรัตน์ พ่วงเดช (2529 : 78-79) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอน

โดยใช้อุปกรณ์แบบ สสวท. ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นครูผู้สอนควรสร้างอุปกรณ์ขึ้นเองเพื่อใช้สอน ในเนื้อหาวิชาที่ขาดแคลนอุปกรณ์ และในเนื้อหาที่ไม่มีอุปกรณ์การสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ในรูปธรรมมากขึ้น แล้วนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมากับวิธีการสอนที่ใหม่ ๆ น่าสนใจที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่า วิธีสอนปกติ

ในปัจจุบันการเรียนการสอนในด้านจิตวิทยาได้มาใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลต์ ซึ่งกล่าวว่าการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์ทั้งหลายที่กระจัดกระจาย ให้รวมกันเสียก่อนแล้วจึงพิจารณาส่วนย่อยต่อไป (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. 2524 : 180) ซึ่งสอดคล้องกับการสอนแบบ วิเคราะห์) การสอนวิเคราะห์หมายถึงความสามารถ ในการแยกวัตถุสิ่งของอย่างหนึ่งออกเป็น ส่วนประกอบย่อย ๆ และมองหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น ในสภาพที่พบเห็น ในชีวิตประจำวัน วัสดุสิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนเทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นในสมัย ใหม่ที่มีอยู่มากมายตามท้องตลาด ควรจะนำมาใช้สอนให้เกิดประโยชน์ ซึ่งเครื่องมือเทคโนโลยี เหล่านั้นเป็นชุดสำเร็จเป็นสิ่งสมบูรณ์อยู่แล้ว ซึ่งควรจะนำวิธีการสอน ให้สอดคล้องกับจิตวิทยา การเรียนรู้และเครื่องมือที่ทันสมัยเหล่านั้น แต่การเรียนการสอนในหลักสูตรปัจจุบันยังดำเนินการ ไม่สอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ของเกสตัลต์ และสังคมยุคปัจจุบันยังดำเนินการสอน เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนเทคโนโลยีเหล่านั้น จากรายละเอียดส่วน ปลีกย่อย ไปสู่องค์ประกอบส่วนรวมซึ่งสอดคล้องกับการสอนแบบสังเคราะห์) การสอนแบบ สังเคราะห์ หมายถึงการนำเอาองค์ประกอบย่อย ๆ หรือส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่ง สมบูรณ์อย่างใหม่ขึ้นอย่างหนึ่ง

จากสภาพความเป็นจริงในสังคมปัจจุบันที่พบเห็นวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและเทคโนโลยี สมัยใหม่โดยเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับมนุษย์มาก ทั้งภายในบ้านเรือน ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกมากมายจำเป็นต้องให้ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องนี้เป็น อย่างดีจากสภาพการสอนในปัจจุบันไม่สอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้และสังคมปัจจุบัน ประกอบกับ การขาดแคลนอุปกรณ์การสอนในเนื้อหาที่เป็นรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ไม่ดีเท่าที่ ควร เพื่อหาวิธีการสอนและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ครูที่มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีความสามารถในการสร้างอุปกรณ์การสอน ได้ใช้ความรู้ความสามารถให้เกิด ประโยชน์ คิดหาวิธีการสอนที่สอดคล้องกับสังคมยุคปัจจุบัน

ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจวิธีการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับการ สอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าแตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อมีวิธีการสอนที่ดีและเหมาะสมสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการ ที่จะนำวิธีการสอนไปใช้หรือนำไปปรับปรุงเพื่อนำไปใช้สอนต่อไป
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจ ที่จะนำวิธีการสอนไปศึกษากับกลุ่มประชากรอื่นๆ หรือระดับการศึกษาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 160 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวม 80 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากห้องเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
3. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการค้นคว้า คือเนื้อหาวิชาจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2533 (ฉบับปรับปรุง) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษา
4. ระยะเวลาในการทดลอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 18 คาบต่อกลุ่ม

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน จำแนกเป็น

- 5.1.1 การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์
- 5.1.2 การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
- 5.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ หมายถึง การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ด้วยการแยกแยะชุดอุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์ทำหน้าที่ที่สัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์

1. ศึกษาอุปกรณ์สำเร็จรูป ถึงวิธีการทำงานและผลที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ศึกษาโครงสร้างของอุปกรณ์สำเร็จรูปว่า มีองค์ประกอบย่อยอะไรบ้าง ทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร และตำแหน่งขององค์ประกอบย่อยนั้น ๆ โดย การทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

2. ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ขององค์ประกอบย่อยแต่ละองค์ประกอบ โดยทำกิจกรรมตามชุดปฏิบัติการทดลอง

3. ศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อย ๆ นั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

4. ศึกษาหลักการทำงานขององค์ประกอบย่อย เกี่ยวกับหลักการการทำงานที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่เพื่อสรุปเป็นหลักการ โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

5. ศึกษาว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลทำให้เกิดสิ่งใหม่นั้น โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

2. การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ หมายถึง การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาจากองค์ประกอบย่อยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อยและหลักการทำงานที่มาประกอบกันเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปขึ้นมา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

1. ศึกษาคุณสมบัติขององค์ประกอบย่อยแต่ละชนิด จากชุดอุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง
 2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยนั้น ๆ โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง
 3. ศึกษาหลักการการทำงานขององค์ประกอบย่อย ที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่นั้นขึ้นมาเพื่อสรุปเป็นหลักการ โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง
 4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสิ่งใหม่ เพื่อลงข้อสรุปโดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง
 5. ศึกษาอุปกรณ์สำเร็จรูป เกี่ยวกับหลักการทํางานและผลที่เกิดขึ้นจากการทํางานของอุปกรณ์สำเร็จรูป เพื่อสรุปเป็นนิยามเกี่ยวกับอุปกรณ์สำเร็จรูป โดยทำกิจกรรมตามขั้นตอนจากชุดปฏิบัติการทดลอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นปีที่ 2 แผนกนิชชการ "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยแยกเป็น
- 3.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่มาแล้วเมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง
 - 3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
 - 3.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน
 - 3.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะโดยใช้ข้อเท็จจริงเพื่อชี้ขาดปัญหา การไล่เลียงความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแยกแยะเรื่องเหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ
 - 3.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาสิ่งย่อย ๆ ทั้งหลอมารวมกัน สร้างสรรค์เป็นสิ่งใหม่ เพื่อใช้ในแง่ใหม่ และมีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลอง จำนวน 5 ทักษะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

4.2 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมาย แล้วจึงจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องศึกษา

4.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ คือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีต่อผลการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้รัดกุม

4.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้ายังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดหาล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.5 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

4.5.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

ก. วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและความคุมตัวแปร

ข. อุปกรณ์ หรือ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

4.5.2 การปฏิบัติการทดลองหมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

4.5.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

5. ชุดอุปกรณ์ หมายถึง ชุดอุปกรณ์การสอนเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากวัสดุทั่ว ๆ ไป จากสิ่งที่เหลือใช้หรือซื้อมาจากท้องตลาด เพื่อนำมาประกอบการสอนตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยผ่านการทดสอบคุณภาพของการใช้งานมาแล้ว สามารถถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ ข้อเท็จจริง ทักษะและเจตคติให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ในที่นี้ชุดอุปกรณ์ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าย่อย ๆ ทั้งหมด 11 ชุด คือ

1. ชุดการศึกษาเส้นแรงแม่เหล็ก
2. ชุดการศึกษาความเข้มสนามแม่เหล็ก
3. ชุดการศึกษาอำนาจแม่เหล็กเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
4. ชุดการศึกษากระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวด
5. ชุดการศึกษากระแสไฟฟ้าเกิดจากขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก
6. ชุดการศึกษาความเร็วในการหมุนของขดลวดทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

แตกต่างกัน

7. ชุดการศึกษาอำนาจแม่เหล็กมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน
8. ชุดการศึกษาจำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

แตกต่างกัน

9. ชุดการศึกษาขนาดเส้นลวดมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน
10. ชุดการศึกษาเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ครู อาจารย์ที่ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือวิชาที่เกี่ยวข้อง มีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 7 ปี หรือผู้จบการศึกษามหาบัณฑิตในสาขาวิทยาศาสตร์ หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. ความหมายของอุปกรณ์การสอน
2. หลักเกณฑ์ในการสร้างและผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
3. คุณค่าและลักษณะที่ดีของอุปกรณ์การสอน
4. การใช้และการเลือกอุปกรณ์
5. ความหมายของการวิเคราะห์
6. ความหมายของการสังเคราะห์
7. การสอนวิเคราะห์และสังเคราะห์
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. ความหมายของอุปกรณ์การสอน

อุปกรณ์การสอนเป็นสิ่งจำเป็นมากในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจน รวดเร็ว และประหยัดเวลาการสอนในเนื้อหาบางเรื่อง โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับนามธรรม เกี่ยวกับความหมายของอุปกรณ์การสอน ได้มีผู้เสนอความคิดไว้ดังนี้

แฮสและแพคเกอร์ (Hass and packer. 1955 : 18) ได้ให้ความหมายของ

อุปกรณ์การสอนว่า อุปกรณ์การสอนหมายถึง เครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยให้ครูในการถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความรู้ ความเข้าใจ ข้อเท็จจริง ทักษะเจตคติและความทราบซึ่งไปยังผู้เรียน

ฮอร์ (Shores. 1960 : 1) อุปกรณ์การสอน เป็นเครื่องมือช่วยสื่อความหมาย วัตถุประสงค์และนักเรียนเพื่อเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือการสอนทุกชนิดเป็นอุปกรณ์การสอน เช่น หนังสือในห้องสมุด โสตทัศนวัสดุต่าง ๆ แผนที่โลก ของจริง ทรัพยากรจากชุมชน

บราวน์และคนอื่นๆ (Brown and others. 1973 : 2) ได้ให้ความหมายว่า อุปกรณ์การสอนได้แก่ อุปกรณ์ทั้งหลายที่สามารถช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนจนเกิดผลที่ดี ทั้งนี้ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นเครื่องมือเท่านั้น แต่ยังรวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ การสาธิต การทดลอง เป็นต้น

รววิทย์ วชิณสรกร และคนอื่นๆ (2513 : 1) "กล่าวว่า อุปกรณ์การสอน หมายถึง อุปกรณ์ทุกชนิดที่ครูนำมาช่วยในการสอน หรือในการศึกษา เพื่อทำให้การสอนหรือการศึกษาในเรื่องนั้น ๆ ได้ผลดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นเครื่องมือของครูที่ใช้สำหรับช่วยให้นักเรียนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น รวดเร็วขึ้นและอุปกรณ์การสอนเป็นเครื่องทุ่นแรงสำหรับครู อุปกรณ์การสอน มิใช่สิ่งประดิษฐ์ขึ้นอย่างสวยงาม ต้องสิ่งซื้อและหาหากเสมอไป เมล็ดผลไม้ ใบไม้ เศษกระดาษ ผากระเบื้อง เหล่านี้ถ้ารู้จักใช้ให้เกิดประโยชน์ ในการสอนก็เป็นอุปกรณ์การสอนทั้งสิ้น ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ โสตทัศนวัสดุ และโสตทัศนอุปกรณ์

จากความหมายของอุปกรณ์ พอจะสรุปได้ว่า อุปกรณ์การสอน คือ สิ่งที่ใช้ในการสื่อความหมาย ถ่ายทอดความรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านเนื้อหาวิชาทักษะกระบวนการเจตคติ เป็นการประหยัดเวลาในการสอน อาจจะเป็นวัสดุหรือโสตทัศนต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากอุปกรณ์การสอนจะซื้อมาจากองค์การการค้าวัสดุหรือ สสวท. เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูป ที่ครูสามารถนำมาประกอบการสอนได้เลย และอุปกรณ์อีกประเภทหนึ่ง เป็นอุปกรณ์ที่ครูเป็นผู้สร้างหรือผลิตขึ้นมาเอง

2. หลักเกณฑ์ในการสร้างและผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

อุปกรณ์การสอน เป็นสิ่งจำเป็นมากในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ที่ดีจะต้องมีประสิทธิภาพสอนได้ตามจุดประสงค์ สร้างได้ถูกต้องตามขั้นตอน หลักการกระบวนการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์นั้น มีหลักเกณฑ์หลายขั้นตอน

ชาร์มา (Sharma. 1982 : 261-263) ได้ให้แนวทางพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ใช้วัสดุ หรือวัตถุดิบที่ได้เปล่า หรือราคาถูก หรือที่มีอยู่ในท้องถิ่น
2. อุปกรณ์นั้นไม่ต้องใช้ความชำนาญมากเป็นพิเศษในการประกอบ และอาจทำได้

โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน

3. อุปกรณ์นั้น ต้องนำไปสู่ความเข้าใจในจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่าย

4. กระบวนการในการสร้างอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องง่ายไม่ยุ่งยาก และราคาถูก

5. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ซับซ้อน ให้ผลถูกต้องเที่ยงตรงเหมาะสมกับระดับของผู้ใช้ หรือระดับของนักเรียน

6. อุปกรณ์นั้นต้องกระตุ้นความคิด การตอบสนอง การอภิปราย การทดลองและการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

7. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ทำให้เซว (Distraction) หรือทำให้เกิดความสับสน (conflict) หรือทำให้มีความลำเอียง (bias)

จากคู่มือการประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ระดับประถม สสวท. กระทรวงศึกษา (คู่มือการประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ระดับประถม สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ. 2531 : 3)

ได้เสนอ หลักเกณฑ์ในการสร้างและประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ต้องทราบหลักการการทำงานของอุปกรณ์ที่จะสร้างขึ้นนั้นเสียก่อนว่าทำงานอย่างไร

ขั้นที่ 2 เลือกวัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้าง จะต้องเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือหาได้ง่ายเมื่อใช้วัสดุชนิดที่เลือกแล้วควรจะทำให้อุปกรณ์นั้นทำงานได้ดี มีความคงทนถาวร สะดวกในการใช้ และการเก็บรักษา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้วก็ต้องนำมาพิจารณาออกแบบเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามต้องการ เมื่อคิดได้รูปร่างลักษณะที่ค่อนข้างแน่นอน แล้วจึงเขียนรูปแสดงสัดส่วนและรายละเอียดต่าง ๆ ไว้แล้วจึงเริ่มสร้างตาม แบบที่เขียนไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ นำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลไว้หลาย ๆ ครั้ง ให้เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อประเมินว่าอุปกรณ์นั้นทำงานได้ดีเพียงใด

ขั้นที่ 5 การปรับปรุงแก้ไข เมื่อนำอุปกรณ์ไปทดลองใช้แล้วปรากฏว่าอุปกรณ์นั้นทำงานไม่ได้ตามที่คาดหวังเอาไว้ ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ซึ่งหลักการดังกล่าวนี้สอดคล้องกับ โช สาลินัน (2534 : 20-21) ได้เสนอแนวคิดในการประดิษฐ์สร้างอุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาการทำงาน (Function) ของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นนั้นเสียก่อนว่าจะให้เครื่องมือชิ้นนั้นทำงานอย่างไร ต้องศึกษาหน้าที่การทำงานของทุกชิ้นส่วนของสิ่งที่จะสร้างขึ้นนั้นให้เข้าใจเป็นอย่างดีเมื่อทราบแล้วจึงดำเนิน การตามขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 เลือกวัสดุที่จะใช้สำหรับออกแบบสร้าง จะต้องเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้ว หรือหาได้ง่ายในท้องถิ่นนั้น เพื่อว่าเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะได้ง่าย ถ้าใช้วัสดุชนิดที่เลือกแล้วควรจะทำการอุปกรณ์และเครื่องมือทำงานได้ดี สะดวกแก่การใช้และ ปฏิบัติ เก็บรักษาได้ง่ายและ มีความคงทนถาวร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการออกแบบและสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้วต้องนำมาพิจารณาออกแบบเพื่อที่จะให้อุปกรณ์หรือเครื่องมือทำงานได้ตามต้องการ ผู้ออกแบบจะต้อง รำลึกถึงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะสร้าง ตลอดจนหน้าที่ การทำงานของชิ้นส่วนเหล่านั้นของขั้นที่ 1 แล้วพิจารณาถึงวัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้างว่ามีอะไร เป็นชิ้นส่วนและมีหน้าที่การทำงานได้เช่นเดิม

ขั้นที่ 4 ทำการทดลองตรวจสอบอุปกรณ์ และเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้ว โดยนำมาทดลองตรวจสอบหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ ว่าทุกชิ้นส่วนทำงานได้ดีและครบถ้วนหรือไม่ บันทึกข้อมูลของการทดลองไว้ทำการทดลองหลายๆ ครั้ง เปรียบเทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ของแต่ละครั้งนั้นว่าได้ผลตรงกันใกล้เคียง กัน หรือต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลที่ได้พอเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน

ขั้นที่ 5 ทำการปรับปรุงแก้ไข เมื่อเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่สร้างนั้นถูกนำไปทำการทดลองให้ผลออกมามีความคลาดเคลื่อนมากต้องนำเครื่องมือและอุปกรณ์นั้นมา พิจารณาปรับปรุงแก้ไขใหม่หาสาเหตุว่าอะไรบ้างที่อาจจะทำให้ผลการทดลอง นั้นมีความคลาดเคลื่อน แล้วลองแก้ไขจุดของสาเหตุนั้นเสียใหม่ เมื่อแก้ไขแต่ละจุดของสาเหตุ แล้วต้องนำไปทดลองตรวจสอบตามขั้นที่ 4 ใหม่อีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

จากแนวความคิดในการผลิตและการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ พอจะสรุปเป็นขั้นตอนหลักใหญ่ได้ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาที่จะสอนว่าควรจะผลิตอุปกรณ์อะไร
2. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ
3. สำนวณวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น
4. ออกแบบในการสร้างอุปกรณ์
5. สร้างอุปกรณ์
6. ทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องของอุปกรณ์
7. แก้ไขและปรับปรุงอุปกรณ์จนมีประสิทธิภาพจนทำงานได้
8. 3. คุณค่าและลักษณะที่ดีของอุปกรณ์การสอน

เกี่ยวกับคุณค่าและลักษณะที่ดีของอุปกรณ์นั้น ได้มีผู้เสนอแนวความคิดไว้หลายท่าน และท่านที่มีแนวความคิดพอน่ามากล่าวได้คือ

ไคน์เคอ (Kinder. 1959 : 13-18) กล่าวว่าอุปกรณ์จำเป็นต่อการเรียนนั้นมีหลายประการ

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ถูกต้อง
2. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้มาก และจำได้นาน
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและส่งเสริมให้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง
4. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายในสิ่งที่เรียนได้อย่างกว้างขวาง และเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งอื่นได้ดียิ่งขึ้น
5. ถ้าใช้อุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอแล้วจะสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดและทัศนคติ หรือช่วยให้มีสติที่มั่นคงได้

6. ช่วยเสริมความคิดและการแก้ปัญหา

เดล (Dale. 1969 : 8) ได้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์การสอนไว้ว่า

1. อุปกรณ์การสอนสามารถส่งเสริมความเข้าใจอันดี และสร้างความเห็นอกเห็นใจระหว่างนักเรียนกับนักเรียนในชั้นได้
 2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่ประสงค์
 3. ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาวิชาที่เรียน เป็นผลทำให้เพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ยิ่งขึ้น
 4. ให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่ หลาย ๆ ด้าน แก่ผู้เรียน
 5. ทำให้การเรียนรู้มีความหมาย ทำให้ผู้เรียน ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันมาก เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเช่นเดียวกัน
 6. ช่วยให้ผู้เรียนนำเอาความรู้ที่ได้เรียนไปใช้อย่างมีความหมาย
 7. ทำให้ผู้เรียนมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับซึ่งช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด
 8. ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สมบูรณ์ เกิดมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง และมีความหมาย
 9. ช่วยขยายและเพิ่มขอบเขตของประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้นและช่วยให้จดจำได้เร็วและแม่นยำขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยคำอธิบาย
 10. ผู้เรียนเกิดความคิดได้กระฉับกระฉวย
- วรวิทย์ วสันสรากรและคนอื่น ๆ (2513 : 7) กล่าวว่าอุปกรณ์การสอนที่มีคุณค่า

มากมายในการเรียนการสอนเป็นดังนี้ว่า

1. เป็นศูนย์รวมความสนใจ
2. ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างขวางยิ่งขึ้น
3. ทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจกว้างขวางยิ่งขึ้น
4. ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ร่วมกัน
5. อธิบายสิ่งที่เข้าใจยากให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
6. แสดงความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ
7. ให้ความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ ทำให้เด็กอ่านได้เร็วขึ้น
8. แสดงส่วนที่ลึกลับให้เข้าใจได้ดี
9. สามารถเอาชนะข้อจำกัดต่าง ๆ เกี่ยวกับเวลา ระยะทาง และขนาดได้
 - ก. ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วช้าลง
 - ข. ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวช้าลงเร็วขึ้น
 - ค. นำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาดูได้
 - ง. นำสิ่งที่อยู่ไกลเกินไปมาศึกษาได้
 - จ. ย่อสิ่งใหญ่ให้เล็กลง
 - ฉ. ขยายสิ่งที่เล็กให้โตขึ้น

น้อมฤดี จงพสุทะ สมใจ ฤทธิพันธ์ และพยอม ดันมณี (2519 : 88)

1. ทำให้เรารู้ได้เร็วขึ้น
2. ทำให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสหลายทาง
3. ทำให้ผู้เรียนแปลความคิดออกมาเป็นรูปธรรม
4. สร้างความคิดต่อเนื่องให้กับผู้เรียน
5. ช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง
6. ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน ส่งเสริมการประดิษฐ์ และสร้างเจตคติ

ที่ต่อการเรียน

วาสนา ขาวหา (2522 : 110-111) ได้กล่าวว่า ลักษณะที่ดีของอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย ควรมีลักษณะดังนี้

1. แสดงเรื่องราวหรือเนื้อหาสาระถูกต้องตรงกับความเป็นจริง และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. มีลักษณะที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และประสบการณ์ของผู้เรียนมากที่สุด ซึ่ง

ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

3. มีลักษณะหรือการออกแบบที่ดึงดูด และเร้าความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียน อากรู้ว่าอุปกรณ์การสอนนั้นจะแสดงอะไร และมีผลอย่างไร ช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจเรียน มากยิ่งขึ้น

4. สามารถใช้งานได้ตามตรงตามลักษณะของอุปกรณ์นั้น ๆ (Function) ต้องใช้งาน ได้ดีและสม่ำเสมอจะได้ไม่ต้องเสียเวลาแก้ไขในขณะสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และขาดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ

5. วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุราคาถูกหรือวัสดุเหลือใช้ เพราะจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และยังสามารถสร้างได้จำนวนมากขึ้นด้วย เนื่องจากโรงเรียนส่วนใหญ่มีงบประมาณในการทำ อุปกรณ์การสอนน้อยมาก นอกจากนั้นต้องพิจารณาว่าวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุราคาถูกนั้นควรมีอยู่ในท้องถิ่น

6. มีขนาดพอเหมาะ ไม่ใหญ่เกินไป เนื่องจากไม่สะดวกในการเคลื่อนย้ายและการ เก็บรักษาเพราะเปลืองเนื้อที่ และไม่ควรเล็กเกินไปผู้เรียนจะไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จึงควรมีขนาดพอเหมาะกับกลุ่มของนักเรียน

7. สะดวกในการใช้และเก็บรักษา เนื่องมาจากการออกแบบที่เหมาะสม รูปร่าง กระดาษ เหมาะแก่การปฏิบัติ และลดอุบัติเหตุอันอาจเกิดขึ้นได้

8. มีความคงทนถาวรพอควร ไม่ชำรุดเสียหายง่าย เพราะอุปกรณ์ที่คงทนถาวรจะ ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย อันจะต้องสูญเสียกับการสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทนอุปกรณ์ ที่แตกหัก เสียหายอยู่เรื่อย ๆ

9. ควรใช้งานได้หลายอย่าง ในการออกแบบอุปกรณ์ควรให้ใช้งานได้หลายอย่างและ สามารถดัดแปลงไปใช้กับอุปกรณ์การสอนอื่นได้ง่าย จึงจะได้ผลคุ้มค่า และไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษาอีกด้วย

10. ควรเป็นอุปกรณ์การสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด

โช สาลินัน (2534 : 27-29) ได้ให้แนวคิดว่า อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้น ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. รูปร่างลักษณะต้องจูงใจ ถ้ารูปร่างจูงใจจะมีผลต่อการเรียนการสอนมากเพราะ เมื่อครูนำเครื่องมือเข้าไปในห้องเรียน นักเรียนมองเห็นก็จะเริ่มสนใจ อากรู้ว่าเครื่องมือ นั้น จะใช้ทำอะไร มีผลอย่างไร ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนมากขึ้น ผลของการเรียนการสอน

ก็จะได้ผลเต็มที่

2. ต้องทำงานได้ (Functions) ตามต้องการ ถ้าเครื่องมือไม่ทำงานต้องเสียเวลาแก้ไขขณะเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ความสนใจการเรียนจะลดลง

3. สะดวกในการใช้และปฏิบัติ เพื่อจะได้มีความคล่องตัวในการใช้และทดลองไม่เกะกะ ไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มีความปลอดภัยแก่ครูและนักเรียน

4. มีความคงทนถาวร อุปกรณ์ที่มีความคงทนถาวร จะมีอายุการใช้งานได้นานเป็นการประหยัด ไม่ต้องจัดซื้อจัดทำบ่อย ๆ

5. วัสดุที่สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย เพื่อว่าเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะได้สร้างได้ทันที ถ้าวัสดุหาได้ยาก หรือหาไม่ได้ ก็ไม่มีโอกาสได้สร้าง การออกแบบเครื่องมือนั้นก็สูญเปล่า ไม่เกิดประโยชน์ วัสดุที่หาได้ง่าย ได้แก่ วัสดุที่มีในท้องถิ่น วัสดุเหลือใช้ วัสดุเหล่านี้นำไปประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการสอนได้ดี

6. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุราคาถูก ทั้งนี้เนื่องจากในโรงเรียนส่วนใหญ่ มีงบประมาณค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้น้อยมาก ถ้าเราออกแบบที่ใช้วัสดุราคาถูกสร้างก็จะพอมีเงินซื้อวัสดุเพียงพอแก่การสร้าง ถ้าใช้วัสดุราคาแพงก็จะมีเงินพอและอาจไม่ได้สร้างก็ได้ การใช้วัสดุราคาถูกเป็นการประหยัดเงินของโรงเรียน และยังทำให้สร้างอุปกรณ์ได้จำนวนมากขึ้นอีกด้วย

7. ควรใช้งานได้หลายอย่าง เพื่อจะได้คุ้มค่าแก่การสร้าง สิ้นเปลืองน้อย และไม่เปลืองที่เก็บรักษา

8. สะดวกในการเก็บรักษา ควรออกแบบให้มีรูปร่างกระทัดรัด อาจทำขึ้นส่วนเป็นชุดและถอดเก็บได้สะดวก แต่ไม่ควรมีจำนวนชิ้นมากเกินไป จะตกหล่นได้ง่าย

9. มีเสถียรภาพดี เพื่อจะได้ไม่ล้มง่าย ทำให้ไม่ชำรุด ไม่เสียเวลาซ่อม จึงควรออกแบบให้มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานตั้ง และค่าไถลฐาน จึงจะมีเสถียรภาพดี

10. เวลาสาธิต หรือปฏิบัติการทดลอง ต้องให้ผู้เรียนมองเห็นและสังเกตได้ชัดเจน ดังนั้นอุปกรณ์ที่สร้างต้องไม่เล็กเกินไป ชิ้นส่วนประกอบต้องไม่บึงกัน

จากแนวคิดหลาย ๆ ท่านที่เสนอลักษณะที่ดีของอุปกรณ์และอุปกรณ์ที่มีคุณค่าพอสรุปได้ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน อยากรทดลอง
2. ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน
3. ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง มีความเข้าใจในเรื่องยากเป็นเรื่องง่ายขึ้น เพราะอุปกรณ์จะเปลี่ยนข้อมูลจากนามธรรมเป็นข้อมูลรูปธรรม
4. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดี ต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพของ

การเรียนการสอน

5. ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

6. อุปกรณ์ที่คิดจะเสนอความรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

4. การใช้และการเลือกอุปกรณ์

การใช้อุปกรณ์ เป็นสิ่งจำเป็นจะต้องเลือกให้ตรงกับเนื้อหาของบทเรียน สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้ เข้าใจผู้เรียน การใช้ผู้ให้จะต้องรู้หลักและขั้นตอนของอุปกรณ์แต่ละชุดจะใช้อย่างไร มีหลักการอย่างไร ควรทดลองประสิทธิภาพของการทำงานก่อนจะนำไปใช้สอนจริงเพื่อหาจุดบกพร่องของอุปกรณ์จะได้หาทางแก้ไขได้ ดังนั้น ธนู แสงศักดิ์ (2509 : 28) ได้กล่าวถึงวิธีใช้อุปกรณ์การสอนว่า การเลือกใช้อุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมตรงกับบทเรียน การเตรียมอุปกรณ์การสอนให้พร้อมและพร้อมวิธีใช้ การแสดงในชั้นเรียนจะต้องให้เด็กมองเห็นหรือได้ยินชัดเจนทั่วถึง และใช้เวลาพอสมควร และควรมีการติดตามผลการใช้อุปกรณ์โดยครูทดสอบ นอกจากนี้

ซันด์ และ ทราวบริดจ์ (Sund and Trawbridge. 1976 : 170) กล่าวถึงการใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า วิธีใช้อุปกรณ์การสอนนั้น สิ่งสำคัญที่ครูพิจารณาก่อนคือวิธีการสอนแบบนี้ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสอนเนื้อหาเหล่านี้แล้วหรือยัง? ถ้าหากได้รับคำตอบว่า "ใช่" แล้วก็ควรใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ที่นั่นให้สอดคล้องกับบทเรียน

โนเอล และ เลียนาร์ด (Noel and Leonard. 1947 : 26-28) ได้ให้หลักเกณฑ์ในการเลือกวัสดุทัศนวัสดุเพื่อประกอบการสอนในชั้นเรียนว่า ต้องมีคุณลักษณะดังนี้

1. เหมาะสมกับเนื้อเรื่องที่สอน ระดับอายุ ระดับสติปัญญา ประสบการณ์เดิม ความต้องการ และความสนใจของนักเรียน

2. ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอนและช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้มากในเวลาอันสั้น

3. ช่วยเสริมทักษะและทัศนคติที่ดีแก่นักเรียน

แฮสและแพคเกอร์ (Hass and Packer. 1955 : 280-281) ได้เสนอแนวคิดเพิ่มเติมอีกเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ว่า

1. อะไรคือ จุดมุ่งหมาย เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่เราต้องการจะทำให้สำเร็จ

2. จะสอนใคร โดยคำนึงถึงอายุ พื้นฐานความรู้ สติปัญญา ฯลฯ อาศัยพื้นฐานเหล่านี้เป็นเครื่องช่วยในการพิจารณาเลือกอุปกรณ์

3. ขนาดของกลุ่ม จำนวนคนภายในกลุ่มหรือชั้น จะเป็นเครื่องช่วยพิจารณาชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้

4. ความสามารถของผู้สอนเป็นการแปล่าประโยชน์ที่จะใช้ความพยายามในการเลือกและประเมินค่าอุปกรณ์การสอนที่ครูไม่สามารถจะนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพได้

5. การแบ่งเวลา การใช้อุปกรณ์หลาย ๆ อย่างให้ได้ผลดี ต้องการระยะเวลาที่แน่นอน เช่น การฉายสไลด์ก็ต้องการเวลาที่ฉายพร้อมทั้งฟังการบรรยาย การไปศึกษานอกสถานที่ อาจต้องการเวลาหลายชั่วโมง ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเวลาที่มีอยู่

6. ผลที่ต้องการ นั่นคือ ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้รับอะไร เช่น มีเจตคติที่ดี มีความรู้กว้างขวาง หรือลักษณะอย่างไร อุปกรณ์จะต้องสนองความต้องการเหล่านั้นด้วย

แมคเคาน์ (McKown, 1949 : 52-69) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้อุปกรณ์การสอนให้ได้ผลดีนั้น ควรจะต้องคำนึงถึงต่อไปนี้

1. อุปกรณ์การสอนนั้นควรผ่านการเลือกมาเป็นอย่างดี
 2. ราคาไม่แพงนัก
 3. ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์การสอนนั้น
 4. ครูจะต้องมีความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์ให้เหมาะกับระดับสติปัญญาของนักเรียน
 5. ต้องพยายามให้นักเรียนได้ประสบการณ์จริงมากที่สุด
 6. ต้องนำอุปกรณ์การสอนนั้นมาสอนจริง ๆ มิใช่นำมาตั้งไว้เฉย ๆ
 7. ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง
 8. ครูจะต้องเตรียมการไว้ล่วงหน้า
 9. การเตรียมนักเรียนมีความจำเป็นมาก
 10. ต้องใช้อุปกรณ์การสอนเพื่อการเรียนการสอนให้ได้เนื้อหามากขึ้นและเปลืองเวลาน้อยลง
 11. ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์การสอนให้มากจนเกินจำเป็น
 12. จะต้องมีการวัดผลการใช้อุปกรณ์การสอนอยู่เสมอ โดยอาจจะดูจากความสนใจของนักเรียน การมีส่วนร่วม ตลอดจนบรรยากาศในห้องเรียน
 13. ครูจะต้องดูแลและระวังรักษาอุปกรณ์ ก่อนใช้ ในขณะที่ใช้ และหลังจากที่ใช้แล้ว
- พินิจ เจริญศาสตร์ (2517 : 62-63) ให้หลักในการใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน โดยทั่ว ๆ ไปดังนี้

1. อุปกรณ์การสอนจะต้องเหมาะสมกับภาวะในการเรียนนั้น ๆ
2. อุปกรณ์การสอนที่ดีจะต้องมีคุณภาพดี ถ้าจะจัดซื้อหาครูจะต้องเลือกสรรสิ่งที่มีคุณภาพ และนำมาใช้แล้วให้ได้ผลมากที่สุด หรือจะผลิตขึ้นเองก็ต้องผลิตสิ่งที่ตรงตามความมุ่งหมายที่เราจะสอน
3. อุปกรณ์การสอนจะต้องใช้ให้เฉพาะและตรงกับเทคนิคในทางนั้น ๆ
4. อุปกรณ์การสอนควรมีการติดตามผลและวัดผล เมื่อใช้แล้วเราควรจะได้ทราบผลจากการนำเอาสิ่งเหล่านั้นมาประกอบการสอนว่าได้ผลมากหรือน้อย อาจจะเป็นเครื่องเตือนให้เราคิดหาทางปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไป

สวัสดิ์ ดวงจันทร์ (2513 : 62) กล่าวว่า การใช้อุปกรณ์การสอนควรคำนึงถึง

1. อุปกรณ์การสอนนั้นมีความหมายมากน้อยเพียงใด
2. อุปกรณ์การสอนนั้นต้องมีให้เพียงพอ อย่าให้มากเกินไป
3. ต้องรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์การสอนนั้นเป็นอย่างดีแล้ว
4. การมีหนังสือคู่มือ เพื่อช่วยเหลือในการสอนหรือการใช้ที่ยังยากซับซ้อน
5. นำมาใช้ให้พอเหมาะกับเวลา ให้พอดีกับการสอน
6. อุปกรณ์การสอนต้องไม่เป็นภัยต่อครูและนักเรียน
7. ต้องมีการติดตามผลอยู่เสมอ เพื่อที่จะหาวิธีปรับปรุงแก้ไข

สมพงษ์ สิริเจริญ และคนอื่น ๆ (2506 : 1-7) มีความเห็นว่า ในการใช้อุปกรณ์การสอน ควรปฏิบัติในหลักการดังนี้

1. วางแผนการสอนว่าจะใช้อุปกรณ์ใด ตรงไหนของบทเรียน เมื่อไรและอย่างไร
 2. เตรียมจัดหาและอุปกรณ์ที่ต้องการไว้ล่วงหน้า
 3. ทดลองใช้อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ ก่อนที่จะนำไปประกอบการเรียนการสอน
 4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนจากคู่มืออุปกรณ์นั้น ๆ
 5. จัดเตรียมอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ประกอบ เช่น สายไฟ โต๊ะ
 6. เตรียมห้องเรียนให้เรียบร้อย เช่น การจัดที่นั่ง ที่วางอุปกรณ์
 7. ใช้อุปกรณ์การสอนตามที่วางแผนไว้
 8. จัดให้มีกิจกรรมต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และเป็นการทบทวน เช่น การอภิปราย การรายงาน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม การทดลอง การศึกษานอกสถานที่
 9. ใช้อุปกรณ์การสอนซ้ำอีก ในกรณีที่ใช้แล้วทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- นอกจากนี้ วิรุฬห์ ลีลาพฤกษ์ (2521 : 38 - 39) ได้เสนอข้อควรพิจารณาปฏิบัติ

เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนเพื่อให้ได้ผลดีไว้ 6 ประการคือ

1. การใช้อุปกรณ์ต้องให้เป็นอุปกรณ์การสอนจริง ๆ ไม่ใช่เอาไปตั้งให้ผู้เรียนดูเฉยๆ หรือเอาไปใช้แทนการสอนของครูเสียหมด
2. การใช้วัสดุอุปกรณ์จะต้องมีการเตรียม นอกจากการเตรียมของครูและนักเรียนแล้ว ยังต้องมีการเตรียมวัสดุ เครื่องมือ สถานที่ให้เรียบร้อยล่วงหน้า
3. การใช้อุปกรณ์ ควรประหยัดเวลา ซึ่งปฏิบัติได้โดยครูจะต้องวางแผนและกะเวลาที่จะใช้ให้พอดี พอเหมาะ ไม่ให้มากเกินไปจนเกิดความเบื่อหน่าย
4. การใช้วัสดุอุปกรณ์ จะให้ผลในการเรียนดีขึ้น ถ้าผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้
5. การใช้วัสดุอุปกรณ์ครั้งหนึ่ง ๆ ไม่ควรให้มีหลายเกินความจำเป็น
6. ควรมีการประเมินผลเมื่อใช้อุปกรณ์เสร็จแล้ว

จากแนวคิดหลายท่าน จะเป็นแนวในการจัดแบ่งการใช้ และเลือกอุปกรณ์การสอนออกเป็น 2 ขั้นตอน เป็นแนวดังนี้

ขั้นแรก คือการเลือกและใช้อุปกรณ์ตามข้อความที่เสนอไว้ดังกล่าว

ขั้นที่สอง คือขั้นตอนการใช้อุปกรณ์การสอนในขณะที่ทำการสอนซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ

การเลือก

การเตรียม

การทดลอง

การติดตามผล

จากข้อเสนอแนะแนวทางปฏิบัติ เพื่อให้การใช้อุปกรณ์การสอนเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างคุ้มค่า ดังที่กล่าวมานี้ เห็นได้ว่า มีหลักการที่สำคัญคือ ครูผู้สอนต้องวางแผนการใช้อุปกรณ์ไว้ล่วงหน้า ทดลองอุปกรณ์ก่อนนำไปใช้ เตรียมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์ให้พร้อม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการใช้อุปกรณ์

5. ความหมายของการวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกวัตถุสิ่งของอย่างหนึ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และการมองหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น รวมทั้งการมองหาวิถีทางที่มันรวมตัวขึ้นเป็นวัตถุสิ่งของนั้น ๆ ด้วย

จากการศึกษาความหมายของคำว่าวิเคราะห์พอสรุปได้ว่า หมายถึง การแยกแยะเรื่องราว ส่วนประกอบของสิ่งของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจจะเป็นบทความ ข้อความ วัตถุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และองค์ประกอบย่อยมีความสัมพันธ์ โดยการหลักการใด

หลักการหนึ่ง ซึ่งมีค่าที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์คือ แยกแยะ สะกัด คำว่าวิเคราะห์มักพบเห็นกันมากอย่างเช่น การวิเคราะห์บทความ การวิเคราะห์หนังสือ การวิเคราะห์สารประกอบหรือแร่ธาตุ และอื่น ๆ อีก ก็มีความหมายเหมือน ๆ กัน คือการแยกแยะในเรื่องนั้น ๆ มีอะไรอยู่บ้าง ถ้าเป็นบทความ คงหมายถึงว่าในบทความมีใจความหรือประเด็นสำคัญอะไรอยู่ หรือการวิเคราะห์สาร คงหมายถึงว่าในสารประกอบนั้นมีธาตุหรือสารอะไรประกอบอยู่ ในส่วนของ การวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ หมายถึงการแยกแยะว่าอุปกรณ์ชุดนั้น มีส่วนประกอบอะไรอยู่บ้าง และส่วนประกอบนั้นรวมกันได้ด้วยหลักการอะไร มีคุณสมบัติอย่างไร ซึ่งพอจะสรุปเป็นขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหรือเลือกสิ่งที่จะแยกแยะว่าเป็นอะไร เป็นบทความ เป็นสารเคมี หรือเป็นอุปกรณ์ ซึ่งจะต้องมองภาพรวมก่อนว่าอุปกรณ์คืออะไร ใช้ทำอะไร ทำงานอย่างไรแล้วเกิดอะไรขึ้น เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ทำงานโดยการหมุนแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า หรือเตารีด ใช้รีดเสื้อผ้า ทำงานโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าแล้วเกิดพลังงานความร้อน สรุปได้ว่าจะต้องศึกษาสิ่งสมบูรณ์ใช้ทำอะไร ทำงานได้อย่างไร แล้วเกิดอะไรขึ้น

2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสิ่งนั้น ว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลให้เกิดสิ่งนั้น ๆ เช่น การแยกเลชันจากน้ำมัน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำ ความเร็วในการกวน และระยะเวลาในการกวน (ศุภรัตน์ แสงจันทร์. 2530 : 7) การแยกก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซออกซิเจน (O_2) จากน้ำ ก็มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ แรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองชนิดของตัวนำที่นำมาทำขั้วไฟฟ้า หรือถ้าเป็นอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก็มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า ได้แก่ อำนาจแม่เหล็ก จำนวนรอบของขดลวด ความเร็วในการหมุนของขดลวด ปัจจัยดังกล่าวที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องศึกษา

3. ศึกษาหลักการทำงานร่วมกันหรือเชื่อมโยงกันของส่วนประกอบนั้น ๆ สิ่งต่าง ๆ ที่รวมกันได้จะต้องมีองค์ประกอบย่อยมารวมกัน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าส่วนประกอบย่อยมารวมกันแบบธรรมดาเท่านั้น จะต้องมีการเชื่อมโยงกันหรือเชื่อมโยงจึงสามารถดำรงสภาพนั้นอยู่ได้ เช่น เกลือ ($NaCl$) มีธาตุ (Na) และธาตุคลอรีน (Cl) รวมกันด้วยพันธะเคมีเคมีแบบพันธะเดี่ยว หรือเป็นอุปกรณ์ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ใช่เอาแม่เหล็กกับขดลวดมารวมกันแล้วเกิดกระแสไฟฟ้า จะต้องมีการของขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก หรือแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด ในการวิเคราะห์จะต้องศึกษาหลักการร่วมกันหรือเชื่อมโยงกัน

4. ศึกษาคุณสมบัติหรือรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบย่อยๆ ที่รวมกันเป็นสิ่งสมบูรณ์ว่าสิ่งนั้นมีส่วนประกอบอะไร แต่ละองค์ประกอบย่อยๆ ใดจึงรวมกันอยู่ได้ จำเป็นจะต้องศึกษา

สมบัติเกี่ยวกับองค์ประกอบ จะได้เข้าใจในหลักการที่รวมกันได้ เช่น การวิเคราะห์น้ำ (H_2O) แล้วได้ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซออกซิเจน (O_2) จะต้องศึกษาว่าก๊าซไฮโดรเจน (H_2) เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และติดไฟได้ หรือออกซิเจน (O_2) เป็นก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด เพราะจะได้ตรวจสอบได้ว่าก๊าซที่ได้จากการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าเป็นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2) จริงหรือไม่หรือถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็ต้องศึกษาคุณสมบัติเกี่ยวกับแม่เหล็ก และขดลวดมีสมบัติอะไรบ้าง เช่น แม่เหล็กก็มีสมบัติในการดึงดูดแท่งเหล็กหรือขดลวด เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจะเกิดอำนาจแม่เหล็กรอบ ๆ ขดลวด เป็นต้น

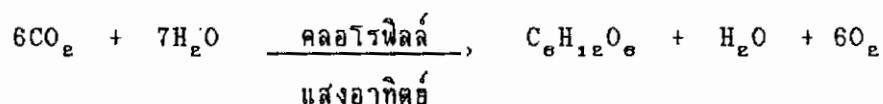
5. ศึกษาในสิ่งสมบูรณ์ ม้องค์ประกอบอะไร และองค์ประกอบนั้นคืออะไร เพราะว่าสุดท้ายของการวิเคราะห์หรือแยกแยะส่วนต่าง ๆ จะได้ทราบว่าในสิ่งสมบูรณ์มีองค์ประกอบอะไรบ้างกี่ชนิด เช่น การวิเคราะห์โปรตีน สุดท้ายก็จะทราบว่ามีองค์ประกอบของธาตุ 4 ชนิด คือ คาร์บอน(C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) หรือถ้าเป็นอุปกรณ์ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทราบว่าประกอบด้วยขดลวดและแม่เหล็ก ซึ่งเป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่ต้องการทราบของการวิเคราะห์

6. ความหมายของการสังเคราะห์ (Synthesis)

การสังเคราะห์หมายถึง การนำเอาองค์ประกอบย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างใหม่ขึ้นอย่างหนึ่ง การประกอบกันเป็นสิ่งใหม่นี้คือ การสร้าง (Production or Construction) อาจจะเป็นการสร้างนวนิยาย สร้างแบบบ้าน สร้างแบบทดลอง สร้างโครงสร้าง หรือสร้างปอดเทียมก็ได้ การสร้างดังกล่าวจะมีลักษณะดึงเอาบางส่วนมาสัมพันธ์กับบางส่วน ยังไม่เกิดความสัมพันธ์ในทั้งหมด ส่วนการสร้างโดยการสังเคราะห์จะเป็นการสร้างความสัมพันธ์ในการกิจนั้น ๆ ทั้งหมด

จากการศึกษาความหมายของคำว่าสังเคราะห์หลาย ๆ ด้าน มีคำเกี่ยวข้องกับคำว่าสังเคราะห์ดังนี้ คือคำว่า สร้าง ผลิต รวบรวม ประกอบ ทั้งทางด้านข้อความ ทางด้านเคมี การสังเคราะห์สารประกอบการผลิตที่ต่าง ๆ การสร้างอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ซึ่งมีความหมายกว้าง ๆ หากที่จะระบุความชัดเจนในด้านความหมายและขั้นตอนที่แน่นอน แต่จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพอจะสรุปขอบเขตที่คล้ายกัน อย่างเช่นทางเคมี ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์ หมายถึง การนำสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันแล้วได้สารใหม่ขึ้นมา ซึ่งสารใหม่จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากสารเดิมที่นำมาวมกัน สารที่นำมาวมกันไม่ใช่รวมกันแบบธรรมดา เช่น น้ำเกลือ พริก และน้ำตาลมาวมสมกัน แล้วเป็นที่ได้จากสารสังเคราะห์ แต่การรวมกันจะต้องมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งจึงจะเป็นการ

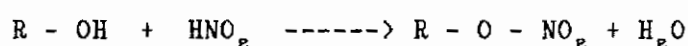
สังเคราะห์ เช่นการสังเคราะห์แสงของพืช จะใช้สารเริ่มแรก 2 ชนิด คือ น้ำ (H_2O) และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยมีคลอโรฟิลล์ และแสงแดดเป็นตัวช่วยให้เกิดปฏิกิริยา แล้วได้สารใหม่คือ แป้ง ($C_6H_{12}O_6$) และออกซิเจน (O_2) ดังสมการ



จากการศึกษาความหมายและขั้นตอนของการสังเคราะห์ พอจะสรุปเป็นขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดองค์ประกอบหรือส่วนประกอบเริ่มแรก ซึ่งจะนำมารวมกัน ส่วนมากจะมีมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป ถ้าเป็นทางด้านเคมีคงจะหมายถึงสารตั้งต้นที่จะนำมาสังเคราะห์เป็นสารใหม่ขึ้นมา เช่น การสังเคราะห์ Alanine amide hydrobromid ใช้สารตั้งต้นคือ ethyl α -bromopropionate กับ NH_3 (จินทรา ชัยมงคล. 2516 : 11) ถ้าเป็นข้อความคงหมายถึงประเด็นแรก ความคิดแรกที่จะนำมาบูรณาเป็นความเรียงใหม่ หรือถ้าเป็นอุปกรณ์ เช่น ไดโนเสาร์ผม คงจะหมายถึง ขดลวดความร้อนและมอเตอร์เป็นต้น อันดับแรกของการสังเคราะห์คือ ศึกษาว่าใช้อะไร มีอะไรบ้าง กี่ชนิด

2. ศึกษาคุณสมบัติหรือรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับองค์ประกอบหรือ ส่วนประกอบแรกๆเป็นธรรมดาอยู่แล้วก่อนที่จะนำสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสังเคราะห์จะต้องรู้คุณสมบัติหรือรายละเอียดเกี่ยวกับสารที่จะนำมารวมกัน เช่น การสังเคราะห์เอสเทอร์ โดยใช้แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับกรด ดังสมการ



ก่อนนั้นจะต้องศึกษาคุณสมบัติของกรดและแอลกอฮอล์มีคุณสมบัติอย่างไรก่อนจะทำการสังเคราะห์ หรือถ้าเป็นเรื่องอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องศึกษาคุณสมบัติของแม่เหล็ก และขดลวดมีคุณสมบัติอย่างไรบ้างของทั้งสองอย่าง ว่าจะร่วมกันได้อย่างไร

3. ศึกษาหลักการในการรวมกันของส่วนประกอบ ว่าสามารถรวมกันโดยใช้หลักการอะไร เช่น หลักการแทนที่ หลักการควบแน่น หลักการเปลี่ยนแปลงพลังงานเช่นการสังเคราะห์เกลือใช้หลักการแทนที่ของไฮโดรเจนด้วยโลหะ หลักการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เช่น เตารีดไฟฟ้า เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน เป็นต้น การรวมกันของสารประกอบจะต้องมีหลักการในการรวมกัน

4. ศึกษาปัจจัย ที่มีผลหรือส่งผลต่อการเกิดสิ่งใหม่ หรือรวมกันเป็นสิ่งใหม่ขึ้นมา มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ถ้าเป็นการสังเคราะห์โปรตีนก็จะต้องทราบว่าปัจจัยใดบ้าง

ที่จะทำให้ได้โปรตีนที่สมบูรณ์ ที่มีกรดอะมิโนครบทั้ง 22 ชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย ถ้าเป็นการสร้างแบตเตอรี่ ก็จำเป็นที่จะต้องศึกษามีปัจจัยที่ทำให้แบตเตอรี่เก็บไฟได้นาน เก็บไฟได้มาก หรือถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก็จะศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าให้ได้มาก เพราะฉะนั้นในการสร้างหรือสิ่งเคราะห์อะไรก็ต้องศึกษาว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเกิดสิ่งใหม่นั้น

5. ศึกษาสิ่งสมบูรณ์ ที่เกิดจากการสังเคราะห์จะเป็นสารหรืออุปกรณ์ จะต้องศึกษาว่าทำงานอย่างไร แล้วได้อะไรเกิดขึ้น

7. การสอนแบบวิเคราะห์และการสอนแบบสังเคราะห์

การสอนแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์ ยังไม่มีผู้ใดนำรูปแบบการสอนมาใช้สอนกันอย่างจริงจัง แต่มีได้หมายความว่า ไม่มีรูปแบบการสอนแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์ในปัจจุบัน รูปแบบการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ จะสอดคล้องอยู่ในรูปแบบการสอนอื่น ๆ อยู่ อาทิ การสอนแบบสืบเสาะก็มีขั้นตอนการสังเคราะห์ และวิเคราะห์อยู่ แต่ยังไม่แยกให้เห็นอย่างชัดเจนหรือการสอนแบบอุปนัย (Inductive Techniques) และนิรนัย (Deductive Techniques) ก็มีขั้นตอนการวิเคราะห์และสังเคราะห์อยู่ ดังที่ มังกร ทองสุคดี (2523 : 5) กล่าวว่า "การวิเคราะห์และการสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการอย่างหนึ่ง ของการพิจารณาหรือการคิดแบบนิรนัยวิเคราะห์ การวิเคราะห์บางทีก็เรียกว่าการอนุมาน (Deductive) คือการนำปัญหามาแยกแยะ เพื่อพิจารณาหาสาเหตุแล้วลงความเห็นไปสู่เรื่องเฉพาะ การสังเคราะห์บางทีก็เรียกว่า การอุปมาน (Inductive) คือการเปรียบเทียบในสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแล้วนำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปสรุปเพื่อตั้งเป็นหลักหรือกฎเกณฑ์ต่อ" ซึ่งเทคนิคการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2516 : 76 - 78) การสอนแบบอุปนัยมีธรรมชาติของวิธีการค้นพบแฝงอยู่เพราะการสอนแบบนี้ให้ผู้เรียนไปสู่ข้อเท็จจริง หลักการและสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยการให้ตัวอย่างต่าง ๆ เพื่อสังเกต เปรียบเทียบ สรุปความคล้ายคลึงขององค์ประกอบในตัวอย่างดั่งนั้น การสอนแบบอุปนัยจึงเป็นการสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์

ความมุ่งหมายของการสอนแบบนี้คือ

1. ชวนให้ผู้เรียนค้นพบข้อเท็จจริง หลักการด้วยการสังเกตตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน อย่างเพียงพอ
2. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความหมาย และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งกับชัดเจนขึ้น
3. กระบวนการคิดแบบอุปนัยชวนให้ผู้เรียนแสวงหา ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองได้

โดยที่ครูลดบทบาทในการบอกลง

การสอนแบบอุปนัยมักนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ภาษา และเนื้อหาที่เกี่ยวกับการทดลอง แต่เป็นวิธีการใช้เวลามาก ดังนั้นครูต้องชั่งน้ำหนักข้อดีข้อเสีย และถ้ามีเทคนิคการสอนแบบอื่นที่ถือว่าเป็นการอธิบายหรือสาธิต ก็ควรเลือกวิธีที่เหมาะสมเช่นในเรื่องกระบวนการออสโมซิส (Osmosis) สามารถใช้การสาธิตให้เห็นได้ดีกว่าการยกตัวอย่าง กรณีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับของเหลวซึ่งมีความหนาแน่นต่างกัน

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเลือกใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย

1. สิ่งกับหรือหลักการนั้นสำคัญพอ คัมค่ากับเวลา
2. สิ่งกับหรือหลักการนั้นไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะสรุปได้

ขั้นตอนของการสอนแบบอุปนัย แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) คือ การใช้ทักษะการเตรียมตัวผู้เรียนนั่นเอง ข้อสำคัญจุดประสงค์ของการเรียนจะต้องชัดเจน และอาจเสนอในรูปของปัญหาที่รัดกุม
2. ขั้นแสดง (Presentation) คือ การให้ตัวอย่างต่าง ๆ แก่ผู้เรียนอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์ได้ การตั้งตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียวไม่ใช่วิธีที่ถูกต้อง
3. ขั้นเปรียบเทียบและค้นหา (Comparison and Abstraction) คือ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสพิจารณาความคล้ายคลึงกันขององค์ประกอบในตัวอย่างเพื่อเตรียมสรุปกฎเกณฑ์ ในขั้นนี้บางทีครูมักจะคิดว่าผู้เรียนมีการรับรู้และความคิดฉับไวเท่าตัวครู ทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสพิจารณาตัวอย่างอย่างจริงจัง
4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ (Generalization) คือการนำข้อสังเกตต่างๆ จากตัวอย่าง มาสรุปเป็นหลักการด้วยตัวของผู้เรียน ไม่ใช่ตัวครู
5. ขั้นนำไปใช้ (Application) คือ ขั้นทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน จากหลักการที่ได้พัฒนาขึ้นโดยให้ผู้เรียนนำหลักการไปใช้แก้ปัญหา หรือทำแบบฝึกหัดเพราะการรู้แจ้งในหลักการ หมายถึงสามารถนำไปใช้ได้ด้วย

การสอนแบบนิรนัย เป็นวิธีตรงข้ามกับการสอนแบบอุปนัย คือการสอนแบบนิรนัยเริ่มต้นด้วยกฎเกณฑ์ไปสู่รายละเอียดหรือตัวอย่าง จุดมุ่งหมายของการสอนแบบนี้ เพื่อทดสอบหลักการ หรือเพื่อพัฒนาหลักการนั้น

การเรียบเรียงเนื้อหาแบบนิรนัย มักจะเริ่มด้วยกฎเกณฑ์หรือหลักการก่อน แล้วจึงเป็นการทดสอบตัวอย่างต่าง ๆ โดยนำหลักการนั้นมาใช้ ถ้าหลักการใช้ได้ผลกับตัวอย่างก็จะสรุป

ว่าสมเหตุสมผล ต่อจากนั้นจึงนำเอาหลักการไปประยุกต์ใช้กับกรณีต่าง ๆ ต่อไปจนสามารถจดจำหลักการได้แม่นยำ

ความมุ่งหมายของการสอนแบบนิรนัย

1. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักนำหลักการ หรือความจริงที่มีอยู่แล้วมาใช้
2. เพื่อสอนไม่ให้เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ จนกว่าจะได้ไตร่ตรอง วิเคราะห์เสียก่อน
3. เพื่อสอนไม่ให้สรุปสิ่งใดง่าย ๆ

ขั้นตอนการสอนแบบนิรนัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นปัญหา (Statement of Problem) ระบุสิ่งที่สอนในแง่ของปัญหา เพื่อชักชวนให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ เช่น เราจะหาพื้นที่ของวงกลมได้อย่างไร
2. ขั้นแสดงหลักการ (Generalization) นำหลักการที่สรุปไว้แล้วมาแสดงเช่นในหนังสือใช้สูตรใดแต่เราจะพิสูจน์ในขั้นที่ 3 และ 4 เสียก่อนที่จะยอมรับ
3. ขั้นอธิบาย (Inference of Explanation) เป็นการอธิบายความเป็นมาของหลักการ โดยใช้ข้อเท็จจริง กฎต่าง ๆ ผู้เรียนอาจต้องลองผิดลองถูกในการใช้กฎนั้น เช่น การพิสูจน์สูตรสำหรับหาพื้นที่ของวงกลมโดยการให้เหตุผลต่าง ๆ
4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) เป็นการทดสอบหลักการอีกครั้งเพื่อตรวจสอบสมเหตุสมผลของการอธิบายในขั้นที่ 3 อาจทำได้ด้วยการปริศนาครุ ค้นหาจากตำราหรือวิธีอื่น ๆ เช่น เอาอุปกรณ์วงกลมมาทดลองดูเป็นขั้น ๆ นำชิ้นเหล่านี้นมาหาพื้นที่ด้วยวิธีจัดเรียงชิ้นส่วนเสียใหม่ ถ้าการหาพื้นที่วงกลมในครั้งนี้ได้ผลออกมายืนยันคำอธิบายในขั้นที่ 3 เราจึงจะยอมรับหลักการคือสูตรที่ได้มาจากหนังสือ

จากการศึกษาความหมายการสอนแบบนิรนัย คล้ายกับการสอนแบบวิเคราะห์แต่ไม่ใช้การสอนวิธีเดียวกันอาจจะแตกต่างในรายละเอียดปลีกย่อย เพราะว่าการเรียนกฎเกณฑ์ อาจต้องใช้การวิเคราะห์ไปสู่รายละเอียดปลีกย่อยและรายละเอียดปลีกย่อยในการสอนแบบวิเคราะห์นั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กันด้วย ส่วนทางด้านความหมายของการสอนแบบอุปนัย คล้ายกับการสอนแบบสังเคราะห์ คือ เรียนรู้จากรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์ซึ่งการสอนแบบอุปนัยนั้นรายละเอียดปลีกย่อยต้องศึกษาจากหลาย ๆ ตัวอย่างส่วนสังเคราะห์นั้นศึกษาจากตัวอย่างเดียวก็ได้และรายละเอียดปลีกย่อยนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กันด้วย นอกจากนี้การสอนแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์ยังใช้หลักการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเอง (Heuristic Method) เพราะความมุ่งให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาหรือข้อมูลด้วยตนเองไม่มีครูเป็นคนอธิบายข้อมูลให้ผู้เรียนได้รับรู้ ซึ่งหลักการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเอง มีผู้ให้ความหมายและหลักการไว้คือ

อาร์มสตรอง (สมบัติ แสงรุ่งเรือง. 2524 : 56 - 58; อ้างอิงจาก Armstrong. 1960 : 683) การสอนแบบ heuristic method เป็นคำมาจากภาษากรีกว่า heuriskein แปลว่า การประดิษฐ์คิดค้น ค้นพบ ช่วยให้นักพบหรือเรียนรู้ นอกจากนั้นยังใช้เรียกวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนการค้นคว้าหาเหตุผลและความจริงด้วยตัวเอง ซึ่งมีหลักการและแนวคิดดังนี้

การสอนที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริง ผู้เรียนต้องเป็นผู้ค้นหาเหตุผล ใช้ความสังเกตด้วยตนเอง ซึ่งมีหลักการใหญ่ ๆ อยู่ 3 ประการคือ

1. ไม่บอกนักเรียนแต่ให้นักเรียนคิดค้นเอง
2. ห้องเรียนเป็นห้องทดลองค้นคว้าของนักเรียน
3. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นตอนของการสอน

1. ค้นหาข้อมูล หลังจากที่ได้ชี้แจงถึงความสำคัญของเรื่องที่จะเรียนแล้ว ครูจะมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน

2. วิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบขึ้นเป็นขั้นที่ครูจะประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

การสอนแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์ เป็นขั้นตอนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองและได้รับประสบการณ์ตรงจากแหล่งข้อมูลเป็นการสร้างให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง (Direct Experience) ประสบการณ์ทางตรง หรือ ประสบการณ์ที่มีความมุ่งหมาย (Direct or Purposed Experience) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การสอนให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเป็นวิธีการสอนที่ดีที่สุดเช่นเมื่อครูต้องการสอนให้เด็กรู้จักการตัดหลอดแก้ว ครูควรจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เด็กได้ทำด้วยตัวของเขาเอง หรือหาวิธีแนะนำชักจูงให้เด็กนักเรียนได้ช่วยตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การสอนแบบนี้มักเรียกว่า Learning by Doing หรือ First Hand Experience

การสอนให้เด็กมีประสบการณ์ด้วยตนเองนี้ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของขั้นตอนการสอนทั้งปวง และยึดถือเอาเป็นแม่บทของการสอน โดยจัดเข้าไว้เป็นพื้นฐานของกรวยประสบการณ์ จุดเด่นของการสอนโดยให้เด็กได้เรียนโดยวิธีนี้ เด็กจะเป็นผู้สอนตัวของเขาเอง

เป็นที่ยอมรับกันว่า ห้องปฏิบัติการ เป็นสถานที่ที่เหมาะสมที่สุดแห่งหนึ่งสำหรับการสอนและการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะเด็กนักเรียนสามารถจะสร้างปัญหา ตั้งสมมุติฐาน และสามารถทดสอบได้ ครูจะต้องระมัดระวังและคอยเอาใจใส่ดูแลให้คำแนะนำให้เด็กรู้จักวิธีแก้

ปัญหาของเขาเองถ้าครูคอยแต่จะบอกหรือให้ไปค้นคว้าจากตำรา หรือทดลองให้เด็กดูเสียเอง แล้วการสอนของครูจะกลายเป็นการสาธิต (Demonstration) การแก้ปัญหาให้เด็กเสียมากกว่า

ข้อควรระวังสำหรับครูอยู่ตรงที่ว่า ครูจะต้องคอยทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำหรือเป็นที่ปรึกษา (Supervisor) โดยหลีกเลี่ยงการเข้าไปร่วมมือชนิดที่เป็นการก้าวก้าวยในการทำงานของเด็กให้มากเกินไป

ประโยชน์ที่เด็กนักเรียนจะพึงได้รับจากการสอนแบบนี้คือ เด็กจะได้รับบทเรียนต่าง ๆ โดยการ

1. ได้เห็นด้วยตา (Seeing)
2. ได้ยินด้วยหู (Hearing)
3. ได้กลิ่นด้วยจมูก (Smelling)
4. ได้ลิ้มรสด้วยลิ้น (Tasting)
5. ได้สัมผัสด้วยกาย (Touching)

ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการสอนแบบนี้จะมีประโยชน์อยู่มาก อุปสรรคย่อมบังเกิดตามมาเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือเรื่องเวลาไม่เพียงพอและสถานที่ไม่อำนวยให้เท่าที่ควร การสอนแบบนี้ให้เด็กมีประสบการณ์ อาจเป็นแบบประสบการณ์ที่ครูจัดการให้ (Contrived Experience) หมายถึงการสอนที่ใช้อุปกรณ์ วัสดุมาช่วยประกอบ อุปกรณ์เหล่านั้นอาจจะเป็นของจริง หรือหุ่นจำลองต่าง ๆ

การสอนที่ผู้วิจัยทำการศึกษา เป็นการสอนแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์โดยใช้หลักการสอนแนวการสอนหลายอย่าง อาทิ การสอนแบบนิรนัย อุปนัย การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากข้อมูล และข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลจากอุปกรณ์สำเร็จรูป และชุดอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเองเพื่อให้ผู้เรียน เกิดจากการเรียนรู้จากรูปธรรมจึงใช้ชื่อการสอนแบบที่ว่า การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ นอกจากนั้นการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การสอนแบบปฏิบัติการ (Laboratory Techniques) เพราะว่าการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ผู้เรียนจะศึกษาหาความรู้ จากชุดปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง แทนการสอนโดยครูเป็นผู้บอกให้ ซึ่งการสอนแบบปฏิบัติการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

เทคนิคการสอนแบบปฏิบัติการ (Laboratory Techniques) เป็นการศึกษาค้นคว้า

ด้วยวิธีทดลองในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สารเคมี ในการตรวจสอบ วิเคราะห์ต่อมา กลายเป็นกระบวนการสอนที่อาศัยการทดลอง เครื่องไม้เครื่องมือและวัสดุต่าง ๆ ในปัจจุบันการสอนแบบปฏิบัติการมิได้ใช้เฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังใช้ในวิชาเกษตรศาสตร์ ศิลปปฏิบัติ สังคมศาสตร์ ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และธุรกิจศึกษาด้วย ปัจจุบันการสอนแบบปฏิบัติการหมายถึงกระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกตและทดลองเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม

โจน เล็ชনারด์ (กาญจนา เกียรติประวัติ. 2516 : 140 - 142; อ้างอิงจาก Joan M. Leonard. 1972) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ (Learning a Technique) ดังนั้นในการสอนครูอาจจะสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกต แต่ต้องให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเองด้วย เช่นการทำดอกตะแบก
2. เพื่อฝึกทักษะ (Practicing a Skill) การปฏิบัติการชนิดนี้จะต้องจัดเวลาและสถานที่สำหรับให้ผู้เรียน ฝึกทักษะให้คล่องแคล่วเพื่อนำไปใช้ เช่นการเพิ่มอัตราเร็วในการอ่าน
3. เพื่ออธิบายหลักการ (Illustrating a Principle) การปฏิบัติในแนวนี้เป็นการขยายความสิ่งที่ได้ยินด้วยการบอก ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับปัญหาจริงเช่น การวางแผนและเตรียมอาหารที่มีคุณค่าครบถ้วน
4. เพื่อรวมข้อมูลและแปลความ (Gathering Data and Gaining Experience in Its Interpretation) ให้ผู้เรียนมีโอกาสรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่แล้วสรุปผล หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การรวบรวมตัวเลขและคำนวณภาษีเงินได้
5. เพื่อฝึกใช้เครื่องมือ (Learning to Use Equipment) ประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการหรือโรงฝึกงานจำนวนมากเป็นการสอนให้ผู้เรียนหัดใช้เครื่องมือที่จะเกี่ยวข้องกับการทำงานต่อไป เช่น การใช้หม้ออบไอน้ำ
6. เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ (Performing Creative Work) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลองเทคนิคต่าง ๆ จากการเรียน และแสดงความคิด ในวิชาดนตรี จิตรกรรม ปฏิกายกรรม และกวีนิพนธ์ เช่น การปั้นดินเหนียว

ส่วนใหญแล้วประสบการณ์แบบปฏิบัติการ ที่ใช้จะมีจุดมุ่งหมายมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไป การสอนแบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเทคนิควิธีการบางอย่างและพัฒนาทักษะของตนอย่างจริงจัง อีกวิธีหนึ่ง การสอนแบบปฏิบัติการอาจจัดได้ว่าเป็นการศึกษาภายใต้การนิเทศ (Supervised

Study) หรือเป็นวิธีทดลอง (Experiment) บางครั้งก็เรียกว่าเป็นการใช้วิธีวิจัย (Research Method) เพราะในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนมีโอกาสค้นคว้าทดลองมาก และการลงมือปฏิบัติการในสาขาวิชาอื่น ๆ ดังกล่าวแล้วก็เป็นหนทางนำไปสู่การวิจัยทั้งสิ้น

ขั้นตอนของการสอนแบบปฏิบัติการ

1. **ขั้นปฐมนิเทศและเร้าความสนใจ (Orientation and Motivation)** ในขั้นนี้เป็นการพิจารณาธรรมชาติของงาน จุดมุ่งหมาย และการวางแผนงาน ความเข้าใจแจ่มแจ้งในสิ่งที่จะทำ จะช่วยให้ผู้เรียนต้องเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

2. **ขั้นปฏิบัติการ (Work Period)** ผู้เรียนทุกคนอาจทำงานปัญหาเดียวกัน หรือคนละปัญหาก็ได้ ในช่วงนี้จะเป็นการทำงานภายใต้การนิเทศ ความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณา ในการจัดมอบหมายงานหรือเวลาในการทำงานให้

3. **ขั้นสรุปกิจกรรม (Culminating Activities)** อาจใช้การอภิปรายการรายงาน การจัดนิทรรศการผลงานและอธิบาย เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ หรือการค้นพบของผู้เรียน

จากรูปแบบการสอนที่กล่าวมาแล้วนั้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับวิชาการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ซึ่งจุดสำคัญของการสอนแบบนี้คือ อาศัยการเรียนรู้ที่เรียกว่า Learning by doing เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติทำให้ได้ประสบการณ์ตรง โดยเฉพาะประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพราะว่าวิธีการสอนที่ ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติจากชุดอุปกรณ์ด้วยตนเองและเกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังมีวิธีการสอนที่คล้ายกับการสอนนิรนัย (วิเคราะห์) อุปนัย(สังเคราะห์) สรุปว่าการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ได้ประสมประสานรูปแบบการสอนดังกล่าวเข้าด้วยกันหลาย ๆ รูปแบบ

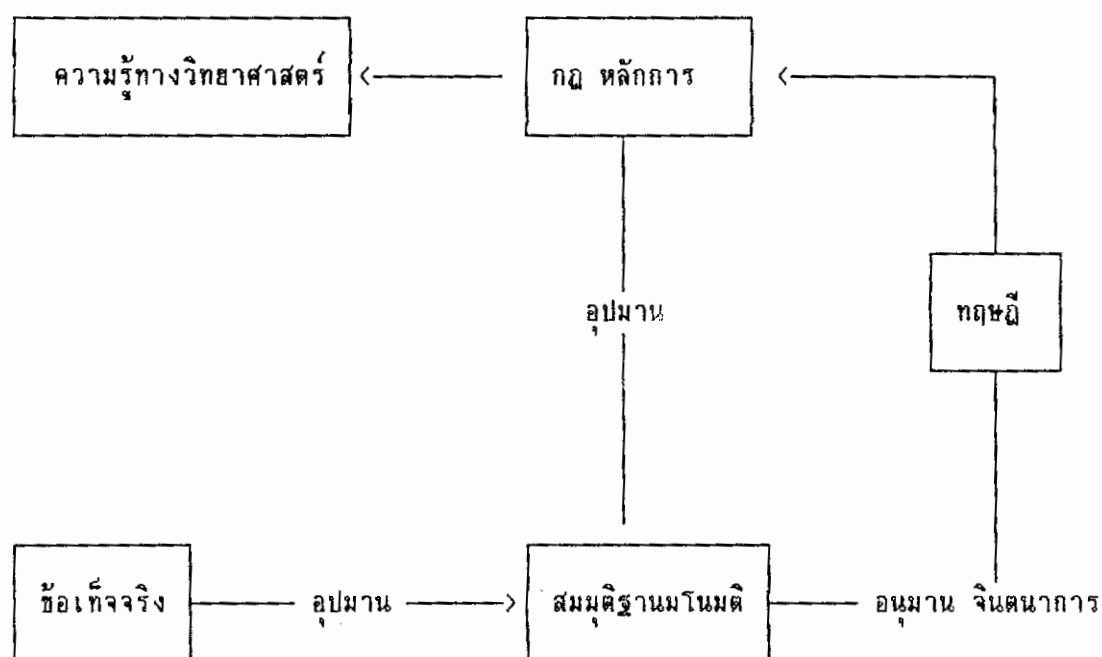
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (มูลนิธิ คามไท. 2531 : 55-57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

เนื่องจาก ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 1-15) และ สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 2-9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกัน คือ เป็นส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะ ตรวจสอบ จนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากข้อความและแผนภูมิพอจะสรุปได้ดังนี้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ในธรรมชาติ และใช้กระบวนการคิดที่เป็นระบบในการจัดกระทำข้อมูล ผสมผสานกับแนวคิด ตลอดจนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ จนรวบรวมพิสูจน์ ได้ผลที่แน่นอนสรุปเป็นกฎและทฤษฎี

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่เป็นระบบมีแบบแผนเป็นขั้นตอน ซึ่ง สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 9-11) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่มีอยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

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

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาทุกขั้นตอน ตรงตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมของการเรียนรู้ออกมา เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า คือ แบบทดสอบพฤติกรรมที่ประเมินนั้นมีหลายระดับ บุญชม ศรีสะอาด (2521 : 26-28) ได้แบ่งระดับพฤติกรรมสอดคล้องกับ บลูม (Bloom. 1956 : 186-193) ไว้ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge-Memory)

ความหมาย หมายถึง ความสามารถในการทรงไว้ รักษาไว้ซึ่งเรื่องราวทั้งปวง

2. ความเข้าใจ (Comprehension)

ความหมาย หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของท้องเรื่อง อันได้แก่ การแปลความแล้วเปรียบเทียบกับและย้อนเอาแต่ใจความสำคัญออกมาได้

3. การนำไปใช้ (Application)

ความหมาย หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่ได้เรียนรู้มาแล้วนั้น ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นทำนอง เดียวกันนั้นได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

ความหมาย หมายถึง การแยกแยะโดยใช้ข้อเท็จจริงเพื่อชี้ขาดปัญหา การไล่เลียงหาความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแยกแยะเรื่องเหตุการณ์ออกเป็นส่วนๆ ย่อยๆ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis)

ความหมาย หมายถึง ความสามารถในการนำเอาสิ่งย่อย ๆ ทั้งหลายมารวมกัน สร้างสรรค์ขึ้นมาเป็นของใหม่ เพื่อใช้ในแง่ใหม่ และมีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม

6. การประเมินค่า (Evaluation)

ความหมาย หมายถึง การวินิจฉัย ด้ราคา โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งด้ราคานั้นอาจเป็นวัตถุสิ่งของ ผลงานที่เป็นรูปธรรม ความคิดเห็นหรือทัศนคติที่เป็น นามธรรม ก็ได้ แต่ในการประเมินนั้น ต้องมีเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสิน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความสามารถทางสมองของผู้เรียน หลังจากได้เรียนรู้เนื้อหาความรู้ที่เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการสร้างชุดของข้อความไปกระตุ้นให้ผู้เรียน แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ออกมาโดยวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดพฤติกรรม 5 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์

8. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน (นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์. 2525 : 48)

โรบินสัน (Robinson. 1972 : 15) ได้แบ่งส่วนประกอบของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่าง ๆ และส่วนที่เป็นกระบวนการ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978 : 15) ได้กล่าวถึงกระบวนการนี้ว่า เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการ คือ วิธีการทางของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้จะเกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา

โชติ เพชรขึ้น (2527 : 15) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 59) ส่วนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระบุว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การวัดการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (สสวท. 2526 : 1-16)

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกาหรือ AAAS (American Association for Advancement of Science. 1970 : 33-176) ระบุว่าในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่ควรจะรับเอาความจริงหรือหลักการเท่านั้น แต่ควรจะได้เรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skill)

ทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะดังนี้

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การใช้จำนวนเลข
4. การจัดจำพวก
5. การสื่อความหมาย
6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา
7. การสรุปอ้างอิง
8. การทำนาย

ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skill) แบ่งออกเป็น 5 ทักษะดังนี้

1. การให้นิยามปฏิบัติการ
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. การสร้างสมมุติฐาน
4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. การออกแบบการทดลอง

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1-6) ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58-129) และ สมจิต สวชนไพบูลย์ ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับสมาคมวิทยาศาสตร์ขึ้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33-176) ดังนี้

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

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

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 ระบुरूป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

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

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ได้แก่

นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

ตัดสินใจว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

ตัดสินใจว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

หาค่าเฉลี่ย

แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดกุมสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

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

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อาจไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวได้ว่าเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผล จะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัดและควบคุมตัวแปร)

อุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

กำหนดวิธีการทดลอง ได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลอง

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

จาก ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 13 ทักษะ แบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ทักษะขั้นพื้นฐาน เป็นทักษะที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ไปสัมผัสกับข้อมูล ซึ่งข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลในลักษณะรูปธรรม ซึ่งเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่อยุ่ขั้นพัฒนาการความคิด ความเข้าใจในรูปธรรม ส่วนทักษะขั้นบูรณาการเป็นทักษะขั้นสูงที่ไม่จะรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส ต้องใช้ความสามารถทางสมองในการคิดตัดสินใจ ซึ่งเป็นข้อมูลในลักษณะนามธรรม ซึ่งเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่สามารถรับรู้ข้อมูล

ทางด้านนามธรรมและอีกประการหนึ่งทักษะขั้นบูรณาการ ก็จะใช้ทักษะขั้นพื้นฐาน มาบูรณาการ อยู่แล้ว และที่สำคัญกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ผู้วิจัยทำการศึกษาเฉพาะทักษะขั้นบูรณาการเท่านั้น คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการทดลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งระดับประถมศึกษาและ มัธยมศึกษา รวมทั้งงานวิจัยต่างประเทศ โดยเรียงลำดับตามปีพุทธศักราช ดังนี้

เดวิส (Davis. 1979 : 418-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะที่ ใช้การชี้นำแนวทาง (Guided Inquiry discovery approach) กับการสอนโดยครูบอก ความรู้ตามตำรา (Expository-text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัว อย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลาย จำนวน 130 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการ สอนแบบสืบเสาะที่ใช้การชี้นำแนวทางกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตาม ตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิทชา คำรงกุลรัตน์ (อุทัย บุญมาดี. 2529 : 3; อ้างอิงมาจาก พิทชา คำรงกุลรัตน์. 2522 : 37-41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ด้วยบทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา จำนวน 54 คน เป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เชาวนีย์ อาชะวงศ์ (2526 : 57-59) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา ด้วยการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับด้วยการใช้ครูฝึก กลุ่มตัวอย่าง 60 คน ปรากฏ ว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วย ครูฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์

ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกัน

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 26) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 สอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

รุ่งริ้ว สุขดี (2531 : 68-69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอน วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เกี่ยวกับผลการวิจัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้รวบรวมงานวิจัย ในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาและระดับวิทยาลัยครู รวมทั้งงานวิจัยภายในประเทศ และงานวิจัยต่างประเทศ โดยเรียงลำดับปีพหุศักราช ดังนี้

บัทโซ (Butzow. 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอน วิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน การสอน และภายหลังการสอน พบว่า คะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้งแตกต่างกัน คือ นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ไรลีย์ (Riley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนมัธยมศึกษา 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นได้ให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้

เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

เกเบิล และรับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503-511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครู แผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียน่า จำนวน 58 คน พบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

ชอว์ (Shaw. 1978 : 615-622) ได้ใช้ชุดการเรียน 11 ชุด จาก SAPA2 ในการศึกษาผลการใช้หลักสูตร ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การแปลความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร นิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการตั้งสมมุติฐาน กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่ม นักเรียนทั้งหมดมี 46 คน และกลุ่มควบคุมมี 2 กลุ่มมีนักเรียนทั้งหมด 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากประชากรที่เป็นนักเรียนเกรด 6 ของ University Community ใน Okiehome กลุ่มทดลองสอนโดย The Eleven SAPA2 Modulss เป็นเวลา 24 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้นโยบายเดียวกันกับกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้เน้นทักษะในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูล t-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถ ในด้านทักษะกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและนิยามเชิงปฏิบัติการดีขึ้นยกเว้นทักษะการตั้งสมมุติฐาน

สตราวิทซ์ และมาโลน (Starwitz and Molone. 1987 : 53) ได้ศึกษาความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง (Teacher-direct Strategy) และการเรียนด้วยตนเอง (Self-instructional Strategy) พบว่า นักศึกษาฝึกหัดครูที่ได้เรียนด้วยตนเองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มากกว่าที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของทั้ง 2 วิธีนี้พบว่า มีความคงทนทั้งสองวิธี

พันทิพย์ พิมพ์สุภาใส (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ที่เรียนตามโครงการสอนของ สสวท. ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองของ สสวท. โดยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 120 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนตามโครงการ สสวท. ได้คะแนนทักษะการสังเกตสูงกว่านักเรียนที่เรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองของ สสวท.

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (วิไลวรรณ นิยะปกรณ์.2523: 52; อ้างอิงมาจาก สุรวุฒิ สุชินโรจน์. 2523 : 76) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ซึ่งพบว่า

1. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนซึ่งปรับค่าแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าเอฟ (F-test) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน คะแนนการทดสอบหลังเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนที่ปรับค่าแล้ว เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้โดยวิธีสืบสวน ทั้งแบบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการสูงขึ้น มากกว่ากลุ่มที่เรียนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

วนา ชลประเวศ (2526 : 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม วิธีสอนแบบใช้ถาม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 คน ปรากฏผลว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองส่งผลต่อการเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบใช้เกม

ลารธา แสงไชย (2529 : 79-80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ

การทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท. ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันในกลุ่มทดลองนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและปานกลาง จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิภล รื่นเริงใจ (2527 : 72) ได้ศึกษาผลการสอนโดยผ่านกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมายและลงความเห็นจากข้อมูล ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการกลุ่มมีความชอบในวิธีการเรียนมาก และมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านทักษะทั้ง 4 สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน

ละดา ดอนหงษา (2531 : 63) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเกมฝึกทักษะและแบบฝึกทักษะไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ เป็นระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยเรียงลำดับปี พุทธศักราช ดังนี้

วานเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3 จำนวน 54 คน ระดับ 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

บุญรัตน์ ศรีราชากุล (2522 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 กับ ม. 1 ในเขตการศึกษา 6 ผลงานวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

รพี วจนประศาสน์ (2523 : 47-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ผกามาศ วรานุสันติกุล (22524 : 47-48) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 342 คน ปรากฏผลว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมล หลีกภัย (2524 : 68) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขต 1 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิมล สำราญวิช (2527 : 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 90 คน โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน โดยที่กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปผลการทดลองเอง กลุ่มที่ 2 ครูเป็นผู้สรุปผลการทดลองให้ กลุ่มที่ 3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง ปรากฏผลว่าสัดส่วนจำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะการพยากรณ์ ทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ด้านทักษะการตีความหาข้อมูลและลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มนักเรียนที่สรุปผลการทดลองเอง มีสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงกว่ากลุ่มที่ครูสรุปผลการทดลองให้

ภาณี โอภิชากร (2527 : 67-68) ได้ศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกันทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ

เสงี่ยม วิไลวัฒน์ (2527 : 73-78) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ปรากฏผลดังนี้ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุทัย บุญมาดี (2529 : 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองและตามคู่มือครูพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 79-80) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คน ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับครูทบทวน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนโดยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และยังมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สูงกว่าที่กลุ่มที่ทบทวนความรู้พื้นฐานโดยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชาณัฐ กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ได้ฝึกการตั้งสมมติฐานโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียน ที่ฝึกโดยใช้อุปกรณ์การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้อุปกรณ์หรือแผนภูมิ กับโดยใช้อุปกรณ์การอภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กับโดยใช้อุปกรณ์หรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่าง

อภิรดี สุวีรานนท์ (2532 : 79) ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุช มานบุตร (2532 : 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ที่มีทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และระดับนักศึกษาวิทยาลัยครู เกี่ยวกับผลการศึกษาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสอนแบบสืบเสาะที่ใช้การชี้แนวทาง บทเรียนโมดูล การสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติ ส่วนแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกับการสอนตามปกติเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่เน้นการฝึกทักษะในการแก้ปัญหาการวิเคราะห์ นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการการเรียนด้วยตนเอง การสอนแบบสืบส่วนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า ส่วนการเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง การสอนโดยผ่าน

กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่าง และการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การเรียนโดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ การสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียน ทบทวน การสอนแบบใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล การสอนโดยการฝึกแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ส่วนการเรียนโดยการทำกิจกรรม การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่าง และพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสัมพันธ์ในการค้นหา เหตุผลเชิงตรรกะกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสัมพันธ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกนิเทศการภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 160 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกนิเทศการภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จำนวน 2 ห้อง ห้องเรียนละ 40 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลากมา 2 ห้องเรียน จากประชากร 4 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเป็นกลุ่ม ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์หัตถ์อุปกรณ์ 1 กลุ่มและที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์หัตถ์อุปกรณ์ 1 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน จำนวน 80 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ เนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2535 (ฉบับปรับปรุง) จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ศึกษา คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 18 คาบ ต่อกลุ่ม

แผนการศึกษาทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีลักษณะการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528:216)

ตาราง 1 แผนการศึกษาทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E ₁ R	T ₁	X ₁	T ₂
E ₂ R	T ₁	X ₂	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

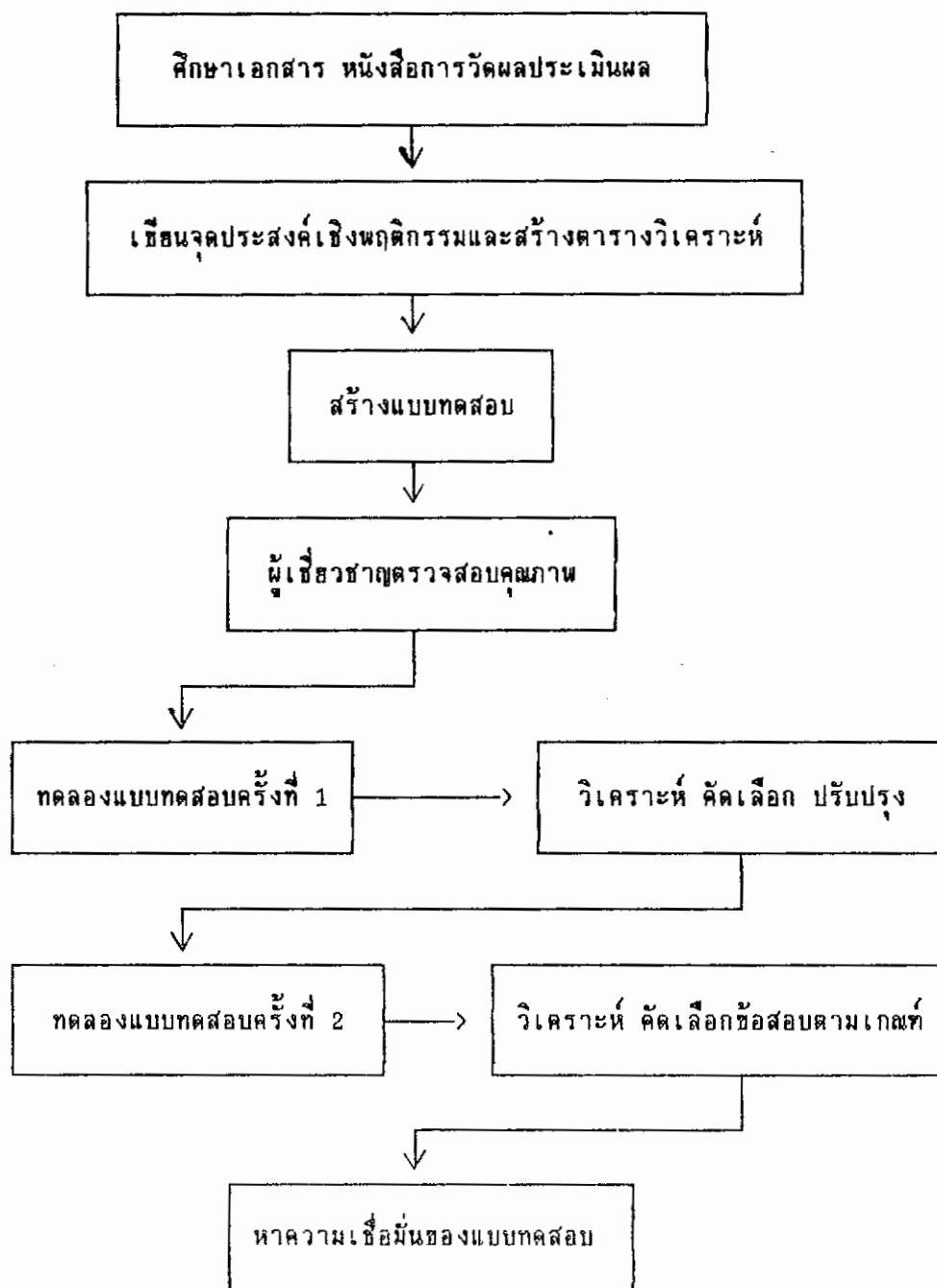
X ₁	แทน	การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์
X ₂	แทน	การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
T ₁	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (pretest)
T ₂	แทน	การสอบหลังการทดลอง (post test)
E ₁	แทน	กลุ่มทดลองการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์
E ₂	แทน	กลุ่มทดลองการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
R	แทน	กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ชุดอุปกรณ์การสอนเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดปฏิบัติการทดลอง

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหนังสือและเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล การสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากหนังสือแบบเรียน จากคู่มือครู จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยแบ่งพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะวัดเป็น 5 พฤติกรรม คือ

ความรู้ความจำ (Knowledge)

ความเข้าใจ (Comprehension)

การนำไปใช้ (application)

การวิเคราะห์ (Analysis)

การสังเคราะห์ (Synthesis)

3. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตามจุดประสงค์และพฤติกรรมทั้ง 5 ด้าน ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ดังตัวอย่าง

ข้อ () การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อาศัยความสัมพันธ์ของอะไร

- ก. กระแสไฟฟ้า ขดลวด แม่เหล็ก
- ข. แม่เหล็ก ฟองตะไบเหล็ก เข็มทิศ
- ค. กระแสไฟฟ้า ขดลวด เข็มทิศ
- ง. กระแสไฟฟ้า ขดลวด ฟองตะไบเหล็ก
- จ. ขดลวด แม่เหล็ก เข็มทิศ

คำตอบคือ ก.

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไปเอาไว้ ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่าเกณฑ์ นำไปปรับปรุงใหม่

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงและคัดเลือกไว้ นำไปทดลอง (Try-out) กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกพณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ จำนวน 100 คน

6. นำแบบทดลองมาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0

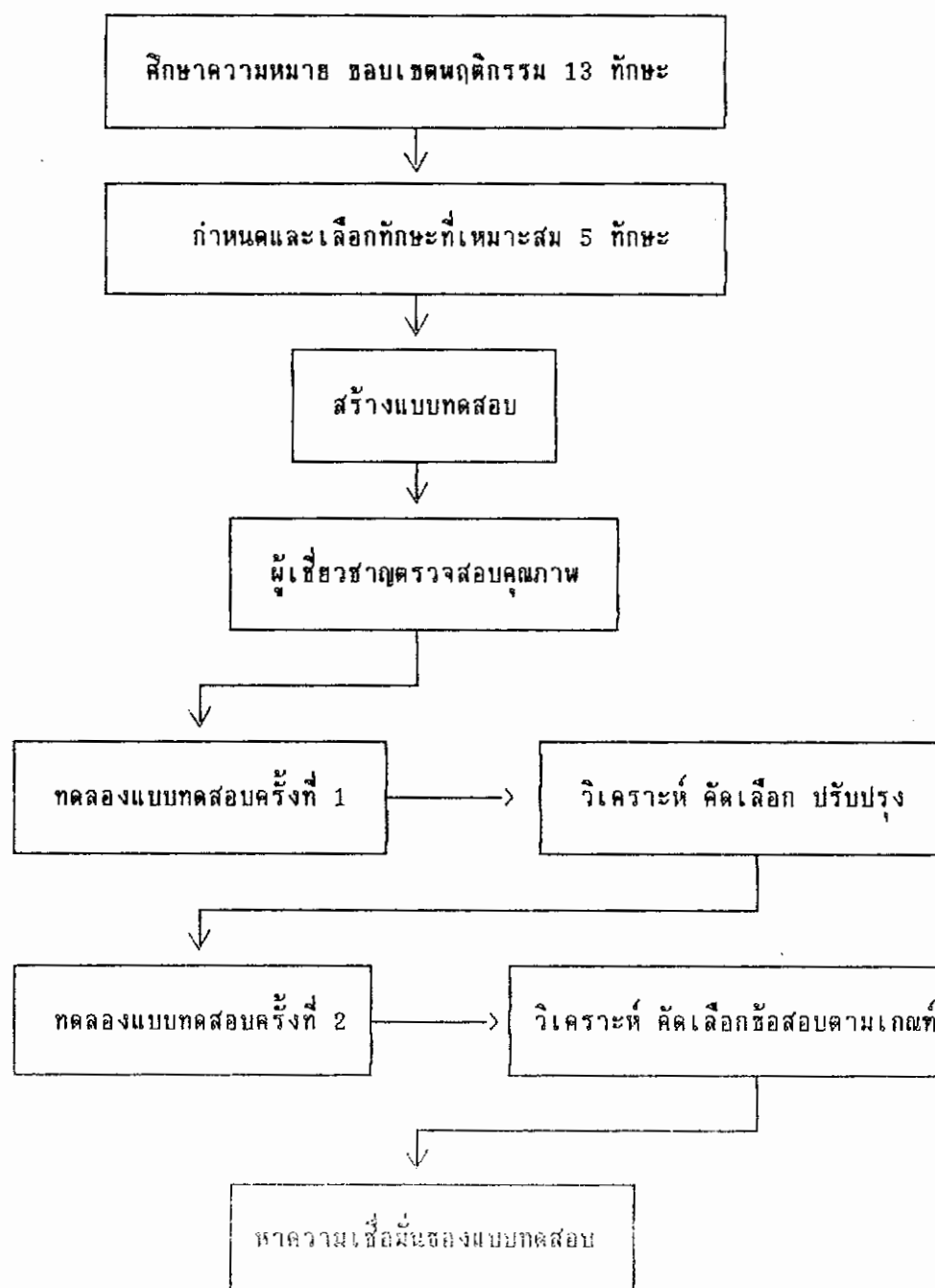
คะแนน หาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan. 1952 : 1-32) คัดเลือกข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

7. นำแบบทดสอบในบางข้อที่มีความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไปปรับปรุงแก้ไขใหม่ แล้วนำไปทดลอง (Try-out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชย์การ วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี จำนวน 100 คน นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน หาความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน คัดเลือกข้อสอบที่ความยากง่าย 0.20-0.80 อำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป

8. คัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ในข้อ 7 พบว่าข้อสอบมีความยากง่าย (p) 0.20-0.78 อำนาจจำแนก (r) 0.20-0.62 ได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ วิชาร์ดสัน (ล้วน สาขยศ และอังคณา สาขยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.62

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความหมาย ขอบเขตพฤติกรรมของทักษะ 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต การวัด คำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การออกแบบและควบคุมตัวแปร การตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุป จากสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1-6) และทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58-129) ตลอดจนการออกข้อสอบของแต่ละทักษะเกี่ยวกับการสร้างสถานการณ์และการใช้คำถาม

2. กำหนดและเลือกทักษะที่เหมาะสม 5 ทักษะ จาก 13 ทักษะ เป็นทักษะขั้นบูรณาการ คือทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลอง

3. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 5 ข้อ คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลอง ดังตัวอย่าง

ข้อ () มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่อง เครื่องแรกขดลวดพัน 200 รอบ หมุนในสนามแม่เหล็กคู่หนึ่ง เครื่องที่ 2 ขดลวดพัน 200 รอบ ขนาดเส้นลวดเท่ากัน หมุนในสนามแม่เหล็กอีกคู่หนึ่งด้วยความเร็วที่เท่ากัน ปรากฏว่าเกิดกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน เครื่องแรกเกิด 2 mA เครื่องที่สองเกิด 4 mA ที่เป็นเช่นนี้เพราะสาเหตุใด

- ก. การหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 2 เครื่องเป็นคนละทิศ
- ข. ขดลวดทั้ง 2 พันในทิศทางคนละทิศทางกัน
- ค. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าได้แตกต่างกัน
- ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอื่นที่ 2 มีอำนาจแม่เหล็กมากกว่า
- จ. สร้างไม่ได้

คำตอบคือ ง.

4. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่าเกณฑ์นำไปปรับปรุง

5. นำแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงทักษะและปรับปรุงแล้ว ไปทดลอง (Try-out) กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ จำนวน 100 คน

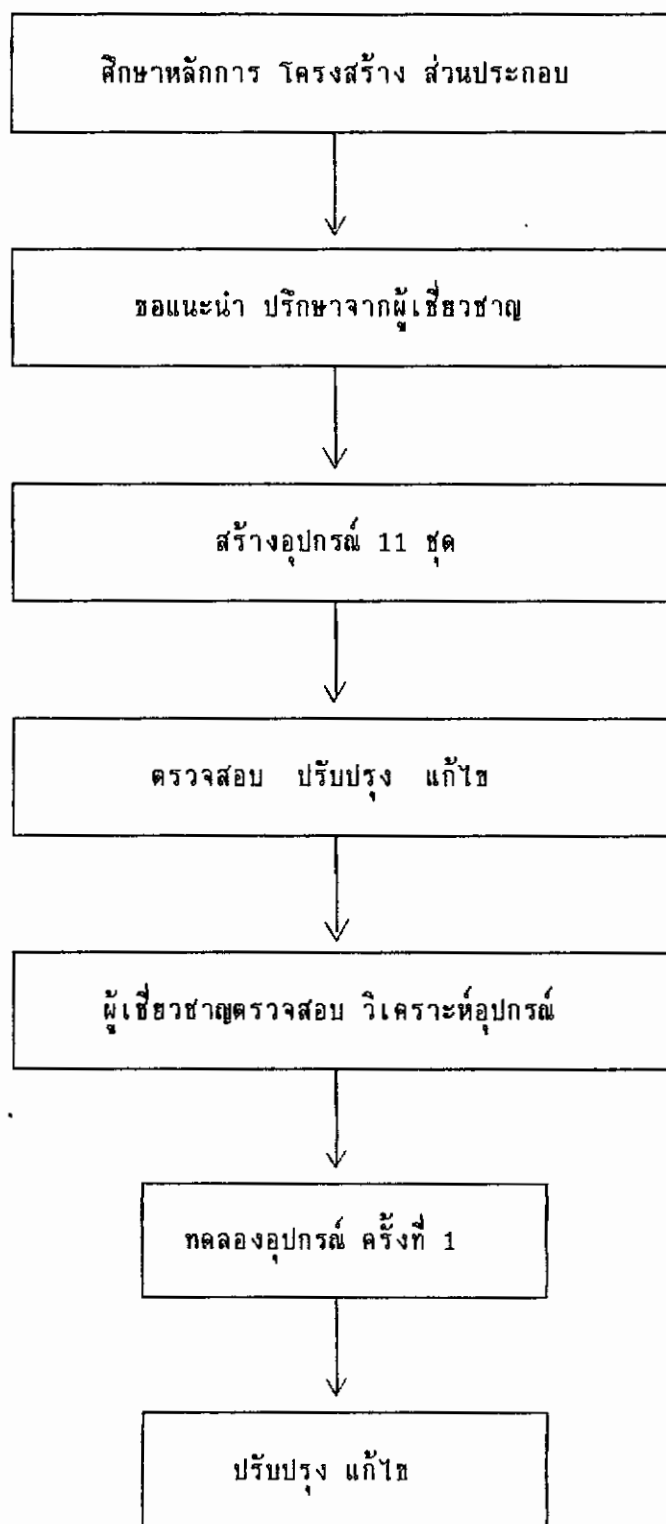
6. นำแบบทดสอบไปตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน หาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบโดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan. 1952 : 6-32) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 อำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป

7. นำแบบทดสอบในบางข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไปปรับปรุงแก้ไขใหม่ แล้วนำไปทดลอง (Try-out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี จำนวน 100 คน

8. คัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ในข้อ 6 พบว่าข้อสอบมีความยากง่าย (p) 0.28-0.80 และอำนาจจำแนก (r) 0.20-0.67 ได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 30 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สาขยศและอังคณา สาขยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.79

วิธีดำเนินการสร้างชุดอุปกรณ์การสอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างชุดอุปกรณ์การสอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การสร้างชุดอุปกรณ์การสอนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การสร้างชุดอุปกรณ์การสอน ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักการทำงาน โครงสร้าง ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากเอกสาร หนังสือ จากแบบเรียนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2. หาคำแนะนำและปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์เกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชุด

3. ร่างแบบ และดำเนินการสร้างอุปกรณ์ตามแบบจากชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 11 ดังนี้

1. ชุดการศึกษาเส้นแรงแม่เหล็ก
2. ชุดการศึกษาความเข้มสนามแม่เหล็ก
3. ชุดการศึกษอำนาจแม่เหล็กเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
4. ชุดการศึกษากระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวด
5. ชุดการศึกษากระแสไฟฟ้าเกิดจากขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก
6. ชุดการศึกษาความเร็วในการหมุนของขดลวดทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

แตกต่างกัน

7. ชุดการศึกษอำนาจแม่เหล็กมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน
8. ชุดการศึกษาจำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

แตกต่างกัน

9. ชุดการศึกษาขนาดของเส้นลวดมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน
10. ชุดการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
11. ชุดการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงให้เห็นส่วนประกอบ

4. ดำเนินการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ทั้ง 11 ชุด ว่าสามารถทำงานได้หรือไม่ ชุดใดที่ไม่สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไข ก็ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขจนสามารถได้ตามต้องการ

5. นำอุปกรณ์การสอนทั้ง 11 ชุด ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบประสิทธิภาพของการทำงานของอุปกรณ์การสอน และวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ ซึ่งเกณฑ์ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยอาศัยแนวคิดในการประดิษฐ์อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของ โช สาลีนัน (2534 : 27-29) เกี่ยวกับสภาพของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ดี และมาตรฐานประมาณค่าของ ลิเคิต สเกล (ลิวน ส่ายยศ และอังคณา ส่ายยศ. 2524 : 154) ดังนี้

แบบการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

เกณฑ์	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย อย่างมาก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. รูปร่างลักษณะชักจูงใจ					
2. ทำงานได้ตามความต้องการ					
3. สะดวกในการใช้และ ปฏิบัติการ					
4. มีความคงทนถาวร					
5. วัสดุที่ใช้สร้างเป็นวัสดุ ที่หาได้ง่าย					
6. วัสดุที่ใช้สร้างเป็นวัสดุ ราคาถูก					
7. ส่งเสริมความคิดและ แก้ปัญหา					
8. สะดวกในการเก็บรักษา					
9. มีเสถียรภาพ					
10. เวลาสาธิตและปฏิบัติ การทดลอง มองเห็น และสังเกตได้ชัดเจน					

โดยกำหนดให้	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีน้ำหนักคะแนนเป็น	5
	เห็นด้วยมาก	มีน้ำหนักคะแนนเป็น	4
	เห็นด้วย	มีน้ำหนักคะแนนเป็น	3
	ไม่เห็นด้วย	มีน้ำหนักคะแนนเป็น	2
	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีน้ำหนักคะแนนเป็น	1

รวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย ถ้าได้ค่าเฉลี่ยเกินครึ่งของคะแนนเต็ม ถือว่าอุปกรณ์การสอนชุดนั้นเหมาะสม ถ้าได้ค่าเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม ต้องปรับปรุงอุปกรณ์ชุดนั้นใหม่

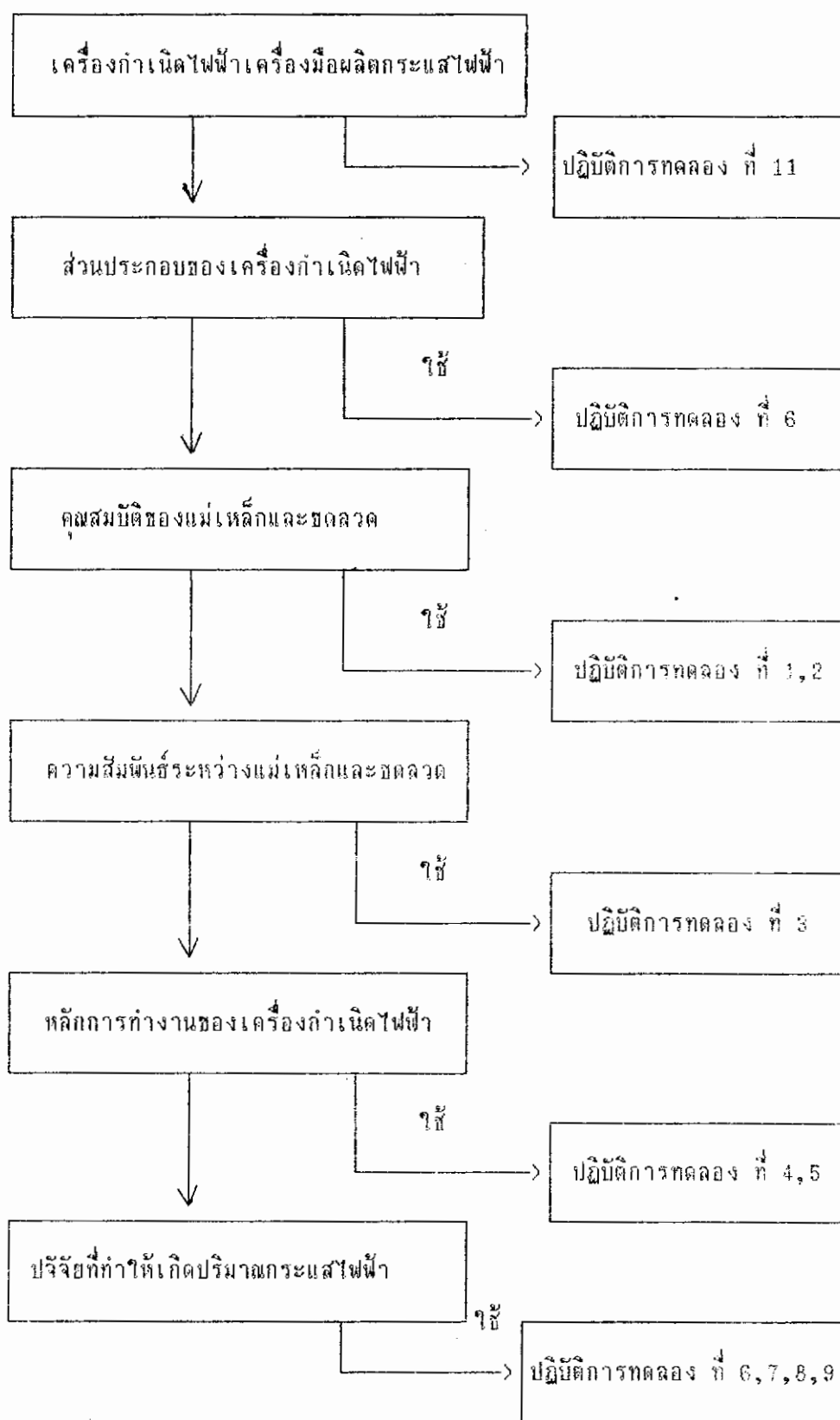
6. นำอุปกรณ์การสอนพร้อมชุดปฏิบัติการทดลองทั้ง 11 ชุด ไปทดลอง (Try-out) กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกพณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษา อุบลราชธานี จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน โดยที่กลุ่ม 1 ทดลอง (Try-out) การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และกลุ่มที่ 2 ทดลอง (Try-out) การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ เพื่อหาข้อบกพร่องของอุปกรณ์ และบทปฏิบัติการทดลองของแต่ละชุด

7. ปรับปรุงข้อบกพร่องของอุปกรณ์การสอนและบทปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

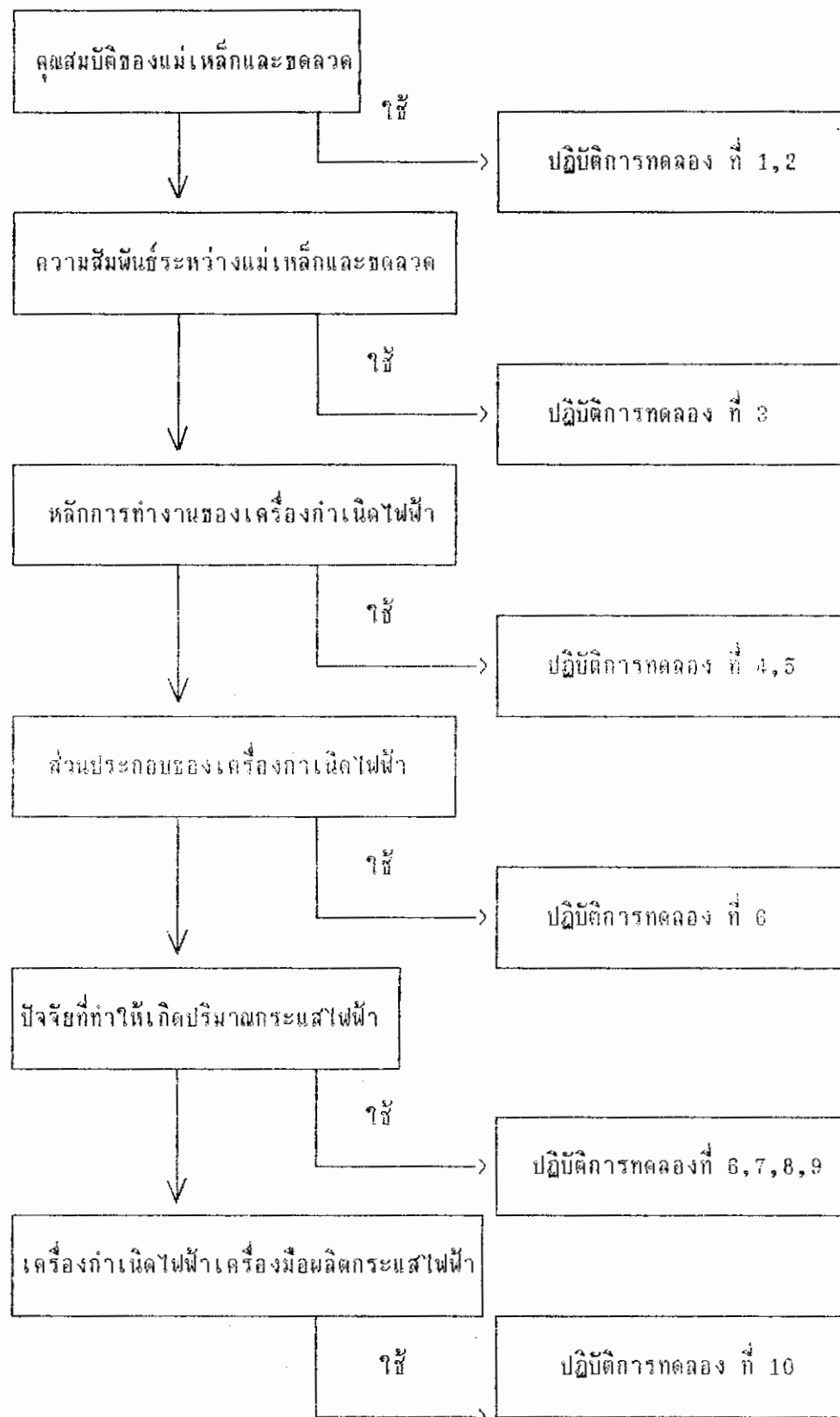
การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ดำเนินการสอนตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์

ขั้นตอนการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



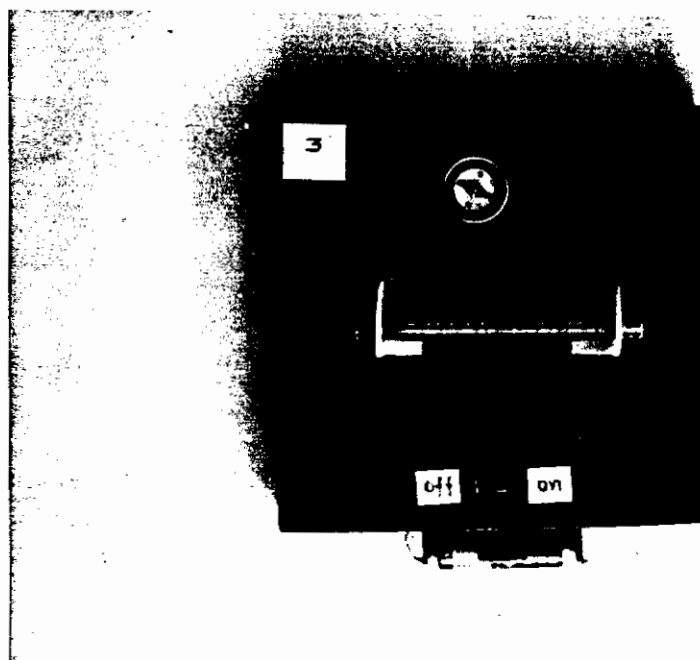
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

บทปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วยมโนคติ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง และการประเมินผล ดังตัวอย่าง

ปฏิบัติการทดลองที่ 3

มโนคติ อำนาจแม่เหล็กเกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวด เวลา 60 นาที
จุดประสงค์ บอกได้ว่าอำนาจแม่เหล็กจะลดลงเมื่อระยะห่างจากแท่งแม่เหล็กมากขึ้น
อุปกรณ์ ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 3

รูปอุปกรณ์



วิธีการทดลอง

- 3.1 เมื่อเปิดสวิตช์ไฟแล้ว ให้นักเรียนลองนำเข็มทิศไปวางตำแหน่งต่าง ๆ รอบ ๆ ขดลวด สังเกตว่ามีอะไรเกิดขึ้นกับเข็มทิศหรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- 3.2 ณ ตำแหน่งต่าง ๆ รอบขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ ลองเลื่อนเข็มทิศเข้าใกล้-ออกจากขดลวด ความใกล้-ไกล ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ หรือไม่ ความใกล้-ไกล ตำแหน่งใดมีการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศมากที่สุด
- 3.3 จะสรุปได้อย่างไร ความใกล้-ไกล จากขดลวดกับการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ
- 3.4 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเหมือนหรือแตกต่างเมื่อนำเข็มทิศมาอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ
- 3.5 จะสรุปได้อย่างไรเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปในขดลวด

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้

เตรียมการก่อนทดลอง

1. นำกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มเรียบร้อยแล้วโดยกลุ่มทดลอง 1 คือ กลุ่มการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และกลุ่มทดลอง 2 คือกลุ่มการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ให้อยู่คนละห้อง

2. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการทำแบบทดสอบ และบอกให้นักเรียนทำแบบทดสอบด้วยความสามารถของตนเอง

3. ให้ทำแบบทดสอบ (pre-test) พร้อมทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4. นำแบบทดสอบ (pre-test) ไปตรวจให้คะแนนทั้ง 2 กลุ่มเพื่อความสามารถของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มว่า มีความสามารถแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ดำเนินการทดลอง

1. นำอุปกรณ์การสอนพร้อมกับบทปฏิบัติการทดลอง ไปทำการทดลองกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ โดยใช้เวลา ในการทำการทดลองทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

หลังการทดลอง

1. นำแบบทดสอบชุดเดิมตัวแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาทำการทดสอบ (post-test) หลังการทดลองอีกครั้งกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เวลาเท่าเดิม คือ 2 ชั่วโมง

2. นำแบบทดสอบของทั้ง 2 กลุ่ม ไปตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และที่ได้รับการสอนแบบการสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูปของ Difference Scores

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และที่ได้รับการสอนแบบการสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูปของ Difference Scores

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาค่าเฉลี่ย (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2530 : 40)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2530 : 76)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติในการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (บุญชม ศรีสะอาด 2532 : 144)

$$r_{kk} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{kk} แทน ความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($q = 1-p$)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ในการตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1 และข้อ 2 ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ใช้ t-test แบบ Independent ในรูปของ Difference Scores (Scott and Wertheimer. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

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

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

S^2_D แทน ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

D_1 แทน ผลต่างของคะแนนสอบของกลุ่มทดลอง 1

D_2 แทน ผลต่างของคะแนนสอบของกลุ่มทดลอง 2

MD_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนสอบในกลุ่มทดลอง 1

MD_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนสอบในกลุ่มทดลอง 2

$S_{MD_1 - MD_2}$ แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง MD_1 และ MD_2

n_1 แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

df แทน ระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนน
MD.	แทน	คะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนหลังการทดลอง และก่อนการทดลอง
$S_{MD1} - MDE$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนหลังการทดลอง ก่อนการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
- ตอนที่ 2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

ตอนที่ 1

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ โดยใช้สถิติ t-test ในรูปแบบ Difference scores ดังผลในตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	S.D. ₁	$\bar{X}_2$	S.D. ₂	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง 1	39	13.33	2.983	18.06	3.113	4.692		
							0.738	0.104
กลุ่มทดลอง 2	39	15.641	3.056	20.410	3.127	4.769		

$$t (.05, 76) = 2.000$$

จากตาราง 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน ข้อ 1.

ตอนที่ 2

เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ โดยใช้สถิติ t-test ในรูป Difference Scores ดังผลในตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	S.D. ₁	$\bar{X}_2$	S.D. ₂	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง 1	39	16.487	3.075	20.277	3.127	3.589		
							1.047	0.294
กลุ่มทดลอง 2	39	18.538	3.025	22.282	3.121	3.897		

$$t (.05, 76) = 2.000$$

จากตาราง 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 2

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนและผลการวิจัยดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกพาณิชยการภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 39 คน รวม 78 คนโดยสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากร 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวม 160 คนโดยการจับฉลาก มา 2 ห้องเรียนแล้วจับฉลากเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ 1 ห้องเรียน และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ วัดพฤติกรรม 5 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์และสังเคราะห์ มีความเชื่อมั่น 0.62

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ วัดทักษะ 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการทดลอง มีความเชื่อมั่น 0.79

3. ชุดอุปกรณ์การสอนเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และชุดปฏิบัติการทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างชุดอุปกรณ์การทดลองเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดปฏิบัติการทดลอง 11 ชุด

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มก่อนการทดลอง โดยใช้เวลา 2 คาบ คาบละ 50 นาที

2. ทำการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มทั้งสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และกลุ่มการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ใช้เวลา 18 คาบ คาบละ 50 นาที

3. ใช้แบบทดสอบชุดเดิมทั้ง 2 ชุด มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้เวลา 2 คาบ คาบละ 50 นาที

4. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ทั้งสองก่อนการทดลองและสอบหลังการทดลองไปตรวจคะแนนเพื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. หาค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

2.1 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1 โดยใช้ t - test แบบ Difference Scores

2.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 โดยใช้ t - test แบบ Differece Scores

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะสาเหตุ ดังนี้

1.1 เนื่องจากการสอนทั้ง 2 วิธี เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองได้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เป็นการค้นพบความรู้ต่าง ๆ จากการทดลอง ดังที่ สุมิตร คุณากร (2518:32) ได้กล่าวว่าการสอนด้วยวิธีการปฏิบัติการทดลองเป็นการสอนที่ผู้เรียน ได้แก้ไข้ปัญหา และส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดความรู้ด้วยตนเอง การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ เป็นการสอนแบบปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทั้ง 2 วิธี ถึงแม้ว่าการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์จะเน้นการสอนจากอุปกรณ์สำเร็จรูปก่อน แล้วจึงมาเรียน รายละเอียดปลีกย่อยของอุปกรณ์ทีละส่วน ส่วนการสอนแบบสังเคราะห์จะเน้นการสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยของอุปกรณ์แต่ละส่วนก่อน แล้วจึงมาเรียนอุปกรณ์สำเร็จรูปทีหลัง ผู้เรียนก็ได้เรียนรู้จากชุดอุปกรณ์ทุกชุดเหมือนทั้ง 2 วิธี เพียงแต่ว่าการสอนทั้ง 2 วิธีเรียงลำดับของชุดอุปกรณ์แตกต่างกัน

1.2 การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ผู้เรียนจะเรียนจากชุดอุปกรณ์จากชุดที่ 11 มาถึงชุดที่ 1 ส่วนการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ผู้เรียนจะเรียนจากชุดอุปกรณ์จากชุดที่ 1 มาถึงชุดที่ 10 การสอนทั้ง 2 วิธี ผู้เรียนได้เรียนรู้จากชุดอุปกรณ์ทุกชุด และอุปกรณ์แต่ละชุดมีวิธีการทดลอง คำถาม และกิจกรรมเหมือน ๆ กัน จึงทำให้การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพไม่แตกต่างกัน

1.3 การสอนในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงวิธีสอนให้ดีขึ้น และสอดคล้องกับสังคมยุคปัจจุบันมีการสอนเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในหลาย ๆ ระดับการศึกษาทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 (สสวท. 2533:107) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ (สสวท. 2533:8-10) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกช่างอุตสาหกรรม (สสวท. 2533:204-270) ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนี้หรืออาจเรียนด้วยวิธีการสอนแบบวิเคราะห์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพไม่แตกต่างกัน

2. จากการศึกษาค้นคว้าพบว่านักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับนักเรียนที่สอนได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะสาเหตุดังนี้

2.1 การสอนทั้งสองวิธี ทั้งการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง จากชุดอุปกรณ์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะด้านต่าง ๆ ในขณะที่ทำการทดลองจากชุดปฏิบัติการทดลองตามที่ บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533:98) ได้กล่าวว่าการสอนโดยการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ผู้เรียนจะคิดแก้ไขปัญหาโดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการสอนทั้งการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมการทดลองผู้เรียนจะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง ผู้เรียนจะมีทักษะใดทักษะหนึ่งหรือหลาย ๆ ทักษะพร้อม ๆ กัน การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์อาจจะเกิดทักษะการกำหนดตัวแปรก่อน หรือการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์อาจจะเกิดทักษะการทดลองก่อน แต่เมื่อเรียนจบวิธีการสอนทั้งสองแบบทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการจึงส่งผลให้การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2.2 การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าโดยหลักการแล้วการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์จะให้ผู้เรียน เรียนรู้จากอุปกรณ์ชุดสำเร็จก่อนแล้วค่อยเรียนส่วนย่อยของอุปกรณ์ทีละชุด ผู้เรียนก็จะเกิดทักษะต่าง ๆ ทีละขั้นของทักษะขึ้นบูรณาการครบอีกกรณีหนึ่ง การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์เป็นการเรียนรู้ส่วนประกอบย่อยของอุปกรณ์ก่อนแล้วจึงมาเรียนชุดสำเร็จของอุปกรณ์ ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการขึ้นบูรณาการเหมือนกัน

แต่ขึ้นของทักษะ อาจจะไม่เรียงขึ้นเหมือน การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์แต่เมื่อเรียนครบกระบวนการแล้ว ก็เกิดทักษะขึ้นบูรณาการครบเหมือน การสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และที่สำคัญการสอนทั้งสองแบบผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการทดลองแล้ว จึงเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย รัชนี ศาสตร์บุรณศิลป์ (2531:37) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนสาธิตการทดลองและการสอนโดยปฏิบัติการทดลอง ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยของ วณา ชลประเวศ (2527:82-83) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้เกมกับแบบปฏิบัติการทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน การสอนดังกล่าว ได้ใช้แบบปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การปรับปรุงชุดอุปกรณ์

1.1.1 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าควรเป็นชนิดไมโครแอมป์ จะทำให้นักเรียนสังเกตเห็นการเบี่ยงเบนของเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าได้ชัดเจนขึ้น เนื่องจากผู้วิจัย ใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าชนิดมิลลิแอมป์ และกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณน้อย จึงทำให้เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบี่ยงเบนไม่ชัดเจน

1.1.2 อุปกรณ์ชุดที่ 4 ควรใช้แท่งแม่เหล็กที่มีอำนาจมาก ๆ เมื่อนักเรียนนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้า-ออกผ่านขดลวดจะเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามากขึ้นจะทำให้เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบี่ยงเบนมากขึ้น เพื่อสะดวกในการสังเกต

1.1.3 อุปกรณ์ชุดที่ 3 ควรเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายจาก 1 ก้อน เป็น 2 ก้อน เพราะว่าเมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้ามาก ผ่านไปยังขดลวดจะทำให้ขดลวดเกิดอำนาจแม่เหล็กมากขึ้นด้วย

1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาทดลอง ควรอยู่ในช่วงกลางภาคเรียน ไม่ควรทดลองในช่วงหลังเปิดภาคเรียน และก่อนสอบปลายภาคเพราะว่าขณะเปิดภาคเรียนแรก ๆ นักเรียนยังไม่พร้อมต่อการเรียนการสอน และใกล้สอบปลายภาค นักเรียนก็จะไม่ค่อยสนใจการเรียนการสอนเท่าที่ควร เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดลองก่อนสอบปลายภาคเรียนพอดี ผลการศึกษาจึงออกมาดังกล่าว

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์กับตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการออกแบบสร้างอุปกรณ์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสนใจในการเรียน และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.2 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนก่อนระดับชั้นมัธยมศึกษา เพราะว่าผู้เรียนไม่ผ่านการเรียนรู้ในเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาก่อน เช่น ระดับชั้นประถมศึกษา

2.3 ควรนำวิธีการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ ทั้ง 2 วิธี ไปใช้สอนกับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ เพราะว่าสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นวิธีการสอนที่นักเรียนสนใจมาก เนื่องจากได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล หลักชัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสงฆ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516.
- กุลวดี เรืองเดช. พฤติกรรมการสอนของครูด้านการเตรียมการสอนและด้านการใช้อุปกรณ์การสอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518. อัดสำเนา.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539. กรุงเทพฯ : สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี, 2535.
- จินจิรา ชัยมงคล. การสังเคราะห์ 2 - Propoxy -3 Methylpyrazine. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ฐศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. 2530.
- เชาวนีย์ อาชะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- โช สาลินัน. เทคโนโลยีพื้นฐาน การประดิษฐ์ การสร้างอุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์นการพิมพ์, 2534.
- โชติ เพชรชื่น. "การสอนและการสอบเพื่อการคิดเป็น," การวัดผลการศึกษา 17 : 11-18 : กันยายน - ธันวาคม 2527.

น้อมฤดี จงพสุทะ สมใจ พรหมศิริและพยอม ตันมณี. วิธีการสอนวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : หมาดวิชาการศึกษา วิทยาลัยครูสวนดุสิต, โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2519.

นิคม ธาแดงและสุจินต์ วิสาขีรานนท์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิชา วิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1 - 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

บุญฤทธิ์ ศิริอาชากุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

บุญชม ศรีสะอาด. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. มหาสารคาม : ม.ป.ท., 2532.

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยชุดการเรียนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู ส่วท. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

เบญจมาศ ธัญญาวงศ์. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

พกาภาศ วารานสันติกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามการประเมินของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

ผลดี ตามไท. "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น", จันทร์เกษม. (203)

: 54 กรกฎาคม - สิงหาคม 2531.

พันธุ์ทิพย์ พิมพ์สุกใส. การเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองของสสวท. ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 - 4 จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.

พิกุล รื่นเรืองใจ. การศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

พินิจ เจริญศาสตร์. การศึกษาประเมินผลหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์โดยการติดตามผลการปฏิบัติงานของผู้สำเร็จปริญญาการศึกษาบัณฑิตวิชาเอกชีววิทยา จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาบางแสน ตั้งแต่ปีการศึกษา 2507-2514. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

ภาณี โอภิชากรณ์. การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อความรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

มังกร ทองสุคดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศึกษาเนทัศน์ กรมฝึกหัดครู, 2523.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนการสอนที่ 5 ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

รัชณี ศาสตร์บุรณศิลป์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน ในเขตกรุงเทพฯ ที่สอนโดยการสาธิตการทดลองกับการปฏิบัติการทดลอง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

- รุจี โรจนประศาสตร์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นคิดทางวิทยาศาสตร์ และของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523. อัดสำเนา.
- รุ่งธีรา สุขดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ทวีกิจการพิมพ์, 2524.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศึกษาภัณฑ์, 2528.
- ละดา ดอนหงษา. ผลการศึกษาระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- วรวิทย์ วสินสารกรและคนอื่น ๆ. เอกสารประกอบการเรียนวิชาโสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 พระนครศรีอยุธยา: มิตรสยาม, 2513.
- วนา ชลประเวศ. การเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกมส์กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- วาสนา ช่าวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.
- วิรุณี ลีลาพฤกษ์. เทคโนโลยีทางการศึกษา. วัฒนาพานิช, 2521.
- วิมล สาราญวานิช. การศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะที่มีขั้นสรุปผลการทดลองแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

ศิริวรรณ พิงปรีดา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์ประกอบการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

ศุภรัตน์ แสงจันทร์. ผลของกรรมวิธีการแยกและการฟอกสีต่อการผลิตเลซีฟีนจากถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

สวัสดิ์ ดวงจันทร์. "อุปกรณ์การสอน", คู่มือปรับปรุงส่งเสริมโรงเรียนประถมศึกษา. 2513.

สกลรัตน์ พ่วงเดช. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบส่วท. เรื่องโลกและดวงดาวกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.

สามัญศึกษา, กรม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น-ปลายในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ.

กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศ, 2531.

สุมิตร คุณากร. หลักสูตรและการสอนหลักการและแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตรการสอนแบบต่าง ๆ ขบวนการเปลี่ยนแปลงและทักษะกระบวนการกลุ่ม กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการบริหารศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานครพิมพ์, 2518.

เสงี่ยม วิไลวัฒน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

แสงศิริ ศิริมงคล. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียน
ทบทวนและด้วยศรทบทวน. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สมจิต สวชนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนครูวิทยาศาสตร์. ภาคหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมบัติ แสงรุ่งเรือง. สู่การสอนทั่วไป. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวัง
สนามจันทร์, 2524.

สมพงษ์ ศิริเจริญและคนอื่น ๆ. คู่มือการใช้สื่อทัศนวัสดุ. กรุงเทพฯ : มงคลการพิมพ์,
2506.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพ ฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.

_____. คู่มือการประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2531

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 5 ว 305 กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว,
2533.

_____. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ข้างอุตสาหกรรม เล่ม 3. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภา
ลาดพร้าว, 2533.

_____. "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก", หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2533.

อภิชาติ สุวีรานนท์. การศึกษาลักษณะการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญา
โท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
อัดสำเนา.

อารยา แสงชัย. การศึกษาลักษณะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบ
สืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2529. อัดสำเนา.

อุทัย บุญมาดี. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
อัสส่าเนา.

American Association for the Advancement of Science. Science a Process Approach Commenfary for Teacher. Washington. D.C.: AAAS. 1970.

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

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Education Objectives Hand Book I : Cognitive Domain. New York : David Mackey Company, Inc ;1956.

Brown, James W. and others. A-V Instruction Technology Media and Method. New york : Mcdraw-Hill Book Co., 1973.

Butzow, John W. "The process Learning Comporent of Introductory physical Science : Dilot study, "Research in Education. Vol. 6 No 10 , October, 1971.

Dale, Edgar. Audiovisual Methods in Teaching. 3rd ed. New York : Dryden press, 1969.

Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided-Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Curriculum", Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A ; January, 1979.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey: Education Testing Service, 1952.

- Gable, Dovoathy L. and Pellr A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics-Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching", Science Education. 61 : 503-511; October-December, 1977.
- Hass, Kenneth B. and Harry Q. Packer. Preparation and use of Audio-visual aids. New York : Prentice-hall, Inc., 1955.
- Kinder. James S. Audio-Visual Materials and Technique. 2nd ed. New York: American Book Company, 1959.
- Mc Kown, Harry C. Audio-Visual Aids to Insturction. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1949.
- Noel, Elizabeth G. Foundations for Teacher Education in Audio-Visual Instruction. Washington : 1947.
- Riley, Joseph. "The Efect of Science process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science Attitudes Toward Science and Science Teaching" Dissertation Abstracts International. 35 : 5152-A; February, 1975.
- Robinson, Jamed T. "Science Teaching and the Nature of Science in Good, Ronald G.," Science Children Reading in Elementary Science Education. U.S.A. Wmc. Brown Company Publisher, 1972.
- Shaw, Terry J. "The Effect of Problem Solving Traning in Science Upon Utitisation of Problem Solving Skell in Science and Social Studies," Dissertation Abstracts International. 38(94) : 5227 - A ; March, 1978.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research 4 th.ed. New York: John Wiley and Son Inc, 1962.
- Shores, Louis. Instructional Materials : An Introduction for Teachers. New York : The Ronald Press Company, 1960.

- Sharma, R.C. Modern Science Teaching. 3 rd ed., Neveen shahara, Delhi : D.R. Printing Serice, 1982.
- Strawitz, M. Barbra and Mark R. Malone. "Preservice Teacher 's Acquisitio and Rentention of Integrated Science Process Skills : A Comparision of Teacher-Directed and Self Instructional Strategies," Journal of Research in science Teaching. 24(1) : 53-60, January, 1987.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in The Secondary School. Ohio: Charles E. Merrill, 1976.
- Vanek, Eugenia Ann Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skill, Science Achievment and Attitudes," Disseration Abstracts Internation. 35 : 1522-A ; September, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์

ตาราง 4 ค่าความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และความยากมาตรฐาน (Δ) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1.	.78	.21	9.9	23.	.76	.34	10.2
2.	.36	.51	14.4	24.	.80	.38	9.6
3.	.28	.36	15.3	25.	.61	.28	11.9
4.	.31	.21	15.0	26.	.59	.38	12.1
5.	.61	.28	11.9	27.	.76	.34	10.2
6.	.28	.26	15.3	28.	.21	.31	16.2
7.	.67	.33	11.3	29.	.20	.43	16.3
8.	.74	.29	10.4	30.	.53	.26	12.7
9.	.74	.20	10.5				
10.	.66	.25	11.3				
11.	.25	.20	15.7				
12.	.30	.39	15.1				
13.	.28	.55	15.3				
14.	.28	.44	15.3				
15.	.55	.31	12.5				
16.	.31	.42	15.0				
17.	.49	.62	13.1				
18.	.32	.34	14.8				
19.	.45	.34	13.5				
20.	.59	.31	12.1				
21.	.28	.26	15.3				
22.	.33	.45	14.7				

ตาราง 5 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์
 กายภาพ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.78	.22	.17	23	.76	.24	.18
2	.36	.64	.23	24	.80	.20	.16
3	.28	.72	.20	25	.61	.39	.24
4	.31	.69	.21	26	.59	.41	.24
5	.61	.39	.24	27	.76	.24	.18
6	.28	.72	.20	28	.21	.79	.17
7	.67	.33	.22	29	.20	.80	.16
8	.74	.26	.19	30	.53	.47	.25
9	.74	.26	.19				
10	.66	.34	.22				
11	.25	.75	.19			$\Sigma pq =$	6.25
12	.30	.70	.21				
13	.28	.72	.20				
14	.28	.72	.20				
15	.55	.45	.25				
16	.31	.69	.21				
17	.49	.51	.25				
18	.32	.68	.22				
19	.45	.55	.25				
20	.59	.41	.24				
21	.28	.72	.20				
22	.33	.67	.22				

ตาราง 6 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	19	361	23	17	289
2	20	400	24	12	144
3	14	196	25	13	169
4	16	256	26	12	144
5	15	225	27	20	400
6	16	256	28	14	196
7	17	289	29	20	400
8	12	144	30	17	289
9	17	289	31	15	225
10	13	169	32	16	256
11	13	169	33	14	196
12	12	144	34	17	289
13	17	289	35	14	196
14	16	256	36	19	361
15	20	400	37	16	256
16	12	144	38	13	169
17	22	484	39	18	324
18	16	256	40	17	289
19	17	289	41	11	121
20	16	256	42	13	169
21	16	256	43	15	225
22	13	169	44	13	169

ตาราง 6 (ต่อ)

อันดับ	X	X ²	อันดับ	X	X ²
45	9	81	66	18	324
46	8	64	67	13	169
47	12	144	68	13	169
48	16	256	79	17	289
49	16	256	70	18	324
50	12	144	71	15	225
51	17	289	72	25	625
52	22	484	73	11	121
53	24	576	74	10	100
54	17	289	75	10	100
55	7	49	76	5	25
56	13	169	77	8	64
57	13	169	88	12	144
58	14	196	89	2	4
59	13	169	80	18	324
60	10	100	81	18	324
61	14	196			
62	18	324			
63	15	225			
64	18	324			
65	12	144			
				$\Sigma X = 1198$	$\Sigma X^2 = 18952$

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา
วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน
(Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 6.25$$

$$\Sigma X = 1198$$

$$\Sigma X^2 = 18952$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad s^2_t &= \sqrt{\frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{81(18952) - (1198)^2}{81(80)}} \\ &= \sqrt{\frac{1535112 - 1435204}{6480}} \\ &= \sqrt{\frac{99908}{6480}} \end{aligned}$$

$$s^2_t = 15.4179$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s^2_t} \right] \\ &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.25}{15.4179} \right] \\ &= 0.6151 \end{aligned}$$

$$r_{tt} = 0.62$$

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และความยากมาตรฐาน (Δ)
ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.69	.39	11.0	23	.60	.53	12.0
2	.50	.20	13.0	24	.80	.38	9.6
3	.49	.62	13.1	25	.55	.31	12.5
4	.56	.52	12.4	26	.61	.43	11.8
5	.48	.30	13.2	27	.42	.42	13.8
6	.67	.33	11.3	28	.40	.32	14.0
7	.80	.38	9.6	29	.46	.48	13.5
8	.66	.45	11.4	30	.34	.37	14.6
9	.31	.21	15.0				
10	.67	.54	11.3				
11	.76	.25	10.2				
12	.72	.45	10.7				
13	.46	.57	13.4				
14	.31	.21	15.0				
15	.47	.66	13.3				
16	.32	.51	14.9				
17	.32	.43	14.9				
18	.64	.67	11.5				
19	.46	.28	13.4				
20	.28	.26	15.3				
21	.61	.61	11.8				
22	.48	.59	13.2				

ตาราง 8 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.69	.31	.21	23	.60	.40	.24
2	.50	.50	.25	24	.80	.20	.16
3	.49	.51	.25	25	.55	.45	.25
4	.56	.44	.25	26	.61	.39	.24
5	.48	.52	.25	27	.42	.58	.24
6	.67	.33	.22	28	.40	.60	.24
7	.80	.20	.16	29	.46	.54	.25
8	.66	.34	.22	30	.24	.66	.22
9	.31	.69	.21				
10	.67	.33	.22			$\Sigma pq =$	6.78
11	.76	.24	.18				
12	.72	.28	.20				
13	.46	.54	.25				
14	.31	.69	.21				
15	.47	.53	.25				
16	.32	.68	.22				
17	.32	.68	.22				
18	.64	.36	.23				
19	.46	.54	.25				
20	.28	.72	.20				
21	.61	.39	.24				
22	.48	.52	.25				

ตาราง 9 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	17	289	23	14	196
2	17	289	24	13	169
3	13	169	25	15	225
4	13	169	26	12	144
5	17	289	27	16	256
6	12	144	28	24	576
7	15	225	29	24	576
8	10	100	30	24	576
9	16	256	31	24	576
10	14	196	32	27	729
11	13	169	33	26	676
12	13	169	34	28	784
13	12	144	35	27	729
14	14	196	36	29	841
15	16	256	37	28	784
16	16	256	38	25	625
17	16	256	39	32	1024
18	12	144	40	27	729
19	13	169	41	26	676
20	15	225	42	32	1024
21	10	100	43	25	625
22	11	121	44	29	841

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
45	26	676	68	23	529
46	29	841	69	20	400
47	28	784	70	23	529
48	25	625	71	19	361
49	26	676	72	22	484
50	25	625	73	22	484
51	28	784	74	22	484
52	33	1089	75	20	400
53	29	841	76	22	484
54	26	676	77	23	529
55	17	289	78	23	529
56	20	400	79	18	324
57	23	529	80	20	400
58	23	529	81	22	484
59	19	361	82	23	529
60	18	324	83	18	324
61	18	324	84	21	441
62	20	400	85	22	484
63	22	484	86	20	400
64	18	324	87	21	441
65	19	361	88	22	484
66	22	484	89	23	529
67	21	441	90	23	529

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
91	18	324	96	24	576
92	23	529	97	24	576
93	18	324	98	24	576
94	24	576	99	18	324
95	24	576	100	17	289
				$\Sigma X = 2073$	$\Sigma X^2 = 45831$

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder -
Richardson)

$$\Sigma pq = 6.78$$

$$\Sigma X = 2073$$

$$\Sigma X^2 = 45831$$

จากสูตร

$$\begin{aligned} S^2_e &= \sqrt{\frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \frac{100(45831) - (4297329)}{100(99)} \\ &= \frac{4583100 - 4297329}{9900} \end{aligned}$$

$$S^2_e = 28.8657$$

จากสูตร

$$\begin{aligned} r_{ee} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2_e} \right] \\ &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.78}{28.8657} \right] \\ &= 0.7914 \end{aligned}$$

$$r_{ee} = 0.79$$

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีจำนวน 30 ข้อเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยการกากบาท (X) กับตัวอักษร ในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ดังนี้

ตัวอย่าง

สัตว์ชนิดใดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

- ก. ปลา
- ข. งู
- ค. กบ
- ~~ง. นก~~
- จ. เต่า

กรณีที่จะเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = กับตัวอักษรที่ไม่ต้องการ แล้วเลือกคำตอบใหม่ดังนี้

ตัวอย่าง

สัตว์ชนิดใดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

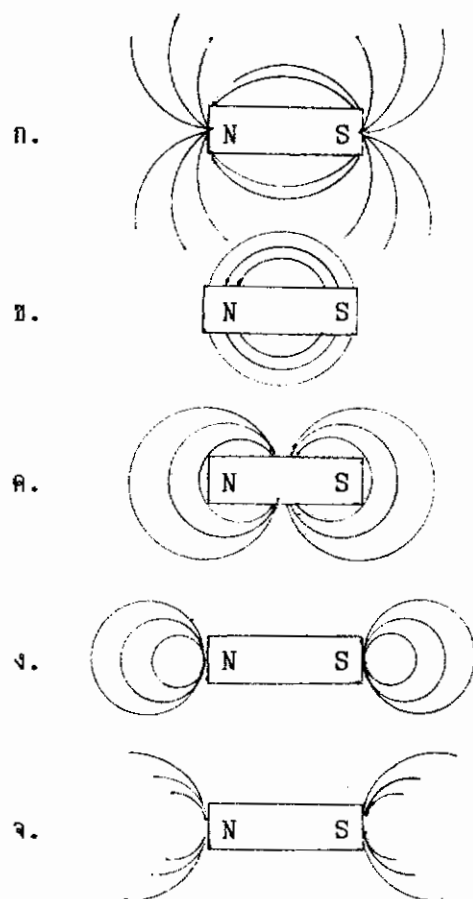
- ก. เป็ด
- ~~ข. นก~~
- ค. สุนัข
- ง. ปลา
- ~~จ. งู~~

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. อุปกรณ์ในข้อใดที่ใช้ทดสอบดูเส้นแรงแม่เหล็กได้ชัดเจนที่สุด

- ก. แม่เหล็กกับแม่เหล็ก
- ข. แม่เหล็กกับเข็มทิศ
- ค. แม่เหล็กกับขดลวด
- ง. ขดลวดกับถ่านไฟฉาย
- จ. แม่เหล็กกับผงตะไบเหล็ก

2. เส้นแรงแม่เหล็กมีรูปร่างอย่างไร



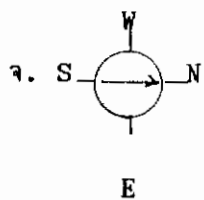
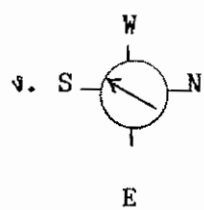
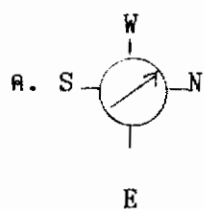
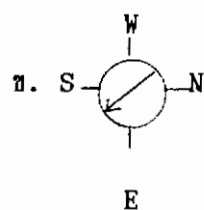
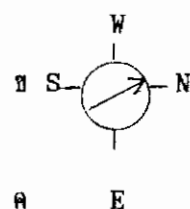
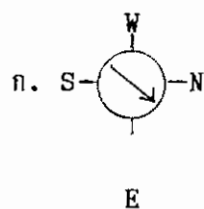
3. อุปกรณ์ชนิดใดใช้ทดสอบอำนาจแม่เหล็ก

- ก. แอมมิเตอร์
- ข. ขดลวด
- ค. เข็มทิศ
- ง. ถ่านไฟฉาย
- จ. ผิดทุกข้อ

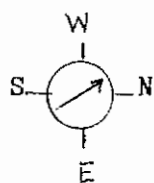
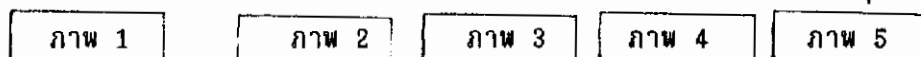
4. อุปกรณ์ภาพข้างล่างเมื่อนำเข็มทิศที่ชี้ในแนวเหนือ-ใต้ มาวางที่ตำแหน่ง ข.
เข็มทิศจะชี้ตามภาพ เมื่อเลื่อนเข็มทิศมาวางตำแหน่ง ก. เข็มทิศจะชี้อย่างไร

แท่งแม่เหล็ก

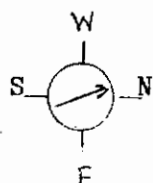
ก



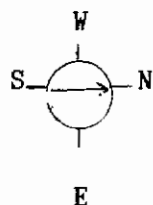
5. จากภาพข้างล่างมีแม่เหล็ก 5 แท่ง ภาพใดแสดงว่าแม่เหล็กมีอำนาจมากที่สุด



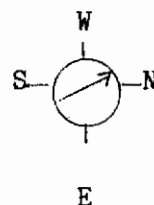
ก. ภาพ 1



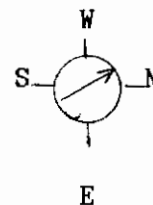
ข. ภาพ 2



ค. ภาพ 3

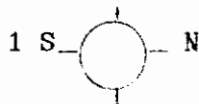


ง. ภาพ 4

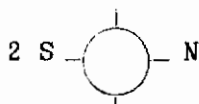


จ. ภาพ 5

6. ถ้าวางเข็มทิศตามภาพข้างล่างโดยเข็มทิศอันที่ 1 อยู่ใกล้แท่งแม่เหล็กกว่าเข็มทิศอันที่ 2 ข้อความใดสรุปได้ถูกต้อง



แม่เหล็ก



ก. เข็มทิศอันที่ 1, 2 เบนเท่ากัน

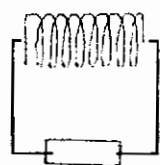
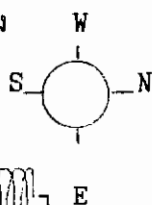
ข. เข็มทิศอันที่ 2 ไม่เปลี่ยนแปลง

ค. เข็มทิศอันที่ 2 เบนมากกว่าเข็มทิศอันที่ 1

ง. เข็มทิศอันที่ 1 เบนมากกว่าเข็มทิศอันที่ 2

จ. ยังสรุปไม่ได้

7. เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดดังภาพจะเกิดปรากฏการณ์อย่างไร โดยเรียงลำดับก่อนหลัง



ถ่านไฟฉาย

1. เข็มทิศเบี่ยงเบนจากตำแหน่งเดิม

2. เกิดอำนาจแม่เหล็กที่รอบ ๆ ขดลวด

3. เกิดการผลักระหว่างเข็มทิศกับอำนาจแม่เหล็กที่ขดลวด

ก. 1, 2, 3

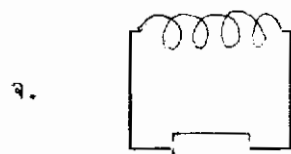
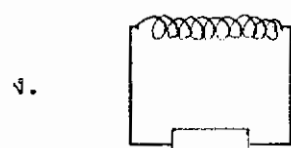
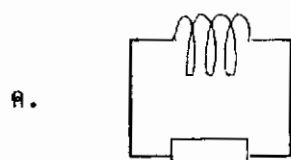
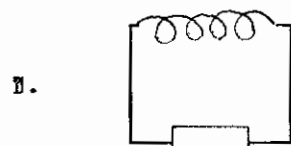
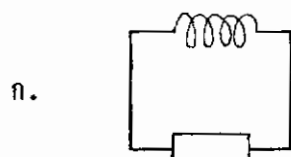
ข. 2, 3, 1

ค. 3, 2, 1

ง. 1, 3, 2

จ. 2, 1, 3

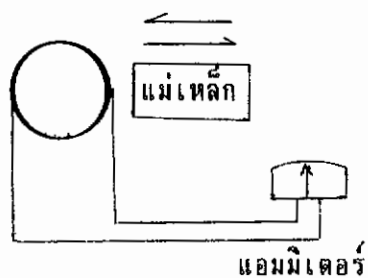
8. ขดลวดในข้อใดเมื่อนำมาต่อกับถ่านไฟฉายแล้วเกิดอำนาจแม่เหล็กมากที่สุด



9. ถ้านักเรียนจะทำแม่เหล็กไว้ใช้เองจะทำได้อย่างไร

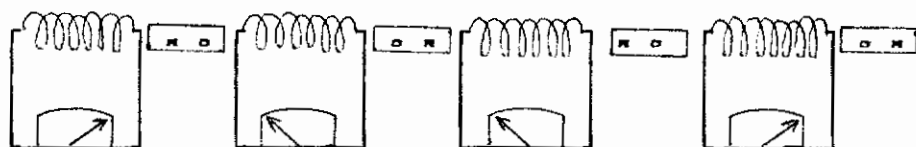
- ก. นำแท่งเหล็ก 2 แท่งมาถูกัน
- ข. นำแท่งเหล็กไปขูดสารเคมี
- ค. ใช้ขดลวดพันรอบแท่งเหล็กแล้วต่อกับถ่านไฟฉาย
- ง. นำแท่งเหล็กเผาไฟให้ร้อนแล้วปล่อยให้เย็น
- จ. นำแท่งเหล็กแขวนในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็กโลก

10. ถ้าเคลื่อนที่แม่เหล็กเข้า - ออกผ่านขดลวดด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ดังภาพ
เข็มของ แอมมิเตอร์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร



- ก. หายคั่น
- ข. เบนสลับไปมา
- ค. เบนไปทางด้านซ้าย
- ง. เบนไปทางด้านขวา
- จ. ยังสรุปไม่ได้

11. จากข้อ 10 ถ้าเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าสู่ขดลวดเข็มแอมมิเตอร์เบนไปทางซ้าย และเคลื่อนที่ออกจากขดลวดเข็มแอมมิเตอร์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เข็มแอมมิเตอร์กลับมาที่ศูนย์
 - เข็มแอมมิเตอร์เบนทางซ้ายแต่น้อยกว่าเดิม
 - เข็มแอมมิเตอร์จะเบนไปทางด้านขวา
 - เข็มแอมมิเตอร์จะเบนไปทางซ้ายแต่มากกว่าเดิม
 - เข็มแอมมิเตอร์เบนไปทางซ้าย และเบนกลับมาทางขวา
12. จะทดสอบได้อย่างไรว่าเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดแล้วเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ขดลวด
- ใช้เข็มทิศดูการเบี่ยงเบนของเข็มทิศ
 - ใช้แท่งแม่เหล็กทดสอบการดูดหรือผลัก
 - ใช้ผงตะไบเหล็กทดสอบการเรียงตัวผงตะไบเหล็ก หรือผลึก
- 1, 2
 - 2, 3
 - 1, 3
 - 1, 2, 3
 - ไม่มีข้อใดถูก

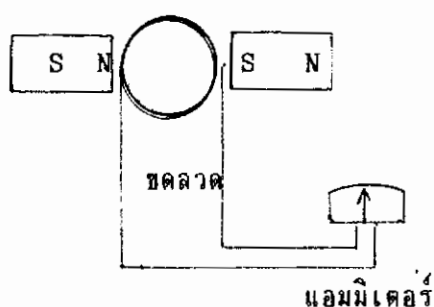


13. จากรูปภาพข้างบน เมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กผ่านเข้าหรือออกจากขดลวดจะเกิดกระแสไฟฟ้างรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว N เข้าสู่ขดลวด แอมมิเตอร์เบนทางซ้าย
 - เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว S เข้าสู่ขดลวด แอมมิเตอร์เบนทางขวา
 - เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว N ออกจากขดลวด แอมมิเตอร์เบนทางซ้าย
 - เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว S , N ออกจากขดลวด แอมมิเตอร์เบนทางซ้าย
 - เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว N เข้าหรือขั้ว S ออกจากขดลวด แอมมิเตอร์เบนทางขวา

14. จากภาพในข้อ 13 จะให้แอมมิเตอร์เบนทางด้านขวา จะทำอย่างไร

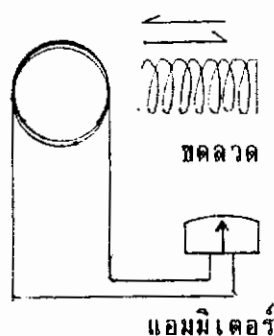
- ก. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว S เข้าสู่ขดลวด
- ข. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว N เข้าสู่ขดลวด
- ค. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว N ออกจากขดลวด
- ง. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว S และ N เข้าสู่ขดลวด
- จ. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้ว S และ N ออกจากขดลวด

15. เมื่อนำขดลวดเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ผ่านสนามแม่เหล็กดังภาพจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



- ก. เข็มแอมมิเตอร์หยุดนิ่ง
- ข. เข็มแอมมิเตอร์เบนไปทางซ้าย
- ค. เข็มแอมมิเตอร์เบนไปทางขวา
- ง. เข็มแอมมิเตอร์เบนกลับไป-กลับมา
- จ. ยังสรุปไม่ได้

16. นำขดลวดเคลื่อนที่ เข้า-ออก ผ่านขดลวดอีกชุดหนึ่งดังภาพจะเกิดปรากฏการณ์เหมือนหรือแตกต่างกันกับข้อ. 15



- ก. เหมือนกัน คือ เข็มหยุดนิ่ง
- ข. เหมือนกัน คือ เข็มมิเตอร์จะเบนไปทางซ้าย
- ค. เหมือนกัน คือ เข็มมิเตอร์จะเบนไปทางขวา
- ง. แตกต่างกัน คือ เข็มมิเตอร์จะหยุดนิ่ง
- จ. แตกต่างกัน คือ เข็มมิเตอร์จะเบนมากกว่าเดิม

17. ถ้าการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าและเคลื่อนที่ออกจากขดลวด นับเป็น 1 ครั้งของการเคลื่อนที่ เมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็ก 4 ครั้ง แอมมิเตอร์จะเบนทางด้านซ้าย กี่ครั้ง

- ก. 2
- ข. 4
- ค. 6
- ง. 8
- จ. 10

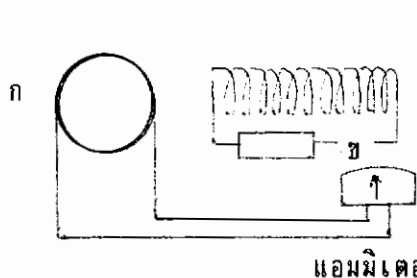
18. กรณีที่ 1 เมื่อนำขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก

กรณีที่ 2 เมื่อนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด

ทั้ง 2 กรณีจะเกิดปรากฏการณ์อะไรที่เหมือนกัน

- ก. กระแสไฟฟ้า
- ข. สนามไฟฟ้า
- ค. คลื่นแม่เหล็ก
- ง. อำนาจแม่เหล็ก
- จ. เส้นแรงแม่เหล็ก

19. จากภาพถ่านไฟฉาย ข. ที่ต่อกับถ่านไฟฉายเคลื่อนที่ผ่านเข้า-ออก ขดลวด ก. ที่ต่อกับแอมมิเตอร์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



- ก. เกิดกระแสไฟฟ้า
- ข. เข็มแอมมิเตอร์จะหยุดนิ่ง
- ค. เกิดอำนาจแม่เหล็ก
- ง. เข็มแอมมิเตอร์เบนไปทางขวา
- จ. เข็มแอมมิเตอร์เบนไปทางซ้าย

20. ถ้าไม่มีแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวดเพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าจะใช้อะไรแทนได้

- ก. เข็มทิศ
- ข. แอมมิเตอร์
- ค. แท่งโลหะทองแดง
- ง. ขดลวดที่ต่อกับถ่านไฟฉาย
- จ. แท่งคาร์บอนจากถ่านไฟฉาย

21. เมื่อนำขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กหรือนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด เข็มแอมมิเตอร์จะเป็นลักษณะเดียวกัน จะสรุปได้ว่า

- ก. เกิดไฟฟ้าเหมือนกัน
- ข. เกิดไฟฟ้าปริมาณเท่ากัน
- ค. เกิดสนามแม่เหล็กเหมือนกัน
- ง. ขดลวดและแท่งแม่เหล็กมีความสัมพันธ์กัน
- จ. ทั้งขดลวดและแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เหมือนกัน

22. ถ้าไดนาโมหมุนด้วยความเร็วที่เท่ากันและใช้สนามแม่เหล็กคู่เดียวกัน ไดนาโมอันไหนจะเกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
- ไดนาโมอันที่ 1 ขดลวดพัน 200 รอบ
 ไดนาโมอันที่ 2 ขดลวดพัน 400 รอบ
 ไดนาโมอันที่ 3 ขดลวดพัน 200 รอบ แต่ขนาดของเส้นลวดใหญ่กว่าอันที่ 1,2
- ก. 1
 ข. 2
 ค. 3
 ง. 2 , 3
 จ. สรุปไม่ได้
23. จากข้อความในข้อ 22 ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- ก. ไดนาโมอันที่ 1 เกิดกระแสไฟฟ้าน้อยสุด
 ข. ไดนาโมอันที่ 2 เกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
 ค. ไดนาโมอันที่ 3 เกิดกระแสไฟฟ้าน้อย
 ง. ไดนาโมอันที่ 2,3 เกิดกระแสไฟฟ้าเท่ากัน
 จ. ไดนาโมอันที่ 1,2 เกิดกระแสไฟฟ้าเท่ากัน
- คำชี้แจง ใช้ตารางต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 24 - 26

ไดนาโม อันที่	จำนวน รอบขดลวด	ขนาดเส้นลวด (เบอร์)	อำนาจแม่เหล็ก (คู่)	กระแสไฟฟ้า (mA)
1	100	1	1	2
2	100	1	2	4
3	100	2	2	6
4	200	2	2	8
5	200	3	3	12
6	300	3	4	16

24. ปัจจัยในข้อใดที่ทำให้ไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้าได้มาก
- อำนาจแม่เหล็กมากคู่ ขนาดเส้นลวดเบอร์ใหญ่ จำนวนรอบมาก
 - อำนาจแม่เหล็กมากคู่ ขนาดเส้นลวดเบอร์เล็ก จำนวนรอบมาก
 - อำนาจแม่เหล็กมากคู่ ขนาดเส้นลวดเบอร์เล็ก จำนวนรอบน้อย
 - อำนาจแม่เหล็กน้อยคู่ ขนาดเส้นลวดเบอร์เล็ก จำนวนรอบน้อย
 - ไม่สามารถสรุปได้
25. ไดนาโมที่ใช้ขดลวด 100 รอบ ขนาดเส้นลวดเบอร์ 2 อำนาจแม่เหล็ก 2 คู่ จะเกิดกระแสไฟฟ้าเท่าไร
- 2 mA
 - 4 mA
 - 6 mA
 - 8 mA
 - 12 mA
26. ไดนาโมทั้ง 6 อัน ถ้าหมุนด้วยความเร็วที่เท่ากัน ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- ไดนาโมอันที่ 2 ให้กระแสดไฟฟ้าน้อยที่สุด
 - ไดนาโมอันที่ 5 ให้กระแสดไฟฟ้ามากที่สุด
 - ไดนาโมอันที่ 3 , 4 ให้กระแสดไฟฟ้าเท่ากัน
 - ไดนาโมอันที่ 1 ให้กระแสดไฟฟ้าน้อยกว่าไดนาโมอันที่ 3 ครึ่งหนึ่ง
 - ไดนาโมอันที่ 4 ให้กระแสดไฟฟ้ามากกว่าไดนาโมอันที่ 2 สองเท่า
27. ไดนาโมอันหนึ่ง ครั้งแรกหมุนด้วยความเร็วขณะหนึ่งเกิดกระแสดไฟฟ้า 2 แอมแปร์ ถ้าหมุนด้วยความเร็วที่เพิ่มกว่าเดิมจะเกิดกระแสดไฟฟ้าอย่างไร
- เท่าเดิม
 - ลดลง
 - เพิ่มขึ้น
 - ลดลงถ้าหมุนคนละทาง
 - สรุปไม่ได้
28. ในระดับหมู่บ้านจะใช้พลังงานแหล่งใดหรือวิธีใดที่จะหมุนไดนาโมได้เหมาะสมที่สุด
- พลังงานลม
 - พลังงานความร้อน
 - พลังงานน้ำตก
 - เครื่องยนต์ดีเซล
 - พลังงานกังหันก๊าซ

29. การที่หลอดหมุนรอบแกนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กจะเกิดอะไรขึ้นในหลอด
- ก. กระแสตรง
 - ข. กระแสสลับ
 - ค. เส้นแรงแม่เหล็ก
 - ง. อำนาจแม่เหล็ก
 - จ. ความต้านทานในหลอด
30. ถ้าเอาไดนาโมของรถจักรยานมาหมุนแล้วนำไฟฟ้ามารับกับหลอดไฟฟ้าภายในบ้านเรือนจะได้หรือไม่
- ก. ได้ เพราะให้แสงสว่างเหมือนไฟฟ้า
 - ข. ได้ แต่ต้องเปลี่ยนขนาดของหลอดไฟ
 - ค. ไม่ได้ เพราะว่าหลอดไฟจะเสีย
 - ง. ไม่ได้ เพราะว่าหลอดไฟจะสว่างมากเกินไป
 - จ. ไม่ได้ เพราะว่าหลอดไฟจะสว่างไม่เพียงพอ
-

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (x) กับตัวอักษรในกระดาษคำตอบที่แจกให้ดังนี้

ตัวอย่าง

เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดมีไดนาโมเป็นส่วนประกอบอยู่

- ก. ตู้เย็น
- ข. หม้อหุงข้าว
- ค. เตารีด
- ☒ ง. เครื่องซักผ้า
- จ. โทรทัศน์

กรณีจะเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = กับตัวอักษรที่ไม่ต้องการแล้วเลือกคำตอบใหม่ดังนี้

ตัวอย่าง

เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดมีไดนาโมเป็นส่วนประกอบอยู่

- ก. ตู้เย็น
- ☒ ข. หม้อหุงข้าว
- ค. เตารีด
- ☒ ง. เครื่องซักผ้า
- จ. โทรทัศน์

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ไดนาโมชนิดที่	จำนวนรอบของขดลวด	ขนาดของเส้นลวด	ปริมาณกระแสไฟฟ้า
1	100	24	2 MA
2	200	24	4 MA
3	300	24	6 MA

- จากข้อมูลข้างบน ข้อความในข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง
 - ขนาดของเส้นลวดทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าต่างกัน
 - ไดนาโมพันขดลวด 100 รอบ จะเกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
 - ไดนาโมพันขดลวด 400 รอบ จะเกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
 - ไดนาโมพันขดลวด 200 รอบ จะเกิดกระแสไฟฟ้าเป็น 3 เท่า
 - จำนวนรอบของขดลวดที่พันจะทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดแตกต่างกัน
- ไดนาโมอันหนึ่งใช้หลักการขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็ก เมื่อเพิ่มความเร็วในการหมุนจะเกิดกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและเมื่อหมุนช้าลงจะเกิดกระแสไฟฟ้าน้อยลง ส่วนไดนาโมอีกอันหนึ่งใช้หลักการแม่เหล็กหมุนผ่านขดลวด เมื่อหมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกันจะเกิดกระแสไฟฟ้าเท่าเดิม ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
 - ไดนาโมต้องใช้หลักการแม่เหล็กหมุนผ่านขดลวด
 - ไดนาโมต้องใช้หลักการขดลวดเคลื่อนตัดสนามแม่เหล็ก
 - ในปัจจุบันไดนาโมใช้หลักการแม่เหล็กหมุนผ่านขดลวด
 - เมื่อเพิ่มความเร็วแล้วเกิดกระแสไฟฟ้ามากใช้หลักขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็ก
 - การเพิ่มความเร็วในการหมุนขดลวดไม่สามารถทำให้ไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น

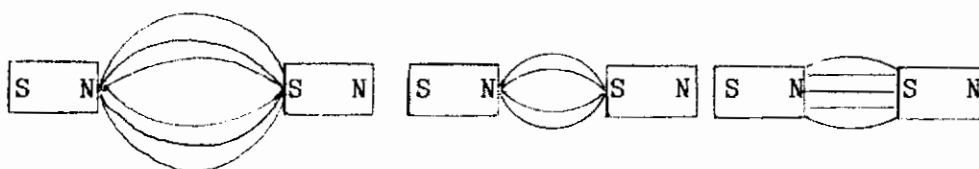
เมื่อใช้แท่งแม่เหล็ก ก เคลื่อนที่ผ่านขดลวดอันที่ 1 แอมมิเตอร์เบนไปทางด้านซ้าย
 เมื่อใช้แท่งแม่เหล็ก ข เคลื่อนที่ผ่านขดลวดอันที่ 2 แอมมิเตอร์เบนไปทางด้านขวา
 เมื่อใช้แท่งแม่เหล็ก ค เคลื่อนที่ผ่านขดลวดอันที่ 3 แอมมิเตอร์ไม่เบี่ยงเบน
 เมื่อใช้แท่งแม่เหล็ก ค เคลื่อนที่ผ่านขดลวดอันที่ 1 แอมมิเตอร์ไม่เบี่ยงเบน
 เมื่อใช้แท่งแม่เหล็ก ก เคลื่อนที่ผ่านขดลวดอันที่ 3 แอมมิเตอร์เบนไปทางด้านซ้าย

3. จากข้อมูลดังกล่าว ข้อความใดถูกต้อง

- ก. แท่งแม่เหล็ก ค ไม่มีอำนาจแม่เหล็ก
- ข. ขดลวดอันที่ 3 พันคนละทิศทาง
- ค. แท่งแม่เหล็ก ก และ ข มีทิศเหมือนกัน (คือทิศเหนือ)
- ง. แท่งแม่เหล็ก ก และขดลวดอันที่ 1 เกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
- จ. แท่งแม่เหล็ก ข และขดลวดอันที่ 2 เกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด

4. จากตารางข้อ 3 ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. ขดลวดอันที่ 1 และอันที่ 2 มีจำนวนรอบเท่ากัน
- ข. แม่เหล็ก ข และขดลวดอันที่ 2 เกิดกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด
- ค. ขดลวดอันที่ 1 และอันที่ 3 พันคนละทิศทางกัน
- ง. แม่เหล็ก ก กับขดลวดที่ 1 และ 3 เกิดกระแสไฟฟ้าเหมือนกัน
- จ. แม่เหล็ก ก ขดลวดที่ 1 และแม่เหล็ก ข ขดลวดที่ 2 เกิดกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน



ภาพ 1

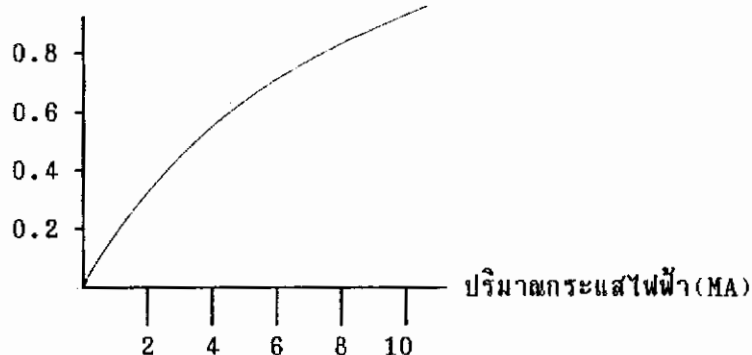
ภาพ 2

ภาพ 3

5. จากรูปภาพเป็นการแสดงเส้นแรงแม่เหล็ก 2 แท่ง ที่มีทิศเหนือและทิศใต้วางเข้าหากันข้อความใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. รูปที่ 3 มีแรงดึงดูดน้อยที่สุด
- ข. รูปที่ 1 มีแรงดึงดูดมากกว่ารูปที่ 2
- ค. ระยะทางไกลเส้นแรงแม่เหล็กจะโค้งน้อย
- ง. ระยะทางใกล้เส้นแรงแม่เหล็กจะเป็นเส้นตรง
- จ. เมื่อระยะทางใกล้กันเส้นแรงแม่เหล็กจะโค้งมากขึ้น

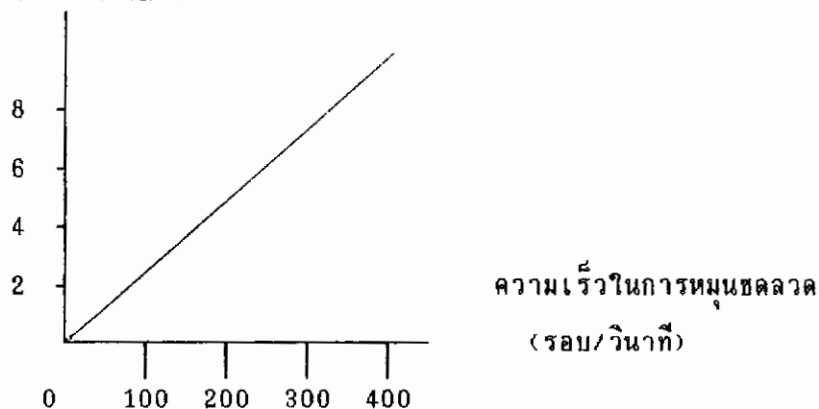
ขนาดของเส้นลวด



6. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับขนาดของเส้นลวดข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. ขนาดเส้นลวดใหญ่จะเกิดกระแสไฟฟ้าลดลง
- ข. ปริมาณการเกิดกระแสไฟฟ้าไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นลวด
- ค. ขนาดเส้นลวดใหญ่มากเท่าใดจะเกิดกระแสไฟฟ้ามากเท่านั้น
- ง. การเกิดกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นลวด
- จ. ขนาดเส้นลวดตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไปจะไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเลย

ปริมาณกระแสไฟฟ้า (mA)



7. จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการหมุนขดลวดกับปริมาณกระแสไฟฟ้าข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. ขดลวดหมุนเร็วขึ้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าน้อยลง
- ข. ปริมาณกระแสไฟฟ้ากับความเร็วขดลวดสัมพันธ์ทางลบ
- ค. ปริมาณกระแสไฟฟ้ากับความเร็วขดลวดสัมพันธ์กันทางบวก
- ง. กระแสไฟฟ้าจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วในการหมุนขดลวด
- จ. กระแสไฟฟ้าจะเกิดคงที่ตลอดไม่ว่าจะหมุนขดลวดเร็วหรือช้า

ไดนาโม	ชนิดโลหะที่ทำขดลวด	จำนวนรอบ	ปริมาณกระแสไฟฟ้า (mA)
1	ทองแดง	100	6
2	เงิน	100	8
3	เหล็ก	100	4
4	อลูมิเนียม	200	2

8. จากตารางจะสรุปได้อย่างไร (ไดนาโมทั้ง 4 ชนิดหมุนด้วยความเร็วที่เท่ากัน)

- ขดลวดที่ทำด้วยทองแดงนิยมใช้กันมากที่สุด
- ขดลวดที่ทำด้วยเงินจะเกิดกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
- ขดลวดที่ทำด้วยเหล็ก, อลูมิเนียมจะเกิดไฟฟ้าเท่ากัน
- ขดลวดที่ทำด้วยเหล็ก, อลูมิเนียมจะเกิดไฟฟ้าน้อยสุด
- สรุปไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

9. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย "ขดลวดและแม่เหล็ก" จึงจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ ขดลวด หมายถึงอย่างไร

- การนำโลหะมาขดเป็นวงกลม
- โลหะทองแดงที่ขดเป็นวงกลมหลาย ๆ วง
- การนำโลหะมาขดเป็นวงกลมที่มากกว่า 300 รอบ
- จำนวนรอบของโลหะที่ขดเป็นลักษณะต่าง ๆ กัน
- เส้นทองแดงที่ขนาดเล็กเท่านั้นแล้วนำขดเป็นวงกลม

10. กระแสไฟฟ้าเกิดจากขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก การเคลื่อนที่หมายถึง

- ขดลวดเคลื่อนที่ลง
- ขดลวดเคลื่อนที่ขึ้น
- ขดลวดเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา
- ขดลวดเคลื่อนที่จากขวาไปซ้าย
- ขดลวดเคลื่อนที่ลักษณะใดก็ได้

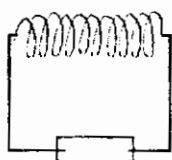
11. อำนาจแม่เหล็กทำให้เข็มทิศเกิดการเบี่ยงเบน การเบี่ยงเบนหมายความว่าอย่างไร
- เบนจากแนวเดิมไปทางใดก็ได้
 - เบนจากแนวทิศเหนือ-ใต้ไปทางทิศตะวันออก
 - เบนจากแนวทิศเหนือ-ใต้ไปทางทิศตะวันตก
 - เบนจากแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกไปทางทิศเหนือ
 - เบนจากแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกไปทางทิศใต้
12. นำแท่งแม่เหล็กอันใหญ่ เคลื่อนที่ผ่านขดลวดชุดหนึ่งที่ต่อกับแอมมิเตอร์แล้วสังเกตว่าเกิดกระแสไฟเท่าไรจากนั้นนำแท่งเหล็กอันเล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวดอีกชุดหนึ่งที่มีลักษณะเหมือน ๆ กันที่ต่อกับแอมมิเตอร์อันเดียวกัน แล้วสังเกตว่าเกิดกระแสไฟฟ้าเท่าไร คำว่าลักษณะเหมือน ๆ กันนั้น หมายความว่า
- เป็นโลหะชนิดเดียวกัน
 - ขดลวดพันทิศทางเดียวกัน
 - ขดลวดมีจำนวนรอบเท่ากัน
 - ขนาดของขดลวดและจำนวนรอบเท่ากัน
 - ขนาดของขดลวดและจำนวนรอบเท่ากัน และเป็นโลหะชนิดเดียวกัน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

13. สุริยพรต้องการศึกษาว่า เส้นผ่าศูนย์กลางของขดลวด มีผลต่อการเกิดอำนาจแม่เหล็กหรือไม่ เขาทำการทดลองดังรูปแต่เปลี่ยนขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของขดลวดอะไรคือตัวแปรต้น



เข็มทิศ

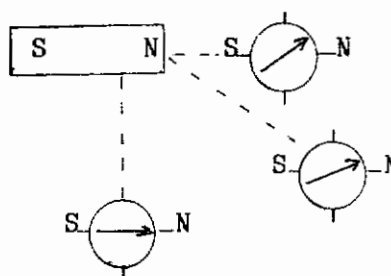


ขดลวด

ถ่านไฟฉาย

- ขนาดของเส้นลวด
- ขนาดของเข็มทิศ
- การเบี่ยงเบนของเข็มทิศ
- แรงเคลื่อนของถ่านไฟฉาย
- จำนวนรอบของขดลวด

14. จากข้อความในข้อ.13 สุริยพรควรจัดอะไรให้เหมือน ๆ กัน
1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย 2. ขนาดของเข็มทิศ
 3. จำนวนรอบของขดลวด 4. ระยะห่างระหว่างแม่เหล็กกับเข็มทิศ
- ก. 1, 2
- ข. 2, 3, 4
- ค. 1, 2, 4
- ง. 1, 3, 4
- จ. 1, 2, 3, 4
15. เมื่อทราบแล้วว่าความเร็วในการหมุนขดลวด, จำนวนรอบของขดลวด, อำนาจแม่เหล็กและขนาดของเส้นลวดเป็นปัจจัยในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากน้อยนั้น ถ้าจะทดลองว่าจำนวนรอบของขดลวดจะมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าได้มากน้อยแตกต่างกันอย่างไร จะใช้อะไรเป็นตัวแปรต้น
- ก. อำนาจแม่เหล็ก
 - ข. ขนาดของเส้นลวด
 - ค. จำนวนรอบของขดลวด
 - ง. ความเร็วในการหมุนขดลวด
 - จ. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
16. จากข้อ.15 จะต้องควบคุมอะไรบ้างให้เหมือน ๆ กัน
1. ความเร็วในการหมุนขดลวด 2. จำนวนรอบของขดลวด
 3. อำนาจแม่เหล็ก 4. ขนาดของเส้นลวด
- ก. 1, 2, 3
- ข. 2, 3, 4
- ค. 1, 2, 4
- ง. 1, 3, 4
- จ. 1, 2, 3, 4



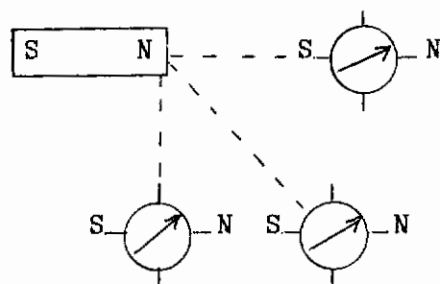
17. จากภาพเป็นการทดลองเรื่องความเข้มของสนามแม่เหล็ก อะไรเป็นตัวแปรต้น
- ระยะทาง
 - เข็มทิศ
 - แท่งแม่เหล็ก
 - ทิศของแม่เหล็ก
 - การเบี่ยงเบนของเข็มทิศ

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

18. สมชายนำแท่งแม่เหล็กมาอันหนึ่ง แล้วนำเข็มทิศมาวางห่างจากแท่งแม่เหล็กเป็นระยะ 1 ซม., 2 ซม., และ 4 ซม. แล้วดูการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ เขาต้องการพิสูจน์อะไร
- แท่งแม่เหล็กมีอำนาจมากน้อยอย่างไร
 - แม่เหล็กทำให้เข็มทิศเบี่ยงเบนอย่างไร
 - ที่ระยะทางต่าง ๆ เข็มทิศเบี่ยงเบนเท่าไร
 - ระยะทางเท่าไรที่เข็มทิศไม่เบี่ยงเบนเลย
 - ระยะทางมีผลต่อการเบี่ยงเบนของเข็มทิศหรือไม่
19. นำขดลวดอันหนึ่งไปหมุนในสนามแม่เหล็กคู่หนึ่ง แล้วบันทึกกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จากนั้น นำขดลวดชุดเดิมไปหมุนในสนามแม่เหล็กอีกคู่หนึ่ง หมุนด้วยความเร็วเท่ากัน แล้วบันทึกกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น การทดลองดังกล่าวต้องการทดสอบอะไร
- แม่เหล็กคู่ใดมีอำนาจมากกว่ากัน
 - กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแตกต่างกันหรือไม่
 - สนามแม่เหล็กต่างกันจะเกิดกระแสไฟฟ้าต่างกันหรือไม่
 - ขดลวดอันเดียวกันจะเกิดกระแสไฟฟ้าเท่ากันหรือไม่
 - ความเร็วการหมุนขดลวดเท่ากันจะเกิดกระแสไฟฟ้าเท่ากันหรือไม่

20. นำหลอดมาต่อกับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน แล้วนำเข็มทิศมาวางใกล้ ๆ ดูการเบี่ยงเบนของเข็มทิศ จากนั้นเพิ่มถ่านไฟฉายเป็น 2 ก้อนแล้วนำเข็มทิศมาวางตำแหน่งเดิมดูการเบี่ยงเบนเช่นเดิม และเพิ่มเป็น 3 ก้อน ดูการเบี่ยงเบนของเข็มทิศเหมือนเดิมเป็นการศึกษาอะไร
- การเพิ่มกระแสไฟฟ้าทำให้อ่านางแม่เหล็กเพิ่มได้หรือไม่
 - การเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายทำให้เข็มทิศเปลี่ยนแปลงหรือไม่
 - ถ่านไฟฉายทำให้เกิดอ่านางแม่เหล็กได้หรือไม่
 - เข็มทิศเบี่ยงเบนได้หรือไม่เมื่อนำมาใกล้หลอด
 - หลอดแสดงอ่านางแม่เหล็กเหมือนกับแท่งแม่เหล็กหรือไม่
21. ไดนาโมอันหนึ่งใช้สายไฟยาว 1 เมตรต่อกับหลอดไฟ 10 วัตต์แล้วด้วยความเร็วขณะหนึ่งสังเกตความสว่างของหลอดไฟ จากนั้นเปลี่ยนสายไฟให้ยาวเป็น 10 เมตรแล้วหมุนด้วยความเร็วเท่าเดิม สังเกตความสว่างของหลอดไฟและเปลี่ยนสายไฟยาว 30 เมตร ทำเช่นเดิม เป็นการทดสอบสมมุติฐานอะไร
- การเลือกใช้สายไฟฟ้า
 - สายไฟฟ้าทำให้หลอดไฟสว่างลดลง
 - หลอดไฟฟ้าสว่างมากที่สุดที่ระยะใด
 - ไดนาโมอันนี้ทำให้หลอดไฟ 10 วัตต์ สว่างมากหรือน้อย
 - ความยาวของสายไฟน่าจะมีผลต่อการสว่างของหลอดไฟฟ้า
22. มีไดนาโม 3 อัน มีขนาดใหญ่ กลางและเล็ก ซึ่งไดนาโม 3 อันต่อกับหลอดไฟฟ้า 10 วัตต์ แล้วหมุนไดนาโมทั้ง 3 อันด้วยความเร็วที่เท่ากัน แล้วดูความสว่างของหลอดไฟฟ้าทั้ง 3 หลอด การทำเช่นนี้มีการตั้งสมมุติฐานอย่างไร
- ไดนาโมอันไหนผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด
 - ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กัขนาดของไดนาโม
 - ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กัจำนวนวัตต์
 - ไดนาโมอันไหนมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดี
 - ไดนาโมที่ดีจะต้องผลิตกระแสไฟฟ้าได้พอเหมาะกับหลอดไฟ

23. จากรูปภาพข้างล่างเป็นการศึกษาอะไร



- ก. เส้นแรงแม่เหล็ก
- ข. การหาขั้วเหนือ, ใต้ของแม่เหล็ก
- ค. การดูดหรือผลักกันของแม่เหล็ก
- ง. ปริมาณกระแสกับระยะทาง
- จ. ระยะทางมีผลต่อการเบี่ยงเบนของเข็มทิศหรือไม่

ทักษะการทดลอง

24. ในการทดลองเรื่องเส้นแรงแม่เหล็ก จะใช้อุปกรณ์อะไรบ้างในการทดลอง

- | | |
|----------------|-------------|
| 1. ผงตะไบเหล็ก | 2. เข็มทิศ |
| 3. แอมมิเตอร์ | 4. แม่เหล็ก |
| 5. ขดลวด | |
| ก. 1, 2 | |
| ข. 2, 3 | |
| ค. 4, 5 | |
| ง. 1, 4 | |
| จ. 2, 5 | |

25. จะทดลองได้อย่างไรว่า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปในขดลวดแล้ว จะเกิดอำนาจแม่เหล็กรอบ ๆ ขดลวด

- ก. ต่อขดลวดกับถ่านไฟฉาย แล้ววัดไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์มีการเบี่ยงเบนหรือไม่
- ข. ต่อขดลวดกับถ่านไฟฉาย แล้วนำเข็มทิศมาวางใกล้ ๆ ดูการเบี่ยงเบนของเข็มทิศ
- ค. ต่อขดลวดกับถ่านไฟฉาย แล้วนำแท่งแม่เหล็กมาวางใกล้ ๆ ดูการดูดหรือผลักกัน
- ง. ต่อขดลวดกับถ่านไฟฉาย แล้วนำผงตะไบเหล็กมาโรยดูการเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก
- จ. ถูกทุกข้อ ยกเว้นข้อ.ก

26. ต้องการศึกษาว่าเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวด ที่มีจำนวนรอบไม่เท่ากันจะมีผลต่อการเกิดอำนาจแม่เหล็กมากน้อยหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร

ก.

กระแสไฟฟ้า (v)	จำนวนรอบขดลวด	การเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศจากแนวเดิม
1.5	100	
1.5	100	

ข.

กระแสไฟฟ้า (v)	จำนวนรอบขดลวด	การเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศจากแนวเดิม
1.5	100	
1.5	200	

ค.

กระแสไฟฟ้า (v)	จำนวนรอบขดลวด	การเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศจากแนวเดิม
1.5	100	
3.0	200	

ง.

ขนาดของเส้นลวด	จำนวนรอบขดลวด	การเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ
16	100	
18	100	

จ.

ขนาดของเส้นลวด	จำนวนรอบขดลวด	การเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ
16	100	
18	200	

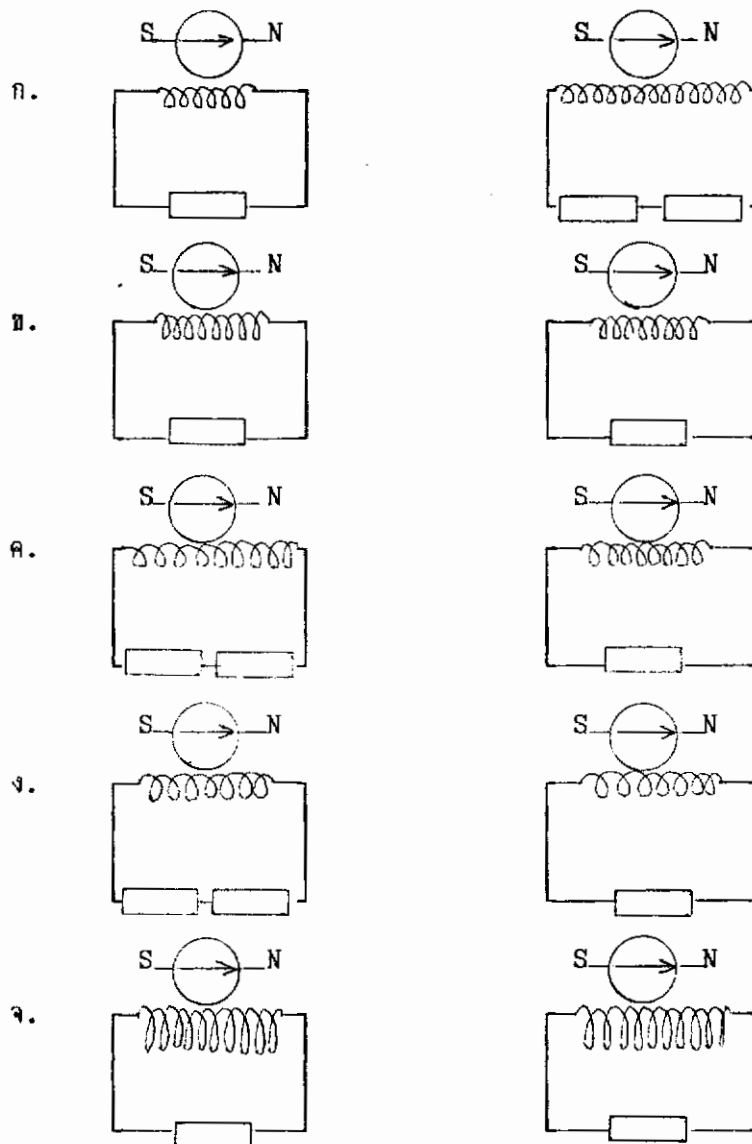
27. ถ้าต้องศึกษาขนาดของเส้นลวดที่ใช้ทำขดลวดมีผลต่อการเกิดกระแสไฟฟ้าหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร

- ก. นำขดลวด 2 ขด ขดแรกมีจำนวนรอบ 200 รอบ ขดที่สองมีจำนวนรอบ 300 รอบ แล้วใช้แท่งแม่เหล็กคนละแท่งเคลื่อนที่ผ่านขดลวดทั้งสอง โดยใช้แอมมิเตอร์อันเดียวกันวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
- ข. นำขดลวด 2 ขด ทั้ง 2 ขด มีจำนวนรอบเท่ากัน แต่ทั้ง 2 ขดใช้ขนาดของเส้นลวดไม่เท่ากัน ใช้แท่งแม่เหล็กอันเดียวกันเคลื่อนที่ผ่านขดลวดทั้ง 2 ขด โดยใช้แอมมิเตอร์อันเดียวกัน วัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
- ค. นำขดลวด 2 ขด ทั้ง 2 ขด จำนวนรอบเท่ากัน แต่ทั้ง 2 ขดใช้ขนาดของเส้นลวดไม่เท่ากัน ใช้แม่เหล็กคนละแท่ง เคลื่อนที่ผ่านขดลวดทั้ง 2 โดยใช้แอมมิเตอร์อันเดียวกัน วัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
- ง. นำขดลวด 2 ขด ทั้ง 2 ขด มีจำนวนรอบเท่ากัน ใช้ขนาดเส้นลวดเท่ากัน ใช้แท่งแม่เหล็กอันเดียวกัน เคลื่อนที่ผ่านขดลวดทั้ง 2 โดยใช้แอมมิเตอร์อันเดียวกันวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
- จ. นำขดลวด 2 ขด มีจำนวนรอบไม่เท่ากัน ขนาดของเส้นลวดไม่เท่ากัน ใช้แท่งแม่เหล็กคนละแท่ง เคลื่อนที่ผ่านขดลวดทั้ง 2 โดยใช้แอมมิเตอร์คนละอันวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

28. สมชายไปเจอแท่งเหล็กอันหนึ่งมีลักษณะคล้ายแม่เหล็กที่เขาเคยเห็น เขาจึงนำแผ่นกระดาษวางบนแท่งแม่เหล็กแล้วโรยผงตะไบลงบนกระดาษเหนือแท่งเหล็ก เขาทำเช่นนี้เพื่อทดสอบอะไร

- ก. แท่งเหล็กนั้นเป็นแม่เหล็กหรือไม่
- ข. เส้นแรงของแม่เหล็กเป็นอย่างไร
- ค. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก
- ง. การหาขั้วเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก
- จ. การดูดของแม่เหล็กกับผงตะไบเหล็ก

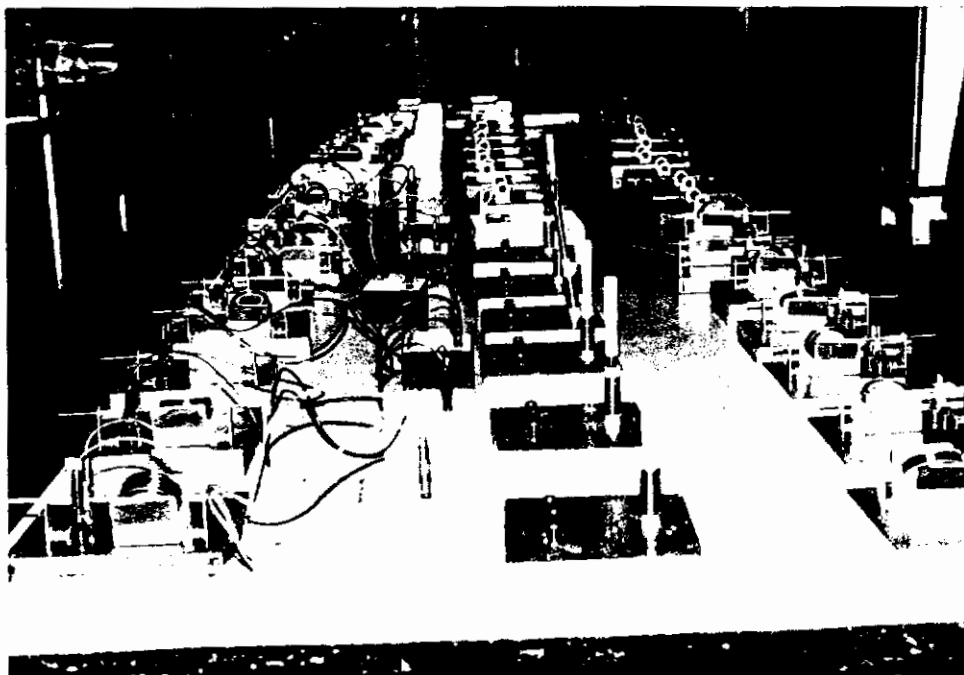
29. จะศึกษาว่าถ้าใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกันผ่านไปยังขดลวดแล้ว จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กรอบ ๆ ขดลวดแตกต่างกันหรือไม่ จะทำการทดลองอย่างไร



30. เมื่อนำขดลวดอันหนึ่งไปหมุนในสนามแม่เหล็กคู่หนึ่งเกิดกระแสไฟฟ้า 2 mA แต่พอนำมาหมุนในสนามแม่เหล็กอีกคู่หนึ่ง ที่ต่อกับเครื่องวัดกระแส อันเดียวกันปรากฏว่าไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเลย น่าจะเป็นเพราะสาเหตุใด
- หมุนขดลวดคนละทิศกัน
 - หมุนด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากัน
 - แม่เหล็กทั้งคู่มีอำนาจไม่เท่ากัน
 - หมุนขดลวดในเวลาที่น้อยไป
 - สนามแม่เหล็กคู่หนึ่งมีอำนาจแม่เหล็กน้อยมาก

ภาคผนวก ง

ชุดปฏิบัติการทดลอง



ภาพชุดอุปกรณ์

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 1

เวลา 60 นาที

นิเทศ สันามแม่เหล็ก

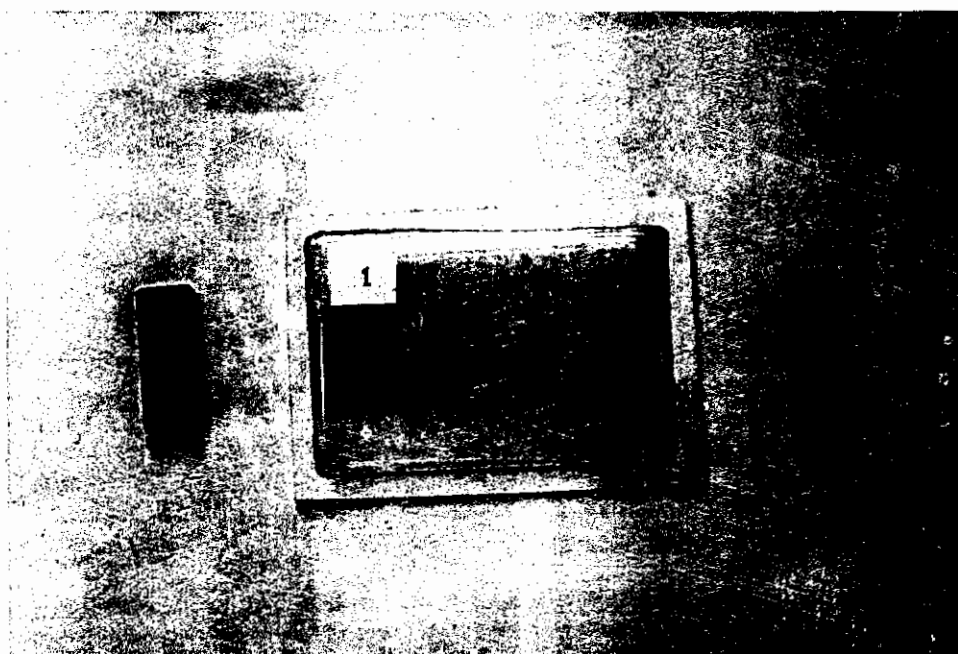
จุดประสงค์ วาดรูปร่างของสันามแม่เหล็กได้

อุปกรณ์ ชุดการทดลองที่ 1 ประกอบด้วย

1. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 1x1x5 ซม.
2. ดินน้ำมัน
3. กล่องพลาสติกใสมีฝาปิดเปิดแม่เหล็กอยู่ภายใน ขนาด 10x14 ซม.

รูปอุปกรณ์

แม่เหล็ก



วิธีทดลอง

1. สังเกตรูปร่างลักษณะของแท่งแม่เหล็กมีรูปร่างอย่างไร

2. นำแท่งแม่เหล็กติดกับดินน้ำมัน ให้ด้านใดด้านหนึ่งหงายขึ้นแล้วนำกล่องพลาสติกที่มีผงตะไบเหล็กอยู่ในเขย่าเพื่อให้ผงตะไบเหล็กกระจายทั่วบริเวณ แล้วนำมาวางบนแท่งแม่เหล็ก จากนั้น

2.1 สังเกตว่าเกิดอะไรขึ้นกับผงตะไบเหล็กหรือไม่

2.2 วาดรูปร่างของผงตะไบเหล็กที่สังเกตเห็นมีรูปร่างลักษณะอย่างไร

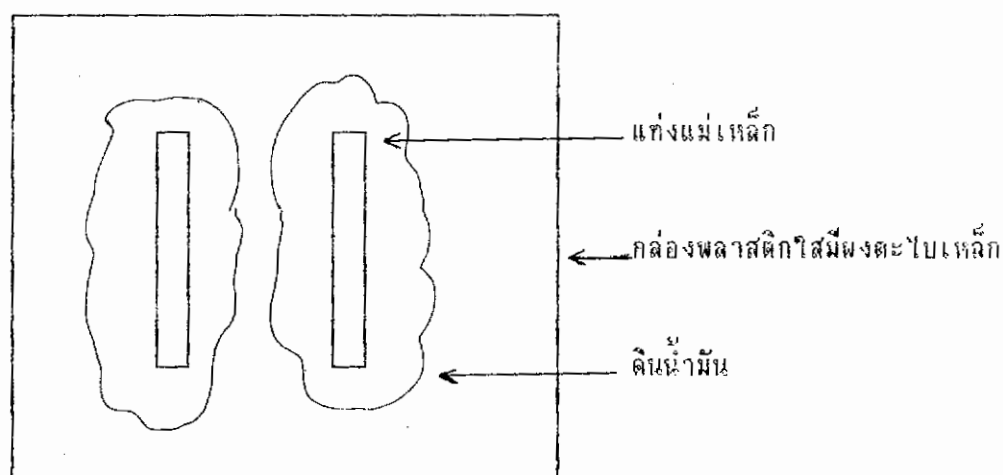
3. ทำเหมือนกับข้อ 1 แต่พลิกด้านอื่น ๆ แทนด้านเดิมจนครบ 6 ด้าน จากนั้น

3.1 สังเกตว่าเกิดอะไรขึ้นกับผงตะไบเหล็กหรือไม่

3.2 วาดรูปร่างของผงตะไบเหล็กที่สังเกตเห็นมีรูปร่างลักษณะอย่างไร

3.3 เปรียบเทียบรูปร่างของการเรียงตัวของผงตะไบเหล็กที่วาดไว้ทั้ง 6 รูป ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

4. นำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง หันด้านที่ติดกันแล้วดึงออกให้ห่างกันเล็กน้อยดังรูป ติดไว้กับดินน้ำมัน แล้วนำกล่องพลาสติกใสที่มีผงตะไบเหล็กอยู่ในเขย่าเพื่อให้ผงตะไบเหล็กกระจายทั่วบริเวณ วางบนแท่งแม่เหล็กทั้งสอง จากนั้น



4.1 สังเกตว่าเกิดอะไรขึ้นกับผงตะไบเหล็ก

4.2 วาดรูปร่างของผงตะไบเหล็กที่สังเกตเห็น

5. นำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง หันด้านที่ผลักกันเข้าหากัน ให้ระยะห่างสักเล็กน้อย ติดกับดินน้ำมันเหมือนกับรูปในข้อ 3 วางกล่องพลาสติกที่มีผงตะไบเหล็กอยู่ใน บนแท่งแม่เหล็กทั้งสอง จากนั้น

5.1 สังเกตว่าเกิดอะไรขึ้นกับผงตะไบเหล็ก

5.2 วาดรูปร่างของผงตะไบเหล็กที่สังเกตเห็น

5.3 เปรียบเทียบรูปร่างของการเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก เมื่อเห็นแท่งแม่เหล็กที่ดูดกันเข้าหากันและเมื่อเห็นแม่เหล็กที่ผลักกันเข้าหากันมีรูปร่างเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

การประเมินผล

1. แท่งแม่เหล็กมีรูปร่างอย่างไร
2. รูปร่างการเรียงตัวของผงตะไบเหล็กกับแม่เหล็ก 1 แท่งทั้งหกด้านเหมือนกันหรือไม่
3. รอบ ๆ แท่งแม่เหล็กที่เรามองไม่เห็นนั้น มีอะไรอยู่รอบ ๆ แท่งแม่เหล็กทุกด้านหรือไม่
4. รูปร่างการเรียงตัวของผงตะไบเหล็กที่เห็นด้านดูดกันเข้าหากัน กับเมื่อเห็นด้านที่ผลักกันเข้าหากัน รูปร่างเหมือนกันหรือไม่
5. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ที่ดูดกันนั้นจะมีรูปร่างเหมือนกันหรือต่างกัน
6. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ที่ผลักกันจะมีรูปร่างเหมือนกันหรือต่างกัน
7. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง เมื่อดูดกันคือชี้เข้าไหนกับชี้เข้าไหน และผลักกันคือชี้เข้าไหนกับชี้เข้าไหน

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 2

เวลา 50 นาที

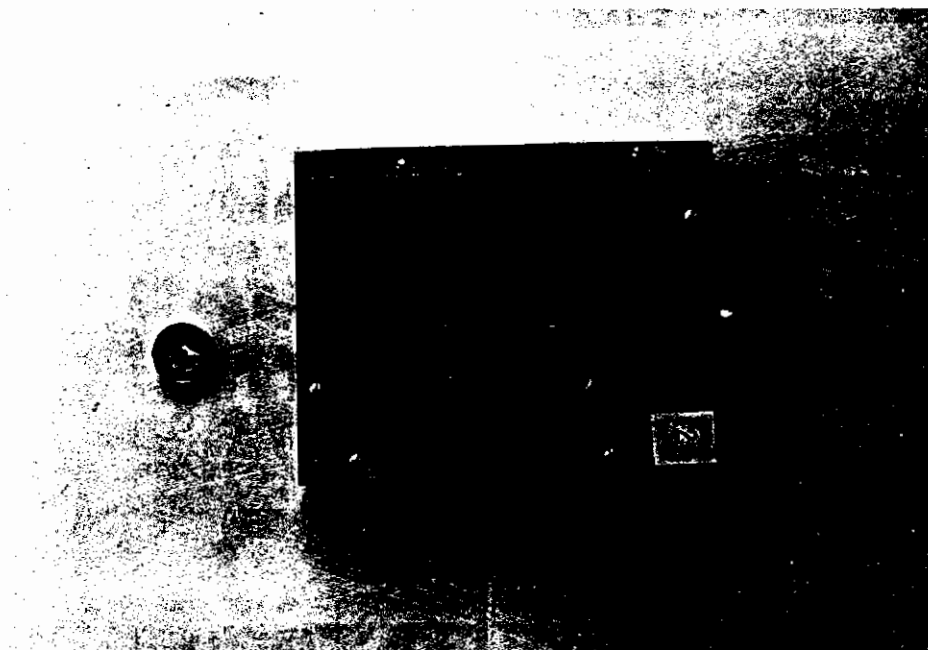
มโนคติ อำนาจแม่เหล็กลดลงเมื่อระยะห่างจากแท่งแม่เหล็กมากขึ้น

จุดประสงค์ บอกได้ว่าอำนาจแม่เหล็กจะลดลงเมื่อระยะห่างจากแท่งแม่เหล็กมากขึ้น

อุปกรณ์ ชุดการทดลองหมายเลข 2 ประกอบด้วย

1. แท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 1x1x5 ซม.
2. เข็มทิศ 1 อัน ขนาด 1 นิ้ว
3. แผ่นพลาสติกใส 1 แผ่น ขนาด 13x15 ซม.

รูปประกอบ



วิธีทดลอง

1. นำแท่งแม่เหล็กไว้ด้านล่างของแผ่นพลาสติกใส วางเข็มทิศให้อยู่ในแนวทิศเหนือทิศใต้ แล้วนำมา วน ตำแหน่งต่าง ๆ รอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก แล้วสังเกตว่า เข็ม ตำแหน่งต่าง ๆ

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 3

เวลา 60 นาที

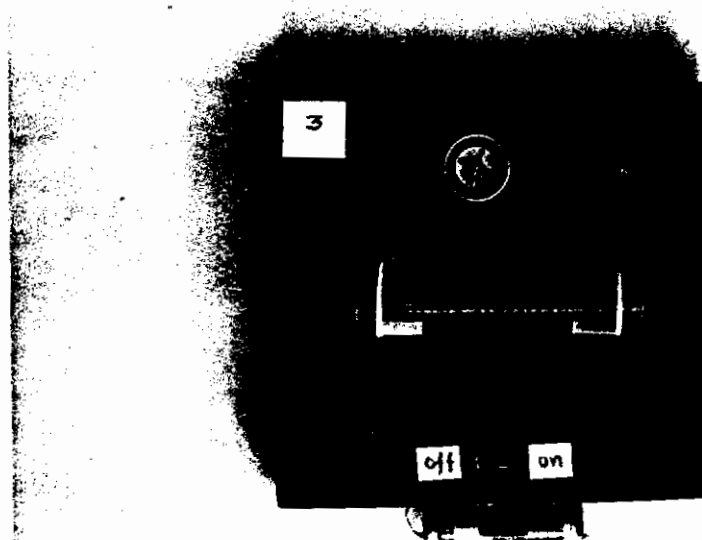
มโนมติ อำนาจแม่เหล็กเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

จุดประสงค์ บอกได้ว่าอำนาจแม่เหล็กเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

อุปกรณ์ ชุดการทดลองหมายเลข 3 ประกอบด้วย

1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 100 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางช่อง
ขดลวด 1 ซม.
2. เข็มทิศ 1 อัน ขนาด 1 นิ้ว
3. ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ขนาดเล็ก 1.5 โวลต์

รูปอุปกรณ์



วิธีการทดลอง

1. เปิดสวิตช์ไฟ นำเข็มทิศชี้ในแนวเหนือ-ใต้ มาวาง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ รอบ ๆ

ชดลวด แล้วสังเกตว่าเข็มทิศมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

2. นำเข็มทิศที่ชี้ในแนว เหนือ-ใต้ มาวางใกล้กับชดลวดมากที่สุด แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ จากนั้นเลื่อนเข็มทิศออกห่างจากชดลวดทีละน้อย ๆ ขณะที่เลื่อนออก สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.1 ความใกล้-ไกล จากชดลวด เข็มทิศมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือไม่

2.2 ความใกล้-ไกล จากชดลวด กับการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3. จะสรุปได้อย่างไรว่าความใกล้-ไกลจากชดลวด กับการเปลี่ยนแปลงของเข็มทิศ

4. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังชดลวด แล้วนำเข็มทิศมาวางรอบ ๆ ชดลวด กับเมื่อนำเข็มทิศมาวางรอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก เหมือนกันหรือไม่

5. จะสรุปได้อย่างไรว่าเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังชดลวดแล้ว เกิดอะไรขึ้น

การประเมินผล

1. อำนาจแม่เหล็กเกิดจากอะไร

2. ถ้าเพิ่มกระแสไฟฟ้ามากขึ้น จะทำให้อำนาจแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นหรือไม่

3. ถ้าเพิ่มจำนวนรอบชดลวดมากขึ้น จะทำให้อำนาจแม่เหล็กเพิ่มขึ้นหรือไม่

4. ตำแหน่งใดที่เข็มทิศมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 4

เวลา 30 นาที

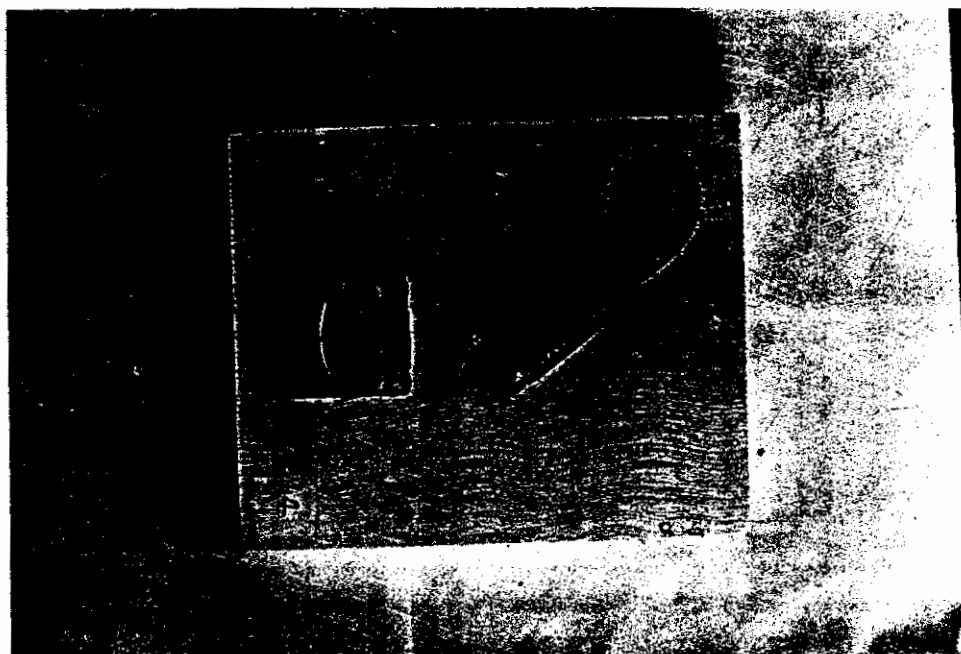
มโนคติ กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนผ่านสื่อนำแม่เหล็ก

จุดประสงค์ บอกได้ว่ากระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนผ่านสื่อนำแม่เหล็ก

อุปกรณ์ ชุดการทดลองที่ 5 ประกอบด้วย

1. ขดลวด 1 ขด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 1 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 1 คู่
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมีลิ้นแอมแปร์

รูปอุปกรณ์



วิธีการทดลอง

1. นำขดลวดเคลื่อนที่ลงผ่านสนามแม่เหล็ก สังเกตเข็มของแอมมิเตอร์เบี่ยงเบน

หรือไม่อย่างไร ไปทางด้านใด

2. นำขดลวดเคลื่อนที่ขึ้นผ่านสนามแม่เหล็ก สังเกตแอมมิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าเปลี่ยนเข็มของแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนอย่างไร ไปทางด้านใดเบนไปทางด้านเดียวกันหรือคนละด้านกับเคลื่อนที่ลง

3. นำขดลวดเคลื่อนที่ลง-ขึ้น ในลักษณะเดิมแต่เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่สังเกตเห็นแอมมิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3.1 ความเร็วของการเบี่ยงเบนเข็มของแอมมิเตอร์เป็นอย่างไร

3.2 เข็มของแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนมากกว่าหรือน้อยกว่าเดิม

3.3 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของขดลวด มีผลต่อการเบี่ยงเบนของแอมมิเตอร์อย่างไรบ้าง

4. ปรากฏการณ์ที่นำขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก กับนำแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวดเหมือนกันหรือไม่

5. จะสรุปได้อย่างไรว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอย่างไร

การประเมินผล

1. การเคลื่อนที่ขดลวดขึ้นและลงผ่านสนามแม่เหล็ก เข็มแอมมิเตอร์เบนทิศเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

2. เมื่อความเร็วมากขึ้นกว่าเดิมในการเคลื่อนที่ขดลวดขึ้น-ลง ผ่านสนามแม่เหล็ก เข็มแอมมิเตอร์จะเบนมากหรือน้อยกว่าเดิม

3. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้าง

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 5

เวลา 30 นาที

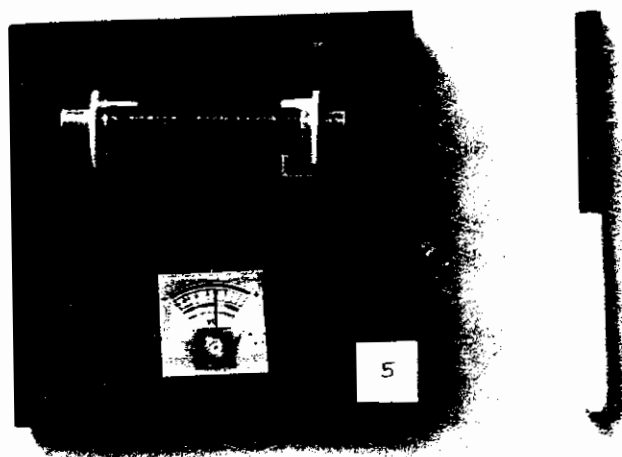
มโนมติ กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด

จุดประสงค์ บอกได้ว่ากระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด

อุปกรณ์ ชุดการทดลองหมายเลข 4 ประกอบด้วย

1. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมีลลิแอมแปร์
2. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 1 ซม.
3. แท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง ชนิดกลม ขาว 15 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม.

รูปอุปกรณ์



วิธีทดลอง

1. นำปลายของแท่งแม่เหล็กด้านหนึ่ง เคลื่อนที่เข้าไปในขดลวด แล้วสังเกตว่า

แอมมิเตอร์มีการเบี่ยงเบนหรือไม่ เบี่ยงเบนไปทางด้านใด จากนั้นเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กออกจากขดลวด สังเกตว่าแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนหรือไม่ เบี่ยงเบนไปทางด้านใด

1.1 การเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าและออกจากขดลวด แอมมิเตอร์เบี่ยงเบนด้านเดียวกันหรือไม่

1.2 ถ้าต้องการให้เข็มแอมมิเตอร์เบนด้านขวาจะต้องทำอย่างไร

2. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้า-ออก ผ่านขดลวดด้วยความเร็วสม่ำเสมอ สังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนอย่างไร

2.1 เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้า-ออก ด้วยความเร็วมากขึ้นกว่าเดิม สังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนเหมือนเดิมหรือไม่ ถ้าแตกต่างแตกต่างกันอย่างไร

3. ความเร็วในการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้า-ออก ขดลวดสัมพันธ์กับการเบี่ยงเบนของเข็มแอมมิเตอร์อย่างไร

การประเมินผล

1. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

2. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าสู่ขดลวดและเคลื่อนที่ออกจากขดลวด เข็มแอมมิเตอร์เบนด้านเดียวกันหรือไม่

3. เพื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้า-ออก ผ่านขดลวด เข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนเท่าเดิมหรือไม่ มากหรือน้อยกว่าเดิม

4. ถ้าให้เข็มแอมมิเตอร์เบนด้านขวา จะต้องเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้วเหนือเข้าหรือออกจากขดลวด

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 6

เวลา 50 นาที

มโนคติ

1. การเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเร็วในการหมุนขดลวด
2. การเพิ่มจำนวนรอบขดลวดทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามากขึ้น
3. ขนาดของเส้นลวดมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์

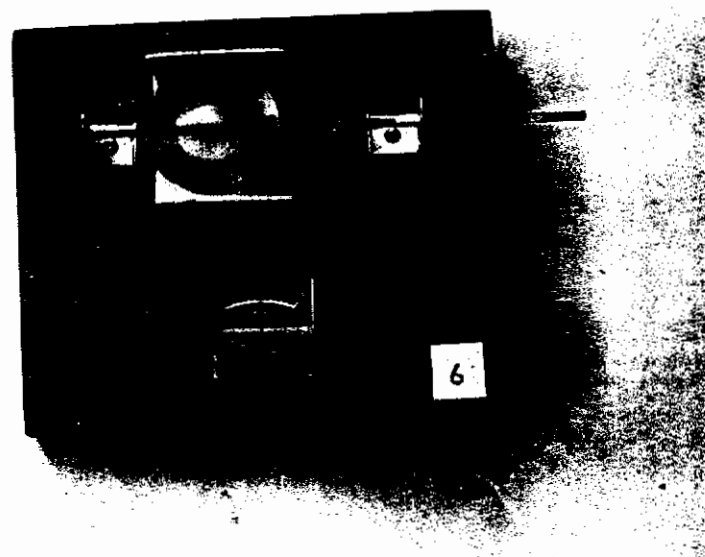
บอกได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วในการหมุนขดลวด จะเกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

อุปกรณ์

ชุดการทดลองที่ 6 ประกอบด้วย

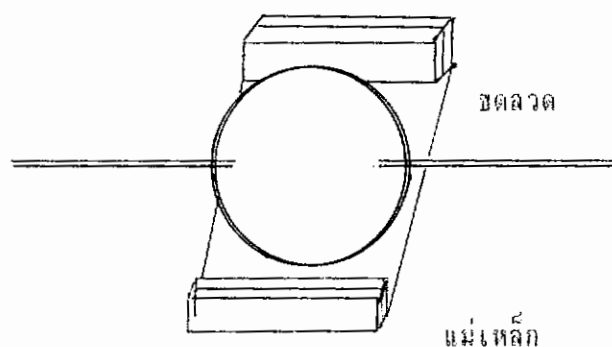
1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของขดลวด 3 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 1 คู่ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.5x2x5 ซม.
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมีลิลิแอมแปร์

รูปอุปกรณ์



วิธีการทดลอง

1. นำแท่งแม่เหล็กออกจากแผ่นเหล็กทั้ง 2 ข้าง แล้วหมุนขดลวดไปทางด้านใดด้านหนึ่ง สังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนหรือไม่
2. นำแท่งแม่เหล็กทั้ง 2 แท่งหันด้านที่ติดกันเข้ากันแล้วนำไปติดกับแผ่นเหล็ก ดังเดิมให้สัมผัสกับแนวของขดลวด ดังรูป



- 2.1 หมุนขดลวดไปทางด้านซ้าย แล้วสังเกตุว่าแอมมิเตอร์มีการเบี่ยงเบนอย่างไรไปทางด้านใด
- 2.2 หมุนขดลวดของไดนาโมไปทางด้านขวา แล้วสังเกตุว่าแอมมิเตอร์มีการเบี่ยงเบนไปทางด้านใด อย่างไร
- 2.3 การหมุนขดลวดของไดนาโมไปทางด้านซ้าย-ขวาการเบี่ยงเบนของแอมมิเตอร์ไปทางเดียวกันหรือไม่
3. หมุนขดลวดของไดนาโมไปทางด้านใดตำแหน่งด้วยความเร็วขณะหนึ่ง สังเกตตำแหน่งที่แอมมิเตอร์เบี่ยงเบนว่าอยู่ตำแหน่งใด
หมุนด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นในทิศทางเดิม สังเกตตำแหน่งที่แอมมิเตอร์ว่าอยู่ตำแหน่งใด
- 3.1 เมื่อเพิ่มความเร็วตำแหน่งของแอมมิเตอร์ เป็นตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ ความเร็วในการหมุนขดลวดช้าหรือเร็ว ที่ทำให้แอมมิเตอร์เบี่ยงเบนมากกว่าเดิม
- 3.2 จะสรุปได้อย่างไรว่าความเร็วในการหมุนขดลวด กับการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า
- 3.3 ต้องการจะให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะต้องทำอย่างไร

การประเมินผล

1. แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง คัดกันหันทิศเข้าหากัน และถ้าแท่งแม่เหล็ก 2 แท่งผลักกัน หันทิศเข้าหากัน
2. ถ้าหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็กที่หน้าตัดที่ผลักกันเข้าหากัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าหรือไม่
3. ถ้าต้องการให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้นจะต้องทำอย่างไร
4. เมื่อหมุนขดลวดครบ 1 รอบ เซ็มแอมมิเตอร์จะเบนกี่ครั้ง

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 7

เวลา 30 นาที

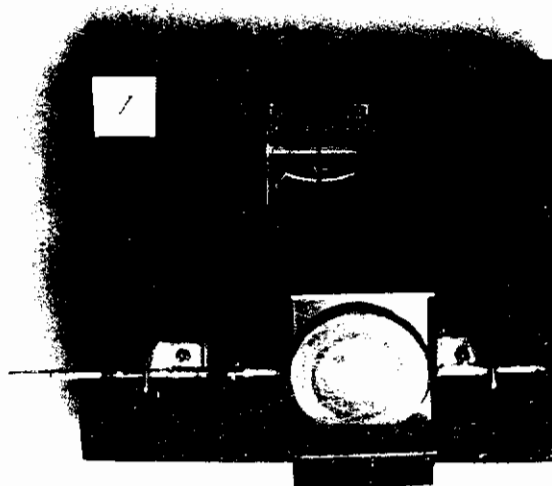
นิยาม การเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอำนาจแม่เหล็ก

จุดประสงค์ บอกได้ว่าเมื่อเพิ่มอำนาจแม่เหล็กจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

อุปกรณ์ ชุดการทดลองหมายเลข 7 ประกอบด้วย

1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 3 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 2 คู่ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.5x2x5 ซม.
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมิลลิแอมป์

รูปอุปกรณ์



วิธีทดลอง

1. หมุนขดลวดของไดนาโมไปมาเหนือด้านหนึ่งด้วยความเร็วคงที่ แล้วสังเกตว่า
เข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนไปอยู่ตำแหน่งใด

2. เพิ่มอำนาจแม่เหล็ก โดยการนำแท่งแม่เหล็กไปติดเพิ่มที่ตำแหน่งแม่เหล็กอันเดิม อีกข้างละ 1 แท่ง รวมเป็นข้างละ 2 แท่ง แล้วหมุนขดลวดไดนาโมไปในทิศทางเดิม ด้วยความเร็วที่เท่าเดิมกับครั้งแรก แล้วสังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนเท่าเดิมหรือไม่ มากขึ้นหรือน้อยลง
3. จะสรุปได้อย่างไรเมื่อเพิ่มอำนาจแม่เหล็กกับปริมาณกระแสไฟฟ้า
4. ถ้าต้องการให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามากขึ้นจะต้องทำอย่างไร

การประเมินผล

1. เมื่อเพิ่มอำนาจแม่เหล็กมากขึ้นจะเกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้นหรือน้อยลง
2. ถ้าต้องการให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะต้องทำอย่างไร

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 8

เวลา 50 นาที

มโนคติ การเพิ่มจำนวนรอบขดลวดทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

จุดประสงค์ บอกได้ว่าเมื่อเพิ่มจำนวนรอบของขดลวดจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

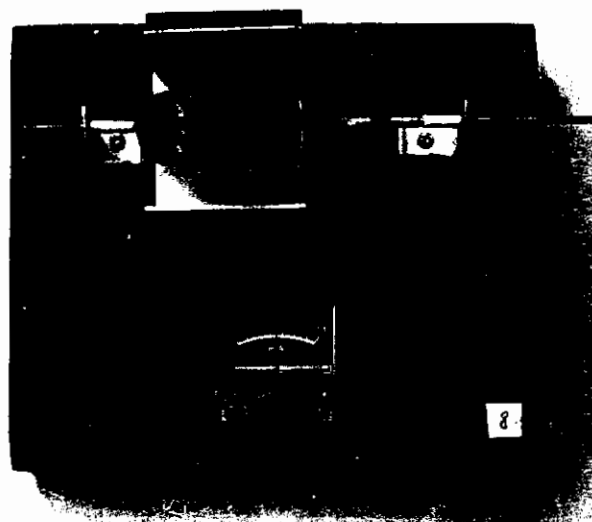
อุปกรณ์ ชุดการทดลองที่ 6 ประกอบด้วย

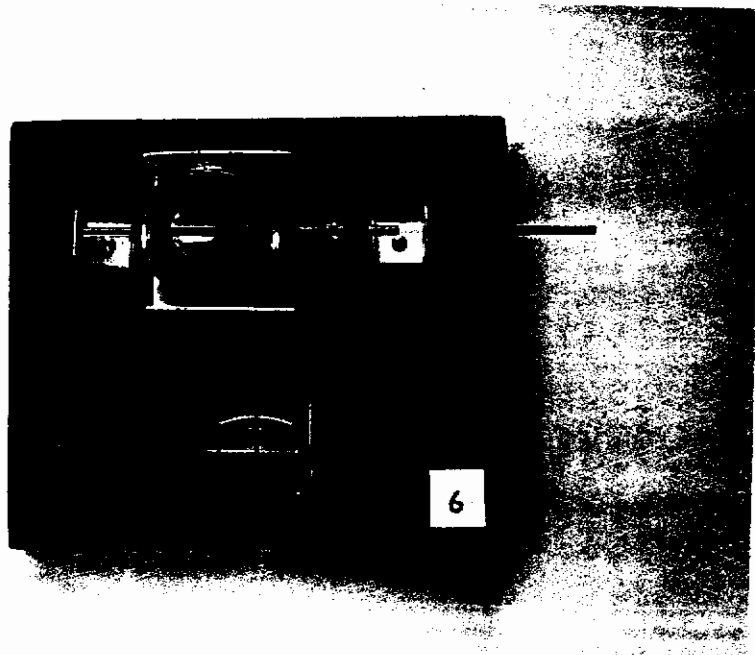
1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 3 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 1 คู่ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.5x2x5 ซม.
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมิลลิแอมป์

ชุดการทดลองที่ 8 ประกอบด้วย

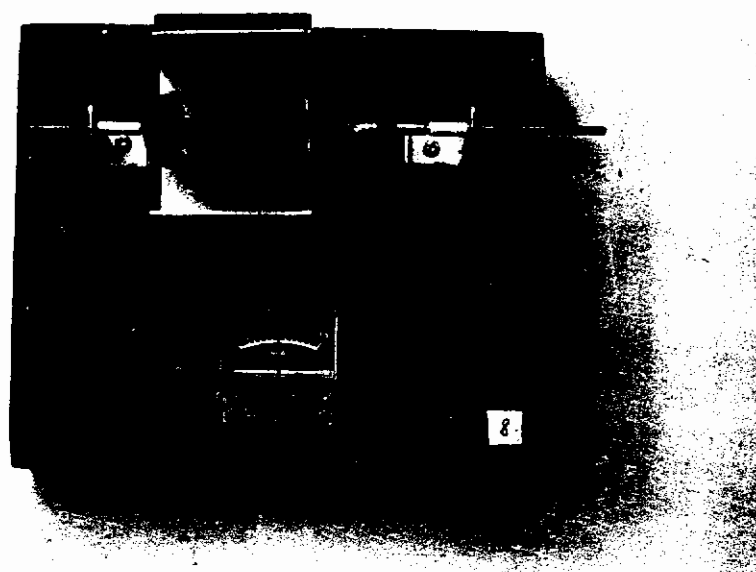
1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 400 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 3 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 1 คู่ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.5x2x5 ซม.
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมิลลิแอมป์

รูปอุปกรณ์





ชุดการทดลองที่ 6



ชุดการทดลองที่ 8

วิธีทดลอง

1. หมุนขดลวดไดนาโมหมายเลข 6 ไปด้านใดด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วคงที่ แล้วสังเกตว่าเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนอยู่ตำแหน่งใด
2. หมุนขดลวดไดนาโมหมายเลข 8 ไปด้านเดียวกับไดนาโมหมายเลข 6 ด้วยความเร็วที่เท่ากัน แล้วสังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนอยู่ตำแหน่งใดเบี่ยงเบนมากกว่าหรือน้อยกว่าไดนาโมหมายเลข 6
3. จะสรุปได้อย่างไรว่าการเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
4. ถ้าจะให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะต้องทำอย่างไร

การประเมินผล

1. การเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อย
2. ต้องการจะให้เกิดกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะต้องทำอย่างไร

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 9

เวลา 50 นาที

มโนคติ ขนาดของเส้นลวดมีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์ บอกได้ว่าเมื่อเพิ่มขนาดของขดลวดจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

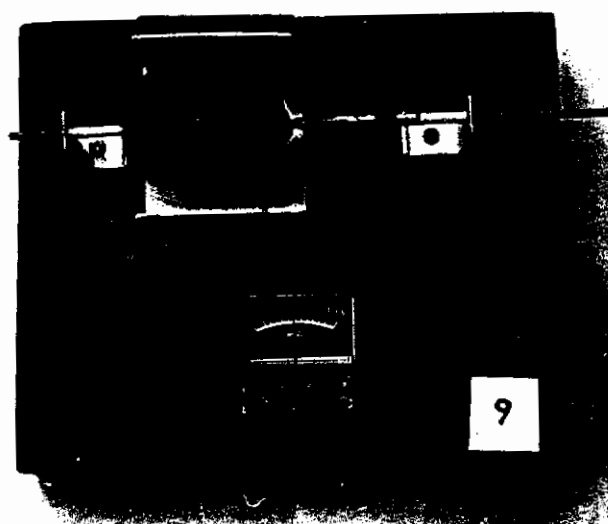
อุปกรณ์ ชุดการทดลองที่ 6 ประกอบด้วย

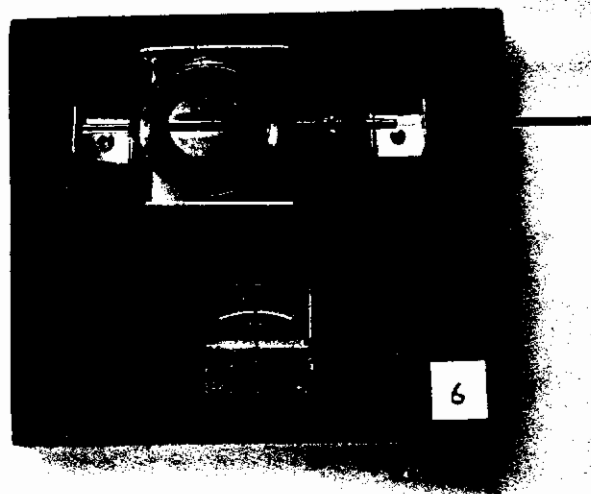
1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 24 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 3 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 1 คู่ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.5x2x5 ซม.
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมิลลิแอมป์

ชุดการทดลองที่ 9 ประกอบด้วย

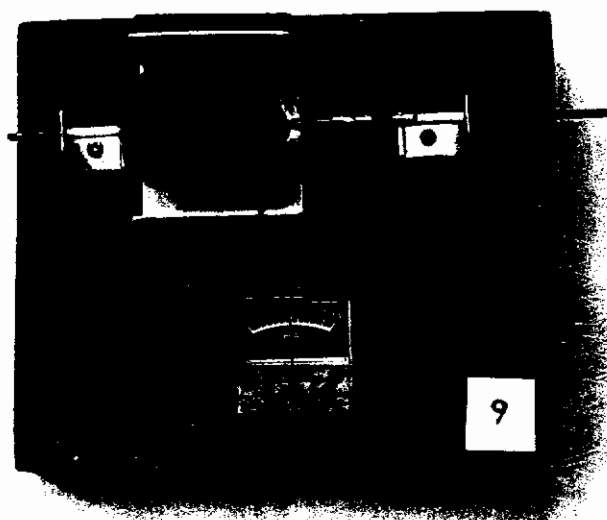
1. ขดลวด 1 ชุด จำนวน 200 รอบ เบอร์ 18 เส้นผ่าศูนย์กลางของ
ขดลวด 3 ซม.
2. แท่งแม่เหล็ก 1 คู่ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.5x2x5 ซม.
3. แอมมิเตอร์ 1 อัน ชนิดมิลลิแอมป์

รูปอุปกรณ์





ชุดการทดลองที่ ๖



ชุดการทดลองที่ ๖

วิธีทดลอง

1. หมุนขดลวดไดนาโมหมายเลข 6 ไปด้านใดด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วคงที่ แล้วสังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนอยู่ตำแหน่งใด
2. หมุนขดลวดไดนาโมหมายเลข 9 ที่พันด้วยจำนวนรอบเท่ากัน แต่มีขนาดเส้นลวดใหญ่กว่า ไปด้านเดียวกับไดนาโมหมายเลข 6 ด้วยความเร็วที่เท่ากัน แล้วสังเกตเข็มแอมมิเตอร์เบี่ยงเบนอยู่ตำแหน่งใด มากกว่าหรือน้อยกว่า การหมุนขดลวดไดนาโมหมายเลข 6
3. จะสรุปได้อย่างไรว่า ขนาดเส้นลวดกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
4. ถ้าจะให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะต้องทำอย่างไร
5. จากการทดลองที่ 6 - 9 สรุปได้ว่า มีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเกิดปริมาณกระแสไฟฟ้า

การประเมินผล

1. ขนาดของเส้นลวดใหญ่หรือเล็กที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามาก
2. ไดนาโมขนาดใหญ่ ๆ จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากหรือน้อยกว่าไดนาโมอันเล็ก เพราะสาเหตุใด

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 10

เวลา 50 นาที

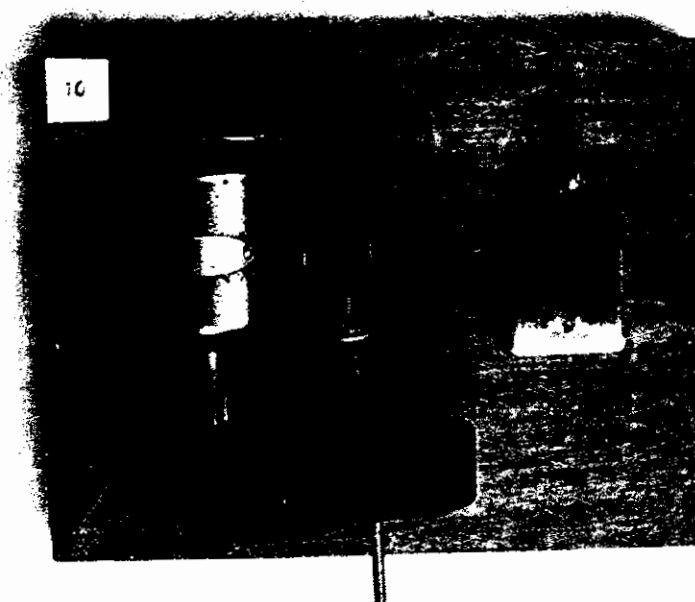
มโนคติ ไดนาโม คืออุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์ บอกได้ว่าไดนาโมคืออุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์ ชุดการทดลองที่ 10 ประกอบด้วย

1. ไดนาโมจักรยาน 1 ถัง
2. หลอดไฟฟ้า ขนาด 2.2 โวลต์ 1 หลอด
3. วงลวดสำหรับหมุนไดนาโม 1 วง เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว

รูปอุปกรณ์



วิธีการทดลอง

1. หมุนไดนาโมไปทางด้านใดด้านหนึ่ง สังเกตหลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่
2. หมุนไดนาโมด้วยความเร็วที่แตกต่างกันคือ ช้า - เร็ว สังเกตหลอดไฟฟ้าเท่ากัน

หรือไม่ หมุนเร็วสว่างอย่างไร

3. สรุปว่าไดนาโมคืออุปกรณ์อะไร ?

การประเมินผล

1. ถ้าต้องการให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะต้องทำอย่างไร
2. ถ้าไม่ใช้มือหมุนจะใช้พลังงานอะไรได้บ้าง

ชุดปฏิบัติการทดลองที่ 11

เวลา 50 นาที

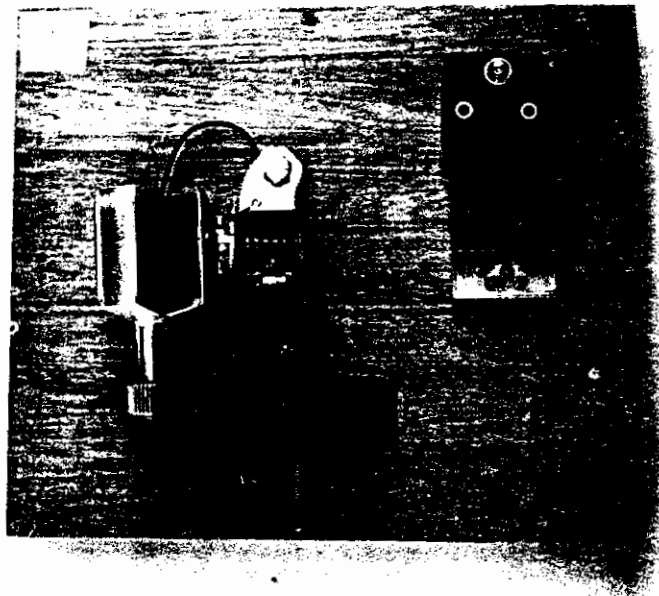
มโนมติ ไดนาโมเป็นอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์ บอกได้ว่าไดนาโมคืออุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์ ชุดการทดลองที่ 11 ประกอบด้วย

1. ไดนาโมจักรยาน 1 อัน
2. หลอดไฟฟ้า 1 หลอด 2.2 โวลต์
3. วงลีสสำหรับหมุนไดนาโม เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว

รูปประกอบ



วิธีทดลอง

1. สังเกตว่าไดนาโมมีส่วนประกอบอะไรบ้าง และมีส่วนประกอบอะไรที่สำคัญ
2. มีแม่เหล็กหรือขดลวดเป็นส่วนประกอบหรือไม่ และจะทดสอบได้อย่างไรว่า

สิ่งนี้คือแม่เหล็ก

3. หยุนวงล้อมือหมุน ด้วยความเร็วขนาดหนึ่ง สังเกตหลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่
4. เพิ่มความเร็วในการหมุนวงล้อมากขึ้น หลอดไฟฟ้าสว่างมากขึ้นหรือน้อยลง
5. ขณะที่หมุนไดนาโม มีส่วนใดของไดนาโมที่เคลื่อนที่
6. จะสรุปได้อย่างไรว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

การประเมินผล

1. ส่วนประกอบของไดนาโมมีอะไรบ้าง
2. ขณะที่หมุนไดนาโมอะไรที่หมุนตามไดนาโม
3. ถ้าหมุนไดนาโมเร็วขึ้น ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร
4. ถ้าเราไม่ใช้มือหมุนไดนาโมจะให้พลังงานอะไรมาหมุนไดนาโมแทนมือหมุนได้บ้าง

ภาคผนวก จ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนกับหลังที่ได้รับการสอน

แบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และของนักเรียนก่อนกับหลังที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์
3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์
4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent (ลิ้นจี่, สว่างชัยและอิงคณา, สว่างชัย, 2528:87)

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

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

ตาราง 10 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและ
หลังที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์หัตถ์อุปกรณ์

คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง	คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง
1	12	18	23	12	14
2	15	17	24	16	21
3	12	17	25	15	19
4	17	22	26	13	15
5	9	15	27	10	16
6	13	20	28	14	21
7	14	22	29	14	18
8	17	24	30	12	16
9	17	21	31	15	17
10	13	15	32	12	18
11	14	12	33	12	18
12	13	14	34	12	18
13	14	14	35	12	20
14	12	18	36	14	19
15	11	21	37	16	21
16	13	19	38	15	13
17	11	20	39	10	20
18	17	16			
19	11	17			
20	14	24			
21	14	22			
22	13	11			

ตาราง 11 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ (D) และ ความแตกต่างของคะแนน
แต่ละคู่กำลังสอง (D^2) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คนที่	D	D^2	คนที่	D	D^2
1	6	36	23	2	4
2	2	4	24	5	25
3	5	25	25	4	16
4	5	25	26	2	4
5	6	36	27	6	36
6	7	49	28	7	49
7	8	64	29	4	16
8	7	49	30	4	16
9	4	16	31	2	4
10	2	4	32	6	36
11	-2	4	33	6	36
12	1	1	34	6	36
13	0	0	35	8	64
14	6	36	36	5	25
15	10	100	37	5	25
16	6	36	38	-2	4
17	9	81	39	10	100
18	-1	1			
19	6	36		ED=183	ED ² =1267
20	10	100			
21	8	64		(ED) ² =33489	
22	-2	4			

ตาราง 12 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ
หลังที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
ทดลอง 1	39	183	1267	8.940*

$$t^* (.05, 38) = 1.684$$

จากตาราง 12 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติระดับ .05

ตาราง 13 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังที่ได้
รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง	คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง
1	13	20	23	19	24
2	17	20	24	20	21
3	13	20	25	17	19
4	14	19	26	21	21
5	19	25	27	6	15
6	18	22	28	16	25
7	18	18	29	7	22
8	16	19	30	17	32
9	14	20	31	20	23
10	14	24	32	16	16
11	17	23	33	15	22
12	15	21	34	14	20
13	13	21	35	15	20
14	17	21	36	15	21
15	15	16	37	15	16
16	17	19	38	15	15
17	18	25	39	13	19
18	18	21			
19	15	22			
20	19	24			
21	8	14			
22	15	21			

ตาราง 14 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ (D) และ ความแตกต่างของคะแนน
แต่ละคู่กำลังสอง (D^2) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คนที่	D	D^2	คนที่	D	D^2
1	7	49	23	5	25
2	3	9	24	1	1
3	7	49	25	2	4
4	5	25	26	0	0
5	6	36	27	9	81
6	4	16	28	9	81
7	0	0	29	15	225
8	3	9	30	5	25
9	6	36	31	3	9
10	10	100	32	0	0
11	6	36	33	7	49
12	6	36	34	6	36
13	7	49	35	5	25
14	4	16	36	6	36
15	1	1	37	1	1
16	2	4	38	0	0
17	7	49	39	0	0
18	3	9			
19	7	49		$\Sigma D = 185$	$\Sigma D^2 = 1273$
20	5	25			
21	6	36		$(\Sigma D)^2 = 34225$	
22	6	36			

ตาราง 15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ
หลังที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์หัตถ์อุปกรณ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD ²	t
ทดลอง 2	39	185	1272	9.180 [*]

$$t^* (.05, 38) = 1.684$$

จากตาราง 15 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์หัตถ์อุปกรณ์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 16 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและ หลังที่ได้รับ
การสอนแบบวิเคราะห์เหตุผล

คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง	คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง
1	15	21	23	14	21
2	13	18	24	18	23
3	20	22	25	18	20
4	20	25	26	17	19
5	14	21	27	8	24
6	21	21	28	18	25
7	18	24	29	15	17
8	22	21	30	13	16
9	12	16	31	13	19
10	10	14	32	20	17
11	12	19	33	14	23
12	19	20	34	24	21
13	10	19	35	18	16
14	14	20	36	13	16
15	16	24	37	16	22
16	11	13	38	17	17
17	21	23	39	14	19
18	20	17			
19	16	18			
20	21	24			
21	18	24			
22	18	16			

ตาราง 17 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ (D) และ ความแตกต่างของคะแนน
แต่ละคู่กำลังสอง (D^2) ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คนที่	D	D^2	คนที่	D	D^2
1	6	36	23	7	49
2	5	25	24	5	25
3	2	4	25	2	4
4	5	25	26	2	4
5	7	49	27	16	256
6	0	0	28	7	49
7	6	36	29	2	4
8	-1	1	30	-3	9
9	6	36	31	0	0
10	4	16	32	-3	9
11	7	49	33	9	81
12	1	1	34	-3	9
13	9	81	35	-2	4
14	6	36	36	3	9
15	8	64	37	6	36
16	8	64	38	0	0
17	2	4	39	5	25
18	-3	9			
19	2	4		$\Sigma D = 140$	$\Sigma D^2 = 1162$
20	3	9			
21	6	36		$(\Sigma D)^2 = 19600$	
22	-2	4			

ตาราง 18 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
ทดลอง 1	39	140	1162	5.380*

$$t^* (.05, 38) = 1.684$$

จากตาราง 18 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 19 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง ที่ได้รับ
การสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง	คนที่	สอบก่อน	สอบหลัง
1	20	24	23	19	21
2	23	17	24	23	23
3	18	20	25	18	26
4	22	21	26	18	25
5	25	27	27	11	18
6	16	25	28	7	21
7	23	24	29	13	24
8	20	23	30	16	19
9	24	24	31	16	16
10	26	22	32	22	26
11	23	20	33	14	25
12	20	21	34	21	21
13	12	22	35	20	20
14	20	21	36	13	22
15	7	22	37	12	24
16	23	23	38	15	19
17	23	26	39	17	21
18	25	26			
19	20	25			
20	23	25			
21	10	21			
22	25	19			

ตาราง 20 ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ (D) และ ความแตกต่างของคะแนน
แต่ละคู่กำลังสอง (D^2) ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คนที่	D	D^2	คนที่	D	D^2
1	4	16	23	2	4
2	-6	36	24	0	0
3	2	4	25	8	64
4	-1	1	26	7	49
5	2	4	27	7	49
6	9	81	28	14	196
7	1	1	29	11	121
8	3	9	30	3	9
9	0	0	31	0	0
10	-4	16	32	4	16
11	-3	9	33	11	121
12	1	1	34	0	0
13	10	100	35	0	0
14	1	1	36	9	81
15	15	225	37	12	144
16	0	0	38	4	16
17	3	9	39	4	16
18	1	1			
19	5	25		$\Sigma D = 146$	$\Sigma D^2 = 1586$
20	2	4			
21	11	121		$(\Sigma D)^2 = 21316$	
22	-2	4			

ตาราง 21 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
ทดลอง 2	39	146	1586	4.470*

$$t^* (.05, 38) = 1.684$$

จากตาราง 21 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	ชื่อสกุล นกอม
วัน เดือน ปีเกิด	เกิดวันที่ 17 มกราคม พ.ศ.2504
สถานที่เกิด	27/1 หมู่ 3 ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 10560
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	312/1 หมู่ 8 ถ.กสิกรรม ต.หนองครก อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ 33000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	รับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2518	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนวัดบางเพรียง ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 10560
พ.ศ. 2523	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 10560
พ.ศ. 2527	สำเร็จการศึกษาระดับศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิทยาลัยครูพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2537	สำเร็จการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกบัญชีการ
โดยการสอนแบบวิเคราะห์ชุดอุปกรณ์และโดยการสอน
แบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์

บทคัดย่อ
ของ
มนตรี นกอ้อม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2538

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ การสอนแบบวีเคราะห์ชุดอุปกรณ์ และโดยการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ การเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จำนวน 78 คน โดยการใช้ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design ได้รับการสอนแบบวีเคราะห์ชุดอุปกรณ์ 39 คน และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ 39 คน ใช้เวลา ทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความเชื่อมั่น 0.62 และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมั่น 0.79 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Scores

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวีเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวีเคราะห์ชุดอุปกรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสังเคราะห์ชุดอุปกรณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

A COMPARISON OF ACHIEVEMENT AND SCIENCE PROCESS SKILLS OF THE
SECOND YEAR STUDENTS OF THE COMMERCIAL VOCATIONAL
CERTIFICATE DEPARTMENT THROUGH THE INSTRUMENT
ANALYSIS APPROACH AND THE INSTRUMENT
SYNTHESIS APPROACH

AN ABSTRACT

BY

MONTREE NOK-IM

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

March 1995

The purpose of this study was to compare the achievement in science and science process skills of the second year students in the commercial vocational certificate department between the group studied by the instrument analysis approach and the one studied by the instrument synthesis approach.

The samples were 78 second year commercial students registered in second semester of 1993 at Sisakate Technical college, using randomized control group pretest - posttest design. Samples are divided into 2 groups, 39 each. One group was taught by the instrument analysis approach while the other was taught by the experiment last 18 periods, 50 minutes in each period. Instruments used in the study were the Science Achievement test and Science Process Skills test. Reliability of the tests were 0.62 and 0.79, respectively. t-test Independent different scores analysis was applied in the study. The results of the study were as follow:

1. Achievement scores of the students, taught by the instrument analysis approach were not significantly different from the scores of students taught by the instrument synthesis approach.

2. Science Process skills scores of the students, taught by the instrument analysis approach were not significantly different from the scores of students taught by the instrument synthesis approach.