

537-07  
๑/๒๑ ก  
๑.3

การศึกษา เปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้ทเรียน  
แบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

ปริญญาโท

ของ

ประสาร ไชยมรงค์

๒๑ ก.ย. ๕

สำนักพัฒนาผลกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ดุสิต ๒๑ ตระโชนย กรุงเทพฯ ๑๐ โทร ๖๒๑๖๗๖ ๖๑๑๐๘๐

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

9 กุมภาพันธ์ 2520

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

วิมลวรรณ เกตุคุณ ประธาน

สายรุ้ง ส. ๒ กรรมการ

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ แสนสุข และ อาจารย์สมบุรณ์ รมแก้ว ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ คุณลุงล้วน คุณป้านันทา กวั้นธรรม เจ้าของผู้จัดการโรงเรียนประสาทร นนทบุรี ที่ได้ให้ความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์การทดลองเป็นเบื้องต้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์สุภาพ แก้วคำลา อาจารย์คณัย วิโรจน์อุไรเรือง อาจารย์สว่าง ภูพัฒน์บุญลย์ อาจารย์สรศักดิ์ แพรคำ อาจารย์เรืองเดช วงศ์เสนา อาจารย์ปรีชา วิหกโต คุณณรงค์รี ไชยณรงค์ คุณทวีศักดิ์ โกมลเจียร อาจารย์และเจ้าหน้าที่แผนกเอกสารการพิมพ์วิทยาศาสตร์อุบลราชธานี และผู้อื่นอีกหลายท่านที่ได้กล่าวนามในที่นี้ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ประสาร ไชยณรงค์

สารบัญ

บทที่	หน้า	
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ข้อตกลงเบื้องต้น	4
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	ลักษณะของการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม	8
	การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม	8
	การสอนแบบโปรแกรมในประเทศไทย	10
3	วิธีดำเนินการ	13
	การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม	13
	การทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรม	14
	การสร้างแบบทดสอบ	15
	การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	16
	การดำเนินการทดลอง	18
	การทดสอบ	19
	การวิเคราะห์ข้อมูล	20
4	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษาค้นคว้า	22
	คะแนนบทเรียนแบบโปรแกรมตามมาตรฐาน 90/90	22

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	23
การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกกับคะแนนการทดสอบ ครั้งหลังของกลุ่มเดียวกัน	24
การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งหลังระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	27
การหาทัศนคติที่สอดคล้องกับวิธีแบบโปรแกรมของกลุ่มทดลอง	28
5 สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	33
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	33
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	33
วิธีดำเนินการวิจัย	33
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	36
อภิปรายผลการวิจัย	36
ขอเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	46
ภาคผนวก ก.	
ภาคผนวก ข.	

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ	17
2	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้	17
3	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้	18
4	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้	23
5	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้	24
6	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน ของนักศึกษากลุ่มทดลอง	25
7	เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของ นักศึกษาในกลุ่มควบคุม	25
8	เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ระหว่างการสอบถามครั้งแรกกับครั้งหลัง	26
9	เปรียบเทียบคะแนนสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ในกลุ่มควบคุมระหว่างการสอบถามครั้งแรกกับครั้งหลัง	27
10	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้	27

ตาราง	หน้า	
11	การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางจิตวิทยาของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้	28
12	ความถี่ของว่านานักศึกษาที่มีทัศนคติเห็นควยและไม่เห็นควยต่อการ เรียน โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมและค่า Chi-Square	29

ภูมิหลัง

ในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าทางสาขาวิชาการต่างๆ นั้น สิ่งที่เราควรคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่งก็คือทรัพยากร ทรัพยากรนั้นอาจจะมีด้วยกันหลายๆ ประเภท เช่น ป่าไม้ แร่ธาตุ ดิน น้ำ อากาศ น้ำมัน เป็นต้น ที่สำคัญที่สุดก็คือทรัพยากรมนุษย์ ประเทศต่างๆ ที่จะพัฒนาได้นั้น จะต้องมีการพัฒนาที่ทรัพยากรมนุษย์ การที่ทรัพยากรมนุษย์จะพัฒนาได้ จะต้องจัดให้มีการศึกษา มีการเรียนการสอนของนักเรียนและครูควบคู่กันไปอย่างเหมาะสม ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาพยายามค้นหาวิธีการใหม่ๆ หรือเทคโนโลยี (technology) หรือขบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงดัดแปลง แก้ไข ให้สอดคล้องกับการเรียนการสอน ให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ความมุ่งหมาย แต่การที่จะให้การเรียนการสอนได้ผลสัมฤทธิ์ความมุ่งหมาย จะต้องมีการจัดปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย เช่น ต้องใช้อุปกรณ์วัสดุ เวลาที่ใช้มากน้อยคุ้มค่า แก่การเรียนการสอนวิชานั้นๆ เพียงใด ทั้งนี้ครูจะต้องจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเด็กตลอดจนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) ซึ่งเป็นสาเหตุประการสำคัญที่ครูจะต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกัน เด็กจึงจะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่เด็กจะเรียนรู้ได้คึ้นนั้นต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือมาช่วยเหลือในการเรียนการสอน เครื่องมือที่จะช่วยให้อุเรียนเรียนรู้โดยตัวตนเองและเป็นไปตามความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ก็คือ การเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction or Self Instructional Program)

บทเรียนแบบโปรแกรมนั้นเป็นการอธิบายหรือตั้งคำถามที่จะให้ผูเรียนทราบแล้วตอบคำถามและคำตอบจะจัดอยู่ในกรอบที่เราเรียกว่า กรอบ (frame) ซึ่งจะต้องใช้ภาษาที่สั้นๆ เข้าใจง่าย พุคสิ่งหนึ่งสามารถไปสัมพันธ์กับอีกสิ่งหนึ่งได้ ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงสิ่งใคที่ผูเรียนต้องทราบ (must know) สิ่งใคที่ควรทราบ (should know) และสิ่งใคที่ผูเรียนพอทราบใค (could know) กรอบหรือหน่วยย่อยของบทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีลักษณะดังนี้

(Thomas, 1964:66)

1. เขียนเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยย่อยเล็กๆ แต่ละหน่วยย่อยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป
2. มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
3. ทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
4. การเขียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยย่อย ควรพาคนไปถึงหน่วยย่อยที่ได้ศึกษามาแล้วด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว
5. ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเป็นการเสริมแรง (reinforcement) เนื้อหาของบทเรียนแต่ละกรอบ ต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักการใช้ภาษา ตรงตามหลักวิชาและมีความต่อเนื่องในแต่ละกรอบ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่โรงเรียนจะต้องจัดให้ทุกคนได้เรียนรู้ เพราะการสอนวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนรากฐานของการพัฒนาประเทศ (พิทักษ์ รัชชพล เลข; 2513:3) แต่การเรียนการสอนมักจะเป็นแบบบรรยาย (สมสุข ชีร์พิจิตร; 2512:42) ทำให้เกิดความเข้าใจของครูกับผู้เรียนอาจจะไม่ตรงกัน บทเรียนแบบโปรแกรมนี้ว่าจะช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้อย่างมากที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนแบบโปรแกรมในประเทศไทย เริ่มต้นเมื่อ 10 ปีมาแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย แม้ในท้องสมุคใหญ่ๆ ก็ตาม บทเรียนที่เริ่มต้นทำเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับวิชาพีชคณิต ม.ศ. 1 เมื่อ พ.ศ. 2507 (เดือนใจ ทองสำริด; 2515:77) นอกจากนั้นผลงานที่วิจัยภายในประเทศก็ยังมี จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนไม่เจริญรุดหน้าเท่าที่ควร ซึ่งจะส่งผลไปถึงการพัฒนาประเทศด้วย ผู้วิจัยตระหนักถึงข้อนี้ จึงได้ทำการวิจัยทดลองศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แขนงแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู ทั้งนี้เพื่อทราบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้แต่ละชนิด โดยเลือกทำการวิจัยกับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีที่ 1

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้าง เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) สำหรับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีที่ 1
2. เพื่อศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ของ นักศึกษา โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติของครู
3. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เรียน วิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติของครู
4. เพื่อศึกษาทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนดีกว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามปกติ
2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ดีกว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามปกติ
3. นักศึกษากลุ่มทดลองจะมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการ ทดลองครั้งนี้

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการ เผยแพร่วิธีการสร้างและใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ในการเรียนการสอนต่างๆ ไป
2. เพื่อเสนอ เป็นแนวคิดที่จะใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในการแก้ปัญหาการ ขาดแคลนอาจารย์สาขาฟิสิกส์ในวิทยาลัยครูต่างๆ ไป
3. เพื่อเป็นการ เสริมสร้างแนวคิดในการปรับปรุงวิธีการ เรียนการสอนวิชา- ศาสตร์ของอาจารย์

4. เพื่อเป็นการแก้ปัญหาวิธีการศึกษาในระบบปัจจุบัน ซึ่งนิยมการทำงานเป็นกลุ่ม
5. เพื่อให้ทราบว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเพียงใด

### ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ถือว่าตั้งอยู่บนรากฐานที่สำคัญๆ ดังนี้

1. นักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถพอๆ กัน
2. ถือว่านักศึกษาในกลุ่มทดลอง มีความจริงใจในการที่จะใช้ความสามารถของคนเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม
3. ถือว่าอาจารย์ที่สอนนักศึกษาในกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการสอนพอๆ กับอาจารย์ในระดับเดียวกันทุกๆ ไป
4. ถือว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ ถูกต้องตามลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมที่ดี ตามหลักวิชาการและมีความสมบูรณ์ในเนื้อหาวิชาตามแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2510 หน่วยศึกษานิตเทศก์ กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ

### คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนแบบโปรแกรม คือ โปรแกรมวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อการทดลองครั้งนี้เท่านั้น
2. นักศึกษาคือ ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ปีที่ 1 ภาคปกติ วิทยาลัยครูอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2518 โดยแบ่งเป็น
  - ก. กลุ่มทดลอง เป็นนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมจำนวน 30 คน
  - ข. กลุ่มควบคุม เป็นนักศึกษาที่เรียนจากการสอนปกติจำนวน 30 คน

3. อาจารย์หมายถึง ผู้ซึ่งดำเนินการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมี ชั่วโมงสอนเท่าๆ กัน
  4. การสอนโดยวิธีแบบโปรแกรมคือ การที่ผู้วิจัยให้นักศึกษาในกลุ่มทดลอง เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม
  5. การสอนปกติคือ การที่ผู้วิจัยให้นักศึกษาในกลุ่มควบคุมเรียน โดยไม่ใช้บทเรียน แบบโปรแกรม ซึ่งโดยปกติจะใช้แบบบรรยายและอภิปราย ส่วนอุปกรณ์ใช้ตามความเหมาะสม
  6. คะแนนความรู้พื้นฐานหมายถึง คะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลอง
  7. คะแนนผลสัมฤทธิ์หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบทันที หลังจากการทดลอง สอนจบเนื้อหาแล้ว
  8. ทักษะทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ลักษณะดังต่อไปนี้
    - 8.1 อยากู้อากเห็นในสิ่งแวดล้อม
    - 8.2 เชื่อว่าผลต่างๆ เกิดขึ้นได้ก็เพราะมีเหตุ
    - 8.3 เป็นคนที่ยอมรับความจริงใหม่ๆ
    - 8.4 ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
    - 8.5 ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล
    - 8.6 พร้อมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
    - 8.7 พร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
    - 8.8 ยอมรับนับถือความถูกต้องของผู้อื่น
    - 8.9 เป็นผู้ซื่อตรง อคทน ยุติธรรม ละเอียละเอียด
- (พิทักษ์ รัชพล เลข; 2514:37-38)
9. คะแนนทักษะทางวิทยาศาสตร์หมายถึง คะแนนจากการทดสอบโดยวิธี แบบสอบถามทั้งก่อนและหลังการทดสอบ
  10. คะแนนทักษะที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมหมายถึง คะแนนจากการทดสอบ โดยวิธีแบบสอบถามหลังการ เรียนจบบทเรียนสุดท้าย

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางของบทเรียนสำเร็จรูปซึ่งดัดแปลงมาเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ มีมาแต่สมัยของ Socrate's นักปรัชญาชาวกรีก เพราะมีลักษณะการสอนโดยตั้งเป็นคำถามแล้วพยายามค้นหาคำตอบด้วยตนเอง แต่ก็ยังไม่ได้นำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หลังจากนั้น Comenius ได้พยายามหาทางช่วยนักเรียนให้ได้เรียนมากที่สุดโดยให้ครูสอนน้อยที่สุดต่อมาบทเรียนสำเร็จรูปจึงได้พัฒนามาเป็นลำดับจนกลายมาเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนการสอน

บทเรียนแบบโปรแกรมชิ้นแรกเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการออกเสียงสร้างโดย Halcyon Skinner เมื่อ ค.ศ. 1866 ที่เรียกว่า Spelling Machine ค.ศ. 1873 Jevons ได้ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Logic Machine ใช้สำหรับสอนนักเรียนในวิชาตรรกศาสตร์ (Logic)

ค.ศ. 1915 Ordahl ได้สร้างเครื่องมือที่เรียกว่า Simple Teaching Machine เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สอนนักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ โดยยึดทักษะทางประสาทของเด็ก

อุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ จึงเป็นแนวทางขำมาสู่จุดเริ่มต้นของการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ก่อนปี ค.ศ. 1920 เล็กน้อย ศาสตราจารย์เพรสซี่ (Sydney L. Pressey) ของมหาวิทยาลัยโอไฮโอโอ ได้สร้างขึ้นเป็นแบบง่ายๆ และพยายามปรับปรุงให้ดีขึ้น เขาได้สร้างเครื่องสอนแบบเจาะรูเรียกว่า Punchboard Machine ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมคานหนาเปิดได้ สำหรับวางกระดาษเจาะรูที่ใช้เป็น key ของคำตอบลงไป แขน key จะมีรูตรงกับแผ่นบนเฉพาะที่เป็นเลขที่คำตอบเท่านั้น วิธีใช้การจะตอบคำถามแต่ละข้อโดยใช้คินสอดแทงลงไป ในรูหรือช่องที่มีอยู่ ถ้าแทงลงไป ในช่องของข้อที่ถูก คินสอดที่ใช้จะทะลุต่อไป จนกระทั่งถึงแผ่นกระดาษคำตอบข้างล่าง แต่ถาแทงผิดคินสอดจะไม่ทะลุลงไป นักเรียนจะต้องเลือกคำตอบใหม่

ต่อมา Pressey ได้ดัดแปลงปรับปรุงเครื่องสอนที่นาสนใจเรียกว่า Pressey Multiple Choice Machine ซึ่งเป็นการให้คำถามและคำตอบให้เลือก 3 - 4 คำตอบ คุณสมบัติที่นับว่าดีก็คือ สามารถรวบรวมข้อผิดพลาดไว้ด้วยกัน ข้อเสียของเครื่องช่วยสอนที่กล่าวถึงประเภทนี้ก็คือ เด็กสามารถเดาหรือใช้คินสอจิ้มจนถูก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องช่วยสอนไม่พัฒนาเท่าที่ควร

ค.ศ.1940 Burrhus F. Skinner ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาเชิงทดลอง (Experimental Psychologist) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) ได้ประดิษฐ์เครื่องสอนเป็นแบบ Multiple Choice มีคำตอบให้ 4 คำตอบต่อ 1 คำถาม แบบนี้เขาเรียกว่า Skinner Disc Machine มีลักษณะเป็นจานกลมๆ แล้วแบ่งวงกลมออกเป็นส่วนๆ บรรจุทั้งเนื้อหา คำถามและคำตอบเอาไว้ ทั้งนี้ Skinner ได้ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ S - R Theory (Stimulus-Response) ทฤษฎีนี้กล่าวว่า สภาพการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า เครื่องช่วยสอนนี้จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมภายในตัวผู้เรียน

ค.ศ.1955 Norman A. Crowder ได้พิจารณาเห็นว่าวิธีการแบบ Pressey เปิดโอกาสให้นักเรียนเดาได้ เขาจึงได้ออกแบบการเขียนบทเรียนสำเร็จรูปเสียใหม่ เป็นแบบ Branching Program ซึ่งถ้านักเรียนตอบผิด ก็จะมีคำตอบว่าทำไมจึงผิด แล้วกลับไปศึกษาเสียใหม่

ค.ศ.1959 Homme and Glasser ได้จัดทำโปรแกรมของเครื่องช่วยสอนมาทำเป็นรูปเล่มของหนังสือเรียก Programmed Books เป็นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยพิตเบอร์ก

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1959 เป็นต้นมานักการศึกษาสนใจการใช้ Programmed Instruction ในการเรียนการสอนมากขึ้นและได้มีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องกันอย่างกว้างขวาง (เคื่อนใจ ทองสาริต, 2515:16-19) เช่น

- Centre for Programmed Instruction ของมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย
- National Society for Programmed Instruction ที่มหาวิทยาลัย Trinity
- Association for Programmed Learning ในลอนดอน

- National Center for Programmed Learning ที่มหาวิทยาลัย  
เบอร์มิงแฮม (Leath, 1966:35) ทำให้แบบเรียนโปรแกรมแพร่หลายไปทั่วโลก

### ลักษณะของการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

ฟราย (Fry, 1963:2) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาแตกออกเป็นหน่วยย่อยเล็กๆ เรียกว่า กรอบ (frame) ซึ่งกรอบเหล่านี้มีขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่หนึ่งประโยคจนถึงตอน (paragraph)
2. ภายในกรอบแต่ละกรอบจะต้องให้นักเรียนมีการตอบสนอง เช่น ตอบคำถามหรือเพิ่มเติมข้อความในช่องว่าง ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่นักเรียนทำและให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา
3. นักเรียนได้รับการเสริมแรงและได้ข้อมูลย้อนกลับตอบกลับในทันที (Immediate Feedback Reinforcement) คือ จะให้ทราบค่าตอบที่ถูกต้องทันที ซึ่งถ้าเขาตอบถูกก็จะได้รับรางวัลการเสริมแรง ถ้าตอบผิดก็จะได้แก้ไขความเข้าใจผิดทันที
4. ผู้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมจะต้องรอบคอบเกี่ยวกับการจัดลำดับการเรียนรู้ ทำให้เด็กจดจำได้ง่ายขึ้น โดยการแตกย่อยเนื้อหาออกเป็นหน่วยเล็กๆ และมีการเรียงลำดับหน่วยเหล่านั้นให้ต่อเนื่องกันไป
5. บทเรียนแบบโปรแกรมยี่คนักเรียนเป็นศูนย์กลางคือ ก่อนที่จะใช้จริงต้องนำไปทดลองกับนักเรียนจำนวนหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงส่วนที่บกพร่องและเป็นปัญหา จนเชื่อแน่ว่าจะใช้สอนนักเรียนได้ผลสมความมุ่งหมาย
6. โดยปกตินักเรียนมีอิสระที่จะเรียนไปตามอัตราเร็วในการเรียนของตัวเองโดยไม่ขึ้นกับคนอื่น

### การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

เดย์ (Day, 1959:591) ได้ทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมแบบสาขา

ในเรื่องทฤษฎีจลน์ของก๊าซ ณ มหาวิทยาลัยโอไฮโอ โควแบ่งเนื้อหาออกเป็นสองกลุ่มๆ ละครึ่งห้องเรียน กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กลุ่มหลังเป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยแบบปกติ เมื่อสอนถึงกลางเทอมแล้วจึงทดสอบ ปรากฏว่าพวกที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมได้คะแนนสูงกว่าใช้การสอนปกติ 20 เปอร์เซ็นต์

ฟรานซิส(Francis,1967:3338-A) ได้ทดลองศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชาเรื่อง กฎของโอห์มและกำลังไฟฟ้าของวงจรกระแสตรง( Ohm's Law and Power DC.Circuit สำหรับระดับมหาวิทยาลัย โดยทดลองกับนักเรียนที่ Maler-vill State College โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยายประกอบการสาธิตเรียนกลุ่มละ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เมื่อสอนจบแล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำมาเปรียบเทียบกันพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เคทชัม(Ketchum,1972:2195-A) ได้ทดลองศึกษาเปรียบเทียบวิชา Introductory Physical Science ของนักเรียนในเกรด 9 จำนวน 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบ California Test of Mental Maturity แบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองมีจำนวน 20 คน สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมและภาคปฏิบัติสัปดาห์ละ  $4\frac{1}{2}$  ชั่วโมง กลุ่มควบคุมมีจำนวน 20 คน สอนโดยใช้ภาคปฏิบัติอย่างเดียว เมื่อสอนจบทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ ปรากฏว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ดัทตัน(Dutton,1973:24-2382A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนปกติกับการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในวิชา แสง เสียงและความร้อน ใช้กลุ่มนักเรียนในเกรด 4 จำนวน 111 คน ของโรงเรียนรัฐเวอร์จิเนีย จัดแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีสอนปกติ เมื่อสอนไปแล้ว 5 สัปดาห์แล้วทดสอบ สรุปผลได้ว่า

1. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. ครูและนักเรียนรู้สึกพอใจที่จะใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมาก
3. นักเรียนที่เรียนได้ช้าหรือเร็ว ต้องการความช่วยเหลือจากครูน้อยลง

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนั้น จะขอความช่วยเหลือจากครูน้อยลง
5. การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมช่วยสร้างสัมพันธภาพทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนแบบปกติ

ริชาร์ด โทมัส ลอง (Thomas, 1974: 1963-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบในการเรียนวิชาการถาวรของพลังงาน (Conservation of Energy) การไหลของของไหล (Fluid-Flow) และสถิตศาสตร์ (Statics) ในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จำนวน 93 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนโดยแบบบรรยายที่มีคู่มือการบรรยายประกอบ นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม ได้คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ต่ำและสูงคละกัน

กลุ่มทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่เรียกว่า Guided Engineering - Design โดย C.E. Wales, R.A. Stager and T.R. Long

กลุ่มควบคุมใช้คู่มือบรรยายแบบมาตรฐาน (Lecture Standard)

ทั้ง 2 กลุ่ม สอนในเนื้อหาเดียวกัน เมื่อสอนจบมีการทดสอบพบว่า

- กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านความรู้ทางสถิตศาสตร์
- นักศึกษากลุ่มทดลองที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ต่ำ มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนในการทดสอบมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในประเทศไทย

ตำราหรือบทความที่ผู้เขียนต่างๆ ได้เขียนไว้เกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีผู้เขียนหลายท่านอาทิเช่น สมพงษ์ ศิริเจริญและคณะ, (2506) Programmed Text Book พีชคณิต ม.ศ.1 (กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ; 2510) สมควร อภัยพันธ์ (บุญเกสกี, 2512) วิจิตร ศรีสะอ้าน (วิจิตร ศรีสะอ้าน, 2512) แบบเรียนโปรแกรมเรื่อง ทฤษฎีเซตและการตั้งจุดมุ่งหมายในการสอน (เป็รื่อง กุมุท, 2513) ชง รุญเจริญ (ชง

รูดิเจอร์ริญและคณะ, 2514)

สำหรับงานค้นคว้าวิจัยและการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีดังนี้

อุดม มุ่งเกษม(อุดม มุ่งเกษม, 2513:47) ได้ทดลองสอนภาษาอังกฤษโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ภายในหัวข้อปริญาณิพนธ์ว่า "การทดลองใช้เครื่องสอนประกอบการสอนวิชาภาษาอังกฤษ ระดับประถมศึกษาปีที่ 7" โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับกลุ่มควบคุมใช้สอนแบบปกติ ผลปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการเรียนรู้ภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกัน แต่จากการศึกษาพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและบางคนใช้เวลาน้อยกว่าปกติ

ปรีชา คุณวัลลี(ปรีชา คุณวัลลี, 2515:25) ได้ทดลองศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติของครู แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ปรากฏผลว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์และความทรงจำไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ทราบว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้จากบทเรียนโปรแกรมได้ก็เท่าๆ กับการเรียนรู้จากการสอนปกติของครู

วรรณ เจียมทะวงษ์(วรรณ เจียมทะวงษ์, 2515:40) ได้ทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมวิชา เลขคณิต สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เปรียบเทียบกับการสอนปกติ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาวิชาเดียวกัน เมื่อสอนจบนำผลสัมฤทธิ์มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยพบว่า เมื่อสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมจะทำให้ผู้เรียนมีเวลาว่างทำกิจกรรมอื่นและง่ายต่อการคุมชั้น

ปรีดา เพชรมีศรี(ปรีดา เพชรมีศรี, 2518:29) ได้ทดลองศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีแนวโน้ม

ลดลง ทว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม มีผลต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าเราไม่อาจจะยืนยันจนเป็นข้อยุติได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติก็ตาม แต่อย่างน้อยวงการศึกษาน่าจะนำเอาวิธีการของบทเรียนแบบโปรแกรมมาใช้ในการให้การศึกษาของไทยเราบ้าง ทั้งนี้สิ่งที่เราจะขาดเสียมิได้ก็คือ การวิจัยเพื่อจะได้เป็นแนวทางวิเคราะห์ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนี้นี้มีความเหมาะสมกับเด็กไทยเราหรือไม่ นอกจากนี้ยังอาจจะช่วยแก้ปัญหาในค่านครุผู้สอน สถานศึกษา อีกประการหนึ่งก็คือ ช่วยให้เกิดรู้จักรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ รู้จักแสวงหาความรู้ควยตนเอง ช่วยลดช่องว่างระหว่างความสามารถ ความแตกต่างระหว่างบุคคลและที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ช่วยประหยัดเวลาของผู้เรียนและผู้สอนได้เป็นอย่างดี

วิธีดำเนินการ

1. การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) มาทำเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมสำหรับการทดลอง เพราะนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อน

เมื่อเลือกวิชาได้แล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดจากหนังสือแบบเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 1 ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลายของกระทรวงศึกษาธิการ (ศึกษาธิการ, กระทรวง, 2507) สอบแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสและไฟฟ้าสถิต (ประสิทธิ์ ภูสุกิลป, 2515) แม่เหล็กไฟฟ้า-บรรยาย (สังเวียน วงศ์สุวรรณและศรีศิลป์ สุขานุศาสน์, 2509) แม่เหล็กไฟฟ้ากระแสประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย (บุญพุกษ์ จาฎามาระ, คร.2511) ปฏิบัติการฟิสิกส์ (หน่วยศึกษานิเทศก์, กรมการฝึกหัดครู, กระทรวงศึกษาธิการ, 2512:133-151) แบบเรียนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ ปฏิบัติการวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ศึกษาธิการ, กระทรวง 2515) Theory and Problems of College Physics (Chaum, 1961:136-168) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) โดยตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective) จุดมุ่งหมายเฉพาะ (Specific Objective) และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Specific Objective in Term of Learner's Behavior) เสร็จแล้วจึงทำ Test Items

จากนั้นจึงเริ่มเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม โดยยืมวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมที่ดีของสกินเนอร์ ฮอลแลนด์ ดังนี้

1. ต้องมีการเสริมแรง (reinforcement) ทันทีที่เรียน ตอบสนองทุกครั้ง
2. การเรียนเป็นแบบใหญ่เรียนก่อนสนองออกมาอย่างชัดเจน (over response)
3. ใหญ่เรียนมีโอกาสตอบถูกมากที่สุด เพราะการตอบผิดจะทำให้ผู้เรียนเมื่อและขาดความเชื่อมั่นในตนเอง
4. เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็นหน่วยเล็กๆ เรียงตามลำดับขั้น ผู้เรียนจะเรียนต่อกันไปเรื่อยๆ ทีละขั้น

5. ค่อยๆ ขจัดคำต่างๆ ที่ช่วยย้ให้เกาคำตอบได้ให้หมดไป เพราะเมื่อผู้เรียนเดาคำได้จะไม่เกิดการ เรียนรู้อย่างแท้จริง
  6. ความคุมตัวแปรต่างๆ ให้คงที่ เว้นแต่ตัวที่เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนองเท่านั้น
  7. พยายามให้ผู้เรียนเห็นความแตกต่างของ เนื้อหาวิชาอย่างชัดเจน
  8. ผู้เรียนต้อง เขียนคำตอบของตัวเองลงในบทเรียน
- นอกจากนี้ผู้วิจัยศึกษาจาก "บทเรียนสำเร็จรูป" (เคื่อนใจ ทองสำริต, 2515) และการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป( เบื้อง กุ่มุท, คร. 2516) ก่อนทดลองสอนจริง ผู้วิจัยได้ทดลองสอนกับนักศึกษาวิชาโทวิทยาศาสตร์ตามวิทยาลัยครูต่างๆ ดังนี้

### การทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ทดลองกับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 1 ซึ่งไม่เคยเรียนในเรื่องนี้มาก่อน แล้วนำมาปรับปรุงเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one testing) ใช้นักศึกษาวิทยาลัยครูสวนสุนันทา 1 คน ให้ทดลองเรียนแต่ละตอน ซึ่งผู้วิจัยได้ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด โดยให้นักศึกษาทำจากบทเรียนแบบโปรแกรมแผนละ 1 กรอบ มีคำตอบอยู่ตอนหลัง ให้นักศึกษาอ่านหน้าแรกในใจ แล้วให้บอกคำตอบออกมาดังๆ จากนั้นผู้วิจัยเฉลยคำตอบแล้วส่งกรอบถัดไปให้นักศึกษาอีกพร้อมทั้งบันทึกผลคำตอบของนักศึกษาไว้ ถ้าตอบผิดหรือตอบไม่ได้ผู้วิจัยจะได้อธิบายให้เข้าใจต่อไป ซึ่งก็ทำให้ทราบข้อบกพร่องของบทเรียนและพิจารณาแก้ไขต่อไป

2. การทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก (small group testing) ปรับปรุงจากข้อ.1 แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลัยจำนวน 8 คน ก่อนมีการทดลองจะมีการทดสอบครั้งแรก (pre-test) เพื่อพิจารณาคุณภาพพื้นฐานของวิชาก่อนเริ่มเรียนและทดสอบหลังเรียนจบบทเรียน (post-test) โดยผู้วิจัยให้นักศึกษาทำเครื่องหมายเอาไว้ว่า ข้อใดยาก ข้อใดมีข้อบกพร่องอย่างไร ทั้งนี้เพื่อผู้วิจัยจะได้พิจารณาปรับปรุง

แก้ไขต่อไป

3. การทดสอบภาคสนาม (field testing) จัดพิมพ์บทเรียนแบบโปรแกรมที่ปรับปรุงจากข้อ.2 ขึ้นใหม่ แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูมหาสารคามมีจำนวน 50 คน โดยมีการอธิบายวิธีการเรียนก่อนทดลองก็มีการทดสอบก่อนและหลังการเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ตามมาตรฐาน 90/90 ของบทเรียนแบบโปรแกรม

90 ตัวแรกคือ ร้อยละของคะแนนของนักศึกษาโดยเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบหลังจากการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

90 ตัวหลังคือ ร้อยละของจำนวนคำตอบในบทเรียนที่นักศึกษาทั้งหมดตอบถูก

4. นำไปทดลองใช้จริง เมื่อได้มาตรฐาน 90/90 ตามข้อ.3 แล้วทำการทดลองกับกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน

## 2. การสร้างแบบทดสอบ

### 2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1

(วท.พท.4) โดยยึด Test Items เป็นหลักและยังยึดเนื้อหาจากหนังสือแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2510 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาจากหนังสือเทคนิคการวัดผล (ชวาล แพทย์กุล, คร. 2516:110-273) จากหนังสือคู่มือการวัดผลสำหรับครู (ชาติ ถาศักดิ์และวรรณวิภา ทองงอก, 2517) จากหนังสือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของวิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2515:20-73) แล้วจึงลงมือสร้างข้อทดสอบ 120 ข้อ ชนิด 5 ตัวเลือก นำไปทดสอบกับนักศึกษาวิชาโทวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูมหาสารคามจำนวน 117 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามเทคนิค 27% เป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ หาค่า  $P_H$  และ  $P_L$  เปิดตารางสำเร็จของจุง เทห์ฟาน (Chung-Teh Fan, 1952:6-32) ทั้งนี้เพื่อหาความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของข้อสอบทุกข้อ โดยถือค่า  $p$  ระหว่าง .20-.80 และค่า  $r$

ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

ค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบ กำหนดโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ค่าความเชื่อมั่น .870 แบบทดสอบนี้ใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนการ เรียนรู้ (pre-test) และหลังการ เรียนรู้ (post-test) และเลือกเอาข้อสอบที่ดีไปใช้ 100 ข้อ

## 2.2 แบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้ติดต่อ อาจารย์สว่าง ภูพัฒน์วิบูลย์ เพื่ออนุญาต นำแบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่หาได้ในปริณิธานพิมพ์ เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปีการศึกษา 2516 ซึ่งนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวน 18 ข้อ แต่ละข้อ มี 5 ข้อเลือก ถ้านักศึกษาตอบข้อ.ก ได้ 5 คะแนน ข้อ.ข ได้ 4 คะแนน ข้อ.ค ได้ 3 คะแนน ข้อ.ง ได้ 2 คะแนน และข้อ.จ ได้ 1 คะแนน

## 2.3 แบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรม

ในการศึกษาทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นของนักศึกษากลุ่มทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้น เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ 23 ข้อ เป็นแบบสอบถามชนิดเห็นควยหรือไม่เห็นควย

## 3. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ได้แก่นักศึกษาวิชาโทวิทยาศาสตร์ ประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2518 ของวิทยาลัยครูอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 60 คน ซึ่งเลือกมาอย่างสุ่ม (Random Sampling)

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คนนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหา คะแนนความรู้พื้นฐานเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้กลุ่มละ 30 คน ซึ่งจำแนกตามเพศ มีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ

กลุ่มตัวอย่าง	ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มทดลอง	16	14	30
กลุ่มควบคุม	18	12	30

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน เป็นชาย 34 คน หญิง 26 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน เป็นชาย 16 คน หญิง 14 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เป็นชาย 18 คน หญิง 12 คน

ก่อนทำการสอนผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อดูความแตกต่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
กลุ่มทดลอง	30	51.267	112.340	0.6483	>.01
กลุ่มควบคุม	30	51.230	115.230		

$$df = 29$$

$$t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนพื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าก่อนการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะศึกษาเท่าๆ กัน

และก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามเพื่อวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
กลุ่มทดลอง	30	60.300	68.010	0.136	> .01
กลุ่มควบคุม	30	60.200	75.062		

$$df = 29 \quad t = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรูไม่แตกต่างกัน

#### 4. การดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน ออกเป็น 2 กลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีความ

สามารถเฉลี่ยเท่าๆ กัน (Equated Grouping)

2. นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม จะเรียนแบบใดเลือกโดยใช้การจับฉลาก
3. ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบและแบบสอบถามเพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียนก่อนการเริ่มเรียน
4. กำหนดการสอนแก่กลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาของการสอนเท่ากันคือ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมกลุ่มละ 25 ชั่วโมง ในเนื้อหาวิชาและขอบเขตเดียวกัน ทำแบบฝึกหัดเหมือนกันแต่วิธีการสอนต่างกันดังนี้

4.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมโดยดำเนินการดังนี้

- 4.1.1 อธิบายการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมโดยใช้ "คำแนะนำการเรียนควยบทเรียนแบบโปรแกรม"
- 4.1.2 เมื่อนักศึกษาเข้าใจการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมแล้วก็ให้นักศึกษาเริ่มเรียนเนื้อหาวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) จากแบบเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.1.3 ผู้วิจัยควบคุมชั้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ความช่วยเหลือแก่นักศึกษาเมื่อมีปัญหา เป็นรายบุคคล

4.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยวิธีบรรยาย สาธิตและอภิปรายประกอบทัศนอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

5. ในการสอนผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง สำหรับกลุ่มควบคุมให้อาจารย์ประจำวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4)ดำเนินการสอนเอง

## 5. การทดสอบ

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยทดสอบดังนี้

1. ทดสอบก่อนการทดลอง (pre-test) เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเริ่มเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มและทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. ทดสอบในชั่วโมงถัดไป หลังจากที่ได้เรียนรู้เนื้อหาครบทั้งหมดแล้ว (post-test)

เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม

3. นำแบบสอบถามทัศนคติที่มีคำตอบเรียนแบบโปรแกรม สอบถามนักศึกษากลุ่มทดลองหลังจากเรียนรู้นครบ 25 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อศึกษาทัศนคติของนักศึกษากลุ่มทดลองที่มีคำตอบเรียนแบบโปรแกรม

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลที่ไดจากการทดลอง ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่างๆ ดังนี้

1. รายเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนจำนวนจากสูตร

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

$\bar{X}$  = รายเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$  = ผลรวมของคะแนน

$N$  = จำนวนนักศึกษาในกลุ่ม

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Diviation) คำนวณจากสูตร

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

$s$  = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$  = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$  = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$N$  = จำนวนนักศึกษาในกลุ่ม

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน คำนวณจากสูตร

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

$\Sigma D$  = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ  
 ทดสอบทั้งสองครั้งที่น่ามา เปรียบเทียบกันเป็น  
 รายบุคคล

$\Sigma D^2$  = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ  
 ทดสอบทั้งสองครั้งที่น่ามา เปรียบเทียบกันเป็นราย  
 บุคคลแต่ละตัวยกกำลังสอง

$N$  = จำนวนนักศึกษาในกลุ่ม

4. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{nS^2 - \bar{X}(n - \bar{X})}{(n - 1)S^2}$$

$r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  = จำนวนข้อของคำถาม

$\bar{X}$  = รายเฉลี่ยของคะแนน

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบ

5. คะแนนทัศนคติที่มีต่อทฤษฎีแบบโปรแกรมใช้ Chi-Square คำนวณจากสูตร

$$\chi^2 = \frac{(a - b)^2}{a + b}$$

$\chi^2$  = ค่า Chi-Square

$a$  = ความดีที่ตอบในทางสนับสนุน (positive)

$b$  = ความดีที่ตอบในทางลบ (negative)

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษาค้นคว้า

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ดังนี้

- $N$  = จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง  
 $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนน  
 $S$  = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน  
 $t$  = ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ  
 $P$  = ระดับความเชื่อมั่น

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลองมีดังนี้

1. คะแนนบทเรียนแบบโปรแกรมตามมาตรฐาน 90/90
2. เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกและคะแนนการทดสอบครั้งหลังของกลุ่มเดียวกัน
4. เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งหลังระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. การหาทัศนคติของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
6. การหาทัศนคติของนักศึกษากลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรม

### คะแนนบทเรียนแบบโปรแกรมตามมาตรฐาน 90/90

ก่อนที่จะมีการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามมาตรฐาน 90/90 ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง ใ้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

นักศึกษาทำแบบทดสอบไครยละเอียด 90.26 (เลขตัวนี้แสดงว่าบทเรียนนี้มีสัมฤทธิ์ผลตามความหมายของ 90 ตัวแรก)

จำนวนคำตอบทั้งหมดคิ่ในบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งนักศึกษาทำถูกต้องได้ร้อยละ 92.00 (ตัวเลขนี้แสดงว่า บทเรียนนี้มีสัมฤทธิ์ผลตามความหมายของ 90 ตัวหลัง)

จึงสรุปได้ว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ตามหลักเกณฑ์ 90/90

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลองผู้วิจัยได้ทดสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่จำทำการทดลองและวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมว่าแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ปรากฏตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
กลุ่มทดลอง	30	51.267	112.340	0.6483	> .01
กลุ่มควบคุม	30	51.667	115.230		

$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนพื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใ้ของการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.ฟท.4) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ แสดงว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะศึกษา  
เท่าๆ กัน

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและ  
กลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
กลุ่มทดลอง	30	60.300	68.010	0.136	> .01
กลุ่มควบคุม	30	60.200	75.062		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของ  
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู้ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม  
ก่อนการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งแรกกับคะแนนทดสอบครั้งหลังของกลุ่มเดียวกัน

เมื่อกลุ่มตัวอย่างทั้งสองได้เรียนเนื้อหาวิชาที่ทำการศึกษาทดลองจบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำ  
การทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มและเพื่อวัดทัศนคติทาง  
วิทยาศาสตร์ภายหลังการเรียนรู้ของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับ  
คะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งแรก ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ  
ครั้งแรกของทั้งสองกลุ่ม และกลุ่มควบคุม แสดงไว้ในตารางที่ 6, 7, 8 และ 9

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน  
ของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
ความรู้พื้นฐาน	30	51.267	119.407	13.282	< .01
ผลสัมฤทธิ์	30	72.267	144.892		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มทดลองมีความสามารถเรียนรู้ได้จากการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน  
ของนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
ความรู้พื้นฐาน	30	51.667	105.747	4.412	< .01
ผลสัมฤทธิ์	30	53.467	149.982		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่า รายเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01 แสดงว่า นักศึกษาในกลุ่มควบคุมสามารถเรียนรู้ได้จากการเรียนจากวีดิทัศน์ปกติ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ในกลุ่มทดลองระหว่างการสอบถามครั้งแรกกับครั้งหลัง

คะแนน	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
สอบถามครั้งแรก	30	60.300	68.114	1.997	↳ .01
สอบถามครั้งหลัง	30	62.700	45.045		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังการเรียนรู้นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบคะแนนสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ในกลุ่มควบคุมระหว่างการสอบถามครั้งแรกกับครั้งหลัง

คะแนน	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
สอบถามครั้งแรก	30	60.200	75.062	1.010	>.01
สอบถามครั้งหลัง	30	62.233	104.978		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากเรียนจากวิธีสอนปกติ

#### การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบครั้งหลังระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อกลุ่มตัวอย่างทั้งสองได้เรียนเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองจบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มและวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความแตกต่างของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 10 และ 11

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
กลุ่มทดลอง	30	72.267	137.995	12.180	<.01
กลุ่มควบคุม	30	63.633	188.964		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01 แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มทดลองที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่านักศึกษาที่เรียนจากวิธีสอนปกติ

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนรู้อยู่

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$S^2$	t	P
กลุ่มทดลอง	30	62.700	45.045	0.683	>.01
กลุ่มควบคุม	30	62.233	104.978		

$$df = 29 \quad t_{.01} = \pm 2.756$$

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าหลังการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

#### การทำทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมของกลุ่มทดลอง

เมื่อนักศึกษากลุ่มทดลองเรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจบแล้ว จึงได้ใช้แบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อความนักศึกษามีทัศนคติเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการเรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรม ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

นำมาหาความถี่ของจำนวนนักศึกษาแล้วทดสอบด้วย Chi-Square ( $\chi^2$ ) ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความถี่ของจำนวนนักศึกษาที่มีทัศนคติเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยต่อการเรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมและค่า

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	$\chi^2$
		ความถี่	ความถี่	
1. เมื่อเรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมแทนการเรียนปกติ ทราสึกเพลิดเพลิน		30	—	30.00
2. บทเรียนแบบโปรแกรมมีค่าควรจัดให้แพร่หลาย		30	—	30.00
3* บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่ทำให้ยากที่จะศึกษาให้เข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้		6	24	10.80
4. บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นอุปกรณ์การเรียนที่ท่านชอบมาก		25	5	13.33
5. ท่านสนใจที่จะเรียนโดยวิธีที่ใช่บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นหลักอีกต่อไป		27	3	19.20

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	$\chi^2$
		ความถี่	ความถี่	
6. บทเรียนแบบโปรแกรมให้ความรู้แทนอย่างแจ่มแจ้ง		25	5	13.33
7. บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่น่าเบื่อหน่าย		3	27	19.20
8. การเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมทำให้ได้ความรู้ดี		29	1	26.13
9. การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมไม่ช่วยแก้ปัญหในเรื่องการเรียนไม่ทันเพื่อนร่วมชั้นได้เลย		4	26	16.13
10. ท่านมักจะรู้สึกเบื่อและง่วงนอนเมื่อเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม		7	23	7.50
11. ท่านรู้สึกว่าการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมช่วยในการฝึกเกี่ยวกับความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ		28	2	22.53
12. ขณะเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมท่านรู้สึกเป็นตัวของตัวเองมากที่สุด		30	—	30.00

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	$\chi^2$
		ความถี่	ความถี่	
13.* บทเรียนแบบโปรแกรมไม่น่าจะนำมาเป็นแบบเรียนอีกต่อไป		1	29	26.13
14.* การเรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมทำให้ไ้ผลไม่คุ้มค่ากับการสิ้นเปลืองเวลา		4	26	16.13
15. ท่านเรียนโดยวิธีเรียนที่วิธีบทเรียนแบบโปรแกรมด้วยความมั่นใจ		24	6	10.80
16. บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเครื่องมือที่ทันสมัย น่าใช้		23	7	8.53
17. ท่านสนใจที่จะใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในวิชาอื่นๆ อีก		23	7	8.53
18. ท่านชอบใช้เวลาว่างนอกห้องเรียนศึกษาหาความรู้หรือทบทวนความรู้จากบทเรียนแบบโปรแกรม		26	4	16.13
19. การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมทำให้วิชาฟิสิกส์น่าเรียนมากขึ้น		28	2	22.53

ข้อความ	ความรู้สึก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	$\chi^2$
		ความถี่	ความถี่	
20. บทเรียนแบบโปรแกรมช่วยให้ท่านเข้าใจเนื้อหาวิชาดีขึ้น		26	4	16.13
21*. บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่ทำให้ยุ่งยากเกินความจำเป็นไม่ควรนำมาใช้		5	25	13.33
22. บทเรียนแบบโปรแกรมช่วยให้ท่านเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต้องรีบเร่ง		27	3	19.20
23*. ไม่สมควรที่จะใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมาใช้ในวิชาใดๆ ทั้งสิ้น		3	27	19.20

ในแต่ละคำถามมี  $df = 1$   $\chi^2_{.01} = 6.635$

\* เป็นข้อความในทางลบ (negative) เมื่อนักศึกษาตอบไม่เห็นด้วยหมายความว่า นักศึกษามีทัศนคติที่เห็นด้วยกับการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

จากตารางที่ 12 จะเห็นว่าค่า  $\chi^2$  ในแต่ละข้อความตั้งแต่ข้อ.1 ถึง ข้อ.23 นั้นมีค่า  $\chi^2$  เป็น 30 และค่า  $\chi^2$  ต่ำสุดเป็น 7.50 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าค่า  $\chi^2$  ที่ระดับความเชื่อมั่น .01  $df=1$  ( $\chi = 6.635$  เมื่อ  $df = 1$ ) แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อบทเรียนแบบโปรแกรมและการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษา เปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ มีลำดับขั้นและผลการศึกษาค้นคว้าดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) สำหรับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 1
2. เพื่อศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ของนักศึกษาโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู
3. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติของครู
4. เพื่อศึกษาทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้
2. ผลการทดลองวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้
3. นักศึกษากลุ่มทดลองจะมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นในการทดลองครั้งนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสร้างเครื่องมือ

1.1 ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ เมื่อศึกษาหลักและวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม ตลอดจนศึกษาเนื้อหาที่จะทำการทดลอง แล้วทำ Task Analysis โดยดำเนินการดังนี้

1.1.1 เนื้อหาวิชาที่เป็นสังกัป (Concept) ใหญ่ๆ แบ่งออกเป็นสังกัปย่อยๆ เรียงตามลำดับชั้นที่จะให้นักศึกษาทราบน

1.1.2 ตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมสำหรับเนื้อหา นั้น

1.1.3 สร้างกรอบ (frame) ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

1.1.4 สร้างข้อทดสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และกรอบ

1.1.5 แกไขข้อบกพร่องต่างๆ ของบทเรียนแล้วจึงนำไปใช้

บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นครั้งนี้ เป็นเทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบตรง มีการทดลองใช้เพื่อปรับปรุงในชั้น "ทดสอบแบบหนึ่งข้อหนึ่ง" "การทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก" และ "การทดสอบภาคสนาม" จากนั้นมาวิเคราะห์ตามมาตรฐาน 90/90 ได้บทเรียนแบบโปรแกรม มีมาตรฐาน 90.26/92.00 มีการปรับปรุงอีกเล็กน้อยแล้วจึงนำไปทดลองจะมีกรอบทั้งสิ้น 950 กรอบ ซึ่งเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่นำไปทดลองลองเปรียบเทียบกับการสอนปกติ

## 1.2 การสร้างแบบทดสอบ

1.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหาและตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีจำนวน 120 ข้อ นำไปทดลองแล้ววิเคราะห์เอาข้อที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20—80 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบไว้ใช้ 100 ข้อ นำข้อทดสอบนี้ใช้กับนักศึกษาที่เรียนในเนื้อหาเดียวกัน นำผลที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น .870

1.2.2 แบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาคือขอ อนุญาตใช้แบบสอบถามของอาจารย์สว่าง ภูพัฒน์วิบูลย์ ที่ได้ทำไว้ในปริญญาโทเสนอต่อ

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ปีการศึกษา 2516 มาใช้ในการทดลองครั้งนี้

1.2.3 แบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้จำนวน 23 ข้อ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มทดลองว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 1 วิทยาลัยครูอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2518 จำนวน 60 คน แบ่งได้เป็น

2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เป็นชาย 16 คน หญิง 14 คน เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เป็นชาย 18 คน หญิง 12 คน เรียนจากการสอนปกติของครู

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้ทดสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน (pre-test) ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และใช้แบบสอบถามวัดทัศนคติทั้งสองกลุ่มเช่นกัน จากนั้นดำเนินการสอนเพื่อเปรียบเทียบผลเมื่อสอนจบได้ทดสอบหาคะแนนผลสัมฤทธิ์และคะแนนจากการสอบถามทัศนคติ (post-test) ในชั่วโมงถัดไป โดยใช้ข้อทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบครั้งแรก นอกจากนี้ให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบครั้งแรกกับครั้งหลังของคะแนนผลสัมฤทธิ์และคะแนนทัศนคติทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test

4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบครั้งแรกกับครั้งหลังของคะแนนผลสัมฤทธิ์และคะแนนทัศนคติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test

4.3 หาทัศนคติต่างๆ ที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรม โดยใช้ Chi-Square

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมและนักศึกษาที่เรียนจากการสอนตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) สูงกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01
2. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 (วท.พท.4) ของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมสูงกว่านักศึกษที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01
3. นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติในทางวิทยาศาสตร์ในทางสูงขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักศึกษาที่เรียนจากการสอนตามปกติมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติในทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ก่อนการทดลอง รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหลังจากการทดลอง รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรม มีทัศนคติในทางสนับสนุนต่อบทเรียนแบบโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับปีที่ 1 โดยวิธีบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ไม่ว่าจะอาจารย์จะให้ให้นักศึกษาเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมหรือเรียนจากการสอนปกติก็ย่อมจะทำให้ให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนกัน ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า นักศึกษาไม่จำเป็นต้องเรียนจากครูโดยตรงแต่เพียงอย่างเดียว นักศึกษาอาจจะเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมได้ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักศึกษามีความซื่อสัตย์ รู้จักช่วยเหลือตนเอง ทำงานไปตามความแตกต่างของแต่ละบุคคลและผลการวิจัย

ครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากการสอนตามปกติของอาจารย์ในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยก็พบว่าบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นของใหม่ของนักศึกษาไทย นอกจากนั้นบทเรียนแบบโปรแกรมได้จัดประสบการณ์ซึ่งจัดไว้ตามลำดับจากง่ายไปยากและสามารถนำให้นักศึกษาไปสู่จุดหมายตามขีดความสามารถของผู้เรียนได้ อีกประการหนึ่งยังทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างยิ่ง นั่นคือบทเรียนแบบโปรแกรมสามารถใช้สอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้าได้ เช่นเดียวกับการสอนตามปกติของครู

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีข้อดีดังนี้คือ

1. นักศึกษามีความกระตือรือร้นต่อการเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม สังเกตได้จากขณะเรียนด้วยความตั้งใจ ไม่มีการขาดเรียนตลอดระยะเวลาของการทดลอง นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นความต่อเนื่องที่เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพให้มากยิ่งขึ้นอีกต่อไป
2. ในการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม นักศึกษาจะต้องรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเองและต้องปฏิบัติตามคำสั่งของบทเรียน ซึ่งจะเป็นการฝึกนิสัยให้นักศึกษามีความซื่อสัตย์และรับผิดชอบต่อตนเองไปในตัว
3. ในการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เป็นไปตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน เมื่อมีปัญหาที่สามารถที่จะขอความช่วยเหลือจากอาจารย์ได้ นักศึกษาบางคนใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่าปกติ ก็จะมีโอกาสทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้วเพิ่มขึ้นอีก
4. ง่ายในการคุมชั้น เพราะต่างคนต่างเรียนไม่มีการรบกวนสมาธิคนอื่น
5. ผู้สอนมีเวลาว่างสำหรับทำกิจกรรมอื่นเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการสอน และมีโอกาสช่วยเหลือนักศึกษาที่เรียนช้าได้มากขึ้น โดยที่ไม่ทำให้นักศึกษาที่เรียนเก่งต้องเสียเวลา

จากผลการทดลองนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า บทเรียนแบบโปรแกรมทำให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ ได้ดีกว่าการสอนปกติของอาจารย์ซึ่งจะเป็นการยืนยันว่า บทเรียนแบบโปรแกรมสามารถสอนแทนครูได้โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพ ในทางการ เรียนค่อยลง เท่ากับ เป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้อีกทางหนึ่งด้วย

### ข้อเสนอแนะ

บทเรียนแบบโปรแกรมที่สามารถที่จะใช้สอนให้นักศึกษา เกิดการ เรียนรู้ได้พอๆ กับ การสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน จึงน่าจะนำเอาบทเรียนแบบโปรแกรมมาใช้ในขบวนการ การเรียนการสอนในสาขาวิชาต่างๆ โดยส่งเสริมให้มีการผลิต การใช้ ตลอดจนการวิจัย เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมให้กว้างขวางแพร่หลายยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะทำในรูปที่สอดคล้อง เข้าไปในวิธีสอน อบรมครู อาจารย์ที่เกี่ยวข้องถึง เทคนิควิธีการ การนำเอาใช้และการ ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างน้อยจะเห็นรูปแบบของการ เรียนการสอนที่แตกต่าง ไปจากเดิมได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงใคร่เสนอแนะดังนี้

#### ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรให้มีการศึกษาในเรื่องนี้ แล้วปรับปรุงดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพ ต่างๆ ของเมืองไทย
2. มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยครู ควรมีบทบาทในด้านการส่งเสริมวิจัย การผลิตและการใช้ในเรื่องบทเรียนแบบโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการเรียน การสอนอย่างจริงจัง
3. ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการศึกษาส่วนที่เกี่ยวกับการ เรียนการสอน น่าจะได้มีการพิจารณาเอาบทเรียนแบบโปรแกรมมาใช้ในการ เรียนการสอนด้วย

#### ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรนำบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ ไปทดลองกับนักศึกษากลุ่ม อื่นๆ เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ เพื่อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

2. ควรศึกษาคู่มือการใช้แบบเรียนต่อนักศึกษาที่มีระดับความสามารถต่าง ๆ เพื่อคือนักศึกษาประเภทใดได้รับผลจากการเรียนการสอนแบบนั้นมากที่สุด
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับสื่อทัศนวัสดุอื่น ๆ เช่น ภาพยนต์ สไลด์ फिल्मสตริป ฯลฯ ในวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่าวิธีสอนแบบใดมีผลต่อการเรียนการสอนดีกว่ากัน
4. ควรสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเพื่อใช้ทดลองใหม่เพื่อความสมบูรณ์มากที่สุด ในด้านเนื้อหาวิชา ลักษณะของบทเรียน ซึ่งผู้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมต้องคำนึงให้มากที่สุด
5. การวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ควรจะได้มีการทดสอบความสามารถต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนั้นช่วยให้สามารถเข้าใจ วิเคราะห์หรือสังเคราะห์ได้เพียงใด
6. ควรศึกษาทัศนคติของนักศึกษาที่สอบบทเรียนแบบโปรแกรมและการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนักศึกษากลุ่มอื่น ๆ เพื่อคือน่าจะเป็นไปตามการทดลองครั้งนี้หรือไม่

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ พีชคณิต มถ.1 A Programmed Textbook  
โรงพิมพ์คุรุสภา 2510, 256 หน้า.
- ชวาล แพร์ตกุล เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์วัฒนาพานิช 2508, 452 หน้า.
- เตือนใจ ทองสาริต บทเรียนสำเร็จรูป พิมพ์โรเนียว 2515, 95 หน้า.
- บรรชา รัตนวัย การสร้างและทดลองแบบเรียนโปรแกรมวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 164 หน้า.
- บุญพุกษ์ จากามระ,คร.และคณะ แบบเรียนแม่เหล็กไฟฟ้า-ไฟฟ้าสถิต ประโยกมัธยม  
ศึกษาคอนปลาย พิมพ์ครั้งที่ 5 อักษรเจริญทัศน์ 2509, 280 หน้า.
- บุญพุกษ์ จากามระ,คร. แบบเรียนไฟฟ้ากระแส ประโยกมัธยมศึกษาตอนปลาย  
อักษรเจริญทัศน์ 2511, 245 หน้า.
- ประสิทธิ์ ภูสุศิลป์ สอบแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสและไฟฟ้าสถิต อักษรเจริญทัศน์ 2515,  
498 หน้า.
- ประทีป สยามชัย "บทเรียนสำเร็จรูป" ชุมนุมทางวิชาการ รายงานการประชุมทาง  
วิชาการครั้งที่ 1-5 สิงหาคม 2510 กรมสามัญศึกษา หน้า 221-228  
สหกรณ์ชายสง่า 2510, 306 หน้า.
- ปรีชา คุณวัลลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้  
แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชา  
การศึกษา ประสานมิตร 2515, 140 หน้า.
- เป็รื่อง กุมท,คร. การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป พิมพ์โรเนียว 2515, 131 หน้า.
- พิทักษ์ รัชพลเกษ,คร. นโยบายฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา  
2513, 74 หน้า.

- รัตนา ศิริพานิช,คร. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม สำหรับใช้ในวงการศึกษาไทย  
 กรุงเทพมหานคร พิมพ์ 2518, 80 หน้า.
- ล้วน สายยศและอังคณา ถันศิริรัตนานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช  
 2515, 276 หน้า.
- วรรณ เขียมทะวงษ์ การศึกษา เปรียบเทียบการสอนวิชา เลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
ระหว่างการใช้บทเรียนสำเร็จรูป(Programmed Textbook) กับการสอน  
ปกติ ปริญญาไพฑูริย์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515,  
 71 หน้า.
- วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น มงคลการพิมพ์ 2516,  
 194 หน้า.
- ศึกษาธิการ,กระทรวง กรมวิชาการ แบบเรียนวิทยาศาสตร์วิชาแม่เหล็กไฟฟ้า เล่ม 1  
 ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงพิมพ์คุรุสภา 2506, 209 หน้า.
- ศึกษานิเทศก์,หน่วย กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ แนะแนวการสอนวิทยาศาสตร์  
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง พุทธศักราช 2510.  
 153 หน้า.
- ศึกษานิเทศก์,หน่วย กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ ปฏิบัติการฟิสิกส์  
 อักษรเจริญทัศน์ 2512, 172 หน้า.
- สังเวียน วงศ์สุวรรณ แม่เหล็ก-ไฟฟ้า ทฤษฎีคำนวณประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย,  
 ธนบุรีศึกษา 2509, 347 หน้า.
- สมพงษ์ ศิริเจริญและคณะ คู่มือการใช้โสตทัศนวัสดุ โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวง  
 ศึกษาธิการ 2506, 422 หน้า.
- สมสุข ชีระพิจิตร การศึกษา เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา  
ชั้นต้นของสถานฝึกหัดครูประจำปีการศึกษา 2511 วิทยานิพนธ์ กศ.ม.

- วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 179 หน้า.
- สว่าง ภูพัฒนวิบูลย์ การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศึกษาสภาพการฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาวิทยาลัยครุภาคเหนือ ปีการศึกษา 2515 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 123 หน้า.
- สุวิทย์ โมนะตระกูล ฟิลิกส์ 1 โรงพิมพ์โครงการการฝึกหัดครูและบริการการศึกษา วิทยาลัยครุมหาสารคาม 2515, 220 หน้า.
- แสวง โพธิ์เงินและจำเริญ เจตนาเสน แม่เหล็กไฟฟ้าสถิต พิมพ์ครั้งที่ 2 วัฒนาพานิช 2511, 312 หน้า.
- อุดม มังศรีสรรคและประจง สุกสัคย์ ไฟฟ้ากระแสสลับประสบการณ์ วัฒนาพานิช 2515, 248 หน้า.
- อุดม มุ่งเกษม การทดลองใช้เครื่องสอนประกอบการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษาปีที่ 7 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2513, 180 หน้า.
- Day, Jesse H., "Teaching Machines" J. Chem Educ. 36: 591 - 596, No.12, 1959.
- Dutton, Scherman S., "An Experimental Study in the Programing of Science Instruction for the 4<sup>th</sup> Grade", Dissertation Abstracts, 24 : 2382 - A, December 1963.
- Fan, Chung - Teh, Item Analysis Tablo, Education Teaching Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.
- Francis, George Harold, "An Experimental Study of the Effective-

ness of Self - Instruction Versus the Lecture Demonstration Method of Teaching Selected Phase of Electricity", Dissertation Abstracts, 27 : 3338 - A, april, 1967.

Freier, George D., Unversity Physics Experiment and Theory  
Appleton - Century, Croft Division of Meredith Publishing  
Company, 1965, 595 pp.

Fry, Edward B., Teaching Machines and Programmed Instruction,  
McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, 1963, 244 pp.

Ketchum, Roy J., "A Comparison of Individual Progress and Group  
Instruction in Introductory Physical Science", Dissertation  
Abstracts, 33 : 2195 - A, 1972.

Leith, G.O.M. and others, A Handbook of Programmed Learning,  
Gunningham and Sons Ltd., Alva, Great Britain, 1966,  
153 pp.

Oberlin, Lynn, "Teaching Science Education in Florida's Childhood  
Education Programs" School Science and Mathematics 7 : 566,  
November, 1974.

Resistance and Ohm's Law, A Programmed Text, Butterworth & Co.  
(Publishers) Ltd., London, 1970, 189 pp.

Schaum, Daniel, Theory and Problems of College Physics Schaum's  
Outline Series, McGraw - Hill Book Company, New York, 1961,  
270 pp.

Thomas Long, Richard, "Programmed Instruction Versus Lecturing in A Guided Design Educational System Format", Dissertation Abstracts, 1963 - A, 1974.

U.S. Army, Programmed Lesson for Basic Electricity(Lesson-1), Engineer School Fort Belvoir, Virginia, 1963, 183 pp.

White, Charles Colven, "The Use of Programmed Texts of Remedial Mathematic Instruction in College", Dissertation Abstracts, 30: 3373 - A, February, 1970.

Williams John E. and others, Modern Physics, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York, 1968, 707 pp.

Williams, Harold Henry, "An Experiment in Programmed Instruction", Dissertation Abstracts, 33: 2700 - A, 1972.

ภาคผนวก ก.  
แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

หมายเหตุ

ข้อที่มีเครื่องหมาย \* คือข้อที่เพิ่มเติมขึ้นหลังจากหาคะแนนมาตรฐาน 90/90

## ข้อสอบวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อ แล้วนำไปตอบในกระดาษคำตอบโดยทำเครื่องหมายหน้าๆ ตรงข้อเลือกนั้น ดังตัวอย่างเช่น ทานต้องการเลือกตอบข้อ.ค

ก

ข

ค

ง

จ

### ภาคไฟฟ้าสถิต

1. การที่เอาวัตถุ 2 ชนิด มาถูกันแล้วทำให้เกิดประจุบนวัตถุนั้น วัตถุที่ถูควรเป็นวัตถุเช่นไร

- ก. วัตถุควรเป็นสื่อ
- ข. วัตถุควรเป็นตัวนำ
- ค. วัตถุควรเป็นฉนวน
- ง. วัตถุควรเป็นอโลหะ
- จ. วัตถุควรเป็นแม่เหล็ก

2. ลำดับเลขที่น้อย ถูกับวัตถุลำดับเลขที่มาก วัตถุที่มีหมายเลขน้อยจะเกิดประจุบวก-วัตถุที่มีหมายเลขมากจะเกิดประจุลบ- (น้อย-บวก มาก-ลบ) ตารางลำดับเลขที่นี้เรียกว่าอะไร

- ก. Insulator
- ข. Time-table
- ค. Density-table

ง. Periodic-Table

จ. Frictional-Order

3. โปรตอน(p)และนิวตรอน(n)จะรวมอยู่เป็นแกนหรือแก่นของอะตอมเรียกว่าอะไร

- ก. เซล(shell)
- ข. ออร์บิท(orbit)
- ค. คิวทีรอน(deuteron)
- ง. ทริเทียม(tritium)
- จ. นิวเคลียส(nucleus)

4. นิวเคลียส(nucleus) โดยทั่วไปเป็นที่อยู่ของอะไร

- ก. โปรตอน-โปรตอน
- ข. นิวตรอน-นิวตรอน
- ค. นิวตรอน-โปรตอน
- ง. โปรตอน-อิเล็กตรอน
- จ. อิเล็กตรอน-โปรตอน

5. โปตรอน $\oplus$  มีจำนวน 1 ตัว กับอิเล็กตรอน $\ominus$  มีจำนวน 1 ตัว ถ้าประจุทั้งสองมาวางใกล้กัน จะเกิดผลเป็นอย่างไร

- ก. โปตรอนผลักอิเล็กตรอน
- ข. อิเล็กตรอนผลักโปตรอน
- ค. โปตรอนดูดอิเล็กตรอน
- ง. โปตรอนดูด อิเล็กตรอนผลัก
- จ. ทั้งโปตรอนและอิเล็กตรอนทางดูดซึ่งกันและกัน

6. วัตถุที่มีจำนวนโปตรอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน วัตถุนั้นจะมีสถานะอย่างไร

- ก. เป็นลบทางไฟฟ้า
- ข. เป็นบวกทางไฟฟ้า
- ค. เป็นกลางทางไฟฟ้า
- ง. เป็นทั้งบวกและลบทางไฟฟ้า
- จ. ไม่มีขั้วถูก

\*7. เมื่อนำประจุ X ที่มีประจุชนิดลบ มาล่อใกล้ประจุ Y ที่ไม่ทราบประจุ ถ้าประจุ X แล่กัประจุ Y แสดงว่าอย่างไร

- ก. ประจุ Y มีประจุชนิดลบ
- ข. ประจุ Y มีประจุชนิดบวก
- ค. ประจุ Y มีประจุเป็นกลาง
- ง. ประจุ Y และ X มีประจุต่างกัน
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

8. ที่เรียกว่าวัตถุมีประจุเป็นกลาง หมายถึงวัตถุในข้อใด

ก. วัตถุที่มีประจุบวกมากกว่าประจุลบ

ข. วัตถุที่มีประจุลบมากกว่าประจุบวก

ค. วัตถุที่มีประจุลบเท่ากับประจุบวก

ง. วัตถุที่มีอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปตรอน

จ. วัตถุที่มีจำนวนโปตรอนเท่ากับอิเล็กตรอน

\*9. อาณาบริเวณที่ประจุบวกหรือลบส่งแรงไปถึงเรา เรียกว่าอย่างไร

- ก. สนามไฟฟ้า
- ข. สนามแม่เหล็ก
- ค. สนามโปตรอน
- ง. สนามนิวตรอน
- จ. สนามอิเล็กตรอน

10. ประจุเท่ากัน 2 ประจุ วางห่างกัน 1 เมตร ถ้าเกิดแรงดูดหรือแรงผลักบนประจุทั้งสองนั้นมีค่า 5 นิวตัน ประจุแต่ละประจุมีค่าเท่าใด

- ก. 1.0 คูลอมบ์
- ข. 2.0 คูลอมบ์
- ค. 2.5 คูลอมบ์
- ง. 3.0 คูลอมบ์
- จ. 5.0 คูลอมบ์

11. วัสดุในข้อใดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน  
ไปได้น้อยมากหรือไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้า  
ไหลผ่านได้?

- ก. ยาง
- ข. เงิน
- ค. น้ำกรรก
- ง. ทองแดง
- จ. อลูมิเนียม

\*12. วัสดุที่จะเป็นตัวนำหรือฉนวนจะขึ้นอยู่กับ  
สิ่งใด?

- ก. โพรตอนอิสระ
- ข. นิวตรอนอิสระ
- ค. อิเล็กตรอนอิสระ
- ง. ตรีเทียมอิสระ
- จ. อิเล็กตรอนอิสระ

### ภาคไฟฟ้ากระแส

13. อิเล็กตรอนไหลจากขั้วไหนไปขั้วไหน?

- ก. ลบไปลบ
- ข. ลบไปบวก
- ค. บวกไปลบ
- ง. บวกไปบวก
- จ. ขั้วไหนก็ได้

14. อะตอมที่มีประจุบวกหรือลบ เรียกว่า  
อะไร?

- ก. ชีโนน

- ข. นีออน
- ค. ไอออน
- ง. ไพออน
- จ. มีวอน

\*15. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการไหลของสิ่ง  
ใดภายในตัวนำ?

- ก. โพรตอน
- ข. นิวตรอน
- ค. ไอออนลบ
- ง. อิเล็กตรอน
- จ. ไอออนบวก

16. เครื่องไฟฟ้าที่เขียนอักษรย่อ DC.  
หมายถึงอะไร?

- ก. ศักคาไฟฟ้า
- ข. ชนิดของไฟฟ้า
- ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ง. ไฟฟ้ากระแสตรง
- จ. ไฟฟ้ากระแสสลับ

17. เซลไฟฟ้าโวลตาอิก (Voltaic  
cell) หรือเซลล์ชนิดปฐมภูมิ  
(Primary Cell) คือเซลล์ในข้อ  
ใด?

- ก. โคนาโม
- ข. มอเตอร์
- ค. ถ่านไฟฉาย
- ง. แบตเตอรี่รถยนต์
- จ. แบตเตอรี่สามล้อ

16. กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากโคนาโม เราเรียกกระแสนิกนี้ว่าอย่างไร

- ก. กระแสแม่เหล็ก
- ข. กระแสเหนี่ยวนำ
- ค. กระแสสนามไฟฟ้า
- ง. กระแสอิเล็กทรอนิกส์
- จ. กระแสสนามแม่เหล็ก

19.



นิ้วชี้แทนทิศของอะไร?

- ก. ทิศของขดลวด
- ข. ทิศของสนามไฟฟ้า
- ค. ทิศของศักดาไฟฟ้า
- ง. ทิศของสนามแม่เหล็ก
- จ. ทิศของกระแสเหนี่ยวนำ

20. Photoelectric Effect คือปรากฏการณ์เช่นไร?

- ก. แสงเปลี่ยนไปเป็นเสียง
- ข. แสงเปลี่ยนไปเป็นไฟฟ้า
- ค. แสงเปลี่ยนไปเป็นอุณหภูมิ

- ง. แสงเปลี่ยนไปเป็นแม่เหล็ก
- จ. แสงเปลี่ยนไปเป็นความร้อน

\*21. ข้อใดมีความสัมพันธ์กัน

โฟโตอิเล็กทริก : แสง  $\Rightarrow$  ไฟฟ้า  
 เทอร์โมอิเล็กทริก :  $\Rightarrow$  ไฟฟ้า

- ก. แสง
- ข. เสียง
- ค. แม่เหล็ก
- ง. ความร้อน
- จ. ปฏิกิริยาเคมี

\*22. Photoelectric Effect จะมีกระแสเพิ่มขึ้นเมื่อใด?

- ก. ก๊าซที่ใส่เข้าไปในอุโมงค์
- ข. น้ำมันที่ใส่เข้าไปในอุโมงค์
- ค. กรดที่ใส่เข้าไปในอุโมงค์
- ง. คางที่ใส่เข้าไปในอุโมงค์
- จ. น้ำกลั่นที่ใส่เข้าไปในอุโมงค์

23. เรื่องของเทอร์โมคัพเบิล ข้อใดไม่ทำให้เกิดกระแสเพิ่มขึ้น?

- ก. แสงมากหรือน้อย
- ข. ชนิดของวัตถุตัวนำ
- ค. สมบัติของวัตถุตัวนำ
- ง. ธรรมชาติของวัตถุตัวนำ
- จ. อุณหภูมิระหว่างปลายตัวนำ

\*24. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า?

- ก. ไคนาโม
- ข. โวลท์มิเตอร์
- ค. โวลทาทิคเซลล์
- ง. เทอร์โมคัพเบิล
- จ. ไฟโตอิเล็กทริกเซลล์

25. ข้อใดเป็นตัวการที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด?

- ก. แสง
- ข. เสียง
- ค. ไอออน
- ง. ความร้อน
- จ. อิเล็กตรอนอิสระ

\*26. ข้อใดเป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า?

- ก. โวลท์
- ข. คูลอมบ์
- ค. แอมแปร์
- ง. ซี.เอส.ยู.
- จ. อิเล็กตรอนโวลท์

27. ประจุจำนวน 5 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ผ่านจุดๆ หนึ่งในตัวนำ ใช้เวลา 2 วินาที เกิดกระแสมีค่าเท่าใด?

- ก. 2.5 แอมแปร์
- ข. 3.0 แอมแปร์
- ค. 7.0 แอมแปร์
- ง. 10.0 แอมแปร์

จ. ไม่มีข้อถูก

28. ลูกพิทเล็กๆ 2 ลูก มีประจุลูกละ 1 คูลอมบ์ วางห่างกัน 1 เมตร จะเกิดแรงเท่าใด?

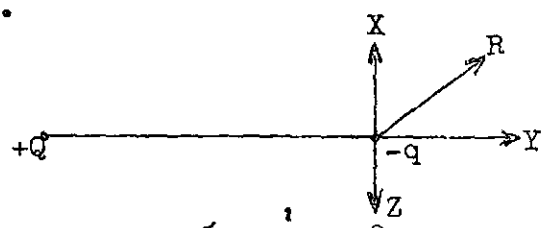
( กำหนด  $k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$  )

- ก. 9 นิวตัน
- ข. 10 นิวตัน
- ค. 90 นิวตัน
- ง.  $4.5 \times 10^9$  นิวตัน
- จ.  $9.0 \times 10^9$  นิวตัน

29. มิลลิแอมแปร์ มีความหมายตรงกับข้อใด?

- ก.  $\frac{1}{10}$  แอมแปร์
- ข.  $\frac{1}{100}$  แอมแปร์
- ค.  $\frac{1}{1,000}$  แอมแปร์
- ง.  $\frac{1}{10,000}$  แอมแปร์
- จ.  $\frac{1}{100,000}$  แอมแปร์

30.



ประจุ +Q เป็นแหล่งกำเนิดของสนามไฟฟ้า ทิศของสนามไฟฟ้า จะมีทิศทางใด?

- ก. มีทิศเช่นเดียวกับ X
- ข. มีทิศเช่นเดียวกับ Y

- ก. มีทิศเช่นเดียวกับZ  
 ง. มีทิศเช่นเดียวกับF  
 จ. มีทิศเช่นเดียวกับR
31. ศักดาที่จุด A = 5 โวลต์ ศักดาที่จุด B เท่ากับ 2 โวลต์ ความต่างศักดาระหว่างจุด A และ B หรือ  $V_{AB}$  มีค่าเท่าใด?
- ก. 2.0 โวลต์  
 ข. 2.5 โวลต์  
 ค. 3.0 โวลต์  
 ง. 7.0 โวลต์  
 จ. 10.0 โวลต์

- \*32. ประจุ +4 คูลอมบ์ เคลื่อนจากขั้วบวกมาถึงขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่ง ถ้าความต่างศักดาที่ขั้ว (PD.) มีค่า 3 โวลต์ จะใช้พลังงานเท่าไร? (โวลต์ =  $\frac{\text{จูล}}{\text{คูลอมบ์}}$ )
- ก. 2 จูล  
 ข. 3 จูล  
 ค. 4 จูล  
 ง. 7 จูล  
 จ. 12 จูล

- \*33. เราจะวัดความต่างศักดาไฟฟ้าเราใช้อะไรวัด?
- ก. โอทมิเตอร์  
 ข. แอมมิเตอร์  
 ค. วัตต์มิเตอร์  
 ง. โวลท์มิเตอร์

- จ. ไฮโครมิเตอร์
34. ข้อที่ไม่เกี่ยวข้องกับหน่วย "โวลต์" คือข้อใด?
- ก. ศักดาไฟฟ้า  
 ข. แรงเคลื่อนไฟฟ้า  
 ค. ความต่างศักดาขั้วเซลล์  
 ง. ความต่างศักดาภายในเซลล์  
 จ. ความต่างศักดา/กระแสไฟฟ้า
35. ข้อที่มีหน่วยต่างจากข้ออื่น?
- ก. ศักดาไฟฟ้า  
 ข. แรงดันไฟฟ้า  
 ค. ความต่างศักดา  
 ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้า  
 จ. กระแสเหนี่ยวนำ
36. ตัวที่พยายามต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอน เรียกว่าอะไร?
- ก. แรงดันไฟฟ้า  
 ข. ความต้านทาน  
 ค. ความต่างศักดา  
 ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้า  
 จ. ความต้านทานจำเพาะ
37. ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส (I) แรงดันไฟฟ้า (V) และความต้านทาน (R) ซึ่งเขียนได้เป็น  $V=IR$  เรียกว่าอะไร?

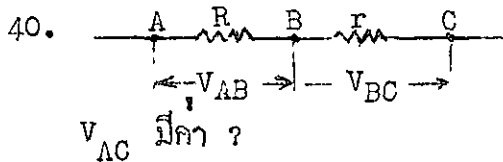
- ก. กฎของบอยล์
- ข. กฎของโอห์ม
- ค. กฎของนิวตัน
- ง. กฎของคูลอมบ์
- จ. กฎของฟาราเดย์

38. ค่าของความต่างศักย์สูงสุดที่เซลล์หรือแบตเตอรี่จะให้ได้ คำนี้เราเรียกว่าอะไร

- ก. ศักย์ไฟฟ้า
- ข. สนามไฟฟ้า
- ค. แรงดันไฟฟ้า
- ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้า
- จ. ความต่างศักย์ไฟฟ้า

39. ถ้าทางเดินของมนุษย์เรียก "ถนน" ทางเดินของน้ำเรียก "ท่อ" ทางเดินของกระแสไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอนเรียกว่าอะไร

- ก. ท่อ
- ข. ถนน
- ค. ตัวนำ
- ง. คลอง
- จ. วงจร



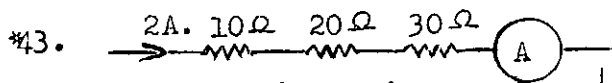
- ก.  $IR$
- ข.  $V_{AB}$
- ค.  $V_{BC}$
- ง.  $Ir$
- จ.  $I(R+r)$

\*41. วงจรไฟฟ้าวงจรมีหนึ่ง ถ้าความต่างศักย์ที่ขั้วเซลล์มีค่า 3 โวลต์ และความต่างศักย์ภายในเซลล์มีค่า 2 โวลต์ ดังนั้นวงจรมี มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าใด

- ก. 1 โวลต์
- ข. 2 โวลต์
- ค. 3 โวลต์
- ง. 5 โวลต์
- จ. 6 โวลต์

42. เราพิจารณาการไหลของอิเล็กตรอนหรือกระแสไฟฟ้า ถ้าหากอิเล็กตรอนหรือกระแสไฟฟ้าไหลเป็นทางเดียวตลอด วงจรช่วงนั้นจะต้อแบบใด

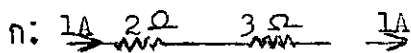




- ก. ผสม
- ข. ชนาน
- ค. อนุกรม
- ง. อนุกรมและชนาน
- จ. ยังไม่มีข้อใดถูก



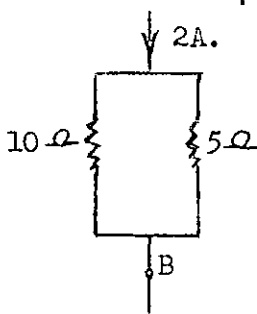
แอมมิเตอร์จะอ่านได้เท่าใด

- ก.  $2 \times 10^3$  มิลลิแอมแปร์
- ข.  $10 \times 10^3$  มิลลิแอมแปร์
- ค.  $20 \times 10^3$  มิลลิแอมแปร์
- ง.  $30 \times 10^3$  มิลลิแอมแปร์
- จ.  $60 \times 10^3$  มิลลิแอมแปร์

\*44. ข้อใดที่ผิด?

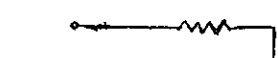
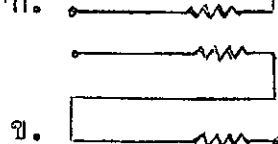
- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

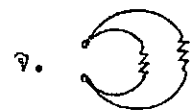
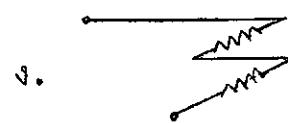
\*45. กระแสที่ไหลผ่านจุด B มีค่าเท่าใด



- ก. 2 แอมแปร์
- ข. 3 แอมแปร์
- ค. 5 แอมแปร์
- ง. 10 แอมแปร์
- จ. 17 แอมแปร์

\*46. ข้อใดที่ต่อความต้านทานแบบขนาน?

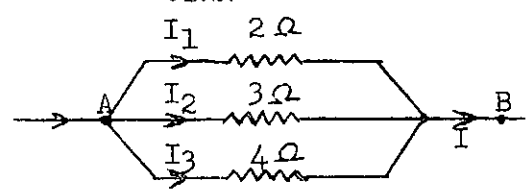
- ก. 
- ข. 



\*47. ความต้านทาน 2 และ 4 โอห์ม ต่อกันแบบที่กระแสแยกไหลผ่าน 2 และ 4 โอห์มนั้น ถ้าความต้านทานรวมวงจรนี้มีค่าประมาณเท่าไร?

- ก. เท่ากับ 2 โอห์ม
- ข. น้อยกว่า 1 มากกว่า 0.5 โอห์ม
- ค. มากกว่า 1 น้อยกว่า 1.5 โอห์ม
- ง. มากกว่า 2 น้อยกว่า 2.5 โอห์ม
- จ. น้อยกว่า 4 มากกว่า 2.0 โอห์ม

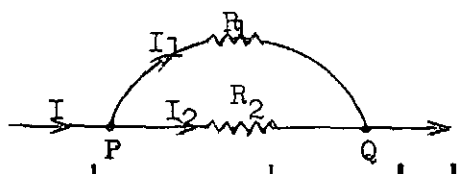
\*48.



ถ้า  $I_1 = 1A$ ,  $I_2 = 2A$ ,  $I_3 = 3A$ .  
กระแสที่ไหลออกจากจุด B มีค่าเท่าไร?

- ก.  $I_1 + I_2$
- ข.  $I_1 + I_2 - I_3$
- ค.  $I_1 + I_2 + I_3$
- ง.  $I_2 + I_3 - I_1$
- จ.  $I_1 + I_3 - I_2$

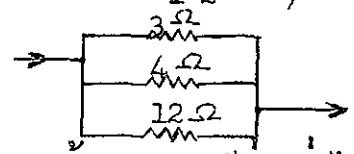
\*49.



ความต่างศักย์ระหว่าง P-Q มีค่าเท่าใด?

- ก.  $\left(\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}\right) I$
- ข.  $\left(\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\right) I$
- ค.  $\left(R + \frac{R_2}{R_1R_2}\right) I$
- ง.  $\left(\frac{R_1}{R_1R_2} + R_2\right) I$
- จ.  $\left(\frac{R_1+R_2}{R_1R_2} + R_1\right) I$

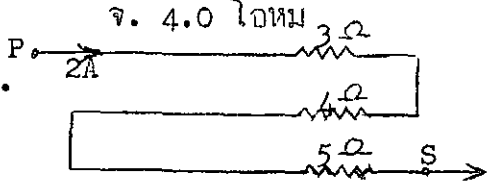
\*50.



ความต้านทานรวมมีค่าเท่าไร?

- ก. 0.5 โอห์ม
- ข. 1.5 โอห์ม
- ค. 3.0 โอห์ม
- ง. 3.5 โอห์ม
- จ. 4.0 โอห์ม

51.



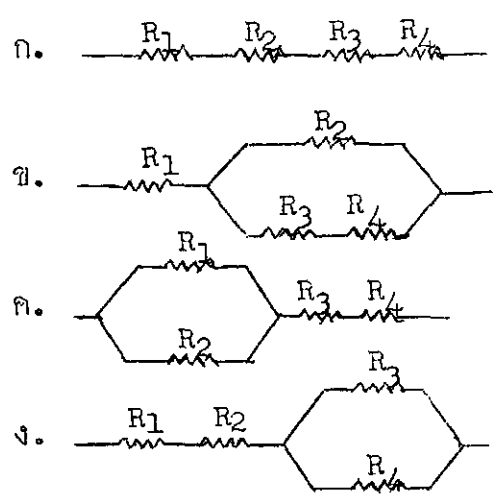
ความต่างศักย์ ( $V=IR$ ) ระหว่าง PS มีค่าเท่าไร?

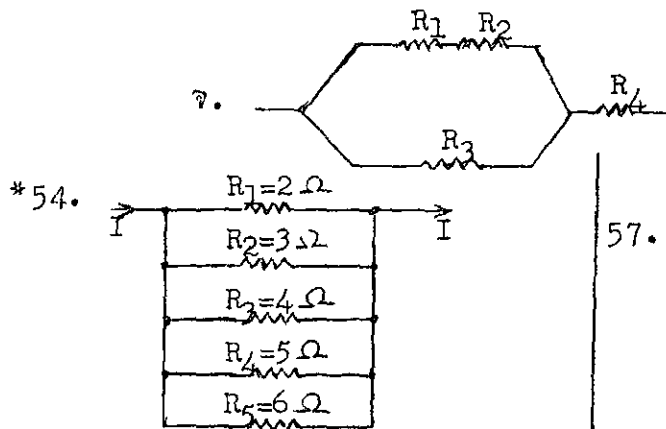
- ก. 6 โวลต์
- ข. 8 โวลต์
- ค. 10 โวลต์
- ง. 14 โวลต์
- จ. 24 โวลต์

52. เมื่อต่อความต้านทานแบบขนานได้  $\frac{1}{R}$  มีค่า  $\left(1 + \frac{1}{R_1}\right)$  โหลห์ม ความต้านทานรวม (R) มีค่าเท่าใด?

- ก.  $\frac{1}{R_1}$  Ohm
- ข.  $\frac{R_1}{R_1+1}$  Ohm
- ค.  $\frac{R+1}{R_1}$  Ohm
- ง.  $(1+R_1)$  Ohm
- จ.  $\left(1 + \frac{1}{R_1}\right)$

53. ข้อใดที่มีความต้านทานมากที่สุด?






\*54.

I ไหลเข้าลวดเส้นใดมากที่สุด?

- ก.  $R_1$
- ข.  $R_2$
- ค.  $R_3$
- ง.  $R_4$
- จ.  $R_5$

55. สัญลักษณ์  คือสัญลักษณ์กับของสิ่งใด?

- ก. เซล
- ข. โคหนาโม
- ค. มอเตอร์
- ง. แบตเตอรี่
- จ. ความต้านทาน

56. การต่อเซลล์คือการต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้า  
 นั้นเอง ฉะนั้นการต่อเซลล์แล้วใช้โวลต์  
 มิเตอร์วัด หน่วยที่วัดได้คือหน่วยใด?

- ก. จูล
- ข. โอห์ม
- ค. คูลอมน์

57. ถ้าให้ I กระแสของวงจร (แอมแปร์)  
 E แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)  
 R ความต้านทานภายนอก (โอห์ม)  
 r ความต้านทานภายใน (โอห์ม)

ตามกฎของโอห์มจะได้อย่างไร?

- ก.  $R = IE + Ir$
- ข.  $r = IE + IR$
- ค.  $I = R + IE$
- ง.  $E = I/R + Ir$
- จ.  $I = E/R + Ir$

58. เมื่อ  $IR = 9 \text{ V.}$ ,  $Ir = 1.0 \text{ V.}$

$IR = 9.9 \text{ V.}$ ,  $Ir = 0.1 \text{ V.}$

$IR = 9.99 \text{ V.}$ ,  $Ir = 0.01 \text{ V.}$

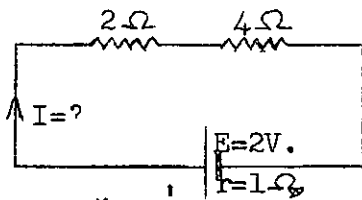
ถ้าความต่างศักย์ที่ขั้วเซลล์เข้าใกล้ 10  
 โวลต์ ความต่างศักย์ภายในเซลล์ จะ  
 เป็นเท่าไร?

- ก. เท่าเดิม
- ข. เพิ่มขึ้นจนใกล้ 1
- ค. น้อยลงจนใกล้ 0
- ง. เพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

59. วงจรหนึ่งความต้านทานภายในมีค่าน้อยมาก ถ้าวัคกระแสได้ 2 แอมแปร์ ถ้านำความต้านทาน R โห้หม มาต่อ แรงเคลื่อนมีค่าเท่าไร

- ก. 2 โวลต์
- ข.  $\frac{2}{R}$  โวลต์
- ค.  $\frac{R}{2}$  โวลต์
- ง.  $2R$  โวลต์
- จ.  $R+2$  โวลต์

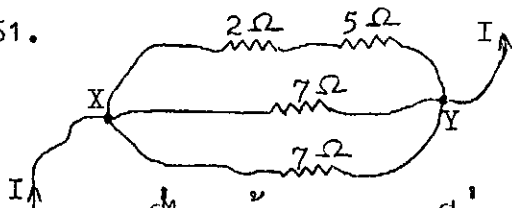
\*60.



กระแสไหลผ่านความต้านทาน มีค่าเท่าไร?

- ก.  $\frac{2}{3}$  แอมแปร์
- ข.  $\frac{4}{9}$  แอมแปร์
- ค.  $\frac{4}{7}$  แอมแปร์
- ง.  $\frac{3}{4}$  แอมแปร์
- จ.  $\frac{2}{7}$  แอมแปร์

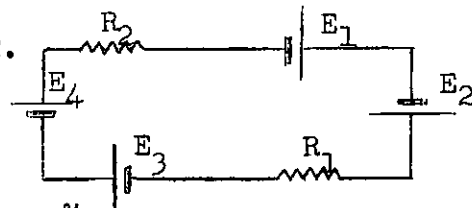
61.



กระแสที่ไหลเข้าทางจุด X มีค่า 6 แอมแปร์ ความต้งศักักระหว่าง - ความต้านทาน 5 โห้หม มีค่าเท่าไร?

- ก. 2 โวลต์
- ข. 5 โวลต์
- ค. 7 โวลต์
- ง. 10 โวลต์
- จ. 14 โวลต์

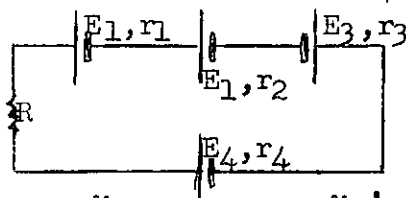
62.



ให้  $E_1, E_2, E_3, E_4$  เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมมีค่าเท่าใด

- ก.  $E_1 + E_2 + E_3 + E_4$
- ข.  $E_1 + E_2 + E_3 - E_4$
- ค.  $E_1 - E_2 + E_3 + E_4$
- ง.  $E_1 - E_2 - E_3 + E_4$
- จ.  $E_1 + E_2 - E_3 + E_4$

\*63.



ความต้านทานรวมวงจรมีค่าเท่าไร?

- ก.  $R + r_1 + r_2 + r_3 - r_4$
- ข.  $R + r_1 + r_2 + r_3 + r_4$
- ค.  $R + r_1 + r_2 - r_3 + r_4$
- ง.  $R + r_1 - r_2 + r_3 + r_4$
- จ.  $R - r_1 + r_2 + r_3 + r_4$

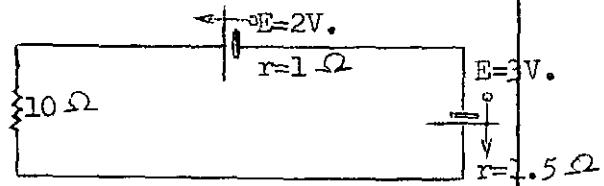
\*64.



ถ้ากระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน  $3\Omega$  มีค่า  $0.5$  แอมแปร์ ความต่างศักย์ระหว่างความต้านทาน  $3$  โอห์ม มีค่าเท่าไร?

- ก.  $0.5$  โวลต์
- ข.  $1.5$  โวลต์
- ค.  $3.0$  โวลต์
- ง.  $4.5$  โวลต์
- จ.  $5.0$  โวลต์

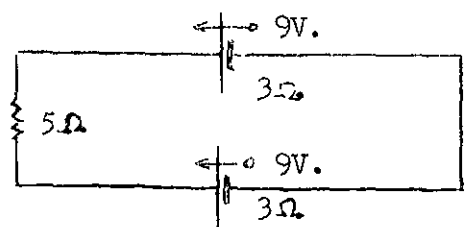
65.



แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าเท่าไร?

- ก.  $1$  โวลต์
- ข.  $2$  โวลต์
- ค.  $3$  โวลต์
- ง.  $5$  โวลต์
- จ.  $6$  โวลต์

66.

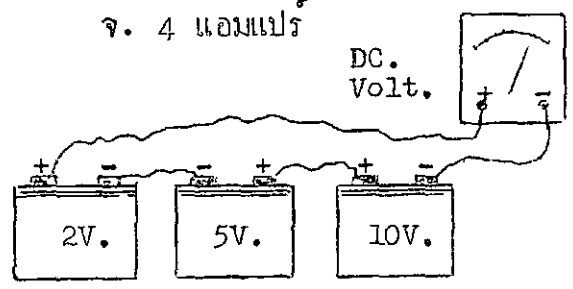


เมื่อ 
$$I = \frac{E}{R+r}$$

กระแสในวงจรนี้มีค่าเท่าไร?

- ก.  $0$  แอมแปร์
- ข.  $1$  แอมแปร์
- ค.  $2$  แอมแปร์
- ง.  $3$  แอมแปร์
- จ.  $4$  แอมแปร์

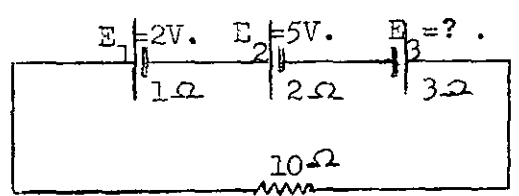
67.



โวลต์มิเตอร์อ่านได้เท่าไร?

- ก.  $2$  โวลต์
- ข.  $5$  โวลต์
- ค.  $7$  โวลต์
- ง.  $10$  โวลต์
- จ.  $17$  โวลต์

68.



ถ้าแรงเคลื่อนรวมมีค่า  $3$  โวลต์  $E_3$  มีค่าเท่าไร?

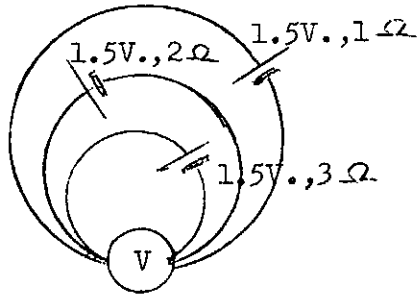
- ก.  $3$  โวลต์
- ข.  $4$  โวลต์

ก. 5 โวลต์

ง. 6 โวลต์

จ. 7 โวลต์

69.



อ่านค่าเท่าไร

ก. 1.5 โวลต์

ข. 3.0 โวลต์

ค. 4.5 โวลต์

ง. 5.5 โวลต์

จ. 7.5 โวลต์

70. ในการต่อเซลล์แบบขนานจำนวน 10

แถว เราจะต้องใช้แถวละกี่เซลล์?

ก. 1 เซลล์

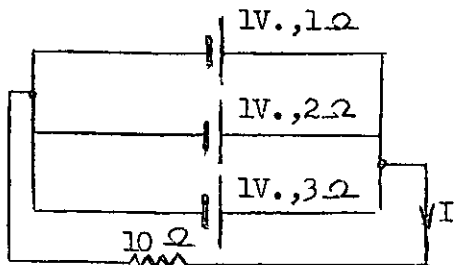
ข. 2 เซลล์

ค. 4 เซลล์

ง. 8 เซลล์

จ. 10 เซลล์

\*71.



ความต้านทานทั้งวงจรมีค่าเท่าไร?

ก.  $(10 + \frac{6}{11})$  โอห์ม

ข.  $(\frac{10}{11} + 6)$  โอห์ม

ค.  $(\frac{5}{6} + 10)$  โอห์ม

ง.  $(\frac{9}{11} + 10)$  โอห์ม

จ.  $(9 + \frac{9}{11})$  โอห์ม

72. ในการต่อเซลล์แบบขนาน n เซลล์ ถ้า

ความต้านทานภายในเซลล์มีค่าเซลล์ละ

$r$  โอห์ม ความต้านทานภายในรวมจะมีค่า

เท่าไร?

ก.  $r$  โอห์ม

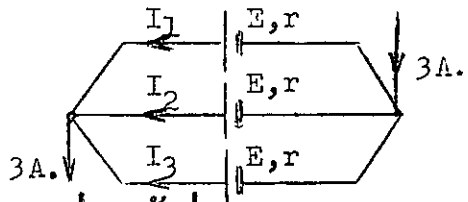
ข.  $n$  โอห์ม

ค.  $nr$  โอห์ม

ง.  $n/r$  โอห์ม

จ.  $r/n$  โอห์ม

73.



$I_3$  อ่านค่าเท่าไร?

ก. 0 แอมแปร์

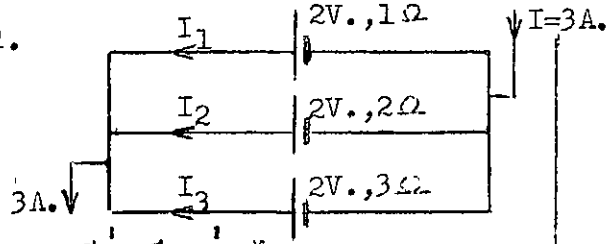
ข. 1 แอมแปร์

ค. 2 แอมแปร์

ง. 3 แอมแปร์

จ. 4 แอมแปร์

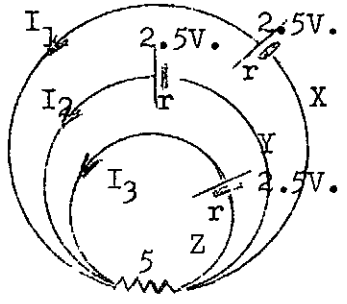
\* 74.



มีค่าเป็นอย่างไร?

- ก.  $I_1$  น้อยกว่า  $I_2$  และ  $I_3$
- ข.  $I_1$  เท่ากับ  $I_2$  และ  $I_3$
- ค.  $I_1$  มากกว่า  $I_2$  และ  $I_3$
- ง.  $I_1$  น้อยกว่า  $I_2$  มากกว่า  $I_3$
- จ.  $I_1$  มากกว่า  $I_2$  น้อยกว่า  $I_3$

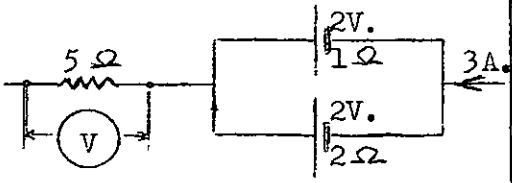
75.



ความต่างศักย์ของสาย X มีค่าเท่าไร?

- ก.  $V_X$  น้อยกว่า  $V_Y$  และ  $V_Z$
- ข.  $V_X$  น้อยกว่า  $V_Y$  มากกว่า  $V_Z$
- ค.  $V_X$  เท่ากับ  $V_Y$  และ  $V_Z$
- ง.  $V_X$  มากกว่า  $V_Y$  และ  $V_Z$
- จ.  $V_X$  มากกว่า  $V_Y$  น้อยกว่า  $V_Z$

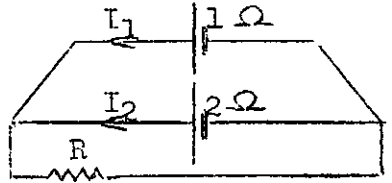
76.



ความต่างศักย์ระหว่าง 5 โอห์ม มีค่าเท่าไร?

- ก. 3 โวลต์
- ข. 5 โวลต์
- ค. 8 โวลต์
- ง. 13 โวลต์
- จ. 15 โวลต์

\* 77.



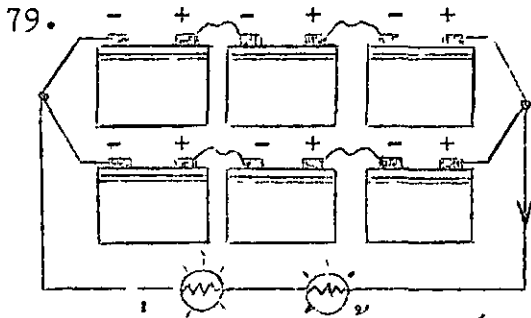
ถ้าความต่างศักย์ของหมู่เซลล์มีค่า 10 โวลต์ กระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน 2 Ω มีค่าเท่าไร?

- ก. 1 แอมแปร์
- ข. 2 แอมแปร์
- ค. 3 แอมแปร์
- ง. 5 แอมแปร์
- จ. 10 แอมแปร์

78. ข้อใดเป็นคุณสมบัติหนึ่งของการเซลล์แบบชวานน?

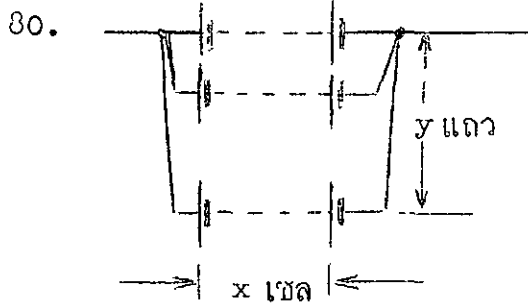
- ก. ความต้านทานภายในจะลดลง
- ข. ความต้านทานภายนอกจะลดลง
- ค. ความต้านทานภายในจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนเซลล์
- ง. ความต้านทานภายนอกจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน

จ. ยังไม่มีขดที่ถูกต้อง



การต่อเซลล์ตามวงจรข้างบน เป็นการต่อเซลล์แบบใด?

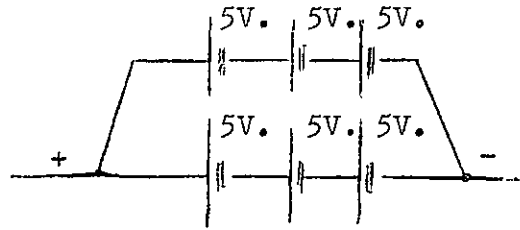
- ก. อันจับ
- ข. ขนาน
- ค. อนุกรม
- ง. อันจับและขนาน
- จ. อนุกรมและอันจับ



จำนวนเซลล์ทั้งเส้นเท่าไร?

- ก.  $xy$  เซลล์
- ข.  $x/y$  เซลล์
- ค.  $y/x$  เซลล์
- ง.  $(x+y)$  เซลล์
- จ.  $(x-y)$  เซลล์

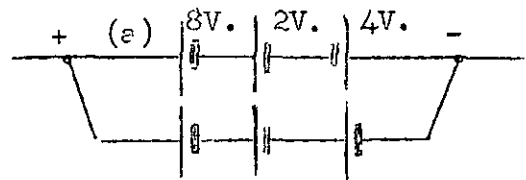
81.



แรงเคลื่อนที่จะจ่ายให้แก่วงจรนี้ มีค่าเท่าไร?

- ก. 5 โวลต์
- ข. 10 โวลต์
- ค. 15 โวลต์
- ง. 20 โวลต์
- จ. 30 โวลต์

82.



แถว a มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจร มีค่าเท่าไร?

- ก. 4 โวลต์
- ข. 6 โวลต์
- ค. 8 โวลต์
- ง. 14 โวลต์
- จ. 20 โวลต์

\*83.  $I = \frac{xR}{R + \frac{I}{y}}$  เราสามารถเขียนเป็นอย่างไร?

ก.  $I = \frac{E}{2R + \frac{r}{y}}$

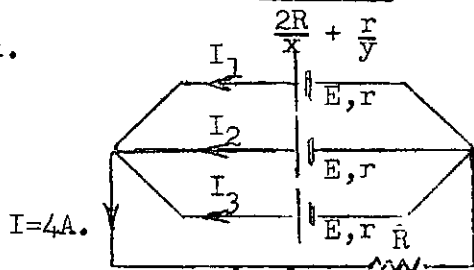
ข.  $I = \frac{E}{\frac{2R}{y} + \frac{r}{x}}$

ค.  $I = \frac{x E}{\frac{2R}{y} + \frac{r}{x}}$

ง.  $I = \frac{x E}{\frac{2R}{x} + \frac{r}{y}}$

จ.  $I = \frac{E}{\frac{2R}{x} + \frac{r}{y}}$

84.



กระแส  $I_1$  มีค่าเท่าไร?

- ก. 1.25 แอมแปร์
- ข. 1.33 แอมแปร์
- ค. 2.34 แอมแปร์
- ง. 3.27 แอมแปร์
- จ. 4.00 แอมแปร์

ภาคแม่เหล็ก

85. แม่เหล็กถูกใส่ในขั้วใดต่อไปนี้ทั้งหมด?

- ก. แก้ว อากาศ ไม้
- ข. นิกเกิล เหล็ก น้ำ
- ค. เหล็ก แก้ว อากาศ
- ง. นิกเกิล โครเมียม ทองแดง

จ. โครเมียม นิกเกิล สังกะสี

86. ขั้วใดไม่ใช่แม่เหล็กถาวร?

- ก. เข็มทิศ
- ข. หินขี้ทิศ
- ค. แท่งแม่เหล็ก
- ง. แม่เหล็กไฟฟ้า
- จ. แม่เหล็กถาวร

87. สารแม่เหล็กทุกชนิดประกอบไปด้วยชั้นหรือส่วนเล็กๆ ซึ่งเป็นแม่เหล็ก เรียกว่า "โมเลกุลแม่เหล็ก" หมายถึงอะไร

- ก. โมเลกุลกุชโค
- ข. โมเลกุลเหล็ก
- ค. โมเลกุลแกว่งโก
- ง. โมเลกุลมีขั้วเหนียวโก
- จ. โมเลกุลเหนียวน้ำโก

\*88. แม่เหล็กถาวรหมายถึงขั้วใด?

- ก. ทำด้วยเหล็กกล้า
- ข. ทนต่ออุณหภูมิสูงได้
- ค. มีอำนาจอยู่โคนาน
- ง. ทนต่อแรงกระแทกได้
- จ. ถูกทุกข้อ

\*89. อำนาจแม่เหล็กมีคุณสมบัติอย่างไร?

- ก. ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
- ข. ออกแรงดูดสารแม่เหล็ก

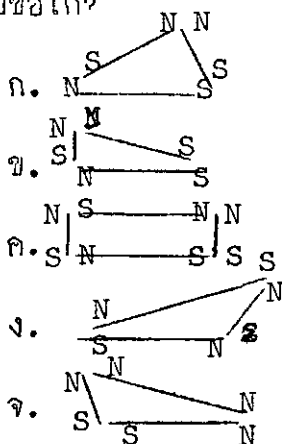
- ก. ขั้วเหมือนกันผลักกันต่างกัน  
คู่กัน
- ง. แกร่งในแนวราบ เมื่อหยุด  
ชี้แนวเหนือ-ใต้
- จ. ถูกทุกข้อ

\*90. ขั้วใดที่ถูก?

แม่เหล็ก  $\Rightarrow$  ตัดลวดตัวนำ  $\Rightarrow$  กระแสไฟฟ้า  
กระแสไฟฟ้า  $\Rightarrow$  ไหลผ่านลวดตัวนำ  $\Rightarrow$   
อำนาจ \_\_\_\_\_

- ก. ประจุ
- ข. ไฟฟ้า
- ค. แม่เหล็ก
- ง. ความร้อน
- จ. สนามไฟฟ้า

\*91. อำนาจแม่เหล็กไม่สามารถส่งออกมานั้น  
ตรงกับข้อใด?



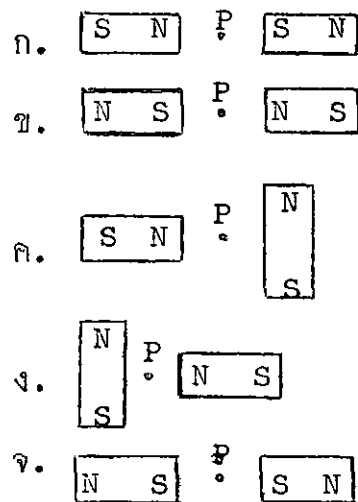
\*92. จุดที่แรงแม่เหล็กแสดงอำนาจสูงสุด  
คือส่วนใด?

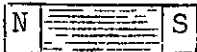
- ก. ขั้วแม่เหล็ก
- ข. แกร่งขั้วแม่เหล็ก
- ค. วีเบอร์แม่เหล็ก
- ง. หน่วยขั้วแม่เหล็ก
- จ. ปลายแท่งแม่เหล็ก

\*93. ขั้วใดเป็นคุณสมบัติของ เส้นแรงแม่เหล็ก?

- ก. พุ่งจากขั้วเหนือไปขั้วใต้
- ข. เส้นแรงแท้งหลายไม่ตัดกัน
- ค. ไม่ทะลุพวกเฟอร์โรแมกเนติก
- ง. เส้นแรงแจจะสัมผัสกับแนวแรงแ-  
เสมอ
- จ. ถูกทุกข้อ

\*94. ขั้วใดที่จุดสะเทินอยู่ถูกตำแหน่ง (ให้  
จุด P เป็นจุดสะเทิน) เมื่อไม่มีสนาม  
แม่เหล็กโลก?



95.  ปลาย A มีขั้วอะไร



- ก. N
- ข. S
- ค. NN
- ง. SS
- จ. NS

\*96. เส้นที่ทั้งไ้ฉากกับเส้นแแกนแม่เหล็กที่จุดกึ่งกลางระหว่างขั้วและมีไ้หลายเส้น เส้นนั้นเรียกว่าอะไร

- ก. เส้นแรงแม่เหล็ก
- ข. เส้นแแกนแม่เหล็ก
- ค. เส้นศูนย์สูตรแม่เหล็ก
- ง. เส้นเมริเดียนแม่เหล็ก
- จ. เส้นแวนเดอเรียแม่เหล็กโลก

\*97. เส้นเมริเดียนแม่เหล็กหมายถึงอะไร

- ก. เส้นสะเทิน
- ข. เส้นแนวแรง
- ค. เส้นสมมาตร
- ง. เส้นแแกนกลาง
- จ. เส้นตอแนวเหนือ-ใ้แม่เหล็ก

\*98. เส้นแรงแม่เหล็กโลกมีทิศจากไหน

- ก. จากทิศเหนือไปสู่ทิศใ้
- ข. จากทิศใ้ไปสู่ทิศเหนือ
- ค. จากทิศตะวันออกไปสู่ตะวันตก

ง. จากทิศตะวันตกไปสู่ตะวันออก

จ. จากทิศเหนือไปทิศเหนือใ้ทั้งหมดนั้น

\*99. เอาแม่เหล็กเหนียวนำ ขั้วใ้ไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก?

- ก. เหล็ก พลวง
- ข. นิเกิล พลวง
- ค. เหล็ก นิเกิล
- ง. แก้ว ทอง เหลือง
- จ. โครเมียม โคบอลต์

\*100. ขั้วใ้ทำแม่เหล็กไม่ใ้?

- ก. ใ้โดยวิธีถู
- ข. ใ้ไฟฟ้ากระแสตรง
- ค. ใ้โดยการเหนียวนำ
- ง. ใ้โดยการเกาะ-เนา
- จ. ใ้โดยการเอาแม่เหล็กถูด

แบบสอบถาม  
(ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์)

คำชี้แจง

จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดสำหรับความคิดของท่านแต่ละข้อ แล้วนำไปตอบในกระดาษคำตอบโดยทำเครื่องหมาย  ตรงข้อเลือกนั้น เช่น ท่านต้องการเลือกข้อ ก.

ก     ข     ค     ง     จ

1. ท่านไม่ชอบเพื่อนตามปัญหากรูในห้องเรียน

- ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. เฉยๆ
- ง. เห็นด้วย
- จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. ท่านอ่านข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือพิมพ์เป็นประจำ

- ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. เห็นด้วย
- ค. เฉยๆ
- ง. ไม่เห็นด้วย
- จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. ท่านรู้สึกไม่พอใจถ้ามีใครมาวิจารณ์ความคิดหรือการกระทำของท่าน

- ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. ไม่เห็นด้วย
- ค. เฉยๆ
- ง. เห็นด้วย
- จ. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. ถ้ามีการพิสูจน์แน่ชัดว่าวิญญาณมีจริงก็สมควรเชื่อ

- ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. เห็นด้วย
- ค. เฉยๆ
- ง. ไม่เห็นด้วย
- จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. ถ้าไม่มีการบังคับท่านก็ไม่อยากไปปลูกผีหรือฉีควักขึ้นป้องกันโรค

- ก. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข. ไม่เห็นด้วย

- ก. เฉยๆ  
ง. เห็นค้าย  
จ. เห็นค้ายอย่างยิ่ง
6. คาวเคราะห์ทั้งหลายต่างก็กลมเพราะฉะนั้นโลกซึ่งเป็นคาวเคราะห์ดวงหนึ่งก็กลมค้าย  
ก. เห็นค้ายอย่างยิ่ง  
ข. เห็นค้าย  
ค. เฉยๆ  
ง. ไม่เห็นค้าย  
จ. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง
7. การสอบคัดเลือกเรียนต่อต้องอาศัยความช่วยเหลือ จึงจะสอบได้ เพราะมีผู้สมัครมีจำนวนมากเหลือเกิน  
ก. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง  
ข. ไม่เห็นค้าย  
ค. เฉยๆ  
ง. เห็นค้าย  
จ. เห็นค้ายอย่างยิ่ง
8. ถ้าท่านสร้างงานท่านจะต้องสร้างพระกัมมิกายในบริเวณงานของท่านค้ายเสมอ  
ก. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง  
ข. ไม่เห็นค้าย  
ค. เฉยๆ  
ง. เห็นค้าย  
จ. เห็นค้ายอย่างยิ่ง
9. ท่านอ่านกลอนสั้นในหนังสือพิมพ์หรือวารสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับหมอดูเป็นประจำ  
ก. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง  
ข. ไม่เห็นค้าย  
ค. เฉยๆ  
ง. เห็นค้าย  
จ. เห็นค้ายอย่างยิ่ง
10. เมื่อท่านประสบเคราะห์ร้ายหลายครั้งติดต่อกัน ท่านอยากจะไปหาพระสงฆ์เพื่อรดน้ำมนต์เสกาะเคราะห์  
ก. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง  
ข. ไม่เห็นค้าย  
ค. เฉยๆ  
ง. ไม่เห็นค้าย  
จ. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง
11. เครื่องรางของขลัง เป็นเรื่องเหลวไหลเป็นไปไม่ได้  
ก. เห็นค้ายอย่างยิ่ง  
ข. เห็นค้าย  
ค. เฉยๆ  
ง. ไม่เห็นค้าย  
จ. ไม่เห็นค้ายอย่างยิ่ง
12. เมื่อท่านทำแบบฝึกหัดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการคำนวณ ถ้าท่านตอบผิดจากเพื่อน ท่านมักแก้คำตอบให้ตรงเพื่อน

- ก. เห็นควยอย่างยิง
- ข. เห็นควย
- ค. เฉยๆ
- ง. ไม่เห็นควย
- จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

13. การทำงานถ้ามัวรอความคิดเห็นของผู้อื่นจะทำให้งานล่าช้าโดยไม่จำเป็น

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควย
- ค. เฉยๆ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

14. เมื่อท่านสงสัยอะไรท่านมักไม่สบายใจและพยายามหาคำตอบให้ได้

- ก. เห็นควยอย่างยิง
- ข. เห็นควย
- ค. เฉยๆ
- ง. ไม่เห็นควย
- จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

15. บางครั้งแม้ท่านจะต้องทุจริตบ้างแต่เพื่อประโยชน์และความก้าวหน้าของตัวเองก็ไม่น่าเสียหาย

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควย

- ค. เฉยๆ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

16. ท่านเห็นว่าเพื่อนที่กระทำผิด แม้จะเป็นเพื่อนสนิทของท่านก็ตามเป็นสิ่งที่ไม่ควร

กระทำ

- ก. เห็นควยอย่างยิง
- ข. เห็นควย
- ค. เฉยๆ
- ง. ไม่เห็นควย
- จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

17. ท่านไม่ชอบเพื่อนที่ลอกการบ้านมาส่งครู

- ก. เห็นควยอย่างยิง
- ข. เห็นควย
- ค. เฉยๆ
- ง. ไม่เห็นควย
- จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

18. ตามตำราเราทราบว่าน้ำเดือดที่ 100°ซ. แต่เมื่อทดลองไควน้ำเดือดที่ 92°ซ. แสดงว่าไม่ถูกต้อง เชื่อถือการทดลองครั้งนี้ไม่ได้

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- ข. ไม่เห็นควย
- ค. เฉยๆ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิง

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	P <sub>H</sub>	P <sub>L</sub>	p	r	ข้อที่	P <sub>H</sub>	P <sub>L</sub>	p	r
1*	.93	.79	.87	.27	26	.97	.76	.88	.44
2*	.93	.69	.82	.38	27	.83	.41	.63	.45
3*	.93	.63	.81	.41	28	.62	.28	.45	.35
4*	.97	.59	.82	.58	29	.86	.48	.68	.43
5	.59	.24	.41	.36	30*	.55	.38	.46	.17
6	.59	.24	.41	.36	31	.69	.34	.52	.35
7	.90	.62	.77	.38	32	.97	.38	.73	.70
8	.83	.69	.76	.19	33	1.00	.45	.79	.74
9	.69	.41	.55	.29	34	.90	.41	.68	.54
10	.52	.14	.32	.43	35	.93	.48	.73	.55
11*	.93	.69	.82	.38	36	.86	.59	.73	.33
12	.93	.62	.79	.41	37*	1.00	.72	.89	.60
13	.66	.41	.54	.25	38	.83	.28	.56	.55
14*	.79	.72	.87	.48	39	.79	.45	.63	.36
15*	1.00	.72	.89	.60	40	.90	.31	.63	.61
16*	.90	.76	.83	.23	41	.69	.28	.48	.41
17	.90	.48	.71	.49	42	.90	.48	.71	.49
18	.90	.48	.71	.49	43	.83	.31	.58	.53
19	.97	.55	.80	.61	44	.93	.28	.64	.68
20*	.90	.72	.82	.28	45	.90	.28	.61	.63
21	.93	.52	.75	.52	46	.93	.55	.76	.50
22	.55	.34	.44	.22	47	.55	.31	.43	.25
23	.69	.31	.50	.38	48	1.00	.55	.83	.70
24	.72	.38	.55	.35	49	.69	.24	.46	.45
25	.86	.48	.68	.43	50	.83	.11	.46	.70

ข้อที่มีเครื่องหมาย \* คือข้อที่นำไปปรับปรุงก่อนใช้ทดสอบจริง

ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบ (ต่อ)

ข้อที่	P <sub>H</sub>	P <sub>L</sub>	p	r	ข้อที่	P <sub>H</sub>	P <sub>L</sub>	p	r
51	.86	.52	.70	.39	76	.86	.07	.45	.77
52	.69	.31	.50	.38	77	.76	.10	.41	.66
53	1.00	.31	.73	.80	78	.45	.07	.24	.50
54	.93	.59	.78	.47	79	.52	.03	.23	.65
55	.76	.48	.62	.30	80	.93	.11	.53	.79
56	.79	.10	.43	.68	81	.76	.45	.61	.33
57	.72	.28	.50	.44	82	.45	.21	.33	.27
58	.66	.28	.47	.38	83	.59	.11	.33	.53
59	.76	.10	.41	.66	84	.55	.11	.31	.50
60	.86	.24	.56	.62	85	.48	.11	.28	.44
61	.21	.48	.34	.30	86	.83	.24	.54	.58
62	.86	.13	.49	.71	87	.55	.21	.37	.36
63*	.59	.45	.52	.1	88	.86	.28	.58	.59
64	.86	.45	.67	.45	89	.93	.21	.60	.72
65	.86	.11	.48	.73	90	.55	.28	.41	.28
66	.79	.10	.43	.68	91	.59	.24	.41	.36
67	.48	.28	.38	.21	92	.72	.28	.50	.44
68	.79	.14	.46	.64	93	.45	.28	.36	.18
69	.66	.14	.38	.54	94	.52	.14	.32	.43
70	.45	.10	.26	.44	95*	.41	.28	.34	.14
71	.79	.11	.43	.67	96	.34	.11	.22	.32
72	.48	.03	.21	.62	97	.52	.21	.36	.33
73	.76	.24	.50	.52	98	.38	.21	.29	.20
74	.62	.24	.43	.39	99	.72	.34	.53	.38
75	.90	.11	.51	.76	100	.93	.28	.64	.68

ข้อที่มีเครื่องหมาย \* คือข้อที่นำไปปรับปรุงก่อนใช้ทดสอบจริง

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{nS^2 - \bar{X}(n - \bar{X})}{(n - 1)S^2}$$

$r_{tt}$  = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  = จำนวนข้อคำถาม

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบ

$\bar{X}$  = ulyเฉลี่ยของคะแนน

$$r_{tt} = \frac{100(144.892) - 72.267(100 - 72.267)}{(100 - 1)(144.892)}$$

$$= \frac{14,489.200 - 72.267(27.733)}{99(144.892)}$$

$$= \frac{14,489.200 - 2,004.181}{14,344.308}$$

$$= \frac{12,485.019}{14,344.308}$$

$$= 0.870$$

คะแนนการทดสอบ ก่อนและหลัง เรียนบทเรียน  
(เพื่อหาคะแนน 90 ตัวแรก ตามมาตรฐาน 90/90)

เลขที่	Pre	Post	D	
1	26	50	24	
2	25	57	32	
3	20	54	34	
4	25	56	31	
5	27	60	33	
6	26	58	32	
7	24	56	32	
8	23	50	27	
9	27	60	33	
10	22	53	31	
11	28	50	22	
12	23	50	27	
13	23	49	26	
14	27	56	29	
15	27	47	20	
16	30	60	30	
17	23	57	34	
18	21	48	27	
19	22	54	32	
20	27	56	29	
21	26	57	31	
22	23	55	32	
23	21	49	28	
24	24	50	26	
25	23	49	26	
26	31	60	29	
27	23	53	30	
28	26	55	29	
29	24	50	26	
30	23	57	34	
31	23	56	33	
32	20	55	35	
33	24	52	28	
34	27	54	27	
35	27	59	32	

หมายเหตุ

Pre =คะแนนการทดสอบก่อนเรียน  
บทเรียน

Post=คะแนนการทดสอบหลังจาก  
เรียนบทเรียน

D =คะแนนความก้าวหน้า

คะแนนการทดสอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียน(ต่อ)  
 (เพื่อหาคะแนน 90 ตัวแรก ตามมาตรฐาน 90/90)

เลขที่	Pre	Post	D	
36	24	56	32	<p><u>หมายเหตุ</u></p> <p>Pre =คะแนนการทดสอบก่อนเรียน                      บทเรียน</p> <p>Post =คะแนนการทดสอบหลังจาก                      เรียนบทเรียน</p> <p>D =คะแนนความก้าวหน้า</p>
37	22	48	26	
38	31	60	29	
39	27	55	28	
40	26	55	29	
41	24	57	33	
42	21	51	30	
43	29	56	27	
44	23	53	30	
45	24	55	31	
46	21	52	31	
47	23	53	30	
48	25	56	31	
49	23	55	32	
50	21	54	33	
ค่าเฉลี่ย	24.50	54.16	29.66	
ร้อยละของ ค่าเฉลี่ย	40.83	90.26	49.43	

การเปรียบเทียบคะแนนความรูพื้นฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม  
ก่อนการเรียนรู

เลขที่	Pre <sub>ex</sub>	Pre <sub>co</sub>	D	D <sup>2</sup>
1	77	70	-7	49
2	74	70	-4	16
3	70	68	-2	4
4	65	67	+2	4
5	64	64	0	0
6	60	63	+3	9
7	58	62	+4	16
8	56	61	+5	25
9	55	58	+3	9
10	53	58	+5	25
11	52	58	+6	36
12	50	57	+7	49
13	50	55	+5	25
14	49	52	+3	9
15	49	50	+1	1
16	49	49	0	0
17	48	48	0	0
18	48	48	0	0
19	48	46	-2	4
20	48	45	-3	9
21	46	44	-2	4
22	46	43	-3	9
23	45	43	-2	4
24	44	43	-1	1
25	43	42	-1	1
26	43	40	-3	9
27	41	39	-2	4
28	39	37	-2	4
29	37	36	-1	1
30	31	34	-3	9
$\Sigma$			12	336

จากสูตร

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

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{12}{\sqrt{\frac{30(336) - 144}{29}}} \\
 &= \frac{12}{\sqrt{342.621}} \\
 &= \frac{12}{18.510} \\
 &= 0.6483^*
 \end{aligned}$$

\* ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

หมายเหตุ

Pre<sub>ex</sub> = คะแนนความรูพื้นฐานของกลุ่มทดลอง

Pre<sub>co</sub> = คะแนนความรูพื้นฐานของกลุ่มควบคุม

D = ความแตกต่างของคะแนน (Pre<sub>ex</sub> - Pre<sub>co</sub>)

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและ  
กลุ่มควบคุมหลังการ เรียนรู้

เลขที่	Post <sub>ex</sub>	Post <sub>co</sub>	D	D <sup>2</sup>
1	94	95	9	81
2	92	84	8	64
3	90	80	10	100
4	88	78	10	100
5	86	77	9	81
6	85	77	8	64
7	83	75	8	64
8	82	75	7	49
9	81	73	8	64
10	80	70	10	100
11	77	69	8	64
12	77	68	9	81
13	76	66	10	100
14	73	66	7	49
15	72	63	9	81
16	70	62	8	64
17	69	61	8	64
18	68	61	7	49
19	67	61	6	36
20	67	61	6	36
21	65	60	5	25
22	64	55	9	81
23	63	54	9	81
24	62	53	9	81
25	61	51	10	100
26	59	51	8	64
27	57	51	6	36
28	55	47	8	64
29	54	43	11	121
30	51	43	8	64
$\Sigma$			230	2,108

จากสูตร

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

$$t = \frac{230}{\sqrt{\frac{30(2,108) - 52,900}{29}}}$$

$$= \frac{230}{\sqrt{356.552}}$$

$$= \frac{230}{18.883}$$

$$= 12.1802^*$$

\* ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

หมายเหตุ

Post<sub>ex</sub> = คะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลอง

Post<sub>co</sub> = คะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มควบคุม

D = ความแตกต่างของคะแนน (Post<sub>ex</sub> - Post<sub>co</sub>)

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ  
นักศึกษากลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D <sup>2</sup>
1	77	88	11	121
2	74	90	16	256
3	70	94	24	576
4	65	77	12	144
5	64	92	28	784
6	60	73	13	169
7	58	65	7	49
8	56	82	26	676
9	55	76	21	441
10	53	69	16	256
11	52	55	3	9
12	50	85	35	1,225
13	50	77	27	729
14	49	68	19	361
15	49	67	18	324
16	49	63	14	196
17	48	81	33	1,089
18	48	72	24	576
19	48	67	19	361
20	48	64	16	256
21	46	70	24	576
22	46	61	15	225
23	45	83	38	1,445
24	44	80	36	1,296
25	43	86	43	1,849
26	43	57	14	196
27	41	59	18	324
28	39	62	23	529
29	37	54	17	289
30	31	51	20	400
$\Sigma$			630	15,405

จากสูตร

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

$$t = \frac{630}{\sqrt{\frac{30(15,405) - 396,900}{29}}}$$

$$= \frac{630}{\sqrt{2,250}}$$

$$= \frac{630}{47.434}$$

$$= 13.2816^*$$

\* ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

หมายเหตุ Pre = คะแนนความรู้พื้นฐาน

Post = คะแนนผลสัมฤทธิ์

D = ความแตกต่างของคะแนน (Pre - Post)

การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง  
และกลุ่มควบคุมหลังการเรียนรู

เลขที่	Post <sub>ex</sub>	Post <sub>co</sub>	D	D <sup>2</sup>
1	77	84	7	49
2	76	80	4	16
3	72	78	6	36
4	70	75	5	25
5	68	74	6	36
6	68	72	4	16
7	67	69	2	4
8	67	68	1	1
9	66	68	2	4
10	65	68	3	9
11	65	65	0	0
12	65	65	0	0
13	65	64	-1	1
14	64	64	0	0
15	64	63	-1	1
16	64	63	-1	1
17	63	61	-2	4
18	62	59	-3	9
19	61	58	-3	9
20	61	58	-3	9
21	58	56	-2	4
22	58	55	-3	9
23	57	54	-3	9
24	57	53	-4	16
25	56	53	-3	9
26	56	53	-3	9
27	55	51	-4	16
28	52	47	-5	25
29	52	45	-7	49
30	50	44	-6	36
$\Sigma$			-14	412

จากสูตร

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

$$t = \frac{-14}{\sqrt{\frac{30(412) - 196}{29}}}$$

$$= \frac{-14}{419.448}$$

$$= \frac{-14}{20.480}$$

$$= -0.683^*$$

\* ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

หมายเหตุ

Post<sub>ex</sub> = คะแนนทัศนคติของกลุ่มทดลอง

Post<sub>co</sub> = คะแนนทัศนคติของกลุ่มควบคุม

D = ความแตกต่างของคะแนน (Post<sub>ex</sub> - Post<sub>co</sub>)