สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตุยุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3921676 3018968

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ชั้น ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ

ส.ค. 20

ปริญญานิพนธ์

ของ

สำอางค์ สังข์เงิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
พฤศจิกายน 2519

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ชั้น ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ

บทคัดย่อปริญญานิพนธ์

ของ

สำอางค์ สังข์เงิน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เปรื่อง กุมุท ประธาน

รศ.พิชัย ศิริหัศนกุล กรรมการ

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ชั้น ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ของนักศึกษา ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1 โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนคร ปีการศึกษา 2519 จำนวน 84 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาทั้งหมด แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยทำการทดสอบก่อนการเรียน แล้วจัดลำดับคะแนนแบ่งกลุ่มแบบ Equate Group กลุ่มละ 42 คน และจัดเป็นกลุ่มทดลองและควบคุมด้วยวิธีจับฉลาก กลุ่มทดลองเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูป และกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนตามปกติ กลุ่มละ 6 ชั่วโมง

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โดยรวมแล้วนักศึกษาที่เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูป และเรียนจากการสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในกรณีของเรื่องกฎของโอห์ม ที่ปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีสอนตามปกติ

A COMPARATIVE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT IN BASIC ELECTRICITY THEORY OF THE FIRST YEAR INDUSTRIAL ARTS STUDENTS USING PROGRAMMED TEXTBOOKS AND CONVENTIONAL METHOD OF TEACHING

ABSTRACT

BY

SAMANG SUNGEARN

SAMANG SUNGEARN

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education Degree

Srinakarinwirot University

November , 1976

A Comparative Study of Learning Achievement in Basic Electricity Theory of The First Year Industrial Arts Students Using Programmed Textbooks and Conventional Method of Teaching

The main purpose of this experiment is to compare learning achievement in Basic Electricity Theory of the First Year Industrial Arts Students between using Programmed Textbooks and Conventional Method of Teaching.

This experiment comprised 84 first year Industrial Arts Students of Pranakorn Teachers College during the academic year 1976. The students were divided equally into a controlled group and an experimental group using equated grouping as the criterion. Each group consisted of 42 students. The controlled group learned from the Conventional Method of Teaching and the experimental group learned from the Programmed Textbooks. After six hours of total teaching time each group was tested for their performance. The data were then analyzed

The results showed that in general the learning achievement of the students who learned from the Programmed Textbooks was not statistically different from that of the Conventional Method of Teaching group, except in the case of Ohm's Law at which the experimental group learned statistically better than the controlled group.

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3921676 3016960

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้.

ประธาน
(ดร.เปรื่อง กุมุท)

กรรมการ
(รศ.พิชัย ศิริทัศนกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ก็ด้วยความช่วยเหลือจาก ท่านอาจารย์ ดร.เปรื่อง กุมุท และ ท่านรองศาสตราจารย์พิชัย ศิริทัศนกุล ที่ได้กรุณารับเป็นประธานและกรรมการที่ปรึกษา ได้ให้คำแนะนำด้วยดีตลอดมา ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณอาจารย์อร่าม เกษรศิริ และอาจารย์ปรีชา คงสวัสดิ์ อาจารย์คณะอุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือทางด้านนักศึกษา ความสะดวกอื่น ๆ อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณอาจารย์เจิดจรรย์ วัชรพรรณ และอาจารย์ศรีสรรก์ ประสิทธิธรรม อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ วิทยาลัยครูพระนคร ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณทุก ๆ ท่าน และทุก ๆ ฝ่ายที่มิได้กล่าวนามมานี้ ซึ่งมีส่วนให้ความช่วยเหลือให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอขอบพระคุณเอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

สำอางค์ สังข์เงิน

สารบาญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
	สมมุติฐานของการศึกษาวิจัย	5
	ความสำคัญของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	โครงการผลิตกรูอุตสาหกรรมศิลป์	7
	ความหมายของแบบเรียนสำเร็จรูป	8
	ลักษณะของแบบเรียนสำเร็จรูป	9
	ชนิดของแบบเรียนสำเร็จรูป	10
	หลักในการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูป	12
	คุณค่าของแบบเรียนสำเร็จรูป	14
	การวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
	การวิจัยในประเทศไทย	16
	การวิจัยในต่างประเทศ	17
3	วิธีดำเนินการทดลอง	19
	การสร้างเครื่องมือ	19
	การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	24
	การดำเนินการทดลอง	25
	สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล	26

บทที่		หน้า
4	การวิเคราะห์และผลการทดลอง	28
	วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนที่จะทำการทดลอง	28
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองหลังจากได้เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปทั้ง 2 ตอน	29
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมหลังจากการเรียน	29
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจากเนื้อหาทั้งหมด	30
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจากการเรียนตอนที่ 1	30
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจากการเรียนตอนที่ 2	31
5	บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	32
	บทย่อ	32
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	32
	สมมุติฐานของการวิจัย	32
	กลุ่มตัวอย่าง	32
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	32
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	33
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	33
	การทดสอบเพื่อปรับปรุงแบบเรียนสำเร็จรูป	33
	การดำเนินการทดลอง	34
	การวิเคราะห์ข้อมูล	35

บทที่ หน้า

ผลการทดลอง 35

อภิปรายผลการทดลอง 35

ข้อเสนอแนะ 37

ข้อเสนอแนะทั่วไป 37

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป 37

บรรณานุกรม 38

ภาคผนวก 44

ภาคผนวก ก. กะแนนการทดสอบและผลการวิเคราะห์ข้อสอบ 45

ภาคผนวก ข. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 50

ภาคผนวก ค. แบบเรียนสำเร็จรูป 62

ตอนที่ 1 การไหลของอีเลกตรอน 63

ตอนที่ 2 กฎของโอห์ม 104

บทคัดย่อปริญญานิพนธ์ 148

บทคัดย่อภาษาไทย 149

ABSTRACT 150

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบ	20
2	แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	21
3	แสดงมาตรฐานของแบบเรียนสำเร็จรูป	22
4	แสดงวันเรียน และวันสอบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	23
5	แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง	24
6	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม และค่า t-test ตอนที่ 1	25
7	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม และค่า t-test ตอนที่ 2	25
8	แสดงการเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากเนื้อหาทั้งหมดก่อนเรียน	28
9	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียนจากเนื้อหาทั้งหมดของแบบเรียนสำเร็จรูป	29
10	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองก่อนและหลังจากได้เรียนจากการสอนตามปกติของเนื้อหาทั้งหมด	29
11	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจากเนื้อหาทั้งหมด	30
12	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการเรียนเรื่องการไหลของอิเลกตรอน	30
13	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการเรียนเรื่องกฎของโอห์ม	31
14	แสดงค่า P_H, P_L, P, r ของแบบทดสอบ ตอนที่ 1, 2	46
15	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	47

ตาราง หน้า

16 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ตอนที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม 48

17 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ตอนที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม 49

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษามีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาประเทศ ซึ่งไม่ใช่เพียงการฝึกฝนกำลังคนเพื่อเข้ารับราชการ ปลูกฝังจิตสำนึกทางการเมืองหรือเสริมสร้างคนให้มีคุณธรรมเท่านั้น แต่ในปัจจุบันเราจะต้องคำนึงถึงความสามารถในการปฏิบัติงาน และมีความเข้าใจในธรรมชาติและใช้ผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย เพราะสภาพแวดล้อมในสังคมปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากมาย โดยเฉพาะความก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรม จะเห็นว่าชีวิตการเป็นอยู่ของมนุษย์ในปัจจุบันมีส่วนเกี่ยวข้องกับผลผลิตของอุตสาหกรรมแทบทั้งสิ้น ตัวอย่างเช่น เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาเครื่องอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และเครื่องมือในการปฏิบัติงานในอาชีพสาขาต่าง ๆ ซึ่งนับวันจะมีมากขึ้น และทางหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ได้ดีก็คือ การให้การศึกษาทางด้านวิชาอุตสาหกรรมศิลป์อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นวิชาที่จะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักและคุ้นเคยกับงานทางด้านอุตสาหกรรม ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ และสอนให้ผู้เรียนรู้จักช่วยตัวเองในชีวิตประจำวัน โดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยผู้อื่นมากนัก (ฉรงค์ เส็งประชา, 2516 : 3)

สำหรับการศึกษาทางด้านวิชาอุตสาหกรรมศิลป์นั้น มีมาเป็นเวลานาน จนอาจกล่าวได้ว่า เป็นวิชาที่มนุษย์ได้ศึกษากันมาตั้งแต่กำเนิดของสังคมมนุษย์ แต่ก็ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร เป็นเหตุให้หลายชาติรวมทั้งประเทศไทยไม่เจริญทัดเทียมกับประเทศอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา เดนมาร์ค รัสเซีย หรือ อังกฤษ เพราะประเทศต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นได้ให้ความสำคัญแก่วิชาอุตสาหกรรมศิลป์และได้รับความสนับสนุนช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากองค์การธุรกิจและการอุตสาหกรรม

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน นักการศึกษาก็เริ่มเห็นความสำคัญและหันมาสนใจในวิชานี้มากขึ้น จะเห็นได้จากการขยายการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษา การขยายโครงการมัธยม

แบบประสมรวมทั้งสถาบันฝึกหัดครูได้ผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์ขึ้นโดยเฉพาะอีกด้วย และโครงการอุตสาหกรรมศิลป์นั้นก็ได้ตั้งขึ้นที่วิทยาลัยครูพระนคร โดยมีเป้าหมายพอสรุปได้ดังนี้ คือ (พิชัย ศิริทัศนกุล, 2515 : 15)

1. เพื่อปรับปรุงวิทยาลัยครูพระนคร ให้สามารถผลิตครู ที่จะไปทำการสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ในโรงเรียนมัธยมแบบประสมและวิชาศิลปปฏิบัติแขนงอุตสาหกรรมศิลป์

2. เพื่อปรับปรุง ครู อาจารย์ ที่สอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ในสถานศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการให้มีความสามารถมากขึ้น

3. เพื่ออบรมครูที่สอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ในสถานศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการให้มีความเหมาะสมที่จะทำการสอน

4. เพื่อผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์ประมาณ ปีละ 120 คน เพื่อสนองความต้องการของกรมสามัญศึกษา และกรมอื่นที่ต้องการครูประเภทนี้

แต่ในทางปฏิบัติตั้งแต่เริ่มแผนกวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คือในปีการศึกษา 2509-2518 ทางวิทยาลัยครูสามารถผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์ได้เพียง 794 คน (วิทยาลัยครูพระนคร , 2518 : ทะเบียน) ตามเป้าหมายแล้วควรจะเป็น 1080 คน สาเหตุหนึ่งที่ไม่สามารถผลิตได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ก็คือ อัตรากำลังของครูผู้สอน เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์มีจำกัด เพราะในการเรียนการสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ให้ได้ผลนั้นต้องอาศัยทฤษฎีที่ถูกต้อง การปฏิบัติที่ถูกวิธีและวัสดุอุปกรณ์ที่เพียงพอ จึงจะมีผลทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพ และได้ผลตามจุดหมาย

สำหรับการสอนทางทฤษฎีนั้น มีความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติต่อไป เช่น งานในด้านไฟฟ้าและอีเล็คโทรนิคส์ ทฤษฎีเบื้องต้น จะเป็นบันไดในการเรียนและปฏิบัติงานในขั้นสูงขึ้นไป จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องใช้ครูสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถให้ความรู้ในทฤษฎีอย่างถูกต้อง เพราะวิชาไฟฟ้าและอีเล็คโทรนิคส์ เป็นวิชาที่ยาก และต้องใช้จินตนาการสูงมากวิชาหนึ่ง ซึ่ง บราวน์ (Brown, IAVA, 1963 : 38) ได้กล่าวว่า เทคนิคธรรมชาติของวิชาไฟฟ้าและอีเล็คโทรนิคส์เป็นวิชาที่สอนให้ดีได้ยากมาก

ชูเรอ (Shuler, IAVE, 1967 · 54) ได้กล่าวว่าการศึกษาในสาขาไฟฟ้าและอีเล็คโทรนิคส์นั้นไม่มีที่สิ้นสุด และการที่จะเรียนให้เข้าใจหมดทุกอย่างนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะ

1. ความรู้ในสาขาวิชานี้ มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว
2. มีความเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคนิคอยู่ตลอดเวลา
3. ขาดผู้ที่มีความสามารถ และมีประสบการณ์ในด้านนี้โดยตรง

เพื่อให้การเรียนการสอนวิชาไฟฟ้า และอีเล็คโทรนิคส์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหันมาใช้ นวกรรม และเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ ๆ เข้ามาช่วย เช่น โสตทัศนอุปกรณ์ แผงไฟฟ้า (Circuit Board) โทรทัศน์ หรือแบบเรียนสำเร็จรูป

โดยเฉพาะแบบเรียนสำเร็จรูปนับว่ามีความเหมาะสมอย่างมาก เพราะบทเรียนสำเร็จรูปจัดประสบการณ์ และกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนได้ประสบและทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้ได้เร็วช้าตามความสามารถของตน และจะเรียนรู้ไปทีละขั้น ๆ จนมีความเข้าใจในเนื้อหานั้นดีแล้ว จึงเรียนเรื่องต่อไป (Schramm, 1964 : 1) สำหรับแบบเรียนสำเร็จรูป มีส่วนแตกต่างจากตำราเรียนธรรมดา กล่าวคือ แบบเรียนสำเร็จรูป จัดว่าเป็นระบบสื่อความหมายสองทาง (Two - way Communication System) ซึ่งมีการติดต่อโดยตรงระหว่างผู้สื่อความหมายและผู้รับ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น และมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดเวลา (Hartley, 1972 : 12)

ดังนั้นเราจึงกล่าวได้ว่าการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถช่วยแก้ปัญหาการศึกษาได้ การสอนแบบนี้มีครั้งแรกในสหรัฐอเมริกาเมื่อราวปี ค.ศ. 1920 แต่ได้นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูและสถานที่เรียน ในปี พ.ศ. 1962 เป็นต้นมา ได้รับการสนับสนุนจากนักการศึกษาในปัจจุบันอย่างมาก เช่น

กลาสแมน (Glassman, 1966 · 9) กล่าวว่า การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยขจัดข้อบกพร่องของการสอนแบบเก่า ๆ ได้โดยเฉพาะความชัดเจนของเนื้อหา

ลันดี (Lundy, 1969 . 37) กล่าวว่า ในการที่จะลดช่องว่างระหว่างเทคนิคใหม่ ๆ ในวงการอุตสาหกรรมและการเรียนการสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์แล้ว การใช้บทเรียนสำเร็จรูปเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยได้อย่างมาก แต่ลงทุนน้อย

จรูญ วงสายัณห์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2515 : 39) กล่าวว่า การใช้บทเรียนโปรแกรม เป็นเครื่องมือในการสอนนั้น ถือได้ว่าเป็นความพยายามที่จะจัดให้การสอนเหมาะกับความต้องการและความสามารถของแต่ละบุคคล กล่าวคือ คนที่เรียนจะก้าวไปได้เร็วหรือช้าก็แล้วแต่ความสามารถของตนในที่สุดก็จะสามารถเรียนบทเรียนนั้นได้จนจบ

สายหยุด จำปาทอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2515 . 167) กล่าวถึงการเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปไว้ว่าเนื่องจากแต่ละบทเรียนประกอบด้วยคำถามเป็นตอน ๆ ไป เมื่อเด็กตอบผิดด้วยความไม่เข้าใจหรือเข้าใจผิด เด็กจะสามารถกลับไปทบทวนดูบทเรียนเก่าได้ว่าตนเองผิดตรงไหน และเพราะอะไร ทั้งนี้ผู้เขียนบทเรียนสำเร็จรูปต้องจัดไว้อย่างรอบคอบ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตำราเรียนแล้ว จะเห็นว่าละเอียดกว่าทั้งยังได้ทำการทดลอง และทดสอบอย่างรอบคอบก่อนจะนำมาใช้จริง

สำหรับการเรียนการสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ที่วิทยาลัยครูพระนครนั้น ได้มีผู้พยายามทดลองใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น การใช้ภาพยนต์ทลับ 8 มิลลิเมตร (ปรีชา อนุกูลวรรธกะ, 2514) และการใช้โทรทัศน์วงจรปิด แต่ในการทดลองที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการทดลองสอนที่ที่เน้นทักษะในการปฏิบัติงานของผู้เรียนโดยเฉพาะส่วนในการสอนทางทฤษฎีนั้น ครูผู้สอนยังนิยมใช้แบบเดิม คือ การบรรยาย ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนอุตสาหกรรมศิลป์อยู่ในวงจำกัด คือ ไม่สามารถจะขยายปริมาณ และคุณภาพได้มากเท่าที่ควร

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใคร่ทำการทดลองสร้างแบบเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเองเพื่อใช้สอนวิชาไฟฟ้าทฤษฎีเบื้องต้นแก่นักศึกษาอุตสาหกรรมศิลป์ปีที่ 1 เพื่อดูว่า แบบเรียนสำเร็จรูปจะมีประโยชน์และความเหมาะสมหรือไม่ สำหรับการศึกษาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ที่วิทยาลัยครูพระนคร ซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนักศึกษามีมากขึ้น กรูผู้สอนไม่พอ และคุณภาพการศึกษายังไม่สูงพอ นอกจากนี้ยังเป็นการหาแนวทางในการปรับปรุงด้านอื่น ๆ และวิธีสอนที่จะนำไปสู่แนวใหม่ในโอกาสต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ

2. เพื่อเป็นการสร้างแบบเรียนสำเร็จรูปวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น

สมมุติฐานของการศึกษาวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูป กับผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติจะไม่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลของการทดลองจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้สอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์หรือวิชาช่างตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทั้งด้านบริหารและวิชาการ ได้เห็นลู่ทางและเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียนสำเร็จรูปมากยิ่งขึ้น

2. ผลการทดลอง จะเป็นการเผยแพร่ให้มีการสร้างแบบเรียนสำเร็จรูปทำนองนี้ในการสอนรายวิชาต่าง ๆ ทางด้านวิชาอุตสาหกรรมศิลป์เพิ่มมากขึ้น

3. เป็นการเสริมสร้างให้เกิดแนวความคิด ในอันที่จะปรับปรุงวิธีสอนโดยการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการสอนเพิ่มมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาอุตสาหกรรมศิลป์ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2519 จำนวน 84 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น หมายถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาไฟฟ้าอีเลคโทรนิคส์

ที่ใช้สอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์โดยผู้วิจัยตัดบาเฉพาะเรื่อง

2.1 การไหลของอีเล็คตรอน (Electron Flow)

2.2 กฎของโอห์ม (Ohn's Law)

3. นักศึกษาอุตสาหกรรมศิลป์ปีที่ 1 หมายถึงนักศึกษาระดับ ป.กศ.สูง ที่เรียนวิชาเอกอุตสาหกรรมศิลป์ ในปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนคร ปีการศึกษา 2519

4. แบบเรียนสำเร็จรูปหมายถึงแบบเรียนที่สร้างขึ้นในลักษณะที่แบ่งเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่าน และทำตลอดจนสนองตอบ และรับทราบผลการกระทำทุกขั้นตอนด้วยตนเองไปเรื่อย ๆ

5. การสอนตามปกติ หมายถึงการสอนของผู้วิจัยที่ดำเนินการสอนเองโดยวิธีบรรยายและมีอุปกรณ์ประกอบบ้างตามความเหมาะสม

บทที่ 2

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก. <u>เอกสารที่เกี่ยวข้อง</u>

โครงการผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์

เนื่องจากประเทศไทยกำลังอยู่ในระยะพัฒนาประเทศ โดยมุ่งทำการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมเป็นสำคัญ ในการที่จะพัฒนาประเทศนั้น ต้องอาศัยกำลังคนที่มีความสามารถหลายระดับร่วมปฏิบัติงาน งานจึงสำเร็จไปด้วยดี การศึกษามีความสำคัญในด้านนี้ ฉะนั้นกระทรวงศึกษาธิการจึงเห็นสมควรที่จะพัฒนาการศึกษาให้มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาประเทศในด้านอื่น ๆ อย่างใกล้ชิด การมัธยมศึกษาก็เป็นโครงการหนึ่งที่จะพัฒนาให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ ทั้งนี้เพื่อให้ประเทศมีกำลังคนในระดับต่าง ๆ มีความรู้ ความสามารถทางอาชีพพื้นฐานเพียงพอแก่การพัฒนาประเทศ การพัฒนาการมัธยมศึกษา จะได้ผลดีนั่นคือ คุณภาพและปริมาณของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา (กระทรวงศึกษา, 2515 : 5) และกรมการฝึกหัดครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตครู จึงเห็นสมควรที่จะให้มีการปรับปรุงการผลิตครูให้มีคุณภาพเหมาะสมกับความต้องการของกรมสามัญศึกษา และกรมอื่น ๆ ที่ต้องการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2515 : 17) ซึ่งขณะนั้นกรมสามัญศึกษา กำลังจัดตั้งและขยายโรงเรียนมัธยมแบบประสมให้กว้างขวางมากขึ้น ในการขยายนี้กรมการฝึกหัดครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตครูให้มีคุณวุฒิ และความสามารถที่เหมาะสมกับโรงเรียนประเภทนี้ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตครูในสาขาของอุตสาหกรรมศิลป์ที่จะเปิดสอนในโรงเรียนมัธยมแบบประสม

ฉะนั้นกรมการฝึกหัดครูจึงวางโครงการผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์ขึ้น ที่วิทยาลัยครูพระนครเมื่อปีการศึกษา 2509 ต่อมาได้ร่วมกับวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร เปิดสอนถึงระดับปริญญาตรีขึ้นในปีการศึกษา 2511 (วิทยาลัยครูพระนคร, 2517 : 1) และได้ผลิตครูทั้งระดับ ป.กศ.สูง และระดับปริญญาตรี ถึงปีการศึกษา 2516 วิทยาลัยวิชาการศึกษาได้ยกฐานะขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ การบริหารของกรมการฝึกหัดครูและมหาวิทยาลัย

แยกจากกัน ทำให้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไม่สามารถผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์อีกต่อไปได้เพราะขาดเครื่องมือเครื่องจักรและบุคคลากร ในปีการศึกษาเดียวกันนี้เอง วิทยาลัยครูพระนครก็ได้รับอนุมัติให้เปิดสอนระดับปริญญาตรีได้ จึงได้ดำเนินการได้จนถึงปัจจุบัน และตั้งแต่เริ่มโครงการผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์จนถึงปีการศึกษา 2518 ผลิตครูได้ทั้งสิ้น 794 คน โดยแยกเป็น (วิทยาลัยครูพระนคร, 2519 : ทะเบียน)

ระดับ ป.กศ.สูง	573 คน
ระดับ ปริญญาตรี	221 คน

จะเห็นว่าในช่วงระยะเวลา 9 ปี (2509-2518) ครูที่ผลิตได้มีจำนวนน้อยมาก เพราะการผลิตต้องอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุฝึก บุคคลากร การนำเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ ๆ มาช่วย ซึ่งก็หมายถึงต้องลงทุนสูงมากตามไปด้วย ดังนั้นการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะแบบเรียนสำเร็จรูปนับว่าเหมาะสม เพราะราคาถูก และมีประสิทธิภาพในการสอนแทบทุกวิชา

ความหมายของแบบเรียนสำเร็จรูป

นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของแบบเรียนสำเร็จรูปไว้คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ

เปรื่อง กุมุท (เปรื่อง กุมุท, 2516 : 1) ให้ความหมายของแบบเรียนสำเร็จรูปว่า หมายถึง ลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถโดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ

สุภา ภุชงคกุล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2515 : 162) ได้ให้ความหมายของบทเรียนสำเร็จรูปว่า หมายถึง การจัดลำดับประสบการณ์ เพื่อชักนำให้เด็กนักเรียนได้เรียนรู้โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ตามลำดับ

เพออีรา (Pereira, 1971 : 1) ได้ให้ความหมายของแบบเรียนสำเร็จรูปว่าคือ วิธีจัดเนื้อหาวิชาที่ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนด้วยตนเอง โดยปฏิบัติตามคำสั่งและขั้นตอนของเนื้อหาวิชาซึ่งจัดลำดับไว้อย่างเหมาะสม ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตรงตามเป้าหมาย โดยที่ผู้เรียนสามารถตรวจเช็ค ความก้าวหน้าของตัวเองได้ด้วยตัวเอง

สครีฟ เวน (Scriven, 1969 3) ได้ให้ความหมายของแบบเรียนสำเร็จรูปไว้ว่า แบบเรียนสำเร็จรูปหมายถึง บทเรียนที่มีคำอธิบายในแต่ละคำอธิบายก็อาจจะใส่คำถามให้ผู้เรียนได้ตอบ ซึ่งมีผลทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับบทเรียนนั้นด้วย ในแต่ละตอนที่มีทั้งคำอธิบายและคำถาม เรียกว่า กรอบ (Frame) แล้วนำแต่ละกรอบมาเรียงกันตามลำดับเนื้อหาเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจได้ตลอดเนื้อหา ส่วนคำตอบในเนื้อหาผู้เรียนก็สามารถจะทราบผลได้ทันทีเพื่อตรวจตัวเองว่ามีความเข้าใจในแต่ละตอนหรือไม่

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาที่สำคัญเราจะเห็นว่าการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป เป็นวิธีสอนที่สอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาแบบ Progressive Education เพราะนอกจากใช้หลักการให้รางวัล เป็นสิ่งล่อใจแล้วยังทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างสำคัญอีกด้วย และเป็นแบบการสอนแบบหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งจะทำให้ครูมีเวลาที่จะช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาเป็นรายบุคคลให้มากขึ้นอีกด้วย (Fry, 1963 · 23-24)

<u>ลักษณะของแบบเรียนสำเร็จรูป</u>

สำหรับลักษณะของแบบเรียนสำเร็จรูป ได้มีนักการศึกษาและเทคโนโลยีทางการศึกษาได้สรุปลักษณะของแบบเรียนสำเร็จรูปไว้ดังต่อไปนี้ คือ

แชรม (Schramm, 1964 · 98 - 99) ได้สรุปลักษณะของแบบเรียนสำเร็จรูปไว้ดังนี้ คือ

1. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ (Frames) ซึ่งเรียงลำดับไว้ต่อเนื่องกัน แต่ละกรอบจะมีคำอธิบายและคำถามให้ผู้เรียนตอบ หรือเติมคำในช่องว่างหรือเลือกคำตอบที่ถูก

2. เมื่อผู้เรียนตอบเสร็จในแต่ละกรอบแล้ว จะรู้ผลทันทีว่าตอบถูกหรือผิด

3. การเรียนจะดำเนินไปทีละขั้น และจะมีกรอบสำหรับฝึกหัดทบทวนและทดสอบผู้เรียนให้เข้าใจยิ่งขึ้น

4. การเรียนไม่จำกัดเวลา ผู้เรียนจะเรียนไปตามความสามารถของตนเอง

กลาดโทรว์ (Clarktrow, 1963 : 93) ได้สรุปลักษณะของแบบเรียนสำเร็จรูปไว้ดังนี้ คือ

1. เนื้อหาที่เรียนประกอบด้วยขั้นย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกันไปอย่างมีเหตุผล
2. ผู้เรียนจะต้องตอบสนองสิ่งเร้าที่เสนอให้ในแบบเรียน
3. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง
4. ผู้เรียนสามารถทราบผลการตอบของตนเองทันที
5. การตอบสนองที่ถูกต้องจะก่อให้เกิดแรงเสริมในการตอบสนองครั้งต่อไป

<u>ชนิดของแบบเรียนสำเร็จรูป</u>

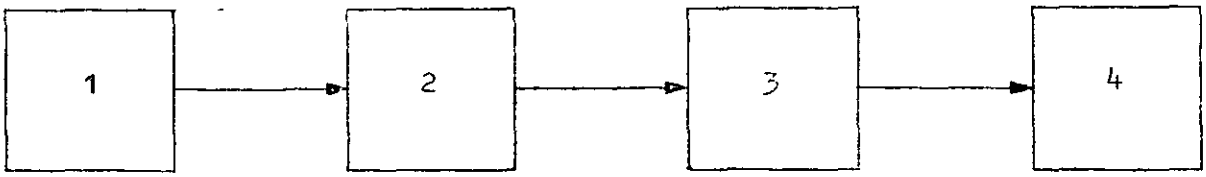
ถ้าจะพิจารณาถึงวิธีเขียนบทเรียนสำเร็จรูปเป็นหลักแล้ว อาจแบ่งบทเรียนสำเร็จรูปออกเป็น 2 ชนิด ตามแบบของผู้เขียนแบบเรียนสำเร็จรูป คือ

สตอลูโร (Stolurow, 1961 : 12 - 13) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูปว่ามี 2 แบบใหญ่ ๆ คือ แบบเส้นตรง (Linear Programe) และแบบสาขา (Branching Programe) แบบเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง จะจัดลำดับของกรอบปัญหาให้นักเรียนเป็นแบบตายตัว นักเรียนจะต้องทำตั้งแต่กรอบปัญหาแรกไปจนถึงกรอบปัญหาสุดท้ายตามลำดับ ไม่มีการข้ามกรอบปัญหาใดเลย ไม่ว่านักเรียนแต่ละคนจะมีระดับสติปัญญาแตกต่างกันอย่างไร เพราะถือว่าผู้ที่เรียนจนจบบทเรียนโปรแกรมนี้แล้ว จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทัดเทียมกัน ความแตกต่างที่ปรากฏออกมาก็เฉพาะในเรื่องช่วงเวลาในการเรียนเท่านั้นคือ เด็กที่มีสติปัญญาสูง จะทำได้เร็ว เด็กที่มีสติปัญญาต่ำ จะเรียนได้ช้ากว่า

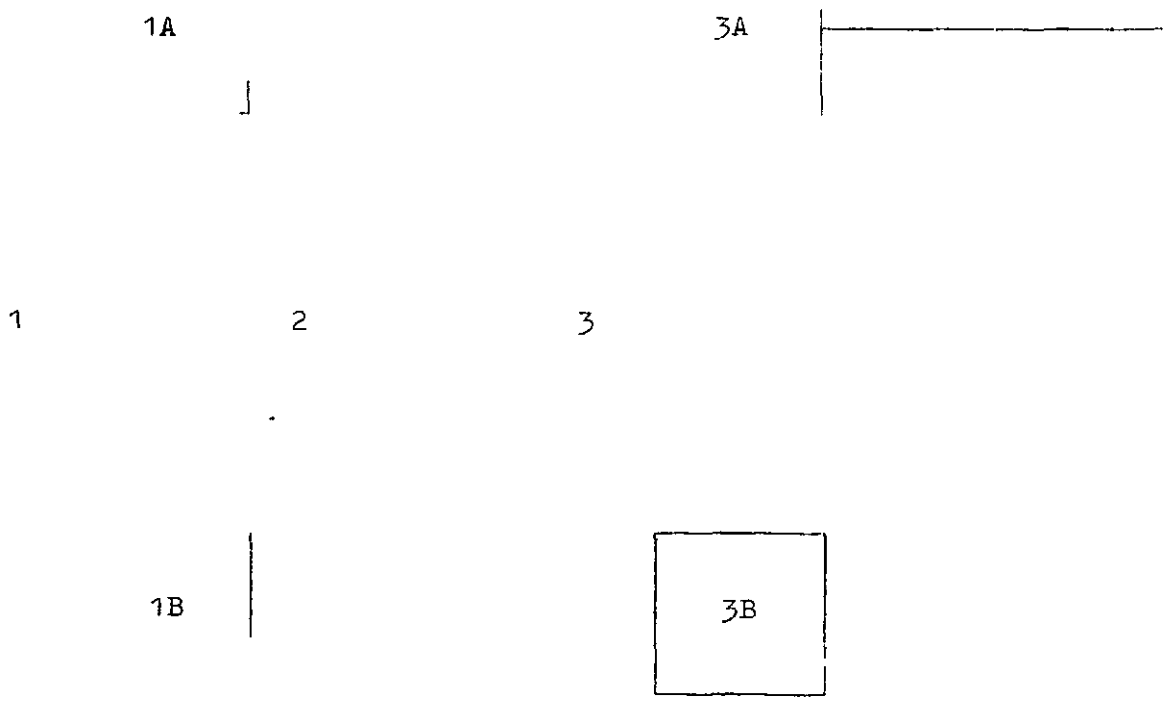
สำหรับแบบเรียนสำเร็จรูปสาขา จะคำนึงถึงความแตกต่างของระดับสติปัญญาในระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ฉะนั้นการตอบสนองของผู้เรียน จึงใช้วิธีให้เลือกคำตอบ ซึ่งผลจากการเลือกคำตอบของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนก้าวหน้าต่อไปในลักษณะที่แตกต่างกันแล้วแต่กรณี ผู้ใดเลือกคำตอบได้ถูกต้องก็แสดงว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแล้ว จึงให้สามารถข้ามกรอบปัญหาบางกรอบที่ไม่จำเป็น ทำให้ทุ่นเวลาในการเรียนได้มากยิ่งขึ้น ส่วนเด็กที่ตอบไม่ถูกแสดงว่ายังไม่เข้าใจบทเรียนและจะถูกส่งไปสู่กรอบปัญหา ซึ่งจัดไว้เพื่อแก้ไขปรับปรุงความรู้ความเข้าใจให้ถูกต้องเสียก่อน แล้วจึงนำไปสู่ปัญหาอื่นต่อไป

เพาเวล (Powell, 1967 169 - 172) ได้แสดงโครงร่างของแบบเรียนสำเร็จรูปทั้งแบบเส้นตรงและแบบสาขา ดังนี้

แบบเส้นตรง (Linear Programe)



แบบสาขา (Branching Programe)



หลักในการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูป

ในการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูปนั้นจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ของการสร้างแบบเรียนสำเร็จรูป ซึ่งมีนักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เสนอลำดับขั้นในการเขียนไว้หลายท่าน กล่าวคือ

เปรื่อง กุมุท (เอกสารโรเนียว, 2518 : 2 - 7) ได้เสนอลำดับขั้นในการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูป ซึ่งกำหนดไว้ 3 ตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นวางแผนทางวิชาการ ซึ่งแบ่งเป็น
   - 1.1 การกำหนดเนื้อหาวิชา และลำดับขั้น
   - 1.2 ตั้งจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาซึ่งแยกออกเป็น
     - 1.2.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป
     - 1.2.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
   - 1.3 วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อแยกเนื้อหาให้ละเอียดแล้วเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
   - 1.4 สร้างแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ และ
2. ขั้นดำเนินการเขียน
   - 2.1 การเขียน Criterian Frame
   - 2.2 เขียน Teaching Frame, Practice Frame
   - 2.3 นำออกทดลองใช้เป็นรายบุคคล (Individual Try-out) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
   - 2.4 นำออกทดลองกับกลุ่มย่อย แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
   - 2.5 นำออกทดลองใช้กับห้องเรียนจริงแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เข้ามาตรฐาน
3. ขั้นการใช้ผลิตผล คือ นำบทเรียนสำเร็จรูปที่ทดลองตามขบวนการมาใช้กับผู้เรียนต่อไป

แลมบ์ (Lamb, 1967 · 160) ได้สรุปวิธีสร้างแบบเรียนสำเร็จรูปของศาสตราจารย์ เจ.อาร์ ดิกซัน ไว้ดังนี้ คือ

1. วางวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบเรียนสำเร็จรูปและสร้างแบบทดสอบสำหรับ Post - test หลังการใช้บทเรียนแล้ว โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. พิจารณาความรู้ ซึ่งจะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนและกำหนดออกมาในรูปเชิงพฤติกรรม

3. เขียนกรอบ

4. เลือกผู้เรียนจากกลุ่มตัวอย่าง 1 คน ให้ทำ Pre-test แล้วเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูป ผู้สร้างต้องสังเกตข้อที่ผิดที่ผู้เรียนทำ ในบทเรียนและข้อทดสอบ

5. แก้ไขปรับปรุงบทเรียนในข้อที่ผู้เรียนทำผิดนั้นใหม่

6. ทำซ้ำ ตามข้อ 4 และข้อ 5 จนเป็นที่พอใจ

7. ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

8. ควรกระทำซ้ำตามข้อ 4, 5, 6 และ 7 จนกว่าจะได้แบบเรียนสำเร็จรูปที่ดี

จากลำดับขั้นในการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูปดังที่กล่าวมาแล้ว จึงเป็นพื้นฐานในก..ที่เราจะนำมาพิจารณาในการเขียนและเลือกใช้แบบเรียนสำเร็จรูปให้มีประสิทธิภาพและคุณค่ายิ่งขึ้น

โทมัส (Thomas, 1963 : 400 - 537) ได้เสนอหลักในการพิจารณา เลือกใช้แบบเรียนสำเร็จรูปที่ดีว่า

1. มีการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย ๆ หรือกรอบแต่ละกรอบจะต้องทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในกรอบถัดไป

2. มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

3. เนื้อหาในแต่ละกรอบควรพาดพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้เรียนมาก่อนแล้วบ้าง และเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ

4. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

5. ภาษาที่เขียนชัดเจนถูกต้อง ใช้ศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน

6. มีการเสริมกำลังที่เหมาะสม

7. ควรจะมีกรอบแนะนำบทเรียน วิธีทำบทเรียนและอธิบายเนื้อหาวิชาที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบต่อไป

<u>คุณค่าของแบบเรียนสำเร็จรูป</u>

นักการศึกษาส่วนมากต่างยอมรับว่า แบบเรียนสำเร็จรูปที่ดีนั้นมีคุณค่าต่อการเรียนและการแก้ปัญหาทางการศึกษามาก เช่น

บัทเลอร์ (Butler, 1968 : 42 - 53)

ฟินเซนท์ (Pinsent, 1969 . 474)

แคลวิน (Calvin, 1969 . 19 - 31)

คินเดอร์ (Kinder, 1965 · 156)

ลีทธ์ (Leith, 1966 : 83)

เพออีรา (Pereira, 1971 : 29 - 31)

ได้กล่าวถึงคุณค่าของแบบเรียนสำเร็จรูปพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ประโยชน์ต่อผู้เรียน

1.1 แบบเรียนสำเร็จรูปทำหน้าที่คล้ายครูพิเศษ สอนให้ก้าวไปทีละขั้นตามความสามารถของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง

1.2 ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนเร็วไม่ถูกถ่วง ผู้เรียนช้าไม่ต้องเร่ง และไม่รู้สึกว่ามีปมด้อย เพราะมีโอกาสทำผิดน้อย และมีโอกาสแก้ไขได้ทันที

1.3 ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนมากขึ้น และทราบความก้าวหน้าของตนตลอดเวลา

1.4 ผู้เรียนมีโอกาสรับความเอาใจใส่จากครูเป็นรายบุคคลมากขึ้น

1.5 ผู้เรียนที่ขาดเรียน มีโอกาสช่วยตัวเองให้ตามผู้อื่นทัน

1.6 บุคคลที่ไม่มีโอกาสเรียนในโรงเรียนสามารถหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.7 ผู้เรียนอาจใช้แบบเรียนสำเร็จรูป ทบทวนความรู้หรืออุปกรณ์การสอนของครู

2. ประโยชน์ต่อผู้สอน

2.1 ผู้สอนมีเวลาปรับปรุงการสอนมากขึ้น มีเวลาที่จะช่วยส่งเสริมหรืออภิปรายปัญหากับผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย ๆ ได้

2.2 ใช้เป็นอุปกรณ์การสอนแบบอื่น ๆ ได้ เช่น การสอนเป็นทีม การสอนซ่อมเสริม

2.3 ช่วยทำให้ห้องเรียนเป็นระเบียบ ควบคุมชั้นได้ง่าย เพราะนักเรียนตั้งใจเรียน

3. ประโยชน์ต่อผู้บริการการศึกษา

3.1 ช่วยแก้ปัญหาเรื่องขาดแคลนครูที่มีความชำนาญในวิชาใดวิชาหนึ่ง

3.2 ช่วยแก้ปัญหาในโรงเรียนเล็ก ๆ ตามชนบทที่มีจำนวนนักเรียนน้อย จนไม่สามารถจะจัดครูสอนได้

3.3 ช่วยแก้ปัญหานักเรียนล้นห้อง จนครูไม่สามารถให้ความสนใจเด็ก

นอกจากนี้แบบเรียนสำเร็จรูป ยังมีประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาผู้ใหญ่ การฝึกคนงานตามโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในการเรียนการสอนในวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ซึ่ง

ลันดี (Lundy, IAVE 1969 . 37 - 39) ได้กล่าวถึงคุณค่าของแบบเรียนสำเร็จรูปต่อวิชาอุตสาหกรรมศิลป์พอสรุปได้ดังนี้

1. จะช่วยลดเวลาเรียนในทฤษฎีได้ถึงร้อยละ 15

2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนไปได้ตามความถนัด และความสามารถของตนด้วยความพอใจ

3. ทำให้ครูผู้สอนมีเวลาเตรียมงานปฏิบัติได้มากขึ้น

4. ทำให้ผู้ปฏิบัติงาน สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากขึ้น

5. ทำให้อายุของการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องจักรยาวนานขึ้น

6. สามารถช่วยลดผู้ชำนาญงานเฉพาะสาขาได้ถึงร้อยละ 10

จากคุณค่าที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า แบบเรียนสำเร็จรูปนั้นมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำเข้ามาสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ ซึ่งกำลังมีปัญหาทางด้าน บุคคลากร ผู้ชำนาญเฉพาะสาขาและเครื่องมือเครื่องจักร

ข. <u>การวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

สำหรับในประเทศไทยแล้วงานวิจัยทางด้านการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ แล้วยังไม่มีผู้ทำการทดลองเลย แต่ก็มีผู้ทำการทดลองวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องและคล้ายคลึงกับการสอนทฤษฎีของอุตสาหกรรมศิลป์ โดยเฉพาะวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น และการวิจัยส่วนใหญ่เหล่านี้ กระทำในรูปของการเปรียบเทียบระหว่างผลของการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป กับการสอนตามปกติ กล่าวคือ

อรรณพ บุญถนอม (อรรณพ บุญถนอม, 2518) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟและเชื้อเพลิง ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทวีพร เนียมมาลัย (ทวีพร เนียมมาลัย, 2518) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปและวิธีสอนปกติ ผลปรากฏว่า ผลการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

วิยดา ศิริเสรีวรรณ (วิยดา ศิริเสรีวรรณ, 2518) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แม้ว่าการทดลองเหล่านี้จะแสดงว่า การจะใช้แบบเรียนสำเร็จรูปได้ผลเท่า ๆ กับการสอนแบบปกติ แต่ผู้ทดลองได้พบข้อดีของการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปในขณะที่ทำการทดลองที่จะสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นเอาใจใส่เป็นพิเศษ
2. ผู้เรียนอยู่ในระเบียบควบคุมชั้นได้ง่าย
3. ใช้เวลาเรียนน้อยกว่าปกติ กรูมีโอกาสช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน

สำหรับผลการวิจัยในต่างประเทศนั้น ได้มีผู้ทำการทดลองไว้มาก โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ซึ่งพอสรุปและแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. การใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ระดับวิทยาลัยในวิชาต่าง ๆ คือ ไฟฟ้าเรื่อง Ohm's law and Power in D.C. Circuit ของ ฟรานซิส (Francis, 1967) วิชาอีเล็คโทรนิคส์เบื้องต้น ของ ลีช (Lease, 1964) คณิตศาสตร์ไฟฟ้า ของ รูเอล (Ruehl, 1961) และของดัตตัน (Dutton, 1963) ในการสอนวิชา แสง เสียง และความร้อน ผลปรากฏออกมาว่าส่วนมากจะให้ผลในการเรียนไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในกรณีของ รูเอล (Ruehl, 1961) ที่ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากแบบเรียนสำเร็จรูปสูงกว่าการสอนตามปกติ

และเมื่อพิจารณาจากการรวบรวมผลการวิจัยของ แชรม (Schramm, 1964:5) ซึ่งได้รวบรวมผลการวิจัยในระดับและวิชาต่าง ๆ ทั้งหมด 36 เรื่อง แล้วจะเห็นว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันคือ ผลส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันมีถึง 18 เรื่อง มีส่วนน้อยที่การสอนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปให้ผลดีกว่า คือประมาณ 17 เรื่อง และมีอยู่เพียงเรื่องเดียวเท่านั้นที่ปรากฏผลว่าการสอนตามปกติให้ผลดีกว่า

2. การใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับสื่ออื่นในการสอนวิชาไฟฟ้านั้น มีของ ลันดี (Lundy, 1968) ซึ่งได้เปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้ฟิล์มสตริพในการสอนวิชาไฟฟ้าในรถยนต์ระดับวิทยาลัย ผลปรากฏว่าการสอนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปให้ผลดีกว่าการใช้ฟิล์มสตริพ

3. ในการเปรียบเทียบผลการถ่ายโยงการเรียนจากการเรียน โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป และการใช้วิธีสอนตามปกติต่อการปฏิบัติงานในห้องทดลองของ เวฟเฟนสเตท (Weffenstatte, 1965) ในวิชา อีเล็คโทรนิคส์เบื้องต้น ปรากฏผลว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มที่ใช้แบบเรียนสำเร็จรูปสามารถที่จะปฏิบัติงานได้เร็วกว่าเป็นส่วนมาก

จากการศึกษาวิจัยที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าแบบเรียนสำเร็จรูป จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมาก ถึงแม้จะไม่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการเรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทุกกรณีก็ตาม แต่ก็มีผลดีในการช่วยลดปัญหาแก่ครูและทำให้ผู้เรียนมีระเบียบ

วินัย และมีความรับผิดชอบดีขึ้น โดยเฉพาะเรื่องความรับผิดชอบนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการเรียนในวิชาอุตสาหกรรมศิลป์นั้น จะต้องมีการปฏิบัติควบคู่ไปกับทฤษฎีด้วย ธรรมชาติในการฝึกปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ นั้นต้องอาศัยความรับผิดชอบและการควบคุมอย่างใกล้ชิด มิเช่นนั้นแล้วย่อมเกิดอุบัติเหตุและความเสียหายได้ง่าย ดังนั้นแบบเรียนสำเร็จรูปนอกจากจะให้ความรู้อย่างดีแล้ว ยังช่วยสร้างความรับผิดชอบไปในตัวอีกด้วย.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ชั้น ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ปีที่ 1 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกตินั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

ก. สร้างเครื่องมือ

1. เลือกเนื้อหาที่จะทำการทดลอง
2. สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพื่อทำวิจัย
3. สร้างแบบเรียนสำเร็จรูป
4. ทำโครงการสอน และบันทึกการสอน

ข. เลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดลอง

ค. ดำเนินการทดลอง

<u>การสร้างเครื่องมือ</u>

1. เลือกเนื้อหาที่จะทำการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น ทางด้านทฤษฎีโดยเฉพาะ ผู้วิจัยได้ติดต่อกับผู้สอนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น เพื่อขอทราบรายละเอียด และจุดมุ่งหมายของการเรียนในวิชานี้ หลังจากผู้วิจัยได้ศึกษาจุดมุ่งหมายของวิชาอย่างละเอียด พร้อมทั้งได้รับคำปรึกษาจากผู้สอนแล้ว จึงเลือกเรื่องที่จะใช้ในการทดลอง 2 เรื่อง คือ

1.1 การไหลของอิเลกตรอน

1.2 กฎของโอห์ม

สำหรับรายละเอียดของเนื้อหา ผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือวิศวกรรมไฟฟ้า 2 (สันห์ ศิวารักษ์, 2516 : 359) หนังสือไฟฟ้ากระแสตรง (สมเกียรติ พึ่งอาตม์, 2516 : 420) หนังสืออิเลกโทรนิคส์ (ชวิน เป้าอารีย์, 2515 : 381) หนังสือ

Fundamentals of Electricity Volume 1 Basic Principle (R.J.Olever, E.J. Meewsen, 1966 : 156) และหนังสือ Intems Pictorial System Electricity (International Technical Education Media Services, 1975:240)

2. สร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนข้อสอบ และการวิเคราะห์ข้อสอบ แบบเลือกคำตอบเพิ่มเติมจากหนังสือเทคนิคการวัดผล (ชวาล แพรัตกุล, 2508 : 434) หนังสือการวัดผล การประเมินผลการศึกษา (เตือนใจ เกรบรู้ศักดิ์ และคณะ, 2518 : 262) และหนังสือหลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2515 : 160) แล้วจึงสร้างข้อทดสอบชนิดเลือกคำตอบ มี 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูก 1 คำตอบ คำตอบลวงอีก 3 คำตอบ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ในการทดลองนี้ได้สร้างแบบทดสอบขึ้น 2 ฉบับด้วยกัน คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นข้อทดสอบที่คลุมเนื้อหาเรื่องการไหลของอีเลคตรอน ตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 1 ในครั้งแรกมี 50 ข้อ ใช้เวลาทำ 40 นาที

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นข้อทดสอบที่คลุมเนื้อหาในเรื่องกฎของโอห์มตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ ข้อทดสอบมีทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาทำ 40 นาที

ผู้วิจัยได้ทำแบบทดสอบที่สร้างไว้ 2 ชุด ไปทดลองใช้กับนักศึกษา ป.กศ.สูงวิทยาลัยครูพระนคร จำนวน 45 คน แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) กำจำแนก (r) ของข้อทดสอบทุกข้อ โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เท ฟาน (Chung Teh Fan, 1982 : 32) เพื่อคัดเลือกข้อสอบ และได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ

แบบทดสอบ	ค่า P	ค่า R	จำนวนข้อสอบ
ฉบับที่ 1	.25 - .80	.35 - .90	30
ฉบับที่ 2	.35 - .80	.30 - .95	30

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3921676 3916068

แล้วผู้วิจัยได้นำข้อทดสอบที่วิเคราะห์แล้วไปทดสอบกับนักศึกษา ป.กศ.สูง ปีที่ 2 อุตสาหกรรมศิลป์ จำนวน 43 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรของ คูเดอร์ ริดชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (อ้างจาก ล้วน สายยศ และอังคณา ตันติรัตนานนท์, 2515 : 178) ซึ่งได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	n	$\bar{x}$	s^2	r_{tt}
ฉบับที่ 1	30	18.74	29.34	.78
ฉบับที่ 2	30	17.19	36.25	.82

3. สร้างแบบเรียนสำเร็จรูป

แบบเรียนสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้เป็นแบบเส้นตรงทั้งสองตอน ได้ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารโรเนียวเรื่องการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูป (เปรื่อง กุมุท, 2518 : 15) หนังสือ Aid to Modern Teaching A Short Survay (R.T.T.Lane, 1967 : 60) และหนังสือ Programmed Instruction in High School (Verginia P.Powell, 1963 : 120) และได้ดำเนินการเขียนเป็นขั้น ๆ ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนทางวิชาการ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียด แล้วตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม แล้วจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ตามแนวของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการเขียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียน โดยยึดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้เป็นหลัก และได้ทำแบบเรียนสำเร็จรูปทั้งหมด ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 การไหลของอีเลคตรอน จำนวน 118 กรอม

ตอนที่ 2 กฎของโอห์ม จำนวน 123 กรอม

61591

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองเพื่อปรับปรุงแบบเรียนสำเร็จรูปให้ได้มาตรฐาน 90/90 ผู้วิจัยได้นำแบบเรียนสำเร็จรูปที่เขียนแล้วทั้ง 2 ตอนนั้น มาทำการทดลองเพื่อปรับปรุงเป็น 3 ครั้งด้วยกัน คือ

ครั้งที่ 1 ได้ทำการทดลองเป็นรายบุคคลโดยใช้นักศึกษา ป.กศ.สูง วุฒิสาหกรรมศิลป์ปีที่ 2 เพื่อแก้ไขขั้นตอนของเนื้อหาของแบบเรียน แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษา ป.กศ.สูงปีที่ 2 เอกภาษาไทยอีกครั้ง เมื่อแก้ไขสำนวนทางภาษาให้ถูกต้องขึ้นแล้วนำไปทดลองเป็นรายบุคคลกับนักศึกษา ป.กศ.สูงปีที่ 1 เพื่อปรับปรุงแบบเรียนให้ดีขึ้น

ครั้งที่ 2 เป็นการทดลองเป็นกลุ่ม โดยทดลองกับนักศึกษา 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยกลุ่มแรกทดลองกับนักศึกษา ป.กศ.สูงปีที่ 1 และกลุ่มหลังทดลองกับ นักศึกษาระดับ ป.กศ.ปีที่ 1 ซึ่งกำลังเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับไฟฟ้าอยู่บ้าง แล้วนำผลการเรียนและการทำข้อสอบมาพิจารณาปรับปรุงแบบเรียนสำเร็จรูป

ครั้งที่ 3 เป็นการทดลองใช้แบบเรียนสำเร็จรูปในการเรียน โดยใช้ทดลองกับนักศึกษาระดับ ป.กศ.ปีที่ 1 ซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 โดยทำเป็น 2 ครั้ง ๆ ละ 50 คน และผลการทดลองครั้งหลังสุดได้ผลตามตาราง 3 คือ

ตาราง 3 มาตรฐานของแบบเรียนสำเร็จรูป

แบบเรียน	Frames	$\bar{X}$ Pre-test	$\bar{X}$ Post-test	ผลต่างเป็นร้อยละ	$\bar{X}$ ของแบบเรียน
ตอนที่ 1	117	11.35	27.35	53.43	107.52
ตอนที่ 2	123	10.75	27.75	56.72	112.74

ขั้นที่ 4 ขั้นใช้ผลิตผลเมื่อปรับปรุงและจัดทำแบบเรียนสำเร็จรูปทั้ง 2 ชุดได้มาตรฐาน 91.16/91.88 และ 92.5/91.65 ตามลำดับแล้วนำมาจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มใหม่เพื่อเตรียมนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

4. ทำโครงการสอน แล้วบันทึกการสอนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง การบันทึกการสอนสำหรับกลุ่มควบคุมนั้น ผู้สอนได้ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาอย่างละเอียดแล้วทำบันทึกการสอน แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เรื่องการไหลของอีเลคตรอนใช้เวลาในการสอน 2 ชั่วโมง 30 นาที

ตอนที่ 2 เรื่องกฎของโอห์ม ใช้เวลาในการสอน 2 ชั่วโมง 30 นาที

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอนปกติของตอนที่ 2 นั้นมีแบบฝึกหัดประกอบด้วยหนึ่งแบบฝึกหัด ในการดำเนินการสอนทั้งสองกลุ่ม ผู้วิจัยได้เป็นผู้สอน โดยจัดโครงการสอนและสอบตามตาราง 4

ตาราง 4 แสดงวันเรียน และวันสอบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

วัน เดือน ปี	สอบ	เรียน	
	8.00 - 9.00	9.00 - 12.00	13.00 - 16.00
22 ก.ย. 19		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
23 ก.ย. 19	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม		
29 ก.ย. 19		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
30 ก.ย. 19	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม		

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษา ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2519 วิทยาลัยครูพระนคร จำนวน 84 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 42 คน

ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นให้นักศึกษา ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ทั้งหมด 84 คน ทำการทดลองพื้นความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะทดลองทั้งหมด จากแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นในการวิจัยนั้น โดยทำการสอบก่อนที่จะทำการทดลองเป็นเวลา 1 เดือน

เมื่อสอบแล้วก็ตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธี อีเควต (Equate) ในการเลือกว่ากลุ่มไหนจะเป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มไหนจะเป็นกลุ่มควบคุมนั้น ใช้วิธีจับฉลาก ซึ่งได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักศึกษา		รวม
	ชาย	หญิง	
กลุ่มทดลอง	39	3	42
กลุ่มควบคุม	36	6	42
รวม	75	9	84

เพื่อต้องการทราบให้แน่นอนว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มนี้มีพื้นความรู้เดิม ในเรื่องที่จะทำการทดลองอยู่ในระดับเดียวกันจริง ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบ ครั้งแรกของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ย และทำการทดสอบทางสถิติแต่ละตอนตามตาราง 6 และตาราง 7

ตาราง 6 คาคะแนนเฉลี่ยของแตละกลุม และคา t-test ของกลุมตัวอยาง ตอนที่ 1

กลุมตัวอยาง	$\bar{X}$	s^2	t
กลุมทดลอง	13.83	17.56	- .2515
กลุมควบคุม	14.07	20.60	

จากตาราง 5 แสดงวากลุมตัวอยางทั้ง 2 กลุมมีความสามารถเฉลี่ยอยูในระดับเดียวกัน

ตาราง 7 คาคะแนนเฉลี่ยของแตละกลุม และคา t-test ของกลุมตัวอยาง ตอนที่ 2

กลุมตัวอยาง	$\bar{X}$	s^2	t
กลุมทดลอง	12.86	24.03	- .1358
กลุมควบคุม	12.98	8.71	

จากตาราง 6 แสดงวา กลุมตัวอยางทั้ง 2 กลุม มีความสามารถเฉลี่ยอยูในระดับเดียวกัน

<u>การดำเนินการทดลอง</u>

ผูวิจัยไดดำเนินการทดลองกับกลุมทดลอง และกลุมควบคุมดังตอไปนี้

1. ใหกลุมทดลองศึกษาจากแบบเรียนสำเร็จรูปดวยตนเอง ในชั้นเรียนโดยผูสอนพยายามใหคำแนะนำปรึกษาขอของใจตาง ๆ อันเกิดจากการเรียนดวยแบบเรียนสำเร็จรูปนี้ตลอดการทดลอง

2. สำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการสอนเองตามบันทึกการสอนที่ได้ทำไว้และใช้อุปกรณ์การสอนประกอบซึ่งเป็นรูปภาพซึ่งมีลักษณะเดียวกับภาพที่มีประกอบในแบบเรียนทั้งสิ้น สำหรับในการสอนในตอนที่ 2 นั้น เมื่อสอนจบได้ให้แบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้ทำด้วย 1 แบบฝึกหัด

3. หลังจากได้เรียนและสอนจบแต่ละตอนแล้ว ก็จะทำการสอบพร้อมกันทั้ง 2 กลุ่ม ในวันถัดไป

4. นำคะแนนดิบที่ได้จากการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

<u>สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทางสถิติ ดังต่อไปนี้

1. หารายเฉลี่ยของคะแนน โดยคำนวนจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} \quad \text{(Garrett, 1966 : 27)}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

ΣX คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

N คือ จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

2. หาค่าแปรปรวน (Variance) ของคะแนนโดยใช้สูตร

$$s^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$ (ล้วน ลาบยศ และ อังคณา ตันติรัตนานนท์, 2515 : 100)

เมื่อ s^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนในการสอน

ΣX คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้รับจากการสอน

ΣX^2 คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวที่ยกกำลังสอง

N คือ จำนวนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยคำนวนจากสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\bar{X}(n-\bar{X})}{ns^2}\right\}$$ (ล้วน ลาบยศ และอังคณา ตันติรัตนานนท์, 2515 : 178)

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบ

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

s^2 คือ ค่าความแปรปรวน

4. ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

(ล้วน สายยศ และอังคณา ตันติรัตนานนท์, 2515 : 215)

เมื่อ $\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

s_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1

s_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 2

N_1 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1

N_2 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองหลังจากได้เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปทั้ง 2 ตอน ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียนจากเนื้อหาทั้งหมดของแบบเรียนสำเร็จรูป

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}$	s^2	t
ก่อนเรียน	42	26.69	55.34	25.7717**
หลังเรียน	42	57.33	4.03	

จากตาราง 9 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .001 (t.001 df 41 = 3.551) หรืออีกนัยหนึ่ง เราอาจกล่าวได้ว่า การเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปนั้นทำให้ผู้เรียนดีขึ้นจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด

1.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มควบคุมหลังจากได้เรียนจากการสอนแบบปกติทั้งสองตอน ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้เรียนจากการสอนตามปกติของเนื้อหาทั้งหมด

กลุ่มควบคุม	N	$\bar{X}$	s^2	t
ก่อนเรียน	42	27.04	43.75	27.6281**
หลังเรียน	42	56.79	4.95	

จากตาราง 10 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระดับความเชื่อมั่น .001 หรืออีกนัยหนึ่งเราก็อาจกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนแบบปกติทำให้ผู้เรียนดีขึ้นจากเดิม

1.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จากเนื้อหาทั้งหมดได้ผลดังที่แสดงไว้ในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจากเนื้อหาทั้ง 2 ตอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	42	57.33	4.03	1.1680
กลุ่มควบคุม	42	56.79	4.95	

จากตาราง 11 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ หรืออีกนัยหนึ่งการเรียนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการเรียนการสอนแบบปกตินั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

เพื่อที่จะให้รู้ว่า ผลการทดลองในเนื้อหาแต่ละตอนมีความแตกต่างกันหรือไม่ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยจึงได้แยกข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละตอน ดังต่อไปนี้ คือ

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จากการเรียนเรื่องการไหลของอีเลคตรอนได้ผลดังที่แสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการเรียนเรื่องการไหลของอีเลคตรอน

กลุ่มตัวอย่าง	t
กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	.4508

จากตาราง 12 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญหรือกล่าวได้ว่า การเรียนเรื่องการไหลของอีเลคตรอน จากแบบเรียนสำเร็จรูป และการสอนตามปกติ มีผลทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากการเรียนเรื่องกฎของโอห์ม ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมในการเรียนเรื่องกฎของโอห์ม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	42	28.98	1.29	3.5792**
กลุ่มควบคุม	42	28.00	1.86	

จากตาราง 13 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น .001 ($\leq$ .001, df 82 = 3.460) หรืออีกนัยหนึ่ง เราอาจกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกฎของโอห์มนั้น เรียนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปได้ผลดีกว่าการเรียนจากการสอนตามปกติ

บทที่ 4

วิเคราะห์ข้อมูล และ ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และเปรียบเทียบผลการทดลอง ในการเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และการสอนตามปกติซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่เพียงใดนั้น เพื่อให้การวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือได้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลเป็นตอน ๆ คือ

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จากเนื้อหาทั้งหมด

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจากเนื้อหาแต่ละตอน

1.1 วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนที่จะทำการทดลอง โดยวิเคราะห์จากคะแนน Pre-test ของเนื้อหาทั้งหมดได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากเนื้อหาทั้งหมด ก่อนที่จะเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	42	26.69	55.34	0.2278
กลุ่มควบคุม	42	27.04	43.75	

จากตาราง 8 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรืออีกนัยหนึ่ง เราอาจกล่าวได้ว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานก่อนจะเรียนเท่ากัน

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ

2. เพื่อเป็นการสร้างแบบเรียนสำเร็จรูป วิชาไฟฟ้าเบื้องต้น

สมมุติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปและผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติไม่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษา ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนคร ประจำปีการศึกษา 2519 ทั้งหมดจำนวน 84 คน เป็นชาย 75 คน หญิง 19 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 42 คน โดยวิธีจัดลำดับคะแนน (Equate Group) จากคะแนน Pre-test และการกำหนดกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนั้นใช้วิธีจับฉลาก

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทดลองเพียง 2 เรื่อง คือ

1. การไหลของอีเลกตรอน (Electron Flow)

2. กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

ในการทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) เพื่อแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ใช้การวัดพื้นความรู้ใน 2 เรื่องนี้ให้แน่นอนว่าเท่าเทียมกันทั้งสองกลุ่ม

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองใช้เวลากลุ่มละ 6 ช.ม. และใช้เวลาในการทดสอบกลุ่มละ 1 ช.ม. โดยแบ่งเป็น 2 ครั้ง ๆ ละ 3 ช.ม. และทดสอบ 30 นาที ทำการทดลองในระหว่างวันที่ 21 กันยายน 2519 ถึง 30 กันยายน 2519 เวลาที่ใช้ในการเรียนและการทดสอบเท่ากัน ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันและสอบพร้อมกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แบบเรียนสำเร็จรูป ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง มี 2 ตอน คือ
   ตอนที่ 1 เรื่องการไหลของอีเลคตรอนมีทั้งหมด 117 กรอบ
   ตอนที่ 2 เรื่องกฎของโอห์มมีทั้งหมด 123 กรอบ
2. บันทึกการสอน และภาพประกอบการสอน โดยแบ่งเป็นตอน คือ
   ตอนที่ 1 การไหลของอีเลคตรอนมีภาพประกอบ 9 ภาพ
   ตอนที่ 2 กฎของโอห์มมีภาพประกอบ 4 ภาพ
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบมี 4 ตัวเลือก มี 2 ฉบับ คือ
   1. แบบทดสอบเรื่องการไหลของอีเลคตรอน ข้อทดสอบ 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.76
   2. แบบทดสอบเรื่องกฎของโอห์ม มีข้อทดสอบ 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.82

การทดสอบเพื่อปรับปรุงแบบเรียนสำเร็จรูปให้ได้มาตรฐาน 90/90

ในการปรับปรุงเครื่องให้ได้มาตรฐานนั้น ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นแล้วนั้นไปทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขเป็น 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ทดลองเป็นรายบุคคลได้กระทำ 3 ครั้ง กับบุกคล 3 ประเภท คือ

1. นักศึกษา ป.กศ.สูง เอกภาษาไทย
2. นักศึกษา ป.กศ.สูงปีที่ 2 อุตสาหกรรมศิลป์ที่เลือกเรียนวิชาไฟฟ้า อีเลคโทรนิคส์เป็นวิชาเอก
3. นักศึกษา ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1

ขั้นที่ 2 ทดลองเป็นกลุ่ม ๆ ละ 10 คน ได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง กับนักศึกษา 2 ระดับ คือ

1. นักศึกษาระดับ ป.กศ.สูง ปีที่ 1 เอกวิทยาศาสตร์
2. นักศึกษา ป.กศ. ปีที่ 1

ขั้นที่ 3 ทดลองใช้จริงในห้องเรียนซึ่งมีนักศึกษาห้องละ 50 คน 2 ห้อง ในระดับเดียวกัน คือนักศึกษาระดับ ป.กศ. ปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนคร

ในการทดลองแต่ละครั้งนั้น ได้ทำการทดลองแบบเรียนทั้งสองตอนต่อเนื่องกัน เมื่อทดลองเสร็จแต่ละตอน ทำการทดลองแล้วนำผลการเรียนและผลการทดสอบมาหามาตรฐานของแบบเรียนได้ผลดังนี้ คือ

1. แบบเรียนเรื่องการไหลของอีเลคตรอนได้คะแนน Post-test เฉลี่ย 91.16% และทำแบบเรียนได้เฉลี่ย 91.88 %

2. แบบเรียนเรื่องกฎของโอห์มได้คะแนน Post-test เฉลี่ย 92.5 และทำแบบเรียนได้ เฉลี่ย 91.65 %

<u>การดำเนินการทดลอง</u>

1. ให้กลุ่มทดลองเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเองตามลำพัง โดยมีผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะเรียนตลอดระยะเวลาการทดลอง

2. กลุ่มควบคุมผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนเองโดยมีอุปกรณ์เป็นภาพประกอบการสอนเช่นเดียวกับภาพที่มีในแบบเรียนสำเร็จรูป

3. ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ทำหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนแต่ละตอน โดยการสอบในวันรุ่งขึ้นพร้อมกันทั้ง 2 กลุ่ม

4. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแล้วนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คำนวนหาค่ารายเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความแปรปรวน (s^2) ของคะแนนในเนื้อหาแต่ละเรื่อง แล้วทดสอบหาความแตกต่างของรายเฉลี่ย โดยใช้ t-test

ผลการทดลอง

ในการทดจองครั้งนี้หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว สรุปผลได้ดังนี้ คือ

1. โดยเนื้อหารวมทั้งหมดแล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองซึ่งเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปมีแนวโน้มสูงกว่าการเรียนตามปกติ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. สำหรับการเรียนเรื่องการไหลของอีเลคตรอนทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปให้ผลทางการเรียนเท่าเทียมกับการเรียนตามปกติ

3. สำหรับการเรียนเรื่องกฎของโอห์มนั้นปรากฏว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปนั้นได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าการเรียนจากการสอนตามปกติอย่างเห็นได้ชัด ที่ค่าความเชื่อมั่น .001

อภิปรายผลการทดลอง

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ถ้าพิจารณาผลการเรียนจากเนื้อหาทั้งหมดแล้วจะสอดคล้องกับการทดลองของ ฟรานซิส (Francis, 1967) และเป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่าการเรียนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป และการเรียนจากการสอนตามปกตินั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ถึงแม้จะมีแนวโน้มสูงกว่าก็ตาม แต่ในการทดลองในครั้งนี้มีเนื้อหาอยู่ 2 ตอน ที่มีลักษณะแตกต่างกันคือ ในตอนที่ 1 เรื่องเกี่ยวกับการไหลของอีเลคตรอนนั้น เป็นการเรียนเพื่อความเข้าใจเนื้อหาทั่วไป ผลที่ออกมาปรากฏว่าทั้งสองกลุ่ม

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ทำให้เราเชื่อได้ว่าในการเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจเพียงอย่างเดียวแล้ว การใช้แบบเรียนหรือการสอนตามปกติจะให้ผลเหมือนกัน แต่ตอนที่ 2 เรื่องกฎของโอห์มซึ่งเป็นเรื่องของกฎและสูตรซึ่งมีหลักตายตัว ต้องอาศัยความจำและความเข้าใจควบกันไปกับการคำนวณผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างเห็นได้ชัด โดยมีความเชื่อมั่นทางสถิติที่ .001 ซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกันการทดลองของ รูเอล (Ruehl, 1961) ดังนั้นเราจะยืนยันได้ว่าการเรียนเนื้อหาที่ต้องการความเข้าใจความจำตลอดจนการคำนวณแล้ว แบบเรียนสำเร็จรูปน่าจะให้ผลทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ

อย่างไรก็ตาม จากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นว่าว่า การเรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปนั้น อย่างน้อยก็สามารถที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เท่ากับการสอนตามปกติ แต่จะทำให้ผู้เรียนและผู้สอนมีความสะดวกในการเรียนการสอนมากขึ้น ถึงแม้ในการเรียนแต่ละครั้งจะมีจำนวนผู้เรียนมากก็ตาม เพราะเหตุว่า

1. แบบเรียนสำเร็จรูปนั้นสามารถทำให้ผู้เรียนได้เรียนตามความถนัด และความสามารถของตนเอง

2. แบบเรียนสำเร็จรูป จะทำให้การควบคุมชั้นง่ายขึ้น เพราะนักเรียนทุกคนจะเรียนในส่วนที่เป็นของตัวเองได้โดยไม่ต้องพะวงถึงครูผู้สอนตลอดเวลา

3. ครูผู้สอนสามารถที่จะให้ความช่วยเหลือแก่เด็กนักเรียนที่เรียนช้าได้มากขึ้น

4. ทำให้ผู้สอนมีเวลาว่าง ในการที่จะเตรียมการสอนครั้งต่อไป และงานปฏิบัติได้มากขึ้น

5. ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจใกล้เคียงกัน เมื่อเรียนจบถึงแม้จะไม่ใช้เวลาที่เท่ากันก็ตาม

นอกจากนี้ จากการสอบถามผู้เรียนหลังจากได้เรียนจากแบบเรียนสำเร็จรูปแล้ว ปรากฏว่า ผู้เรียนส่วนมากมีความพอใจในการเรียนแบบนี้มาก เพราะสามารถเรียนได้อย่างอิสระและเป็นไปตามจังหวะชั้น ได้มีส่วนร่วมตลอดเวลา และส่วนมากต้องการให้มีแบบเรียนสำเร็จรูปในวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

นอกจากผลตามที่ได้เสนอและอภิปรายมาแล้วนั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 2 ประการ คือ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการวิจัยในต่างประเทศ และในประเทศได้ประจักษ์แล้วว่าแบบเรียนสำเร็จรูปนั้นสามารถนำมาใช้ในการเรียนได้ดีพอ ๆ กับการสอนตามปกติ ฉะนั้นครูผู้สอนและผู้บริหารการศึกษาควรตระหนักว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากสิ่งอื่นนอกเหนือจากการบรรยายของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป

1.2 สถาบันการศึกษาต่าง ๆ รวมทั้งหน่วยศึกษานิเทศก์ควรมีบทบาทในการเผยแพร่และการส่งเสริมการผลิตแบบเรียนสำเร็จรูป โดยมีการสนับสนุนให้มีการอบรมวิธีการเขียนแบบเรียนสำเร็จรูปแก่ครู อาจารย์ จัดซื้อหาแบบเรียนสำเร็จรูปเพื่อเป็นตัวอย่างและทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

1.3 ผู้บริหารการศึกษาควรจะพิจารณาหาทุนสำหรับการศึกษาหรือดูงานเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ตลอดจนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนสำเร็จรูป โดยเฉพาะด้านแบบเรียนสำเร็จรูป เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงวิธีสอนให้ได้ผลดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรจะมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป กับการสอนตามปกติในวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาช่างยนต์ เขียนแบบช่างไม้ ฯลฯ

2.2 ควรจะได้มีการวิจัยโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป กับสิ่งอื่น ๆ เช่น โทรทัศน์ สไลด์ประกอบเสียงว่าจะได้ผลเป็นอย่างไร

2.3 ในการวิจัยครั้งต่อ ๆ ไป ควรจะใช้ระยะเวลาในการวิจัยให้นานขึ้น เช่น 1 ภาคเรียนจะทำให้ได้ผลการวิจัยที่เชื่อถือได้มากขึ้น

2.4 ควรจะวิจัย และทดลองกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาที่แตกต่างกัน เพื่อดูว่า นักเรียนประเภทใดจะได้รับผลจากการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปมากที่สุด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กองแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ รายงานการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีการศึกษา 2515 โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 259 หน้า.

จรูญ วงศ์สายัณห์ "เทคโนโลยีในทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2515, หน้า 39.

ชวาล แพรัตกุล เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์วัฒนาพานิช 2519, 452 หน้า.

ชวิน เป้าอารีย์ อีเลคโทรนิคส์ โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม 2516, 381 หน้า.

ณรงค์ เส็งประชา การสอนและการศึกษาอุตสาหกรรมศิลป์ โรงพิมพ์คุรุสภา 2516, 33 หน้า.

เตือนใจ เสรษฐสักโก และคณะ การวัดผลและการประเมินผลการศึกษา โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2518, 261 หน้า.

ทวีพร เนียมมาลัย การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 130 หน้า.

ปรีชา อนุกูลวรรธกะ การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ทักษะทางช่างโดยใช้ภาพยนตร์ตลับ 8 มิลลิเมตร ร่วมกับการลงมือปฏิบัติ ปริญญานิพนธ์ วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 125 หน้า.

เปรื่อง กุมุท แบบเรียนสำเร็จรูปเรื่องการตั้งจุดมุ่งหมายในการสอน มิตรสยามการพิมพ์ 2512, 61 หน้า.

พิชัย ศิริทัศนกุล การผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์ตามความต้องการของโรงเรียนมัธยมแบบประสม วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 127 หน้า.

พวงเพ็ญ ผองลงยา การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง การย่อยอาหาร Degestion สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ 2519, 119 หน้า.

ล้วน สายยศ และอังคณา ตันติรัตนานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา โรงพิมพ์วัฒนาพานิช 2515, 280 หน้า.

วรรณา เจียบทะวงษ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขกณิต ชั้นประถมปีที่ษาปีที่ 5 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป กับการสอนตามแบบปกติ ปริญญานิพนธ์ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 195 หน้า.

วิเชียร เกตุสิงห์ หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเดียนการพิมพ์ 2518, 161 หน้า.

วิทยาลัยครูพระนคร การผลิตครูอุตสาหกรรมศิลป์ ของวิทยาลัยครูพระนคร วิทยาลัยครูพระนคร 2519, 25 หน้า.

วิยดา ศิริเสรีวรรณ การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 140 หน้า.

สมเกียรติ พึ่งอาตม์ ไฟฟ้ากระแสตรง โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ 2516, 419 หน้า.

สัณห์ ศิวารัตน์ วิศวกรรมไฟฟ้า 2 โรงพิมพ์ศึกษาสัมพันธ์ 2516, 359 หน้า.

อรรณพ บุญณอม การศึกษาเปรียบเทียบ การสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟและเชื้อเพลิงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 135 หน้า.

Brown, George, "Ideas for a Superior Programma in Electricity - Electronics" Industrial Arts and Vocational Education, February, 1963, p. 38.

Butler, Charles H. Wren, Lynwood F., and Banks, Houston J., The Teaching of Secondary Mathematics, New York. McGrow Hill Book Company, 1970, 210 pp.

Calvin, Allen D., Programmed Instruction, Bold New Venture Londo London, Indiana University, 1969, 250 pp.

Calvin, Allen D., Programmed Instruction, Bloomington, Indiana University Press, 1969, 180 pp.

Cleaver, R.J., Meewsen, E.J., and Wells, R.A., Fundamental of Electricity Volume 1 Basic Principles, Addison - Wesley Pub Publishing Company, Inc. United State of America, 1966, 156 pp.

Dutton, Sherman S., "An Experimental Study in the Programming of Science Instruction for the Fourth Grades" Dessertation Abstracts,24. 2382 - A, December, 1963

Fry, Edward B., Teaching Machines and Programmed Instruction, Rutgers, The state University New Brumsweck, New Jersy, McGraw Hill Book Company, 1963, 244 pp.

Fan, Chung - Teh, Item Analysis Tables, Educational Testing Services Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.

Francis, George Harold, "An Experimental Study of The Effectiveness of Self - Instruction Versus The Lecture - Demonstration Method of Teaching Selected Phase of Electricity." Dessertation Abstracts, 27 : 3338 - A, April, 1967.

Garrett, Henry E., Statistics in Poychology and Education, McGraw Hill Book Co. New York, 1966, p. 27.

Glassman, Jerrold, Programmed Reading Teacher's Guide, New York, Globe Book Co., 1966, 180 pp.

Hartley, J., Strategies for Programmed Instruction An Educational Technology, Wellmer Brothers Limited Birkenhead, 1972, 231 pp.

International Technical Education Media Services Intems Pictorial Pictorial System Electricity,Culemborg Netherland, 1975, 240 pp.

Kinder, James S., Using Audio - Visual Materials in Education, New York, America Book Company, 1965, 500 pp.

Lamb, R.T.T., Aids to Modern Teaching A short Survey, London, Sir Issac Pitman and Sons. Ltd., 1967, 175 pp.

Lease, Alfred A., "An Experimental Comparison of Linear Program and Textbook in Learning Basic Electronics" Industrial Arts and Vocational Education, December, 1967, p. 53.

Leith, G.O.M., and others, A Handbook of Programmed Learning, Great Britain, Robert Gunningham and Sons, Ltd., 1966, 250 pp.

Lundy, Lundall L., "Programmed Instruction Compared with Sound Filmstrips in Teaching Automotive Electricity." Industrial Arts and Vocational Education, June, 1969, p. 38.

Pereira, P.D., Introduction to Programmed Learning, Management Development Branch, Human Resources Department Geneva, 1971, p. 65.

Pinsent, Arthure, The Principle of Teaching Method, 3rd.ed., London, Harrop, 1969, 125 pp.

Powell, Len S., Communication and Learning, London, Sir Issace Pitman and sons Ltd., 1967, 195 pp.

Ruehl, Phillip W., "An experiment in The Use of an Auto - Instructional Aid in Teaching Electricity" Industrial Arts and Vocational Education, December, 1967, p. 54.

Schuler, Charles A., "A Comparison of Two Laboratory Techniques for Teaching Basic Electronices in Industrial Education." Industrial Arts and Vocational Education, December, 1967, p.56.

Schramm, Wilbur, The Research on Programmed Instruction an Annotated Bibiography, U.S. dept. of Health, Education, and Welfare Washington D.C., 1967, 114 pp.

Stolurow, Lawrence M., Teaching by Machine, United State Government Printing Office, Washington, 1961, 173 pp.

Thomas, Robert Merray, and Swartout, Sherwin G., Integrated Teaching Materials, New York, David McKay Company Inc., 1963, 185 pp.

Trow, William Clark, Teacher and Technology, Meredith Publishing Company, New York, 1963, 197 pp.

Weffenstatte, Walter E., "The Effect of Laboratory Experiences on The Learning of Basic Electronics when a Programmed Instruction System is Employed" Industrial Arts and Vocational Education, December, 1967, p. 53.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. คะแนนการทดสอบและผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ภาคผนวก ข. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ก. แบบเรียนสำเร็จรูป

ตอนที่ 1 การไหลของอีเลกตรอน

ตอนที่ 2 กฎของโอห์ม

ภาคผนวก ก.

ตาราง 14 แสดงค่า P_H, P_L, P, r, ของข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตอนที่ 1

ตาราง 14 แสดงค่า P_H, P_L, P, r, ของข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตอนที่ 2

ตาราง 15 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม

ตาราง 16 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ตอนที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตาราง 17 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ตอนที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตาราง 14 ค่า P_H, P_L, P, r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ตอนที่ 1 P_H	ตอนที่ 1 P_L	ตอนที่ 1 P	ตอนที่ 1 r	ข้อที่	ตอนที่ 2 P_H	ตอนที่ 2 P_L	ตอนที่ 2 P	ตอนที่ 2 r
1	42	13	26	36	1	96	16	60	79
2	71	52	62	20	2	84	38	62	48
3	87	26	58	61	3	87	36	63	54
4	100	48	80	73	4	91	53	74	47
5	84	42	64	45	5	100	33	74	79
6	97	35	71	72	6	93	29	64	67
7	74	35	55	40	7	98	49	79	68
8	97	39	73	70	8	71	38	55	34
9	77	29	53	48	9	84	4	40	79
10	94	19	60	75	10	98	2	50	91
11	100	39	77	76	11	93	49	74	54
12	97	39	73	70	12	96	18	61	78
13	97	23	65	77	13	98	38	74	73
14	97	35	71	72	14	100	20	67	84
15	84	35	61	51	15	98	38	74	73
16	81	13	46	67	16	87	40	65	51
17	90	58	76	41	17	96	29	67	72
18	90	65	79	35	18	96	24	65	75
19	90	23	59	67	19	82	27	55	55
20	97	32	70	73	20	98	22	66	80
21	65	16	39	51	21	100	18	66	85
22	97	39	73	70	22	100	29	72	81
23	81	16	48	64	23	98	20	65	81
24	87	55	72	39	24	96	13	58	81
25	87	26	58	61	25	96	13	58	81
26	90	26	60	65	26	100	0	50	93
27	77	45	62	34	27	100	11	62	87
28	65	23	43	43	28	100	18	66	85
29	71	45	58	27	29	100	0	50	93
30	74	23	48	51	30	96	0	45	91

ตาราง 15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง		สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง
1	28	57	16	56	22	31	59	27	56
2	34	59	16	56	23	11	53	19	59
3	22	54	23	60	24	26	56	21	59
4	25	56	34	57	25	31	56	25	52
5	35	59	25	55	26	31	59	26	60
6	30	58	28	59	27	26	56	31	56
7	14	57	21	56	28	31	58	31	59
8	35	58	25	57	29	15	56	32	57
9	6	58	15	59	30	19	59	10	59
10	33	56	31	57	31	41	56	27	57
11	25	59	36	55	32	31	59	37	57
12	30	58	42	58	33	26	57	26	57
13	36	55	28	58	34	19	57	33	56
14	20	58	30	59	35	26	55	33	55
15	27	60	26	51	36	35	59	15	52
16	22	58	33	55	37	22	60	29	57
17	28	59	24	58	38	30	59	31	57
18	28	60	31	57	39	32	57	17	56
19	30	57	30	60	40	32	57	25	58
20	31	59	30	53	41	29	58	28	53
21	27	56	29	59	42	11	50	30	58
					รวม	1121	2408	1136	2385
					$\bar{X}$	26.69	57.33	27.04	56.79

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยตอนที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง
1	11	29	7	29
2	18	30	5	28
3	11	25	14	30
4	13	26	15	28
5	20	29	16	28
6	14	28	17	29
7	9	28	11	26
8	23	30	12	28
9	5	29	8	30
10	16	26	17	27
11	19	30	21	28
12	14	28	24	29
13	18	26	11	29
14	16	29	18	30
15	10	30	15	25
16	15	28	17	27
17	13	29	11	29
18	12	30	16	29
19	13	30	15	30
20	14	29	15	29
21	13	29	18	29
22	15	29	15	29
23	8	26	10	29
24	13	29	17	30
25	19	28	12	25
26	16	29	11	30
27	12	29	17	26
28	16	29	18	29
29	7	28	14	27
30	15	29	2	29
31	21	29	13	27
32	14	29	21	29
33	13	29	15	30
34	10	27	15	29
35	14	27	18	26
36	18	29	5	25
37	16	30	15	29
38	16	29	18	29
39	12	27	7	28
40	15	29	14	28
41	13	29	16	25
42	1	23	15	29
รวม	581	1191	591	1185
$\bar{X}$	13.83	28.36	14.07	28.21

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ตอนที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลอง กับ กลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง		สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง	สอบครั้งแรก	สอบครั้งหลัง
1	17	28	9	27	22	16	30	12	27
2	16	29	11	28	23	3	27	9	30
3	11	29	9	30	24	13	27	14	29
4	12	30	19	29	25	12	28	13	27
5	15	30	9	27	26	15	30	15	30
6	16	30	11	30	27	14	27	14	30
7	5	29	10	30	28	15	29	13	30
8	12	28	13	29	29	8	28	18	30
9	1	29	7	29	30	4	30	8	30
10	17	30	14	30	31	20	27	14	30
11	6	29	15	27	32	17	30	16	28
12	16	30	18	29	33	13	28	11	27
13	18	29	17	29	34	9	30	18	27
14	4	29	12	29	35	12	28	15	29
15	17	30	11	26	36	17	30	10	27
16	7	30	16	28	37	6	30	14	28
17	15	30	13	29	38	14	30	13	28
18	16	30	15	28	39	20	30	10	28
19	17	27	15	30	40	17	29	11	30
20	17	30	15	24	41	16	29	12	28
21	14	27	11	30	42	10	27	15	29
					รวม	540	1217	545	1200
					$\bar{X}$	12.86	28.98	12.98	28.00

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 1 การไหลของอีเลคตรอน

ตอนที่ 2 กฎของโอห์ม

วิทยาลัยครูพระนคร
ข้อทดสอบวิชาไฟฟ้า ตอนที่ 1

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบตามข้อมี 30 ข้อ

1. สสารทั่ว ๆ ไป เราสามารถแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยลงไปได้ดังนี้ คือ
   ก. สสาร โมเลกุล อะตอม
   ข. โมเลกุล อะตอม อนุภาค
   ค. นิวเคลียส โปรตรอน อีเลคตรอน
   ง. นิวตรอน โมเลกุล อะตอม

2. อะตอมประกอบไปด้วยอนุภาคต่อไปนี้ คือ
   ก. นิวตรอน นิวเคลียส อีเลคตรอน
   ข. นิวเคลียส โปรตรอน อีเลคตรอน
   ค. อีเลคตรอน โปรตรอน นิวตรอน
   ง. โปรตรอน นิวเคลียส นิวตรอน

3. โครงสร้างของอะตอมแบ่งเป็น
   ก. 3 ส่วนใหญ่ คือ นิวเคลียส นิวตรอน และอีเลคตรอน
   ข. 3 ส่วนใหญ่ คือ นิวตรอน นิวเคลียส วงแหวนอีเลคตรอน
   ค. 2 ส่วนใหญ่ คือ นิวเคลียส และโปรตรอน
   ง. 2 ส่วนใหญ่ คือ นิวเคลียส และ วงแหวนอีเลคตรอน

4. วัตถุชิ้นหนึ่งประกอบไปด้วยอะตอมที่มีอีเลคตรอนมากกว่าโปรตรอน วัตถุนั้น
   ก. จะคงสภาพเป็นของเหลว
   ข. วัตถุนั้นจะมีประจุไฟฟ้า
   ค. วัตถุนั้นจะมีประจุไฟฟ้าลบ
   ง. วัตถุนั้นจะมีประจุไฟฟ้าบวก

5. ถ้านำประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันมาวางใกล้กันจะทำให้
   ก. ประจุทั้งสองผลักกัน
   ข. ประจุทั้งสองดูดกัน
   ค. ประจุทั้งสองจะรวมกัน
   ง. ไม่มีปฏิกิริยาใด ๆ เกิดขึ้นเลย

6. ในโครงสร้างของอะตอมนั้น
   ก. อีเลคตรอนจะรวมกับนิวตรอนอยู่ตรงกลางของอะตอม
   ข. โปรตรอนจะรวมกับอีเลคตรอนและอยู่แกนกลางของอะตอม
   ค. โปรตรอนจะโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอม
   ง. อีเลคตรอนจะโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอม

7. การที่อนุภาคในโครงสร้างของอะตอมมีขึ้นได้ เพราะ

ก. แรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างนิวตรอนและโปรตรอน

ข. แรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างอีเลกตรอนและนิวตรอน

ค. แรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างอีเลคตรอนและโปรตรอน

ง. แรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างโปรตรอนและนิวเคลียส

8. อีเลคตรอนในแต่ละอะตอมนั้น มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. อีเลคตรอนมีประจุไฟฟ้าบวก และโคจรรอบนิวตรอน

ข. อีเลคตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และโคจรรอบนิวเคลียส

ค. อีเลคตรอนมีประจุเป็นบวก โคจรรอบโปรตรอน

ง. อีเลคตรอนมีประจุเป็นลบและโคจรรอบโปรตรอน

9. ต่อไปนี้เป็นคุณสมบัติของอีเลกตรอน

ก. อีเลกตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงรีอยู่เสมอ

ข. อีเลคตรอนจะเคลื่อนที่เป็นมุนในอะตอม

ค. อีเลกตรอนที่เคลื่อนตัวอยู่ในอะตอมนั้นจะแบ่งเป็นชั้น ถ้ามีอีเลกตรอนมากกว่าหนึ่งตัว

ง. อีเลคตรอนในอะตอมจะเคลื่อนที่ก็เมื่อได้รับความร้อนเท่านั้น

10. การเคลื่อนที่ของอีเลคตรอนนั้น

ก. ชั้นในสุดมีโอกาสที่จะหลุดออกจากอะตอมได้ง่าย

ข. ชั้นกลางจะมีอีเลคตรอนมากที่สุด

ค. ชั้นนอกจะมีจำนวนอีเลคตรอนน้อยที่สุด

ง. ชั้นนอกมีแรงดึงดูดภายในอะตอมน้อยที่สุด

11. อิเลคตรอนที่มีโอกาสหลุดลอยไปจากอะตอม คือ

ก. อิเลคตรอนวงนอกสุด

ข. อิเลคตรอนวงชั้นกลาง

ค. อิเลคตรอนวงชั้นในสุด

ง. อิเลคตรอนวงที่มีอิเลคตรอนน้อยที่สุด

12. คุณสมบัติของอิเลคตรอนอิสระ คือ

ก. สามารถจะหลุดลอยออกจากอะตอมได้โดยง่าย

ข. ไม่สามารถจะหลุดออกจากอะตอมได้เลย

ค. โคจรรอบนิวเคลียสด้วยความเร็วคงที่

ง. โคจรรอบด้วยนิวเคลียสด้วยความเร็วสูงกว่าชั้นอื่น ๆ

13. อนุภาคในอะตอมต่อไปนี้มีสภาพเป็นกลาง

ก. นิวเคลียส ข. นิวตรอน

ค. อิเลคตรอน ง. โปรตรอน

14. ความเป็นกลางในอะตอมเกิดขึ้นได้ เพราะ

ก. มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง

ข. มีอิเลคตรอนโคจรอยู่โดยรอบตลอดเวลา

ค. เพราะมีโปรตรอนรวมตัวอยู่กับนิวตรอน

ง. มีจำนวนโปรตรอนและอิเลคตรอนเท่ากัน

15. การที่เราเห็นฟ้าผ่าจากเมฆมายังต้นไม้นั้น แสดงว่า

ก. ก้อนเมฆมีประจุบวกมากกว่าโลก

ข. ประจุไหลจากถ่อนเมฆมายังต้นไม้นั้น

ค. ก้อนเมฆมีกระแสไฟฟ้ามากกว่าโลก

ง. ก้อนเมฆมีประจุลบมากกว่าต้นไม้นั้น

16. แรงเคลื่อนไฟฟ้า(Eletromotive Force)จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

ก. จำนวนโปรตรอนในอะตอมนั้น ข. จำนวนอีเลกตรอนในอะตอมนั้น

ข. จำนวนอีเลกตรอนอิสระในอะตอมนั้น ง. จำนวนอะตอมของวัตถุนั้น

17. ถ้าเราพูดถึงความต่างศักย์ไฟฟ้านั้น เราหมายถึง

ก. การไหลของกระแสไฟฟ้าที่เราใช้อยู่

ข. การไหลของอีเลกตรอนในขดลวด

ก. การไหลของโปรตรอนในขดลวด

ง. การที่จุด 2 จุดมีประจุไฟฟ้าต่างกันและพร้อมที่จะเคลื่อนถึงกันได้

18. ความต่างศักย์ไฟฟ้าเรามีหน่วยวัด คือ

ก. วัตต์ ข. โวลท์

ก. แอมแปร์ ง. โอห์ม

19. ถ้าไฟฟ้ามีความต่างศักย์กันมาก

ก. โวลท์จะต่ำ ข. วัตต์จะสูง

ค. โวลท์จะกงตัว ง. โวลท์จะสูงด้วย

20. กระแสไฟฟ้าเกิดจาก

ก. การไหลของโปรตรอน ข. การไหลของอีเลกตรอน

ค. การไหลของนิวตรอน ง. การโคจรของอีเลกตรอนรอบนิว-เกลียส

21. วัตถุที่เป็นความต้านทานไฟฟ้า เพราะ

ก. วัตถุนั้นมีอีเลกตรอนมาก ข. วัตถุนั้นมีอีเลกตรอนอิสระมาก

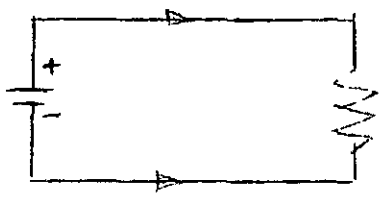
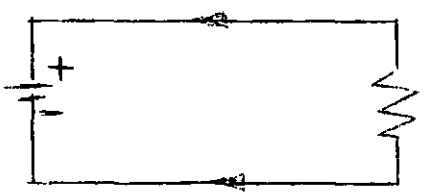
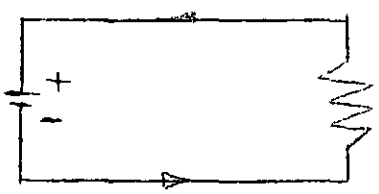
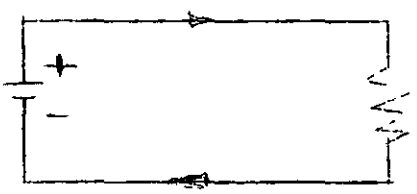
ก. วัตถุนั้นมีอีเลกตรอนอิสระน้อย ง. วัตถุนั้นมีจำนวนโปรตรอนมาก

22. ปรกติแล้วความต้านทานเราจะวัดออกมาเป็น

ก. แอมแปร์ ข. โอห์ม

ค. โวลท์ ง. วัตต์

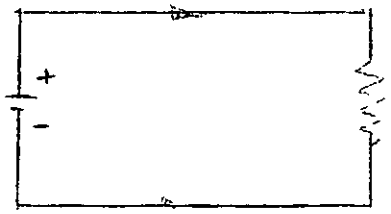
23. ตัวนำที่ดีนั้นคือสารที่มี
   ก. น้ำหนักเบา
   ข. มีน้ำหนักมาก
   ค. มีจำนวนโปรตรอนมาก
   ง. มีอีเลคตรอนอิสระมาก
24. กระแสไฟฟ้าจะไหลได้ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับ
   ก. ชนิดของตัวนำ
   ข. พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ
   ค. ความยาวของตัวนำ
   ง. ถูกหมดทุกข้อ
25. อีเลกตรอนนั้นจะมีการไหลดังนี้คือ
   ก. จากขั้วลบไปยังขั้วบวก
   ข. จากขั้วบวกไปยังขั้วลบ
   ค. ไหลจากลบไปยังตัวนำ
   ง. จะไหลจากบวกไปยังตัวนำ
26. วงจรที่ถูกต้องที่สุดในการแสดงการไหลของอีเลคตรอน

   ก. 
   ข. 
   ค. 
   ง. 

27. โดยปรกติการเขียนสัญญลักษณ์การไหลของกระแสไฟฟ้าแล้วเราจะถือว่า
   ก. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากลบไปหาบวก
   ข. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากบวกไปลบในวงจร
   ค. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากวงจรเข้าไปยังขั้วบวกและลบ
   ง. กระแสจะไหลจากขั้วลบและบวกไปยังวงจร
28. ถ้าเรานำเส้นลวดตัวนำมาต่อขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่แล้วกระแสจะไหล
   ก. จากขั้วบวกผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วลบ
   ข. จากขั้วบวกผ่านแบตเตอรี่ไปยังขั้วลบ
   ค. จากขั้วลบผ่านตัวนำไปยังบวก
   ง. จากขั้วลบและขั้วบวกไปยังเส้นลวด

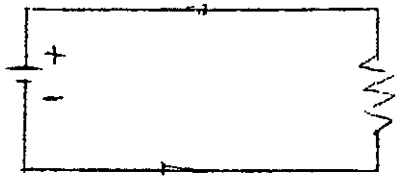
49. วงจรต่อไปนี้แสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างถูกต้อง

ก.



ข.

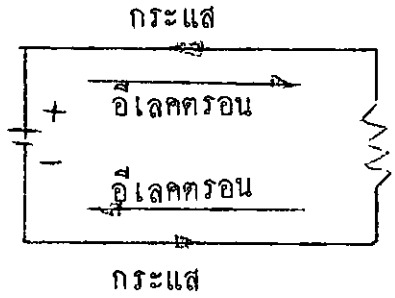
ค.



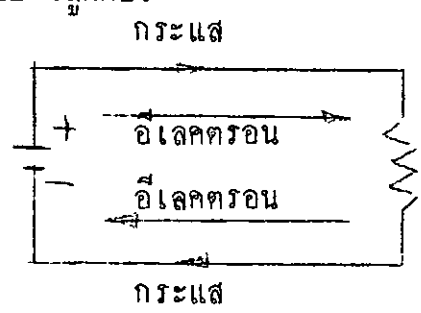
ง.

30. วงจรที่แสดงการไหลของอีเลคตรอน และกระแสไฟในวงจรอย่างถูกต้อง

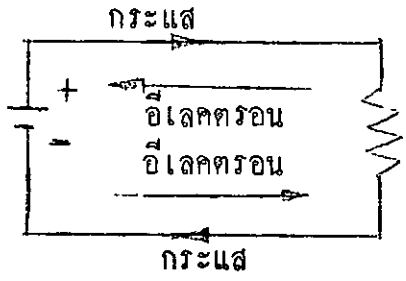
ก.



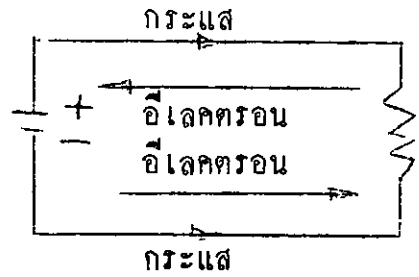
ข.



ค.



ง.



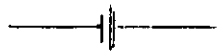
.....

วิทยาลัยครูพระนคร
ข้อสอบวิชาไฟฟ้า ตอนที่ 2

ก. จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบให้ตรงตามข้อ 30 ข้อ

1. โลด ในวงจรไฟฟ้า คือ
   ก. เส้นลวดทองแดงที่ใช้เดินสายไฟฟ้า
   ข. สวิทซ์ที่ใช้เปิดปิดไฟฟ้า
   ค. ฟิวส์ในวงจรไฟฟ้า
   ง. ความต้านทานที่ต่อในวงจร

2. ตัวนำที่ไม่ใช่โลหะ คือ
   ก. น้ำทั่วไป, ไม้, ยางแข็ง
   ข. โลก, แก้วหอมเหลว, ยางแข็ง
   ค. คาร์บอน, โลก, น้ำทั่ว ๆ ไป
   ง. คาร์บอน, แก้วเหลว, น้ำทั่ว ๆ ไป

3.  เป็นสัญญลักษณ์แทน
   ก. คอนเดนเซอร์
   ข. แบตเตอรี่
   ก. สวิทช์
   ง. ฟิวส์

4. เป็นสัญญลักษณ์แทน
   ก. แบตเตอรี่
   ข. เครื่องกำเนิดกระแสสลับ
   ก. ฟิวส์
   ง. สวิทช์

5. เป็นสัญญลักษณ์แสดง
   ก. แอมมิเตอร์
   ข. โวลท์มิเตอร์
   ก. หลอดไฟฟ้า
   ง. แหล่งกำเนิดกระแสสลับ

6. ในวงจรไฟฟ้าที่มีสวิทช์ถ้าเราเปิดสวิทช์จะมีผลทำให้
   ก. กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร
   ข. กระแสไม่ไหลในวงจร
   ค. ทำให้ความต้านทานมีความร้อน
   ง. ทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น

7. วงจรเปิดจะมีผลทำให้
   ก. กระแสไหลในวงจร
   ข. กระแสไม่ไหลในวงจร
   ก. ทำให้ความต้านทานมีความร้อน
   ง. ทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น

8. ความต้านทานในวงจรเราใช้สัญญลักษณ์แทนได้ คือ

ก. I ข. E

ก. R ง. Ω

9. กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ คือ

ก. อัตราการไหลของอีเลคตรอน 1 คูลอมบ์ผ่านจุด ๆ หนึ่งโดยใช้เวลา 1 นาที

ข. อัตราการไหลของอีเลคตรอน 6.25 10^8 ตัวผ่านจุด ๆ หนึ่งโดยใช้เวลา 1 วินาที

ค. อัตราการไหลของอีเลคตรอน 6.25 8^{10} ตัวผ่านจุด ๆ หนึ่งโดยใช้เวลา 1 วินาที

ง. อัตราการไหลของอีเลคตรอน 6.25 10^{18} ตัวผ่านจุด ๆ หนึ่งไปโดยใช้เวลา 1 วินาที

10. อีเลคตรอน 1 คูลอมบ์จะมีอีเลคตรอนจำนวน

ก. 6.25×10^8 ตัว ข. 6.25×10^{18} ตัว

ก. 6.25×18^{10} ตัว ง. 6.25×8^{10} ตัว

11. แรงเคลื่อนไฟฟ้า 1 Volt คือ

ก. การที่อีเลกตรอน 1 คูลอมบ์เคลื่อนที่ไปจากที่เดิมภายใน 1 นาที

ข. การที่อีเลกตรอน 1 คูลอมบ์เคลื่อนที่ไปจากเดิมต้องใช้เวลา 1 นาที

ก. การที่อีเลกตรอนจำนวนหนึ่งเคลื่อนที่ไปได้โดยใช้งาน 1 จูล

ง. การที่อีเลกตรอน 1 คูลอมบ์เคลื่อนที่ไปจากเดิมโดยใช้งาน 1 จูล

12. ความต้านทาน 1 โอห์ม คือ

ก. ความต้านทานของปรอทบริสุทธิ์ที่มีความยาว 106.3 ซม. และมีมวล 14.452 ก. ที่ 10° C

ข. ความต้านทานของปรอทบริสุทธิ์ที่มีความยาว 106.3 ซม. และมีมวล 14.452 ก. ที่ 0° F

ก. ความต้านทานของปรอทบริสุทธิ์ที่มีความยาว 109.3 ซม. และมีมวล 14.452 ก. ที่ 0° C

ง. ความต้านทานของปรอทบริสุทธิ์ที่มีความยาว 106.3 ซม. และมีมวล 14.452 ก. ที่ 0° C

13. ต่อไปนี้เป็นความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

ก. กระแสไฟฟ้าในวงจรใด ๆ ก็ตามจะมีค่าเท่ากับความต้านทานหารด้วยจำนวนแรงเคลื่อนของวงจรนั้น

ข. จำนวนแรงเคลื่อนในวงจรจะมีค่าเท่ากับจำนวนกระแสหารด้วยค่าความต้านทานของวงจรนั้นเสมอ

ก. กระแสไฟฟ้าในวงจรใด ๆ ก็ตามจะมีค่าเท่ากับจำนวนแรงเคลื่อนไฟฟ้าของวงจรหารด้วยค่าความต้านทานของวงจรนั้น

ง. ค่าความต้านทานในวงจรจะมีค่าเท่ากับจำนานกระแสไฟฟ้าคูณด้วยแรงเคลื่อนในวงจรนั้น

14. ค่าความสัมพันธ์ที่ถูกต้องที่สุด

ก. $E = \frac{R}{I}$ ข. $I = \frac{R}{E}$

ค. $R = \frac{E}{I}$ ง. $R = IE$

15. ถ้าในวงจรหนึ่งมีกระแสไหลอยู่ 3 แอมป์ แต่ปรากฏว่าต่อมาแรงเคลื่อนในวงจรเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากเดิม แล้วกระแสในวงจรจะเป็น

ก. 1.5 แอมป์ ข. 3.5 แอมป์

ก. 5 แอมป์ ง. 6 แอมป์

16. ถ้าในวงจรหนึ่งมีกระแสไหลอยู่ 8 แอมป์ ถ้าเราเพิ่มค่าความต้านทานในวงจรเข้าไปอีกเท่าตัว จะมีผลทำให้กระแสไหลในวงจรเป็น

ก. 4 แอมป์ ข. 8 แอมป์

ค. 10 แอมป์ ง. 12 แอมป์

17. ความสัมพันธ์ที่ถูกต้องตามกฎของโอห์ม

ก. แอมป์ = โอห์ม x โวลท์ ข. โวลท์ = แอมป์ x โอห์ม

ก. โอห์ม = $\frac{\text{แอมป์}}{\text{โวลท}}$ ง. โวลท์ = แอมป์ + โอห์ม

18. กระแสในวงจรที่มีความต้านทานคงที่แล้ว แรงเคลื่อนเพิ่มขึ้นจะมีผล

ก. ทำให้ความต้านทานลดลง ข. ความต้านทานเพิ่มขึ้น

ค. กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ง. กระแสไฟฟ้าลดลง

19. ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ถ้าค่าความต้านทานในวงจรเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้

ก. กระแสไหลมากขึ้น ข. แรงเคลื่อนเพิ่มขึ้น

ค. กระแสในวงจรจะลดลง ง. แรงเคลื่อนจะลดลง

20. หลอดไฟดวงหนึ่งมีความต้านทาน 2 Ω หลอดไฟนี้ต้องใช้กระแส 3.5 amps จึงจะสว่าง เพราะหลอดนี้ต้องการแรงเคลื่อน

ก. 110 V ข. 220 V

ค. 5.5 V ง. 7 V

21. ถ้าเราต้องการกระแส 4 amps ให้ไหลผ่านความต้านทาน 3 โอห์ม เราจะต้องใช้แรงเคลื่อน

ก. 7 V ข. 1.33 V

ค. 12 V ง. .75 V

22. จะต้องใช้กระแสไฟเท่าไรในการที่เราจะให้ไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อน 14 โวลต์ ไหลผ่านตัวนำซึ่งมีความต้านทาน 7 โอห์ม

ก. 21 amps ข. .5 amps

ค. 7 amps ง. 2 amps

23. กระบอกไฟฉายอันหนึ่งใช้ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน และหลอดไฟฉายมีความต้านทาน 6 โอห์ม อยากจะทราบว่า ถ่านไฟฉายอันนี้ ต้องการกระแสในการจุดใส้หลอดเท่าไร

ก. 1.5 amps ข. .66 amps

ค. 1 amps ง. 24 amps

24. E = 15 V, I = 7.5 amps, R = ...

ก. 22.5 Ω ข. 7.5 Ω

ค. .5 Ω ง. 2 Ω

25. ถ้าเรามีแรงเคลื่อนอยู่ 22 โวลท์ เราต้องการให้กระแสไหลให้ครบวงจร โดยใช้กระแส 5.5 amps เราจะต้องทำวงจรนั้นให้มีความต้านทานเท่าไรจะพอดี

ก. 4 โอห์ม ข. 2.75 โอห์ม

ก. 2.2 โอห์ม ง. 4.4 โอห์ม

ข. จงเขียนสัญญลักษณ์ของสิ่งต่อไปนี้

26. ตัวนำไฟฟ้า

27. แสดงทิศทางการไหลของไฟฟ้า

_8. โวลท์มิเตอร์

29. โซลินอยส์

30. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ภาคผนวก ค.

แบบเรียนสำเร็จรูป

ตอนที่ 1 การไหลของอีเลคตรอน

ตอนที่ 2 กฎของโอห์ม

แบบฝึกหัดประกอบการเรียน

แบบเรียนสำเร็จรูป

วิชา ไฟฟ้าเบื้องต้น

เรื่อง การไหลของอีเลคตรอน

ELECTRON FLOW

โดย. สำอางค์ สังข์เงิน

นิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คำแนะนำสำหรับผู้ใช้แบบเรียนสำเร็จรูป

แบบเรียนที่ท่านกำลังอ่านอยู่นี้คือ แบบเรียนสำเร็จรูปที่ท่านสามารถจะใช้เรียนรู้ด้วยตัวเองได้เป็นอย่างดี ถ้าท่านจะปฏิบัติตามคำสั่ง " หลักในการปฏิบัติในการเรียน จากแบบเรียนนี้ ก็คือ

1. ก่อนที่ท่านจะเรียนบทเรียน ควรจะทำแบบทดสอบ **Pre-test** เสียก่อน เพื่อทำให้ท่านสามารถทราบความสามารถพื้นฐานของท่าน จงพยายามทำข้อที่ท่านทำได้ ไม่ควรเดาหรือทำข้อที่ไม่แน่ใจ

2. ตรวจเช็คคำตอบของ **Pre-test** เพื่อหาว่าท่านมีความรู้พื้นฐานเท่าไร

3. อ่านแบบเรียนนี้ตามลำดับและปฏิบัติตามคำสั่งที่บอกไว้

4. สำหรับกรอบที่มีการเติมคำขอให้ผู้เรียนเติมคำลงในกระดาษที่แจกให้ตามข้อ แล้วท่านจะทราบคำตอบจากกรอบต่อไปซึ่งอยู่ทางซ้ายมือ

5. ถ้าท่านเติมคำผิดด้วยสาเหตุใดก็แล้วแต่โปรดกลับไปอ่านกรอบเดิมจนเข้าใจเสียก่อนจึงอ่านกรอบต่อไป

6. ขอให้ท่านเติมคำด้วยความมั่นใจ ถ้าไม่แน่ใจโปรดย้อนกลับไปอ่านกรอบที่ผ่านมาอีกจนเข้าใจ ไม่ควรเดาหรือดูคำตอบก่อน เพราะนั่นจะไม่เพิ่มความรู้ความเข้าใจให้แก่ท่านเลย

7. เมื่อท่านเรียนจบบทเรียน ก็ควรจะลองทำข้อสอบ **Post-test** เพื่อดูว่าท่านมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นจากเดิมมากน้อยเพียงใด

8. ขณะที่ท่านเรียน ถ้ามีความง่วงหรือเบื่อท่านควรจะพักสักระยะหนึ่งก่อยเรียนต่อ การเรียนครั้งละ 1 ชั่วโมง แล้วพัก 10 นาที เป็นช่วงระยะที่เหมาะสมที่สุด

ขอให้ท่านโชคดี

	1. ก่อนที่เราจะมาทำความเข้าใจคำว่า ไฟฟ้า เราควรจะทราบกฎเบื้องต้นของ ฟิสิคส์ กล่าวคือ ไฟฟ้า มีอยู่ในสสารทุกชนิด ดังนั้น เราควรจะมาทำความเข้าใจเสียก่อนว่า <u>สสารคืออะไร</u>?
	2. นักวิทยาศาสตร์ได้บอกคุณสมบัติของสสารไว้ว่า สสารคือทุกสิ่งทุกอย่าง<u>ที่มีน้ำหนัก</u> และ<u>ต้องการที่อยู่</u> เพราะฉะนั้นสิ่งที่เราสามารถชั่งได้ จับต้องได้ หรือต้องการที่ว่างและมองเห็นได้ สิ่งเหล่านี้เราเรียกว่า.....
2. สสาร	3. ไหนท่านลองบอกซิว่า ปากกา, หมึก, อากาศ, โต๊ะเขียนหนังสือ, น้ำ สิ่งเหล่านี้ก็คือ ..... นั่นเอง เพราะว่า.....และ.....

3. สสาร
มีน้ำหนักและต้องการ
ที่อยู่

4. ดังนั้นเราก็สามารถจะพูดได้ว่า สสารนั้นอาจจะอยู่ในสภาพ
ของแข็ง เช่น ..... ของเหลว เช่น.....
1 2
และก๊าซ เช่น .....
3

4. 1. ปากกา
โต๊ะ
2. หมึก
น้ำ
3. อากาศ

5. จากการศึกษาและค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ทำให้เรา
ทราบว่า สสารต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซ
ต่างก็ประกอบไปด้วย ส่วนเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า โมเลกุล
(Molecules)

6. น้ำซึ่งเป็นสสารชนิดหนึ่ง ฉะนั้นน้ำแต่ละหยดจะประกอบไปด้วย
..... จำนวนมาก

7. ดังนั้น ถ้าโมเลกุล หลาย ๆ โมเลกุลมารวมกันจะทำให้เกิด ..... ได้เช่นกัน

---

7. สสาร

8. ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์เจริญขึ้นมาก และ พบว่า ในแต่ละโมเลกุลนั้นยังประกอบไปด้วย อนุภาคเล็ก ๆ ซึ่งเราเรียกว่า "อะตอม" (Atom)

อย่างเช่น โมเลกุลของน้ำนั้นประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ 2 ชนิด คือ ไฮโดรเจนและ ออกซิเจน อนุภาคของไฮโดรเจนและออกซิเจนก็คือ..... นั่นเอง

8. อะตอม

9. และนักวิทยาศาสตร์ยังพบอีกว่า สสารที่มีโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน เรียกว่า ธาตุ (Element) และ สสารที่โมเลกุลประกอบด้วยอะตอมต่างชนิดกัน เรียกว่า สารประกอบ (Compounds)

เมื่อเป็นเช่นนี้ โมเลกุลของน้ำ เราก็สามารถบอกได้ว่า น้ำเป็น..... ชนิดหนึ่ง เพราะประกอบไปด้วยอะตอม 2 ชนิด คือ 1..... 2.....

9. – สารประกอบ 1. ออกซิเจน 2. ไฮโดรเจน	10. แต่โมเลกุลของ ทองแดง มีอะตอมชนิดเดียวกันทั้งสิ้น ดังนั้น ทองแดง จึงเป็น..... ชนิดหนึ่ง
10. ธาตุ	11. เอาละเราได้ทราบถึงเรื่องของสสารมามากพอสมควร เราสามารถจะพูดได้เลยว่า สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราก็คือ..... ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนย่อย ๆ เราเรียกว่า ....1..... และส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นแบ่งเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ได้อีกซึ่งเราเรียกว่า .....2.....
11. 1. สสาร 2. โมเลกุล 3. อะตอม	12. จากการศึกษาเรื่องของอะตอม ได้พบว่า อะตอมนั้นยังประกอบไปด้วยส่วนเล็ก ๆ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันและมีชื่อที่แตกต่างกัน คือ อีเลคตรอน (Electron) โปรตรอน (Protron) และ นิวตรอน (Neutrons)

	13. จากการศึกษาเรื่องของ อะตอมอย่างละเอียดก็ทำให้เราพบว่า อะตอมนั้นไม่ว่าจะเป็นอะตอมของธาตุใด ๆ ก็ตามประกอบไปด้วย อนุภาคที่เล็ก ๆ อีกถึง..... ชนิด คือ 1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. .....
13. 3 1. อีเลคตรอน 2. โปรตรอน 3. นิวตรอน	14. แต่อนุภาคทั้ง 3 เป็นอะตอมนั้นจะรวมตัวกันเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นแกนกลาง เรียกว่า นิวเกรียส (Nucleus) และอีกส่วนหนึ่งนั้นเป็นอนุภากเล็ก ๆ โคจรรอบนิวเคลียส เป็นวง ซึ่งเราเรียกว่า วงโคจรของอีเลคตรอน เพราะฉะนั้นส่วนที่เป็นแกนกลาง (Nucleuse) ก็จะประกอบไปด้วย..... และ .....
14. โปรตรอน นิวตรอน	15. เมื่อเราทราบว่าแกนกลางหรือ นิวเคลียสของอะตอมประกอบไปด้วยอนุภาค 2 ชนิด คือ โปรตรอน และ นิวตรอน ดังนั้นอนุภาคที่โคจรรอบนิวเคลียสก็คือ ..... นั่นเอง

15. อีเลคตรอน

16. ดูรูปทางขวามือจะเห็นว่า อะตอมนั้นแบ่งเป็นส่วนสำคัญได้ ..... ส่วน คือ ..... และ.....
1 2
ซึ่งส่วนกลางเราเรียกว่า ..... ประกอบไปด้วย .....
3
และ .....
4
ส่วนรอบนอกนั้นจะมีวงโคจรรอบแกนกลาง วงโคจรนี้คือวงโคจรของ .....
5

16
1. = 2
2. แกนกลางและวงโคจร
3. นิวเคลียส
4. โปรตรอน, นิวตรอน
5. อีเลคตรอน

17. เก่งมากที่ท่านสามารถบอกโครงสร้างของอะตอมได้อย่างถูกต้อง แต่ถ้าท่านยังไม่เข้าใจแจ่มแจ้ง อาจจะกลับไปศึกษาตั้งแต่ 12 จะทำให้ท่านมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

เมื่อท่านเข้าใจดีแล้ว เราก็จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง ประจุไฟฟ้า (Electric charge) มันคืออะไรกันแน่ ว่าไง พร้อมหรือยัง

18. ในสสารนั้นจะมีประจุไฟฟ้าอยู่ทั้งสิ้น และประจุไฟฟ้าจะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ ประจุบวก และ ประจุลบ

เพราะฉะนั้น ในโลกเราก็จะมีประจุไฟฟ้าอยู่ 2 ชนิด เท่านั้นเอง คือ ....., และ.....

18. ประจุไฟฟ้าบวก ประจุไฟฟ้าลบ	19. ในโลกของวิชาไฟฟ้านั้น เขาได้ให้สัญญลักษณ์แทนประจุไฟฟ้าทั้ง 2 ไว้ เป็นแบบสากจกล่าวคือ ถ้าประจุบวก เราใช้เครื่องหมาย (+) และ ประจุลบเราใช้เครื่องหมาย (−) เพราะฉะนั้น ไฟฟ้าบวกเราใช้ ..... แทน และไฟฟ้าลบเราก็ใช้ ....แทน
19. + −	20. ถ้าเราศึกษาเกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า เราเห็นสัญญลักษณ์ หรือ เครื่องหมาย (−) มันคือ .....
20. ไฟฟ้าลบ	21. ..... แสดงว่าเป็นสัญญลักษณ์ของไฟฟ้าบวก

21.

+

22. ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในสสารนั้นอาจมีทั้งไฟฟ้าบวกและ 1

ซึ่งเราสามารถให้สัญญลักษณ์แทนได้คือ

2. ประจุไฟฟ้าบวก = ...

..... = ...

ชื่อ สัญญลักษณ์

22.

1. ลบ

2. ประจุบวก = +

ประจุลบ = −

23. โดยปกติแล้ว ถ้าสารใดมีประจุไฟฟ้าบวก (+) และสารอันหนึ่งมีประจุไฟฟ้าลบ (−) เราเรียกว่า สารทั้ง 2 ชนิดนั้น มีประจุไฟฟ้าตรงกันข้ามกัน หรือต่างกัน

ดังนั้นเราก็พูดได้ว่า ประจุไฟฟ้าบวก (+) นั้นจะ ..... ประจุไฟฟ้าลบ

23.

ตรงข้ามกัน

24. จากการทดลองศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่า ประจุไฟฟ้าที่ต่างหรือตรงข้ามกัน จะมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน

เพราะฉะนั้น สารที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบก็จะ..... สารที่มีประจุไฟฟ้าบวก

21. มีแรงดูด

25. ครูป ถ้าเราให้ลูกกลม "A" มีประจุไฟฟ้าบวกแล้วจะเกิดแรงดูดลูกกลม อีกอันหนึ่งซึ่งมี.....

25. ประจุลบ

26. จากที่เราได้ทราบมาแล้วจะเห็นว่า ประจุไฟฟ้าที่ต่างกันจะดูดกันแล้วและท่านสงสัยหรือไม่ว่า ถ้าประจุไฟฟ้าที่เหมือนกัน มันจะมีปฏิกิริยาอย่างไรต่อกัน

27. ดีแล้วที่คุณสงสัย จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ก็พบว่า ถ้าประจุไฟฟ้าที่เหมือนกันแล้วมันจะ "ผลักกัน" ทันที อย่างเช่น สารที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก มันจะ ..... สารอีกอันหนึ่งที่มีประจุไฟฟ้าบวกทันที

27. ผลัก	28. ในทำนองเดียวกัน ถ้าลากลบไม้ก๊อก 2 อันมีประจุไฟฟ้าลบทั้งคู่ แล้วนำมาแขวนไว้ใกล้ ๆ กัน ดังรูป ก มันก็จะ ..... ทันที
28. ผลัก	29. จากรูป "ข" นั้น ถ้าลูกบอลไม้ก๊อก " A " มีประจุไฟฟ้าบวก แล้ว อีกลูกก็จะมีประจุ ..... ด้วย
29. +	30. เพื่อให้แน่ใจว่าท่านมีความเข้าใจเรื่อง ประจุไฟฟ้าดีแล้ว ท่านก็สามารถที่จะบอกได้ซิว่า ประจุไฟฟ้านั้นมี ..... ชนิดคือ 1..... 2..... และประจุไฟฟ้ามีปฏิกิริยาต่อกันอย่างไร? 1..... 2..... แน่ใจหรือเปล่า ถ้าแน่ใจลองดูคำตอบซิเอา แต่มีข้อแม้ ถ้าไม่ [illegible]

30. 2 ชนิด คือ 1. ประจุบวก 2. ประจุลบ มีปฏิกิริยาคือ 1. ประจุเหมือนกัน ผลักกัน 2. ประจุต่างกันดูดกัน แจ๋วใช้ได้ ถ้าไม่ถูกโปรด ปฏิบัติตามสัญญาณะจะ	31. เป็นไงแพ้พนันหรือเปล่า แต่อย่าไปเสียใจเลยเพราะอย่างไง เสียก็ทำให้ท่านเข้าใจเร่องประจุไฟฟ้าและคุณสมบัติของมันได้ ก็เป็นอันว่าใช้ได้
	32. ทีนี้เรากลับมาดูอะตอมอีกทีว่าคงยังไม่ลืมใช่ไหม เอาดูรูปประกอบก็ยังไหว จากการที่เราได้ศึกษาอะตอม เราพบว่าอะตอมทุกชนิดนั้นประกอบไปด้วย อนุภาค 3 ชนิด คือ นิวตรอน, โปรตรอน และ .....
32. อีเลคตรอน	33. ในอะตอมนั้นเรายังพบอีกว่า อีเลคตรอนมันจะโคจรรอบแกนกลาง ซึ่งเราเรียกว่า ..... และในนิวเคลียสนี้ก็จะประกอบไปด้วยนิวตรอนและ.....

33. นิวเตรียส โปรตรอน

34. นิวตรอนนั้นปกติเราใช้แทน อนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้าใด ๆ แต่โปรตรอนนั้นเราใช้แทน อนุภาคที่เป็นประจุไฟฟ้าบวก และเราให้อีเลคตรอนนั้นมีประจุไฟฟ้าที่ตรงข้ามกับ โปรตรอน ดังนั้น อีเลคตรอนก็ใช้แทน อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า_ _____

34. ประจุไฟฟ้าลบ หรือ –

35. จากกรอบที่ 34 ทำให้เราทราบได้ว่า ในอะตอมแต่ละอะตอม นั้นจะมีประจุไฟฟ้าอยู่ทั้ง 2 ชนิด คือ โปรตรอน ก็จะมีประจุ .....และใน..... ก็จะมีประจุไฟฟ้า (–)

35. บวก (+) อีเลคตรอน

36. แต่เราทราบว่าโครงสร้างของอะตอม ส่วนที่เป็นแก่นกลาง นั้นประกอบไปด้วย นิวตรอนและโปรตรอน ดังนั้นเราก็อาจเข้าใจได้ว่า แก่นกลางของอะตอมก็มีประจุ _ _ _ _ _

36. ไฟฟ้าบวก (+)

37. แต่โครงสร้างของอะตอมภายนอกจะมีวงโคจรของอีเลคตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส และอีเลคตรอนนั้นก็จะมีประจุไฟฟ้า .....

แต่นิวเคลียสหรือแก่นกลางนั้นมีประจุ ไฟฟ้า ..... จึงมีผลทำให้อีเลคตรอนและโปรตรอนมีแรง..... ซึ่งกันและกันอยู่ตลอดเวลา

37.
- ประจุลบ (−)
- บวก (+)
- ดึงดูด

38. เราลองมาดูรูปทางซ้ายมือ พยายามสังเกตและใช้จินตนาการถึงโครงสร้างของอะตอม เราจะเห็นว่า เด็กได้พยายามแกว่งลูกบอลซึ่งผูกติดกับเชือก ลูกบอลก็จะพยายามที่จะหนีออกไปจากเด็ก แต่ลูกบอลก็ไม่สามารถหนีออกไปได้ เพราะแรงดึงของ ..... ที่เด็กถือไว้นั้นเอง

38. เชือก

39. เมื่อเราเอามาเปรียบเทียบกับโครงสร้างของอะตอมเราก็จะเห็นว่า ลูกบอลก็เหมือนอีเลคตรอนและนิวเคลียสก็คือ มือของเด็กที่จับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งไว้ และความตึงของปลายเชือกระหว่างลูกบอลที่หมุนรอบมือก็เปรียบเหมือนแรง..... กันระหว่างอีเลคตรอนและ ..... ที่เป็นแกนกลาง

39. ดึงดูด โปรตรอน	40. และทำนองเดียวกัน ถ้าสายเชือกขาดขณะที่กำลังหมุนลูกบอลอยู่ ลูกบอลก็จะหลุดลอยไปที่อื่น นั่นก็คือ ถ้าแรงดึงดูดระหว่าง อีเลคตรอนและโปรตรอนที่อยู่ตรงกลางเสื่อมลง หรือหมดไป ก็จะมีผลทำให้.....หลุดลอยไปจากแก่นกลางหรือ นิวเคลียสเช่นเดียวกัน
40. อีเลคตรอน	41. แรงดึงดูดกันระหว่างอีเลคตรอนและโปรตรอนนั้นก็ขึ้นอยู่กับ ระยะห่างกันระหว่างอีเลคตรอนและนิวเคลียส กล่าวคือ ถ้า อีเลคตรอนยิ่งอยู่ห่างจากนิวเคลียสก็จะมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกันน้อย ดังนั้น อีเลคตรอน กับ โปรตรอน จะมีแรงดึงดูดซึ่งกัน และกันมากขึ้นถ้าอนุภาคทั้งสอง .....
41. – อยู่ใกล้กัน – มีระยะห่างกันน้อย	42. ที่นี้เราจองดูรูปทางขวามือ เราก็สามารถบอกได้ว่า อีเลคตรอน ในวงที่ 3 จะมีแรงดึงดูด .....กว่า อีเลคตรอนใน วงที่ 1

42.
– น้อยกว่า
– อ่อนกว่า

43. ใช้ไก่ท่านเริ่มเข้าใจมากแล้ว พยายามอีกหน่อยท่านจะเข้าใจยิ่งขึ้น ถ้าเหนื่อยพักก่อน แต่ถ้าสนุกก็บรรเลงต่อไก้เลย

44. ในโกรงสร้างของอะตอมใด ๆ ก็ตาม ถ้ามีแรงดึงดูดระหว่างอีเลคตรอนแจะนิวเกรียสน้อย แล้ว อีเลคตรอนนั้นก็มีโอกาสจะหลุดลอยไปได้ง่าย ถ้ามีแรงอื่นมากระทำ การที่อีเลคตรอนมีแรงดึงดูดน้อย และมีโอกาสจะหลุดลอยไปได้ ถ้ามีแรงใดมากระทำต่ออีเลคตรอนนี้ เราเรียก อีเลคตรอนเหล่านี้ว่า อีเลคตรอนอิสระ (Free Electron)

นั่นก็หมายถึงว่า อีเลคตรอนมีโอกาสที่จะ..... ไปจากอะตอมได้ ถ้ามีแรงภายนอกไปกระทำต่ออะตอมนั้น ๆ

45. แต่เราทราบว่าสสารแต่จะชนิดนั้นประกอบไปด้วย อะตอมเป็นจำนวนมากมาย ฉะนั้นถ้าอะตอมของสารนั้นมีแรงดึงดูดของอีเลคตรอน และ นิวเคลียสน้อยแล้ว สสารนั้นก็ย่อมจะมี

.... (Free Electron)

มากด้วยเช่นกัน

45. อีเลคตรอนอิสระ (Free Electron)	46. หรือเราจะพูดให้เข้าใจง่าย ๆ ได้ว่า อีเลคตรอนอิสระ ก็คือ อีเลคตรอนของอะตอมที่สามารถจะ..... ไปจากนิวเคลียสของอะตอมนั้นได้นั่นเอง
46. หลุดลอย	47. โดยปกติแล้วถ้าอะตอมใด ๆ ก็ตามมีจำนวนโปรตรอน(ประจุไฟฟ้าบวก)และอีเลคตรอน(ประจุไฟฟ้าลบ) เท่ากันก็จะมีผลทำให้อะตอมนั้นเป็นกลาง ซึ่งเรียกว่า "เสทิน" (Neutral) ตัวอย่างเช่น อะตอมของไฮโดรเจนมีอีเลคตรอน 1 ตัว ก็ย่อมมีโปรตรอน ..... ตัวด้วยซึ่งจะทำให้อะตอมของไฮโดรเจนเป็นกลางหรือ เสทิน (Neutral)
47. 1	48. ดังนั้นอะตอมใดๆที่เป็นกลาง หรือ เสทิน (Neutral) นั้นก็คือ อะตอมนั้นมีจำนวน ..... เท่ากับ.....

48. อีเลกตรอน โปรตรอน

49. หรืออะตอมใดอะตอมหนึ่งที่มี โปรตรอนในนิวเกรียส 7 ตัว และมีอีเลคตรอนโคจรอยู่รอบนอกอีก 7 ตัวแล้ว เราก็เรียกอะตอมนั้นว่าอยู่ในสภาพ.....

49.
- เป็นกลาง
- เสถียร
- Neutral

50. ที่นี้ถ้าเราลองเอาอะตอมที่มีสภาพเป็นกลาง (Neutral) มาแล้วเพิ่มอีเลคตรอน เข้าไปในอะตอมนั้นสักตัว แล้วก็จะมีผลทำให้อะตอมนั้นมี อีเลคตรอนเพิ่มขึ้น หรือ อะตอมนั้นก็จะมีจำนวนอีเลคตรอน.....จำนวนโปรตรอนในอะตอมนั้น

50. มากกว่า

51. การเพิ่มอีเลคตรอน เข้าไปในอะตอมนั้นก็จะมีผลทำให้อะตอมนั้นไม่เป็นกลางและ อีเลคตรอนมีประจุเป็นลบ เมื่ออะตอมมีประจุลบมากกว่าบวก ก็จะมีผลทำให้อะตอมนั้นมีประจุ..... ไปด้วย

51. ประจุลบ (−)	52. และในทำนองเดียวกัน คือ ถ้าอีเลคตรอนได้หลุดลอยออกไปจากอะตอมที่เป็นกลาง ก็จะมีผลทำให้อะตอมนี้ขาด อีเลคตรอนไป ซึ่งก็มีผลทำให้อะตอมนี้มีจำนวน.....มากกว่าอีเลกตรอน
52. โปรตรอน	53. อะตอมที่อีเลคตรอนหลุดลอยไปนั้นก็จะมีผลทำให้จำนวนโปรตรอนในอะตอมนั้นมีจำนวนมากกว่าอีเลคตรอนและ อะตอมที่มีจำนวนโปรตรอนมากกว่าอีเลกตรอน แล้วอะตอมนั้นก็ย่อมจะมีประจุเป็น .....
53. ประจุบวก (+)	54. จากการที่เราได้ศึกษาโครงสร้างของอะตอมแล้ว ทำให้เราทราบว่าจำนวนโปรตรอนในอะตอมนั้นไม่สามารถจะเปลี่ยนแปลงไปได้ อีเลคตรอนเท่านั้นที่สามารถจะหลุดลอยหรือเปลี่ยนไปได้ ฉะนั้นการเกิดประจุไฟฟ้าขึ้นในอะตอมไม่ว่าจะเป็นประจุลบหรือบวกก็ตาม ก็ขึ้นอยู่กับ การขาดหาย หรือการเพิ่มของ ..... ตออะตอมนั้น

54.
อีเลคตรอน

55. ตัวอย่างเช่น มีอะตอมหนึ่งซึ่งมี โปรตรอน 8 ตัวในนิวเคลียส และมีอีเลกตรอน 7 ตัว ที่วงโคจรรอบนิวเคลียส อะตอมนั้นก็จะมีสภาพเป็น.....หรือถ้าอะตอมนั้นมี อีเลกตรอน 9 ตัว โคจรรอบนิวเคลียส ซึ่งมีโปรตรอนอยู่เพียง 8 ตัว อะตอมนั้นก็จะมีสภาพเป็น.....

55.
ประจุบวก (+)
ประจุลบ (−)

56. เมื่อเราทราบถึงสภาพของประจุไฟฟ้าในอะตอมดีแล้ว คือ ถ้าอะตอมใดมีอีเลคตรอนมากกว่า โปรตรอน ก็จะมีสภาพเป็นลบ และถ้ามีจำนวนโปรตรอนมากกว่า ..... ก็จะมีสภาพเป็น บวก

56.
อีเลคตรอน

57. ที่นี้เรามาสังเกตสภาพธรรมชาติรอบตัวเรา เช่น กลุ่มเมฆ เวลาฝนฟ้าคะนอง ถ้าอะตอมแต่ละอะตอมของก้อนเมฆนั้นมีจำนวนอีเลคตรอนมากกว่า โปรตรอน ก็จะมีผลทำให้ก้อนเมฆนั้นมีประจุ.....

57. ไฟฟ้าลบ (–)	58. และในทานองเดียวกัน ถ้าโลกของเราซึ่งประกอบด้วยอะตอมที่มีอีเลกตรอนน้อยกว่า โปรตรอน แล้ว ก็จะมีผลทำให้โลกของเรามีประจุ.....
58. ไฟฟ้าบวก (+)	59. จากการที่เราได้ทราบแล้วว่า ประจุไฟฟ้าที่เหมือนกันจะผลักกัน ประจุไฟฟ้าต่างกันดูดกัน ซึ่งมีผลทำให้ก้อนเมฆ และโลกมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน เพราะว่าก้อนเมฆและโลกเรามีประจุไฟฟ้า .....
59. ต่างกัน	60. แรงดึงดูดกันระหว่างก้อนเมฆกับโลกนั้นเป็นแรงดึงดูดไฟฟ้า (Electric force) ดังนั้นเราจึงพูดได้ว่า แรงดึงดูดไฟฟ้าก็คือแรงดึงดูดกันระหว่างประจุไฟฟ้าที่.....

60. แตกต่างกัน

61. แรงดึงดูดไฟฟ้าบางทีเราเรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric force) ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างก้อนเมฆกับโลกนั้น เพราะอีเลกตรอนไหล ซึ่งไหลจากแหล่งที่มีอีเลกตรอนมาก ไปหาแหล่งที่มีอีเลกตรอนน้อย หรือจะพูดได้ว่า ไหลจาก (−) ไป ..... นั่นเอง

---

61. +

62. ดังนั้นถ้าเราสังเกตจะเห็นว่าเวลาฝนฟ้าคะนองนั้น มีฟ้าแลบบ่อย ๆ การที่เราเห็นฟ้าแลบก็เพราะ การไหลของอีเลกตรอนเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดแสงสว่างขึ้น และอีเลกตรอนนี้ก็จะไหลจากแหล่งที่มีประจุลบมาก ไปหาแหล่งที่มีประจุบวกมาก

เพราะฉะนั้นการเห็นแลงฟ้าแลบของเรานั้นจะเห็นจนกว่าแหล่งประจุทั้งสองมีจำนวน ..... เท่ากัน

62. อีเลคตรอน ชักงงใช่ไหมลองอ่านดูอีกทีปะไร เพราะจะทำให้ท่านเข้าใจดีขึ้นก็ได้ใครจะไปรู้

63. โลกกับก้อนเมฆ ซึ่งมีประจุต่างชนิดกันอย่างที่กล่าวมาแล้วนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric force) ซึ่งไหลจากก้อนเมฆซึ่งเป็นประจุลบหรืออีเลคตรอนมากมายังโลกจนทำให้โลกและก้อนเมฆมีประจุเป็นกลาง อีเลกตรอนก็จะหยุดไหลทันที

จากความจริงอันนี้ทำให้เราทราบได้ทันทีว่า อีเลกตรอนจะไม่ไหลจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่งก็ต่อเมื่อแหล่งทั้งสองมีสภาพ.....

63

– ลักษณะเป็นกลาง

64. เราลองมาพิจารณากันอีกทีเกี่ยวกับ แรงดูดกันของประจุไฟฟ้าที่ต่างกัน

ถ้าทั้งสองจุดมีแรงดึงดูดมากเท่าไรก็จะมีผลทำให้

.....(Electric Froce)

เพิ่มมากขึ้นด้วย

64.

แรงเกลื่อนไฟฟ้า

65. การที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีกำลังมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับจำนวนอีเลคตรอน กล่าวคือ ถ้ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาก ก็แสดงว่ามีจำนวนอีเลคตรอนจำนวนมากไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก และถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าน้อยก็เพราะมีอีเลคตรอนจำนวนน้อยไหลจากขั้วลบ ไปยังขั้วบวกน้อยนั่นเอง

เพราะฉะนั้นการมีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากก็เพราะมีจำนวน

..... ไหลมาก

65.

อีเลคตรอน

66. ที่นี้เราก็คงเข้าใจเกี่ยวกับ แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric force) ดีขึ้นแล้วว่ามันจะเกิดขึ้นจากการที่ ประจุทั้งสองมีความแตกต่างกัน ประจุทั้งสองก็คือ ประจุลบและประจุบวก

เพื่อให้แน่ใจ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นได้เพราะ.....

.....

66. ประจุทั้งสองมีความแตกต่างกัน	67. หรือการที่เราเห็นแสงสว่างของฟ้าแลบได้ก็เพราะการไหลของอีเลคตรอนจำนวนมากระหว่างจุด 2 จุด ที่มีประจุไม่เหมือนกัน หรือ.....
67. – แตกต่างกัน – ตรงข้ามกัน	68. ดังนั้นเราก็สามารถพูดได้อีกว่า <u>แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีผลทำให้เกิดพลังงาน</u> ทำให้เกิดแสงได้ ซึ่งขณะที่มันยังไม่ไหลนั้นมันก็จะกงสภาพเป็น <u>พลังงานศักย์</u> คือ การมีอีเลคตรอนแตกต่างกันระหว่างจุด 2 จุด ถ้ามีมากเท่าไรก็แสดงให้รู้ว่าทั้งสองจุดมี ..... มากด้วย
68. พลังงานศักย์ (Potential Energy)	69. แต่ในทางไฟฟ้านั้นเราเรียก <u>พลังงานศักย์ระหว่างขั้วทั้งสองนี้ว่าความต่างศักย์ (Difference of Potential)</u> นั่นก็คือ ถ้ามี..... มาก ก็จะมีผลทำให้จุดทั้งสองมีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาก ถ้ามีการไหลของอีเลคตรอนระหว่างจุดทั้งสองนั้น

69. ความต่างศักย์ (Difference of -otential)

70. เพราะฉะนั้นถ้าจุด 2 จุด มีจำนวนอีเลกตรอนไม่เท่ากัน ก็จะมีผลทำให้เกิด ..... ระหว่างจุดทั้งสอง

7๐. ความต่างศักย์ "เป็นไงไหวไหม ถ้าไม่ไหวก็ควรจะพักสักนิดแล้วก่อยต่อ ก็ไม่มีใครว่าอะไรนะท่าน"

71. ในเรื่องของไฟฟ้าแล้วมีความจำเป็นมากที่จะต้องมีหน่วยวัดความต่างศักย์ของไฟฟ้า เพื่อสะดวกในการคิดคำนวณ หรือศึกษาในเรื่องอื่นให้กว้างขวางมากขึ้น

ดังนั้นได้มีนักฟิสิกส์คือ นายโวลตา (Volta) ผู้ซึ่งมีความสนใจและได้ทำการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้าไว้อย่างมากมาย รวมทั้งได้กำหนดให้ความต่างศักย์ของไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวล์ท (Volte)

71.

72. ที่นี้เราก็พอทราบแล้วว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric force) อันเกิดจากความต่างศักย์ นั้นก็คือ การไหลของอีเลคตร่อน ซึ่งสามารถวัดออกมาได้เป็น.....

72. โวล์ท (Volte)	73. ที่นี้เรามาดูไฟฟ้าที่บ้านเรา ซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 Volte นั้นก็หมายถึงสายไฟทั้งสองมี ..... 220 Volte
73. ความต่างศักย์กัน	74. การที่คนเราสามารถ รู้ถึงความต่างศักย์ไฟฟ้าได้นี้ทำให้เราสามารถนำความแตกต่างศักย์นี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมาก โดยการต่อวงจร 2 จุด ที่มีความแตกต่างศักย์กันก็จะมีผลทำให้.....ไหลและทำให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น – ความร้อน – แสงสว่าง – อำนาจแม่เหล็ก ฯลฯ
74. – อีเลคตรอน – ไฟฟ้า	75. ทำไมถึงเป็นเช่นนี้ เราลองมาพิจารณาระหว่างจุด 2 จุด ที่มีความแตกต่างศักย์กัน กล่าวคือ ที่จุดหนึ่งเราเพิ่มจำนวนอีเลคตรอน (–) ให้มากกว่าปกติ และอีกจุดหนึ่งเราลดอีเลคตรอน (–) ให้น้อยกว่าปกติแล้ว เราหาสายที่มีอีเลคตรอนอิสระ (Free Electron) มาต่อระหว่างจุด 2 จุดนี้ อีเลคตรอนอิสระในสายที่เรานำมาต่อนั้นจะ..... ไปยังขั้วบวกทันที

75.

ถูกดูด, ไหล,
(เกงมากที่ยังตอบถูก แต่ถ้าผิดก็ไม่เป็นไร กลับไปดูคุณสมบัติของอีเลคตรอนและโปรตรอนในกรอบที่ 30 จะทำให้เข้าใจดียิ่งขึ้น

76. ในเมื่อเส้นลวกที่มีอีเลกตรอนอิสระถูกดูดอีเลกตรอนไปจำนวนหนึ่งก็ย่อมทำให้อีเลคตรอนในเส้นลวกขาดไปซึ่งก็จะมีผลทำให้เส้นลวดมี..... ก็จะมีผลทำให้เส้นลวดต้องดูด..... มาจากจุดที่มีอีเลคตรอนมากกว่าปกติหรือขั้วลบนั่นเอง

76.

- เป็นบวก
- มีโปรตรอนมาก
- อีเลคตรอน
- Electron

77. ขบวนการที่กล่าวมาแล้วนั้นเมื่อเรามาพิจารณาอย่างละเอียดดูรูปทางขวามือประกอบด้วยจะทำให้เข้าใจยิ่งขึ้น

กล่าวคือ ทางขั้วบวกซึ่งมีอีเลคตรอนน้อยกว่าปกติก็จะมีผลดูดอีเลคตรอนอิสระออกมาจากเส้นลวดก็จะมีผลทำให้เส้นลวดนั้นมีโปรตรอน (+) มากกว่าปกติก็จะดูดอีเลคตรอนมาจากขั้วลบซึ่งมีอีเลกตรอนมากกว่าปกติซึ่งจะเป็นเช่นนี้จนกว่าจำนวนอีเลกตรอนในเส้นลวดจะมีเท่ากัน ถ้าเราทำให้จุดหนึ่งเป็นบวกและอีกจุดหนึ่งเป็นลบอยู่ได้ตลอดเวลาแล้ว อีเลคตรอนก็จะไหลอยู่ตลอดไป

78. การไหลของอีเลกตรอนจากขั้วลบไปยังขั้วบวกนั้น เราให้เกิดกระแสไฟฟ้า (Electric Current)

ฉะนั้นต่อไปนี้เราก็เข้าใจได้ว่า การไหลของอีเลคตรอนนั้นจะมีผลทำให้เกิด.....

78.

กระแสไฟฟ้า

(Electric Current)

79. ในทำนองเดียวกันการไหลของกระแสไฟฟ้าในเส้นลวดนั้น เรามีความจำเป็นที่จะต้องมีหน่วยวัดเช่นกัน ซึ่งหน่วยวัดการไหลของอีเลกตรอน หรือ กระแสไฟฟ้านั้นเราวัดออกมา ๆ มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (Amperes)

ดังนั้นถ้าเราจะวัดการไหลของกระแสไฟฟ้าหรืออีเลคตรอนเราก็จะใช้หน่วยออกมาเป็น.....

79.

แอมแปร์

80. ในการใช้งานจริง แอมแปร์บางทีเราก็เรียกสั้น ๆ ว่า แอมป์ (Amp) เฉย ๆ ซึ่งก็ไม่แปลกอะไร และเราก็พบอยู่เสมอ

ถึงอย่างไรก็แล้วแต่มันก็คือหน่วยวัดการไหลของกระแสไฟฟ้าในตัวนำ

ฉะนั้นถ้าจำนวนอีเลกตรอนไหลมากก็จะทำให้.....มากไปด้วย

80.

— Amp

— Amperes

— กระแสไฟฟ้า

81. การที่จุด 2 จุดมีความต่างศักย์หรือมีโวล์ทซึ่งมีผลทำให้อีเลกตรอนไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถ้านำเส้นลวดมาต่อระหว่างจุด 2 จุดนั้น การไหลของอีเลคตรอนนี้จะทำให้เกิด.....

81. กระแสไฟฟ้า

82. ดังนั้นที่ใดก็ตามที่มีกระแสไหลแล้ว ณ ที่นั้นก็จะต้องมีความต่างศักย์ของไฟฟ้าอยู่ด้วย ซึ่งความต่างศักย์นี้เรามีหน่วยวัดเป็น.....

82. Volte โวล์ท

83. ทีเรามาพิจารณาในทางกลับกันบ้าง คือ ถ้าเราต่อจุดที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบ ด้วยสารที่ไม่มีอีเลคตรอนอิสระเลย (Free Electron) ก็จะมีผลทำให้ขั้วบวกไม่สามารถจะดูดอีเลคตรอนออกไปจากสารนั้นได้ ในสารนั้นก็จะคงสภาพเดิมไม่มีอีเลคตรอนขาดไป ก็จะมีผลทำให้สารนั้นไม่สามารถดูดอีเลคตรอนจากขั้วลบได้เช่นกัน การที่สารนี้ไม่สามารถทำให้ขั้วบวกดูดอีเลคตรอนและไม่สามารถดูดอีเลคตรอนจากขั้วลบได้ เราก็พูดได้ว่า สารนี้มีความต้านทาน (Resistant) ต่อการไหลของอีเลคตรอน

---

84. หรือเราก็อาจจะพูดได้อีกว่า วัตถุหรือสารใดก็ตามถ้าไม่มีอีเลคตรอนอิสระเลยก็จะมีความ.....การไหลของอีเลคตรอน

84. ต้านทาน

85. จากความจริงที่กล่าวมาแล้วก็ทำให้เรา นำไปใช้ได้คือ ถ้าเราต้องการจะจำกัดการไหลของอีเลคตรอน หรือ กระแสไฟฟ้าเราก็ สามารถจะทำได้โดยนา..... ไปต่อเข้าระหว่างขั้วลบและขั้วบวกนั้น

85.
- สารที่มีความต้านทาน
- สารที่ไม่มีอีเลคตรอนอิสระ
- ความต้านทาน

86. วัตถุประเภท ยาง แก้ว พลาสติก เป็นตัวอย่างของสารที่ไม่มีอีเลคตรอนอิสระ

ดังนั้นเราก็รู้ได้ว่า วัตถุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นจะ ..... การไหลของอีเลคตรอน

---

87. ในเรื่องของการต้านทานการไหลของอีเลคตรอนนั้นเราก็จะต้องมีหน่วยวัดเช่นกัน และหน่วยวัดความต้านทานการไหลของอีเลคตรอนนั้นก็จะบอกออกมาเป็น โอห์ม (Ohm)

กล่าวคือ ถ้าตัวนำใดก็ตาม ถ้ามีอีเลคตรอนอิสระมากก็ย่อมให้อีเลคตรอนไหลได้ง่าย ตัวนำนั้นก็จะมีความต้านทานต่อการไหลของอีเลคตรอนน้อย

แต่ถ้าสารใดยอมให้อีเลคตรอนไหลผ่านได้น้อยเราจะถือว่าสารนั้นมี..... มาก

87. ความต้านทาน

88. ตัวนำใดก็ตาม ถ้ามีความต้านทานมากก็ของ.....ก็มากไปด้วย

88. โอห์ม

89. เพื่อให้แน่ใจว่าท่านมีความเข้าใจหน่วยสำคัญในเรื่องของไฟฟ้าดีโดยเฉพาะหน่วย ทางไฟฟ้าได้มากแค่ไหน เอาลองบอกหน่วยวัดของสิ่งต่อไปนี้ มีหน่วยวัดเป็นอะไรเอา

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า.....
2. ความต้านทาน.....
3. กระแสไฟฟ้า .....

89.

1. โวล์ท Volt
2. โอห์ม Ohm
3. แอมแปร์ Amperes

90. ลองอีกทีเพื่อความแน่ใจบอกชื่อและหน่วยลงในข้อความให้ถูกต้อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือ.....มีผลทำให้..... หรือแอมแปร์ ไหลไปได้ในตัวนำและ.....หรือ..... จะเป็นตัวต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า

อย่าเพิ่งท้อใจซิท่านพยายามอ่านช้า ๆ และใจเย็น ๆ จะทำให้ท่านเติมได้อย่างถูกต้อง พยายามเปรียบเทียบแนวทางที่กำหนดให้และความรู้ที่ท่านได้รับ หรือจะพักสักนิดก็ยังได้ไม่มีใครว่า

90. โวล์ท, กระแส ความต้านทานหรือโอห์ม "เป็นไงงงไหม ถ้างงก็กลับไปอ่านอีกสักรอบเป็นอย่างไร"	91. จากกรอบที่ผ่าน ๆ มา เราได้พูดถึงคำว่าตัวนำ หลายครั้งเคยสงสัยไหมว่ามันคืออะไรกันแน่ คงสงสัย เดี๋ยวจะเล่าให้ฟังว่ามันหมายถึงอะไร ว่ากันเลยดีกว่าหัวค่ำลังแล้นดี คือ การที่เราต่อขั้วบวกและขั้วลบของไฟฟ้าด้วยสารหรือวัตถุใดแล้วมีผลทำให้อีเลคตรอนผ่านได้นั้นก็เพราะว่า วัตถุนั้นมีอีเลคตรอนอิสระมาก ซึ่งมีผลทำให้อีเลกตรอนถูกดูดไปได้ง่าย สารที่มีอีเลคตรอนอิสระมากนี้เองเราถือว่าเป็นตัวนำ เพราะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ดี
	92. เพราะฉะนั้นสารใดก็ตาม ถ้ามีอีเลคตรอนอิสระมาก ๆ ก็จะเป็น ..... ไฟฟ้าที่ดีด้วย
	93. ฉะนั้นถ้าเส้นลวดอะไรก็ตามที่ยอมให้อีเลคตรอนไหลผ่านได้อย่างสบาย เราก็เรียกเส้นลวดนั้นว่าเป็น..... ไฟฟ้าที่ดี

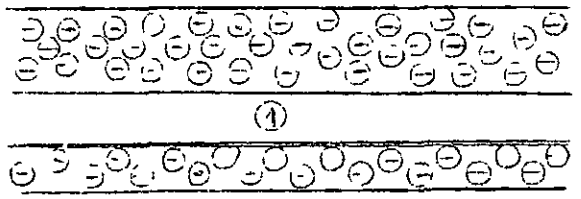
93. เส้นลวดตัวนำ	94. ทองแดง, อลูมิเนียม และเหล็ก เป็นสารที่มีอีเลคตรอนอิสระเป็นจำนวนมาก ฉะนั้นสารพวกนี้เราก็สามารถนำมาทำเป็น ..... ได้เป็นอย่างดี
94. – เส้นลวดตัวนำ – ตัวนำ	95. จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่าการไหลของอีเลคตรอนหรือกระแสไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวนำดังต่อไปนี้ คือ 1. ชนิดของวัตถุ (ขึ้นอยู่กับอีเลคตรอนอิสระ) 2. พื้นที่หน้าตัดที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3. ความยาวของตัวนา 4. อุณหภูมิของตัวนำนั้น
	96. ตัวอย่างเช่น ทองแดง นั้นมีอีเลคตรอนอิสระมากกว่าไม้ เพราะฉะนั้นเราก็สามารถบอกได้ทันทีว่า ทองแดงนั้นเป็น ..... กว่าไม้

96. ตัวนำที่ดีกว่า

97. เราทราบดีว่า กระแสไฟฟ้า หรือ อีเลคตรอนสามารถไหลผ่านเส้นลวดทองแดง ดีกว่าเส้นลวดตะกั่วที่มีขนาดเท่ากันเพราะทองแดงมี..... มากกว่าอีเลคตรอนอิสระของตะกั่ว

97. อีเลคตรอนอิสระตะกั่ว

98. แต่ถ้าเส้นลวดทองแดงที่มีขนาดต่างกันแต่ยาวเท่ากัน ดูรูปประกอบ เป็นเส้นลวดเส้นที่ 1 มีขนาดใหญ่ แต่เส้นที่ 2 มีขนาดเล็กกว่า แต่ลวดทั้งสองในแต่ละอะตอมมีอีเลคตรอนอิสระเท่ากัน เพราะฉะนั้น เส้นลวดที่ 1 ซึ่งใหญ่กว่าเส้นที่ 2 ก็ย่อมจะมีอีเลคตรอน ..... มากกว่าด้วย



98. อีเลคตรอนอิสระ

99. แต่เราทราบว่าวัตถุใดก็ตามมีอีเลคตรอนอิสระมากก็จะยอมให้กระแสผ่านได้มากหรือเป็นตัวนำที่ดี เพราะฉะนั้นเส้นลวดเส้นที่ 1 ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าและมีอีเลคตรอนอิสระมากกว่าลวดเส้นที่ 2 ดังนั้นเส้นลวดเส้นที่ 1 จึงยอมให้..... ไหลผ่านได้ดีกว่าลวดเส้นที่ 2

99.

– กระแสไฟฟ้า

– อีเลคตรอน

100. แต่เราทราบดีว่า แรงดูดระหว่างโปรตรอนและอีเลคตรอน นั้นขึ้นอยู่กับระยะของอนุภาคทั้งสอง เพราะฉะนั้นถ้าอีเลคตรอนและโปรตรอนอยู่ห่างกันก็จะมี.....

---

101. แต่เรายังทราบอีกว่า วัตถุหรือสารชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากัน ย่อมประกอบไปด้วยอะตอมและโมเลกุลที่เท่ากัน หรือพูดได้ว่า วัตถุที่มีน้ำหนักเท่ากันย่อมมีอีเลคตรอนอิสระเท่ากันนั่นเอง

เพราะฉะนั้นลวดทองแดง ที่มีน้ำหนักเท่ากันย่อมมี..... ..... เท่ากันด้วย

---

101. อีเลคตรอนอิสระ

102. ลวดทองแดงที่มีน้ำหนักเท่ากัน แต่มีขนาดไม่เท่ากันแล้วย่อมจะมีความยาว.....

102. ไม่เท่ากัน

103. ฉะนั้นถ้าเรานำเส้นลวดทองแดงที่อีเลคตรอนอิสระเท่ากัน แต่ความยาวไม่เท่ากัน เส้นที่..... ย่อมจะมีอีเลคตรอนไหลได้ดีกว่า เพราะระยะทางใกล้จะมีแรงดูดมากกว่าระยะไกลอย่างที่เราได้กล่าวมาแล้ว

---

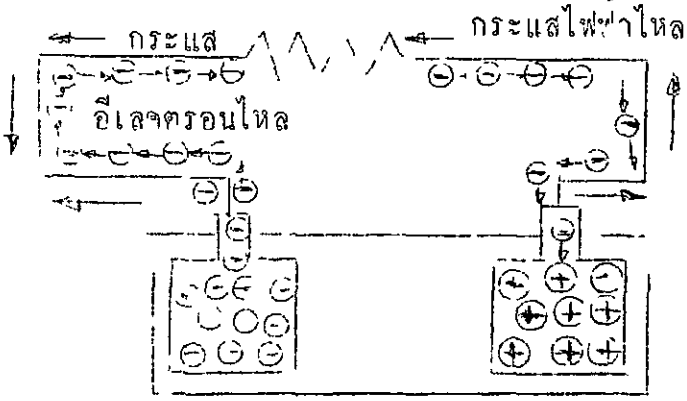
103. สั้น

104. เราก็อาจสรุปได้ว่า เส้นลวดชนิดเดียวกัน แต่มีความยาวไม่เท่ากันแล้วย่อมมีผลต่อการไหลของอีเลคตรอนด้วย คือ ถ้าสั้นอีเลคตรอนก็จะไหลได้ดีและยาวอีเลคตรอนก็จะไหลได้ช้า นั้นก็คือ เส้นลวดสั้นย่อมเป็น..... ที่ดีกว่าเส้นลวดยาว

105. จากการทดลองพบว่า ตัวนำที่มีอุณหภูมิสูงจะยอมให้อีเลคตรอนไหลผ่านได้น้อย

เพราะลวดทองแดงที่มีขนาดและความยาวเท่ากันแต่อุณหภูมิต่างกัน เส้นที่มีอุณหภูมิสูงย่อมมี.....สูงไปด้วย

105. ต้านทาน	106. เพื่อความแน่ใจไหนลองบอกซิว่า การไหลของอีเลคตรอนนั้นขึ้นอยู่กับ 1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. .....
106. 1. ชนิดของตัวนำ 2. ขนาด 3. ความยาว 4. อุณหภูมิ	107. และอีกคำหนึ่งที่มีลักษณะตรงข้ามกับตัวนำก็คือ ฉนวน (**Insulater**) และเราทราบว่าอะไรก็แล้วแต่ถ้ายอมให้กระแสไหลผ่านได้อย่างสะดวกเราเรียกว่า ตัวนำ ดังนั้นอะไรก็แล้วแต่ถ้ามีความต้านทานสูง และไม่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้ หรือผ่านได้น้อยเราก็เรียกว่า.....
107. ฉนวน **Insulator**	108. พวกเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหลาย เช่น เตาหุงข้าวไฟฟ้า หรือเตารีดไฟฟ้า จะเห็นว่า สายไฟจะมียางหุ้มอยู่เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้า ช็อตผู้ใช้พวกยางที่หุ้มสายไฟ เหล่านั้นก็คือ..... .....

108. ฉนวน	109. ดังนั้นเราก็สรุปได้ว่า..... นั้นเป็นทางให้กระแสไหลผ่านขณะที่..... ป้องกันไม่ให้กระแสไหล  รูปกรอบ ๑๑๗
109. ตัวนำ ฉนวน	110 กราวนี้เรามาทำความเข้าใจกันเกี่ยวกับทิศทางของการไหลของกระแสไฟฟ้าว่าเป็นอย่างไร (ดูรูปข้างบน) เมื่อเราต่อขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่ด้วยลวดตัวนำ อีเลคตรอน ก็จะไหลจากขั้ว ..... ไปยังขั้ว..... ของแบตเตอรี่โดยผ่านเส้นลวดตัวนำ
110. ขั้ว – ขั้ว +	111. จากรูปเราจะเห็นว่า อีเลกตรอนก็จะไหลจากขั้ว – ไปยังขั้ว..... โดยผ่าน.....

111.

– ขั้ว +

– เส้นลวดตัวนำ

112. แต่ในความเชื่อเดิมหรือในการศึกษาในระยะแรก ๆ นั้นเรา<u>ปักความเชื่อว่า กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกไปหาขั้วลบ</u> ในตัวนำ เราจะเห็นว่า ทิศทางการไหลของกระแสนี้ จะมีลักษณะการไหลตรงกันข้ามกับการไหลของ.....

112.

อีเลคตรอน

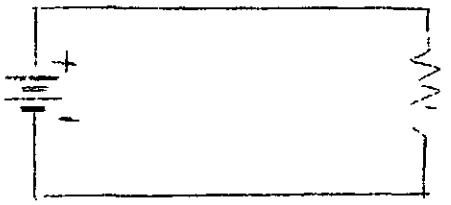
113. แต่จากการที่เราได้ศึกษามาทั้งหมดแล้วนั้นทำให้เราได้ทราบว่า <u>กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนตัวของอีเลคตรอน</u> แต่ในการให้สัญญลักษณ์ในหนังสือหรือตำราทั่ว ๆ ไปแล้ว เราจะเห็นว่าเขาจะแสดงการ<u>ไหลของกระแสไฟฟ้าจากบวกไปลบ</u>ซึ่งมีทิศทาง<u>ตรงข้ามกับการไหลของอีเลคตรอนในตัวนำ</u>

ความขัดแย้งกันระหว่างความจริงกับการปฏิบัติจึงเกิดขึ้นกับเราอย่างไม่มีปัญหา แต่อย่าให้ตกใจไปเลยเราควรมีแนวการจำเพื่อความเข้าใจของเรา

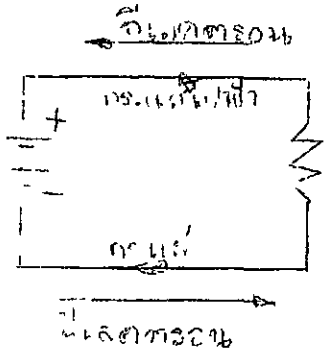
114. เราก็ควรจะจำไว้เลยว่า

1. <u>กระแสไฟฟ้านั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของอีเลคตรอน</u>
2. ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้านั้นจะมีทิศทาง<u>ตรงข้าม</u>กับการไหลของอีเลคตรอนในตัวนำ
3. กระแสไฟฟ้าจะ<u>ไหลจากขั้ว + (บวก)</u> ไป<u>ยังขั้วลบ (–)</u> เป็นวงจร

115. จากรูปข้างล่างไหนลองเขียนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าและการไหลของอีเลคตรอนซิว่าเป็นอย่างไร?



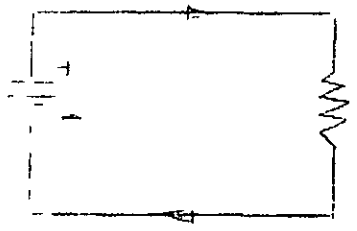
115.



116. ในวงจรไฟฟ้า กระแสไหลจากขั้ว ..... ไปยัง..... และลองเขียนวงจรง่าย ๆ แสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าข้างล่างนี้

116.

+ ไป –



117. เป็นไงจากการที่ท่านได้ศึกษามาทั้งหมด แล้วนั้นมีความเข้าใจเกี่ยวกับอีเลคตรอนดีแค่ไหนแล้ว ซึ่งผู้เขียนคิดว่า ท่านคงเข้าใจได้เป็นอย่างดี แต่เพื่อให้มีหลักฐานยืนยันอย่างคุยได้ว่า ท่านมีความเข้าใจดีจริง

ก็ต้องลองทำข้อสอบดูเข้าใจจริงหรือเปล่า เตรียมตัวไว้เดี๋ยวเราจะลองทำข้อทดสอบดูว่าเราอยู่ชั้นไหน เอาละเดี๋ยวพบกันอีก

สวัสดี

แบบเรียนสำเร็จรูป
วิชา ไฟฟ้าเบื้องต้น
เรื่อง กฎของโอห์ม
OHM'S LAW

โดย สาอางค์ สังข์เงิน

นิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำแนะนำสำหรับผู้ใช้แบบเรียนสำเร็จรูป

แบบเรียนที่ท่านกำลังอ่านอยู่นี้ คือแบบเรียนสำเร็จรูปที่ สามารถจะใช้เรียนรู้ด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี ถ้าท่านปฏิบัติตามคำสั่ง และหลักในการปฏิบัติของการเรียนจากแบบเรียนนี้คือ

1. ก่อนที่ท่านจะเรียนบทเรียน ควรทำแบบทดสอบ Pre - Test เสียก่อน เพื่อทำให้ท่านสามารถทราบความสามารถพื้นฐานของท่าน จงพยายามทำข้อที่ท่านทำได้ ไม่ควรเดา หรือทำข้อที่ไม่แน่ใจ

2. ควรเช็คคำตอบของ Pre - Test เพื่อหาว่าท่านมีพื้นความรู้เท่าไร

3. อ่านแบบเรียนนี้ตามลำดับและปฏิบัติตามคำสั่งที่บอกไว้

4. สำหรับกรอบที่มีการเติมคำ ขอให้ผู้เรียนเติมคำลงในกระดาษที่แจกให้ตามข้อ แล้วท่านจะทราบคำตอบจากกรอบต่อไปซึ่งอยู่ทางซ้ายมือ

5. ถ้าท่านเติมคำผิดด้วยสาเหตุใดก็แล้วแต่ โปรดกลับไปอ่านกรอบเดิมจนเข้าใจเสียก่อนจึงอ่านกรอบต่อไป

6. ขอให้ท่านเติมคำด้วยความมั่นใจ ถ้าไม่แน่ใจโปรดย้อนกลับไปอ่านกรอบที่ผ่านมาอีกจนเข้าใจ ไม่ควรเดาหรือดูคำตอบก่อน เพราะนั่นจะไม่เพิ่มความรู้ความเข้าใจให้แก่ท่านเลย

7. เมื่อท่านเรียนจบบทเรียน ก็ควรจะลองทำข้อสอบ Post - Test เพื่อดูว่าท่านมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นจากเดิมมากน้อยเพียงใด

8. ขณะที่ท่านเรียนถ้าท่านมีความง่วงหรือเบื่อท่านควรจะพักสักระยะหนึ่งค่อยเรียนต่อ การเรียนครั้งละ 1 ชั่วโมง แล้วพัก 10 นาที เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด

ขอให้ท่านโชคดี

-	1. ในตอนแรกที่เราได้เรียนมาแล้วทำให้เราได้เข้าใจถึงตัวนำ (Conductor) และเรายังรู้อีกว่า ตัวนำทั้งหลายนั้นย่อมจะมีความต้านทานอยู่ในตัวทั้งสิ้น ซึ่งตัวนำต่างชนิดกันอาจจะมีความต้านทานต่างกันออกไป สายไฟฟ้าที่เราใช้ภายในบ้านก็คือ..... ชนิดหนึ่ง
1. ตัวนำ	2. และการที่เราทราบว่าตัวนำไม่ว่าจะเป็นชนิดไหนก็ตามย่อมจะมีความต้านทานอยู่ในตัวทั้งสิ้น สายไฟฟ้าที่เราใช้ภายในบ้านก็เป็นรูปหนึ่งของตัวนำ ฉะนั้นสายไฟฟ้าก็ย่อมจะมี..... เช่นกัน
2. ความต้านทาน	3. ทีนี้เรามาพิจารณาเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหลาย เช่น หลอดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า พัดลม หรือ มอเตอร์ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะมี เส้นลวด หรือขดลวดอยู่ภายในทั้งสิ้น ฉะนั้นเราก็บอกได้ทันทีเลยว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เราพูดถึงนั้นย่อมจะมีความ..... .....ด้วย

3. ความต้านทาน	4. โดยปกติแล้วกระแสไฟฟ้าที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้นจะต้องนำมาต่อให้ครบวงจร ซึ่งเมื่อครบวงจรแล้วจะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เพราะสายไฟฟ้าทั้งสองมีความต่างศักย์กันดังที่เราได้เคยศึกษามาแล้ว เพราะฉะนั้นเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อได้ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นให้.....
4. ครบวงจร	5. เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ นั้นจะมีความต้านทานทั้งสิ้น และเรายังทราบอีกว่า เครื่องใช้ไฟฟ้า ..... ชนิดหนึ่ง ดังนั้นถ้าเรานำเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้มาต่อเข้ากับไฟฟ้าให้ครบวงจรแล้วก็จะทำให้มี.... .... ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้น
5. – ตัวนำ – กระแสไฟฟ้าหรืออีเลคตรอน	6. ที่นี้เรามาลองพิจารณาเกี่ยวกับไฟฟ้าที่เราใช้ในรถยนต์ ตัวอย่างเช่น เมื่อเราเปิดสวิท ไฟหน้ารถติด ไฟฟ้าหน้ารถของเราก็คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าแบบหนึ่ง ซึ่งแน่ละย่อมจะมีความต้านทานอยู่ในหลอกไฟหน้ารถนั้นอย่างแน่นอน และเป็นของแน่อีก เช่นกันว่าเจ้าหลอดไฟหน้ารถนั้นต้องมีสายไฟต่อมาจากแบตเตอร์รี่ของเรา ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าหรือมีความต่างศักย์ของขั้วทั้งสองแน่ เพราะไม่เช่นนั้นแล้วย่อมไม่มีไฟ ที่นี้เราสามารถบอกได้หรือยังว่า แบตเตอร์รี่ไฟหน้า สายไฟ และสวิทช์ เมื่อมาต่อรวมกันเข้าอย่างถูกต้องแล้วก็ก็อวงจร.....

6. วงจรไฟฟ้า Electric Cercuit	7. ไม่ทราบว่า เราลืมกันหรือยังว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่เราพูดถึงนั้นมีผลทำให้ไฟฟ้ามีแรงเคลื่อนได้และ แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้เราก็มีหน่วยวัดออกมาเป็น.....และการที่ไฟฟ้ามีแรงเคลื่อนนี้ บางทีเราก็เรียกว่าไฟฟ้านี้มีโวล์ทเท็จ
7. โวล์ท (volte)	8. เรามาดูวงจรไฟฟ้าหน้ารถยนต์กันอีกที คือ ไฟหน้ารถนั้นคือเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างหนึ่ง ซึ่งในหลอดไฟจะประกอบไปด้วยขดลวดเล็ก ๆ ที่มี..... ..... ฉะนั้นเมื่อนำต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า จึงมีผลทำให้หลอดไฟติก และหลอดไฟหน้ารถนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของ..... .....
8. – ความต้านทาน – วงจรไฟฟ้า	9. ในรถยนต์นั้นเราทราบว่า แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่สำคัญ และการที่จะจ่ายไฟฟ้าได้นั้น แบตเตอรี่จะต้องมีไฟฟ้าหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าพอ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าในแบตเตอรี่นั้น เราก็อาจเรียกว่า โวล์ทเท็จ เพราะฉะนั้นแบตเตอรี่ในรถยนต์ของเราจะต้องมี..... .....จึงจะสามารถจ่ายไฟฟ้าไปยังวงจรต่าง ๆ ของรถได้

9. โวล์ทเต็จ

10. จากการที่เราได้เรียนมาทำให้เราพอเข้าใจได้แล้วว่าไฟฟ้าจะครบวงจรและมีกระแสไหลได้นั้น จะต้องประกอบไปด้วย อย่างน้อย 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. แหล่งโวล์ทเต็จ
2. .....
3. ... .

10.

2. ความต้านทานหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ
3. ตัวนำหรือสายไฟฟ้า

11. แหล่งโวล์ทเต็จนั้นก็คือ ต้นกำเหนิดของไฟฟ้าซึ่งมีหน้าที่ทำให้สายไฟฟ้าทั้งสอง หรือ จุด 2 จุด มีความต่างศักย์ ซึ่งอาจจะเป็นทั้งกระแสไฟฟ้าสลับ และ **ไฟฟ้ากระแสตรง**

อย่างเช่นแบตเตอร์รี่ในรถยนต์ ก็เป็นต้นกำเหนิดของ ....เพราะกระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกมายังขั้วลบอยู่ตลอดเวลาถ้าเราต่อครบ.....

11.

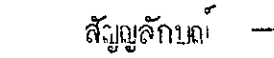
- กระแสตรง
- ครบวงจร

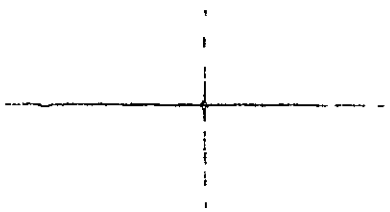
12. ความต้านทานในวงจรที่ได้จากเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น บางทีเราก็เรียกเครื่องใช้เหล่านี้ว่าเป็น โลด (Load) ของวงจร ดังนั้น ไฟฟ้าหน้ารถนั้นเราก็ถือว่าเป็น..... ในวงจรชนิดหนึ่ง

12. โลด (Load)	13. ตัวนำในวงจรนั้น เราก็หมายถึงสายไฟฟ้า หรือสิ่งที่มีความต้านทานน้อยที่สุด เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังโลดได้อย่างสะดวก และสายไฟฟ้าที่เราใช้เป็นตัวนำ ที่เราเห็นกันบ่อย และใช้มากที่สุดนั้นส่วนมากทำด้วย..... .....
13. – ทองแดง – โลหะ	14. เพื่อทดสอบว่าท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าดี ท่านลองบอกชิ่วา วงจรไฟฟ้านั้นประกอบไปด้วย ส่วนต่าง ๆ อย่างน้อย.. .... . .คือ 1..... ..... 2..... ..... 3... . . . .
14. 3 ส่วน 1. ความต้านทานหรือโลด 2. ตัวนำหรือสายไฟ 3. แหล่งไฟฟ้าหรือแหล่งที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า	15. เป็นไงท่านคงเข้าใจบ้างแล้วซิใช่ไหม แต่คงยังไม่แจ่มแจ้งนักโดยเฉพาะความแตกต่างของตัวนำ และความต้านทานหรือโลด เอาอย่างนี้นะท่าน คำว่าความต้านทานหรือโลดนั้นก็คือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นอะไรก็ได้ ส่วนตัวนำนั้นก็คือส่วนที่อยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไปยังโลด และจากโลดกลับมายังแหล่งกำเนิดนั่นเอง โดยปกติแล้วตัวนำ เราจะพยายามหาสิ่งที่ยอมให้กระแสผ่านได้ง่าย หรือ มีความต้านทานให้น้อยที่สุดส่วนมากเราใช้. ....

15. – โลหะ – ทองแดง ฯลฯ	16. ตัวนำไฟฟ้านั้นเราไม่เฉพาะเจาะจงเฉพาะโลหะเท่านั้น เรายังใช้อย่างอื่นเพื่อความเหมาะต่องานที่ใช้ ดูตารางทางขวามือ จะทำให้ท่านทราบว่า ตัวนำที่เรานิยมใช้นั้นมีอะไร และเราจะรู้ว่าอะไรไม่เป็นตัวนำ ดูแล้วใช่ไหมไหนลองบอกตัวนำที่ไม่ใช่โลหะมาสัก 3 อย่างซิเอา 1..... 2..... 3.....
16. 1. น้ำไม่บริสุทธิ์ 2. คาร์บอน 3. โลก	17. ในรถยนต์ของเรานั้น ตัวนำที่ใช้นอกจากสายไฟแล้ว บางส่วนเราก็ใช้ตัวถังรถเป็นตัวนำด้วยเช่นกัน เราสังเกตได้ว่าต่อสายกราว ไปที่ตัวรถและแบตเตอรี่ขั้วลบเราก็ต่อเข้ากับตัวถังรถ แสดงว่าตัวรถเราก็ใช้เป็น.....
17. ตัวนำ	18. หรืออย่างเช่นโลหะที่ด้านล่างของแฟลตถ่ายรูป ซึ่งต่อไปยัง Condencer ในตัวกล้องเพื่อให้ไฟฟ้าดีสชาร์จจากตัวกล้องไปยังไส้หลอดของแฟลตได้อย่างสะดวก ดังนั้นโลหะนั้นก็คือ.....

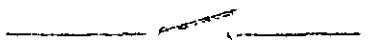
18. ตัวนำไฟฟ้านั่นเอง	19. เราเคยพูดแล้วว่า ตัวนำนั้นมีความต้านทานแตกต่างกัน คือ ตัวนำที่ดีนั้นจะมีความต้านทานน้อย และ ตัวนำโลหะก็จะมีความต้านทานมาก อย่างเช่นท่อนไม้ ซึ่งมีความต้านทานมาก ดังนั้นท่อนไม้จึงเป็น..... . .....
19. ตัวนำที่เลว	20. แต่ในการศึกษาของเราในหนังสือเล่มนี้ เราจะศึกษาหรือกล่าวถึงแต่ตัวนำที่ดีเท่านั้น และตัวนำที่ดีนั้นก็จะต้องมี..... .....
20. ความต้านทานน้อย	21. และในการศึกษาตอนต่อไปของเรานั้นจะถือว่า ตัวนำจะมีความต้านทานเป็นศูนย์ ซึ่งตามความจริงแล้วมันไม่มีทางเป็นไปได้ เพราะเราเคยเรียนรู้แล้วว่าตัวนำทุกชนิดจะต้องมี..... แต่นี่เราถือว่าเป็นศูนย์ก็เพียงข้อตกลงเบื้องต้นที่จะเป็นทางให้เราได้ศึกษาง่าย ๆ ขั้นต่อไปเท่านั้น

21. ความต้านทาน	22. โดยปกติบ้างในการเรียนในวิชาไฟฟ้านั้น โดยเฉพาะในเรื่องของวงจรไฟฟ้านั้นเราก็พยายามที่จะใช้สัญญลักษณ์แทนเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว และสัญญลักษณ์นั้นเราก็ใช้เป็นสากล ซึ่งมีเป็นจำนวนมาก แต่เราก็เรียนรู้แต่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเราเท่านั้น ซึ่งสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ก็อยู่ทางซ้ายมือของท่านซึ่งท่านต้องพยายามจำให้หมดเพราะมันจะทำให้ท่านได้เข้าใจวงวรคีย์: เพื่อแสดงว่าท่านได้เห็นสัญญลักษณ์ครบแล้วไหนลองเขียนตัวนำ,ความต้านทาน เขาใช้สัญญลักษณ์อย่างไร ตัวนำ..... ความต้านทาน..... .....
22. 	23. โดยปกติ สัญญลักษณ์  เราใช้แทนแบตเตอร์รี่หรือแหล่งกำเหนิดไฟฟ้า (กระแสตรง/กระแสสลับ) โดยมีทางด้านสั้นเป็นขั้วลบ และทางด้านยาวเป็นขั้ว.....
23. – กระแสตรง – ขั้วบวก	24. ส่วนต้นกำเหนิดของกระแสสลับ เราก็มีสัญญลักษณ์เช่นกันคือ..... กระแสสลับนั้นจะไม่มีขั้วบวกและขั้วลบ เฉพาะในสัญญลักษณ์เพราะกระแสสลับจะเปลี่ยนขั้วอยู่ตลอดเวลา

24.	25. โดยปกติแล้วในการไหลของกระแส เราจะใช้หัวลูกศรแสดงทิศทางการไหลของกระแส และส่วนมากเราก็จะแสดงไว้ในส่วนที่เป็นตัวนำ ดังนั้นการที่เราจะแสดงว่ากระแสไฟฟ้าไหลจาก ขั้วบวกผ่านตัวนำไปยังขั้วลบ ได้คือ .....
25.	26. ถ้าเราเห็นสัญญลักษณ์ลักษณะนี้คือ  แสดงว่าตัวนำหรือสายไฟ.....
26. ต่อกัน	27. ถ้าเราต้องการจะแสดงให้เห็นว่า วงจรนี้เปิดอยู่ คือ กระแสไฟจะไม่สามารถผ่านในวงจรได้ เราจะต้องใช้สัญญลักษณ์ของ..... .....ซึ่งมีลักษณะดังนี้..... ต่อเข้าไปในวงจรนั้น

27.

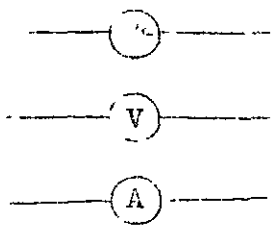
สวิทช์เปิด



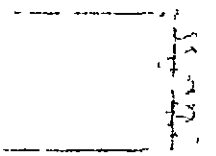
28. ไหนท่านลองบอกถึงความแตกต่างของสัญญลักษณ์ที่ใช้แทนหลอดไฟโวล์ทมิเตอร์ และ แอมป์มิเตอร์ โดยใช้สัญญลักษณ์แทน

1. หลอดไฟ.....
2. โวล์ทมิเตอร์.....
3. แอมป์มิเตอร์.....

28.



29. ถ้าเราเห็นสัญญลักษณ์แบบนี้คือ



เราก็รู้ได้ทันทีว่ามันคือ.....

นี่ ๆ ถ้านึกไม่ออกลองเปิดย้อนไปกรอบที่ 22 ซิท่านจะรู้ทันทีเลยว่ามันเป็นสัญญลักษณ์ของอะไร ดูที่ให้ทุก ๆ ตัวเลยข้อต่อ ๆ ไปจะได้สบาย เอา ๆ เลย

29.

โซลินอยส์

30. ไหนลองสังเกตดูความแตกต่างกันระหว่าง ฟิวส์ กับแหล่งกำเหนิดกระสลับซิว่าต่างกันอย่างไร

1. ฟิวส์.....

2. แหล่งกำเหนิดกระแสสลับ

30.

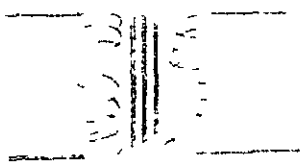
1. ——— , ———

2. ——(T)——

31. ถ้าเราจะแสดงว่า อันนี้คือหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เราจะต้องเขียนสัญญลักษณ์ดังนี้คือ

.....

31.



32. ถ้า ในวงจรส่วนใดส่วนหนึ่ง มีสัญญลักษณ์นี้คือ

แสดงว่าส่วนนั้น.....

.....

32.

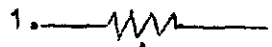
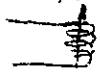
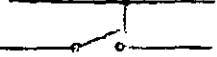
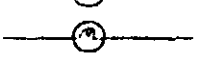
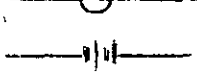
ต่อลงดินหรือกราว

33. เพื่อเป็นการทดสอบความจำของท่านจงเขียนสัญญลักษณ์ต่อไปนี้

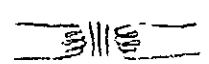
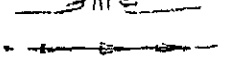
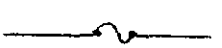
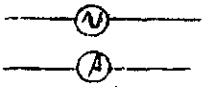
1. ความต้านทาน.....
2. โซลินุอยส์.....
3. การต่อนำ.....
4. สวิทช์เปิด.....
5. โวล์ทมิเตอร์.....
6. หลอดไฟ.....
7. แบตเตอรี่.....

ถ้าจนปัญญาจริง ๆ ละก็ลองเปิดไปดูกรอบที่ 22 ก่อนก็ได้นะ

33.

1. 
2. 
3.
4. 
5.
6. 
7. 

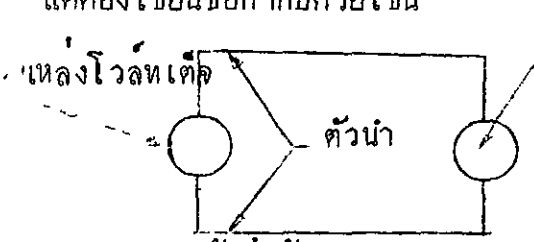
34. จงบอกชื่อสัญญลักษณ์ต่อไปนี้

1. =
2. =
3.  =
4.  =
5.  =
6. =
7.  =
8. =

34.

1. ตัวนำ
2. สวิทช์ปิด
3. Transformer
4. ทิศทางกระแส
5. ฟิวส์
6. แหล่งกำเหนิดกระแสสลับ
7. แอมป์มิเตอร์
8. ลงดิน Ground

35. วงจรไฟฟ้านั้น เราเขียนได้หลายแบบ แต่ถ้าเราไม่ใช้สัญญลักษณ์ดังที่กล่าวมาแล้ว เราอาจจะเขียนอย่างข้างล่างก็ได้ แต่ต้องเขียนชื่อกำกับด้วย เช่น



เราจะเห็นว่าตัวนำทั้ง 2 นั้นมีหน้าที่ให้กระแสไหลออกจากแหล่งกำเหนิด แล้วไหลกลับมายังแหล่งกำเนิดแรงเกลื่อนหรือกระแสอีกครั้งเพื่อให้.....กระแสจึงจะไหลผ่านความต้านทานได้

35.

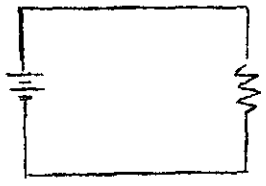
ครบวงจร

36. จากรูป 35 เราอาจจะเขียนเป็นวงจรโดยใช้สัญญลักษณ์แทนได้คือ

.....

36.

หรือ



37. การเขียนวงจรไฟฟ้าที่สมบูรณ์หรือวงจรปิด (Close Cercuit) เราจะต้องเขียนโดยไม่ให้มีช่วงใดช่วงหนึ่งขาดหายไปโดยไล่ตั้งแต่ แหล่งกำเหนิดไฟหรือโวล์ทเต็จผ่านตัวนำไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วกลับเข้ามาเข้าแหล่งกำเหนิดโวล์ทเต็จ โดยใช้ผ่านตัวนำอีกเช่นกัน อย่างเช่นรูปในกรอบที่ 35 นั้นก็เป็นตัวอย่างของ

.....

37.

– วงจรไฟฟ้าที่สมบูรณ์

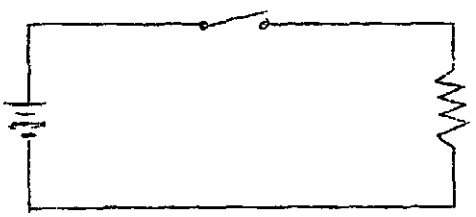
– วงจรปิด

38. จากรูปเดิมคือ 35 ถ้าเราตัดส่วนใดส่วนหนึ่งของตัวนำระหว่างแหล่งกำเหนิดกับความต้านทานแล้วก็จะมีผลทำให้กระแสไหลไม่ได้ ลักษณะเช่นนี้เราเรียกว่าวงจรเปิด(Open Cercuit) ซึ่งจะมีผลตรงข้ามกับ.....ที่เราพูดไปเมื่อกรอบที่แล้ว

38.

วงจรปิด

39. ดูรูปต่อไปนี้ แล้วช่วยบอกหน่อยว่าเป็นวงจรเช่นไร



– – – – – – – – –

39.

วงจรเปิด

Open Cercuit

40. คำว่าปิด – เปิด ที่ใช้กับวงจรไฟฟ้า กับคำว่า ปิด – เปิด ที่ใช้กับสวิทช์นั้นอาจทำให้ทานงงและนำมาปะปนกันได้ฉะนั้น ลองตั้งใจพิจารณาธรรมชาติของสวิทช์ไฟฟ้า

ปกติสวิทช์ไฟฟ้านั้นประกอบไปด้วย แผ่นตัวนำที่สามารถจะทำให้ตัวนำต่อจุด 2 จุด หรือไม่ให้ต่อจุด 2 จุดได้ โดยจะมี 2 ตำแหน่ง ซึ่งบางทีเราก็เขียนกำกับไว้คือ เปิด (on) หรือ (off) คือเมื่อสวิทช์อยู่ตำแหน่ง เปิด (on) แผ่นตัวนำก็จะต่อจุด 2 จุด กระแสไฟฟ้าก็สามารถไหลผ่านสวิทช์ไปได้ แต่ถ้าสวิทช์อยู่ตำแหน่ง ปิด (off) แผ่นตัวนำก็จะไม่ต่อจุด 2 จุดภายในก็จะมีผลทำให้กระแส_ _ _ _ _ _ _ ไหลผ่านสวิทช์ได้

(ดูรูปซ้ายมือประกอบ)

40.

ไม่สามารถ

41. ดังนั้นคำว่าเปิดของสวิทช์ ก็จะทำให้วงจรไฟฟ้า..... และในทำนองเดียวกันคำว่า.....ของสวิทช์ก็จะมีผลทำให้วงจรไฟฟ้าเปิด

41.

1. ปิด

2. ปิด

42. สำหรับสวิทช์นั้นเราก็มีไว้เพื่อจะใช้ เปิด และ ปิด วงจรไฟฟ้าคือ

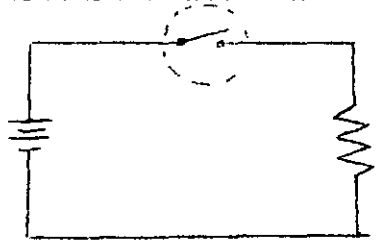
1. ถ้าเราต้องการจะเปิดวงจรเราก็.....สวิทช์
2. ถ้าเราต้องการจะปิดวงจรเราก็.....สวิทช์

42.

ปิด

เปิด

43. และทำนองเดียวกัน ถ้าเราเห็นวงจรแบบนี้แล้ว



เราก็บอกได้ว่า วงจรนี้.....

เพราะสวิทช์ก็จะอยู่ในตำแหน่ง.....

43.

เปิด

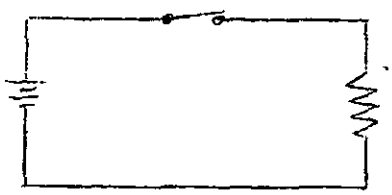
ปิด

44. ไหนท่านลองเขียนวงจรไฟฟ้าโดยใช้สัญญลักษณ์ประกอบทั้งวงจร ซึ่งวงจรมีแบตเตอรี่ สวิทช์ ซึ่งอยู่ตำแหน่งเปิด ความต้านทาน และบวกด้วยกระแสสามารถจะไหลในวงจรนี้ได้หรือไม่ เพราะอะไร

....

ลองย้อนไปที่กรอบที่ 22 บ้างซิบางทีจะทำให้ง่ายขึ้น

44.



กระแสไหลได้เพราะครบวงจร หรือวงจรปิด

45. จากการที่ท่านได้ศึกษามาคงทำให้ท่านพอเข้าใจได้แล้วว่า ในวงจรไฟฟ้าครบวงจรไฟฟ้า ก็จะไหลหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า Electric Froce และส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะเป็นอุปกรณ์ที่มีความต้านทาน และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือความต้านทานจะต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้ก็จะต้องต่อด้วย.....

45 ตัวนำ	46. นั่นก็คือจะทำให้วงจรกรบวงจร และเมื่อไฟฟ้าครบวงจร ก็จะมีผลทำให้.....ไหลในวงจรนั้นทันที
46. กระแสไฟฟ้า	47. จากการศึกษานี้ เราก็ได้ความจริงที่ว่า กระแสไฟฟ้านั้น สามารถไหลจากแหล่งกำเหนิดไปยังวงจร แล้วไหลกลับมายัง แหล่งกำเหนิดอีกโดยอาศัย.....
47. ตัวนำ	48. จากกรอบที่ผ่านมา เราทราบว่าโลกเราก็เป็นตัวนำชนิดหนึ่ง ดังนั้นโลกของเราก็สามารถที่จะให้..... ไหลผ่านได้

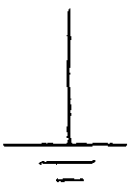
48.

กระแสไฟฟ้า

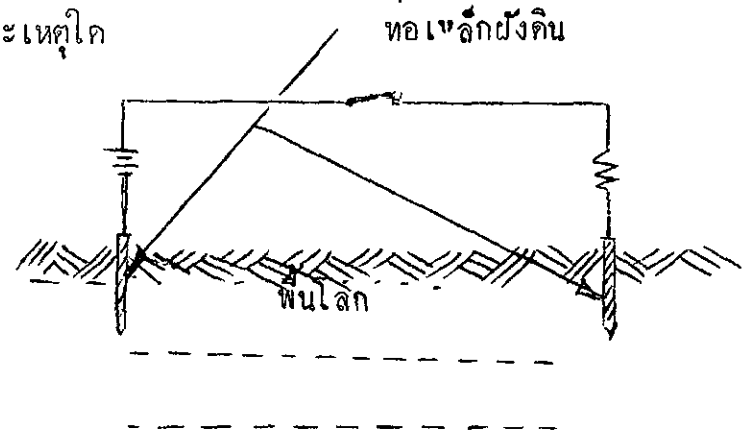
49.

- กระแสไหลได้
- เพราะครบวงจรโดยด้านล่างมีโลกเป็นตัวนำถึงกัน

50.

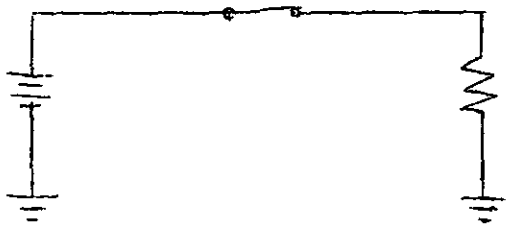


19. ท่านลองพิจารณารูปข้างล่างนี้ซิว่า กระแสจะไหลได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



50. ในลักษณะดังกล่าวนั้นเราจะเห็นว่าโลกของเราก็เป็นตัวนำไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งแตกต่างไปจากตัวนำชนิดอื่น ๆ แต่เราเคยทราบมาแล้วว่า เราต่อสายไฟลงไปในโลกหรือลงดิน หรือ Ground นั้นเราอาจใช้สัญญลักษณ์แทนได้ก็คือ.....

51. ที่นี้ลองดูวงจรข้างล่างอีกที



จากรูปนี้กระแสไฟฟ้าจะไหลได้หรือไม่ เพราะเหตุใด?

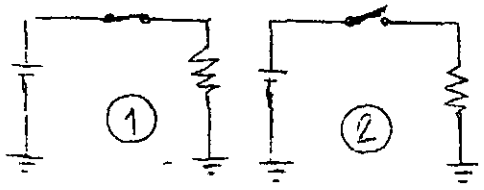
51.

ไหลในวงจรได้เพราะไฟฟ้าครบวงจรคือสวิทซ์ปิดและอีกด้านมีแบตเตอรี่ลงดินซึ่งกันและกัน

52. เพื่อทดสอบความเข้าใจของท่านไหนลองเขียนวงจรสัก 2 วงโดยมีวงจร 1 แบตเตอรี่ลงดิน สวิทซ์อยู่ตำแหน่งปิด ความต้านทานซึ่งอีกข้างหนึ่งลงดิน

วงจร 2 แบตเตอรี่ลงดิน สวิทซ์เปิด ความต้านทาน และตัวนำ อีกด้านเป็นดิน แล้วบอกด้วยว่า วงจรไหนมีกระแสไหล เพราะอะไร

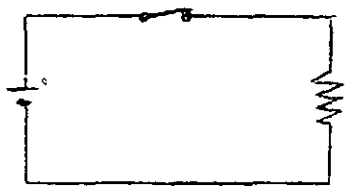
52.



วงจร 2 มีกระแสไหล วงจรปิดหรือครบวงจร

53. ลองเขียนวงจรให้ครบโดยมีลวดตัวนำ 2 เส้น สวิทซ์เปิด แบตเตอรี่และความต้านทาน

53.



54. ในการที่เราจะให้ไฟฟ้าครบวงจรนั้น โดยปกติเราต้องการตัวนำ 2 ตัว คือ ไปและกลับ แต่เราไม่จำเป็นเสมอไปว่าตัวนำทั้ง 2 ตัว จะต้องเหมือนกันคือ ตัวหนึ่งอาจจะเป็นเส้นลวด แต่อีกตัวหนึ่งอาจจะเป็น..... ก็ได้

54. ดินหรือโลก หรือ Ground ก็ได้	55. และจากการศึกษาของเราทำให้เราทราบว่า ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Voltage) ของวงจรเพิ่มขึ้นก็จะมีผลทำให้กระแส (Ampere) ไฟฟ้าในวงจรนั้นเพิ่มขึ้นด้วย เพราะฉะนั้น ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับ .....
55. Voltage หรือ แรงเคลื่อนไฟฟ้า	56. แต่ท่านอย่าลืมว่า ค่าความต้านทาน ในเส้นลวดนั้นก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า คือ ถ้าเราเพิ่มความต้านทานในวงจรก็จะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้น้อยลงในวงจร ที่นี้เราก็จะต้องจำไว้อีกว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นนอกจากจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแล้วยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับ..... ในวงจรด้วย
56. ความต้านทานในวงจร (Resistant)	57. ดังนั้นการที่เราจะหาจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นเราจะต้องคำนึงถึง สิ่งต่อไปนี้ของวงจรด้วยคือ 1. ..... 2. .....

57. 1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า Voltage 2. ความต้านทาน Resistant	58. ก็อ ถ้าเราเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Voltage) ในวงจรแล้ว ก็จะมีผลทำให้กระแส .....
58. ไฟฟ้าไหลเพิ่มขึ้นด้วย	59. หรือ ถ้าค่าความต้านทานในวงจรเพิ่มขึ้น ก็จะมีผลทำให้กระแส.....
59. ไฟฟ้าลดลง	60. เราได้ศึกษาเกี่ยวกับสัญญลักษณ์ของวงจรมาก็มากแล้ว แต่สิ่งหนึ่งที่เราควรจะทราบตัวย่อแทนชื่อคำที่สำคัญและเราจะพบบ่อยที่สุด โดยเฉพาะถ้าเรียนไฟฟ้าคำนวณ คำเหล่านั้นคือ 1. กระแสไฟฟ้า (Electric Current) 2. แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric force) 3. ความต้านทาน (Resistant) แต่เรารู้ว่าหน่วยวัดกระแสไฟฟ้าคือ..... หน่วยวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าคือ ..... ความต้านทานก็มีหน่วยเป็น .....

60.

1. แอมแปร์
2. โวล์ท
3. โอห์ม

61. โดยปกติถ้าว่า กระแสไฟฟ้า (Electric Current) นั้นเรา ใช้อักษร " I " (ไอใหญ่) แทน เพราะฉะนั้นถ้าเราจะเขียนว่า กระแสไฟฟ้า 20 แอมแปร์ เราอาจจะเขียนโดยใช้อักษรแทนได้ว่า.....
.....

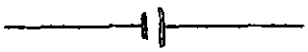
61.

$\bar{I}$ = 20 แอมแปร์

62. ส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electric force) เราก็จะใช้อักษร " E " (อีใหญ่) แทนแต่หน่วยวัดก็ใช้อักษร " V " (ตัววี) แทนหน่วยของแรงเคลื่อน ฉะนั้นถ้าแบตเตอรี่อันหนึ่งมีแรงเคลื่อน 6 โวล์ท เราสามารถจะใช้สัญญลักษณ์และอักษรย่อแทนได้คือ.....

62.

E = 6 V.



63. สำหรับความต้านทาน (Resistant) นั้นเราก็จะใช้อักษร " R " (อาร์ใหญ่) แทน ส่วนหน่วยวัดความต้านทานคือ โอห์ม ซึ่งเราใช้สัญญลักษณ์ตัว " Ω " (โอเมก้า) แทน ฉะนั้นคงทำให้เราเขียนค่าของความต้านทานได้ง่ายขึ้น เช่น เราจะเขียนว่าในวงจรมีตัวความต้านทาน 10 โอห์ม เราอาจจะเขียนสัญญลักษณ์และตัวอักษรประกอบแทนได้คือ.....
.....

63.

R = 10 Ω

64. ถ้าเราเห็นในวงจรไฟฟ้า เขาเขียนอักษรว่า

I = 10 Amp.

เราเข้าใจได้ทันทีว่า วงจรนั้นมี.....
.....

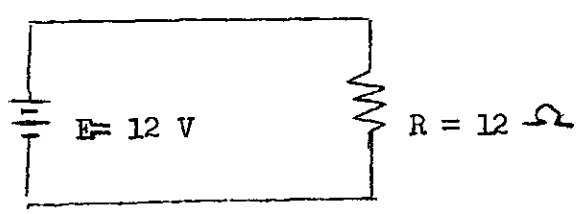
64. กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร 10 แอมแปร์

65. สำหรับ แอมแปร์ ซึ่งเป็นหน่วยวัดกระแสนั้นส่วนมากเขาจะใช้คำว่า " Amps. " แทนก็ได้ ซึ่งมีความหมายเท่ากับแอมแปร์ เช่นกัน ฉะนั้นถ้าเราจะเขียนกระแสไฟฟ้า 15 แอมแปร์ เราอาจจะเขียนอักษรแทนได้คือ.....

65.

I = 15 Amps.

66. ถ้าท่านพบวงจรดังข้างล่างคือ



เรารู้ได้ทันทีว่า ในวงจรไฟฟ้ามีแบตเตอรี่ที่มี.....
.....ซึ่งต่อเข้ากับความต้านทาน.....
..... ด้วยตัวนำหรือเส้นลวด

66.

แรงเคลื่อน 12 โวล์ท
ความต้านทาน 12 โอห์ม

เก่งมากแสดงว่าท่านเข้าใจมากขึ้นแล้ว

67. เพื่อเป็นการทดสอบว่า คุณสามารถจะรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เราเรียนมาโดยเฉพาะอักษรที่ใช้แทนในวงจร ไหน ลองบอกสิ่งต่อไปนี้ที่ซิเอา

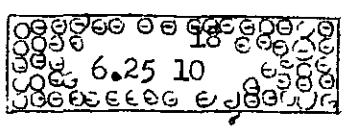
	อักษรแทน	หน่วย	อักษรแทนหน่วย
1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า	...E.....	.....	.....
2. กระแสไฟฟ้า	.....	แอมแปร์	.....
3. ความต้านทาน	.....	.....	Ω .....

67. 1. Volte, V
2. I, Amps
3. R, โอห์ม

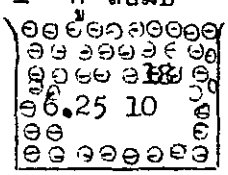
เป็นไงท่านผิดจากนี้ตรือเปล่าถ้าผิดควรจะย้อนกลับไปทำความเข้าใจกรอบที่ 61 – 67 อีกครั้ง

68. เอาละเดี๋ยวนี้เราก็ได้รู้แล้วว่า <u>โวล์ทคือหน่วยวัดแรงเคลื่อน</u> <u>แอมป์ก็เป็นหน่วยวัดกระแสไฟฟ้า</u> และ <u>โอห์มก็เป็นหน่วยวัดความต้านทาน</u> แต่ท่านเกิดความสงสัยบ้างไหมว่า กระแส 1 Amps แรงเคลื่อน 1 V และ ความต้านทาน 1 Ω นั้นมันก็อเท่าไร และเขาถืออะไรเป็นมาตรฐาน สนใจไหมล่ะ ถ้าสนก็พลิกต่อไป แต่ถ้าไม่สนก็ไม่เป็นไร ข้ามไปกรอบที่ 85 ก็ย่อมได้

68.



1 คูลอมบ



1 Culomb

69. ถ้าเราพูดถึงไฟฟ้าท่านกงไม่ลืมคาว่า อีเลคตรอนหรือประจุ.....ในการวัดทางไฟฟ้า <u>เราก็เริ่มต้นที่ตัวอีเลคตรอน</u> เช่นกัน เหมือนกับการตวงวัดอื่น ๆ แต่จำนวนอีเลคตรอนเราก็วัดออกมาเป็น <u>คูลอมบ์</u> ถ้าอีเลคตรอน <u>1 คูลอมบ์ นั้นจะมีจำนวนอีเลคตรอนอยู่ 6.25×10^{18} ตัว</u>

เพื่อความเข้าใจดูภาพทางซ้ายมือประกอบ

69. ประจุลบ	70. ฉะนั้นการที่เราพูดถึงกระแสไฟฟ้าเราก็หมายถึงจำนวนอีเลคตรอนและการวัดอีเลคตรอนเราก็ตวงออกมาเป็น..... .....
70. คูลอมบ์	71. 1 คูลอมบ์ ก็คือ อีเลคตรอนจำนวน 6.25 X .....ตัว
71. 10^{18}	72. ถ้าเรามีอีเลคตรอน 6.25×10^{18} ตัว แสดงว่าเรามีอีเลคตรอน..... .....

72.

1 คูลอมบ์

73. ที่นี้ท่านคงจะบอกได้แล้วว่า อีเลคตรอน 1 คูลอมบ์ นั้นจะมีอีเลคตรอนจำนวน.....ตัว

73.

6.25×10^{18} ตัว

เก่งใช้ได้ถ้าคุณตอบถูก ถ้ายังผิดอยู่ก็กลับไปดูกรอบที่ 70 อีกนะไร

74. ที่นี้กระแสไฟฟ้าละ เขาพิจารณาจากอะไร เขาก็พิจารณาจากอีเลคตรอนเช่นกัน โดยเขากำหนดไว้ว่า

กระแสไฟฟ้า 1 Amps ก็คืออัตราการไหลของอีเลคตรอน 1 คูลอมบ์ ผ่านจุด ๆ หนึ่งโดยใช้เวลา 1 วินาที

หรือการไหลของกระแส 1 Amp คือ การไหลของอีเลคตรอน..... .. ...ตัว ผ่านจุด ๆ หนึ่งใช้เวลา 1 วินาที

74.

6.25×10^{18} ตัว

75. ถ้ามีอีเลคตรอน 2 คูลอมบ์ไหลผ่านจุดหนึ่งต้องใช้เวลาถึง 1 วินาที แสดงว่าจุด ๆ นี้มีกระแส..... Amp.

75.

2 Amps.

76. แต่ถ้าอีเลคตรอน 2 คูลอมบ์ ไหลผ่านจุด ๆ หนึ่งต้องใช้เวลาถึง 1 วินาที แสดงว่าจุด ๆ นั้นมีกระแสไหล..... Amp. .. เพราะว่ากระแสไฟฟ้า 1 แอมป์นั้นเกิดจาก

.....

....

o

76.

2 แอมป์

เพราะว่า 1 แอมป์นั้นเกิดจากจำนวนอีเลคตรอน 1 คูลอมบ์ไหลผ่านจุดหนึ่งด้วยความเร็ว 1 วินาที

เป็นไงเข้าใจหรือเปล่าถ้าไม่แจ่มแว้งก็ย้อนไปกรอบที่ 75 อีกก็ย่อมจะได้

77. ส่วนแรงเกลื่อนไฟฟ้านั้นก็เช่นกัน ก็กำนึงถึงความสามารถของการเกลื่อนตัวของอีเลคตรอนเช่นกันคือ

<u>แรงเกลื่อนไฟฟ้า 1 โวล์ทก็คือการที่อีเลคตรอน 1 คูลอมบ์เกลื่อนที่ไปจุดใกจุดหนึ่ง แล้วต้องใช้งาน 1 จูล</u>

นั่นก็คือจะต้องใช้งาน 1 จูลดันอีเลคตรอนจำนวน

....ตัวให้เกลื่อนที่ไปจากที่เดิม

77.

6.25×10^{18} ตัว

78. ถ้าเราใช้งาน 1 จูลทำให้อีเลคตรอน 2 คูลอมบ์เกลื่อนที่ไปจากเดิมแล้วก็จะทำให้จุดนั้น มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า

.....โวล์ท

78. 2 โวล์ท	79. และทำนองเดียวกันถ้าเราใช้งาน 2 จูล เพื่อทำให้อีเลคตรอน 2 กูลอมบ์ เคลื่อนที่ไปจากเดิมก็แสดงว่าที่จุดนั้นมีแรงเคลื่อน.....โวล์ท เพราะว่าแรงเคลื่อน 1 โวล์ทนั้นเกิดจาก..... .....
79. 1 โวล์ท เพราะ 1 โวล์ทนั้นเกิดจากการที่อีเลคตรอน 1 กูลอมบ์ถูกทำให้เคลื่อนที่ไปด้วยงาน 1 จูล	80. สำหรับความต้านทานนั้นเราถือความต้านทานมาตรฐานจากปรอทบริสุทธิ์ ความต้านทาน 1 โอห์มเท่ากับความต้านทานของปรอทบริสุทธิ์ที่ทำเป็นเส้นยาว 106.3 ซม. และมีมวล 14.452 กรัมที่ อุณหภูมิ 0°C
80.	81. จะเห็นว่าการหาค่ามาตรฐานของความต้านทานนั้นเราหาจาก.....ที่อุณหภูมิ.....

81. ปรอทบริสุทธิ์ ที่ 0°c	82. ปรอทบริสุทธิ์ที่จะมาทำเป็นความต้านทานมาตรฐานนั้น เราจะนำมาทำเป็นเส้นยาว.....ซม. และต้องมีมวล 14.452 กรัมที่ 0°c ด้วย
82. 106.3 ซม.	83. มวลของปรอท 14.452 กรัมที่ 0°c นั้นจะมีน้ำหนัก ... .นั้นเอง
83. 14.452 กรัม	84. นี่ท่านคงเข้าใจแล้วซิว่า <u>ความต้านทาน 1 โอห์ม</u>นั้นเราได้มาจาก..... ....

84.

ความต้านทานของลวดปรอทบริสุทธิ์ซึ่งโตเท่ากัน ตลอดยาว 106.3 ซม. มีมวล 14.452 กรัม ที่อุณหภูมิ 0°C

85. ทีนี้ท่านก็คงเข้าใจเป็นอย่างดีแล้วซิว่า 1 แอมป์ 1 โวล์ท และ 1 โอห์ม นั้นเขาได้มาจากอะไร ทีนี้เรามาพูดความสัมพันธ์ของไอ้เจ้า 3 ตัวนี้ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร

เราเคยทราบมาแล้วว่า กระแสไฟฟ้าไหลนั้นจะต้องครบ.....และมีส่วนเกี่ยวข้องกับ.....(ตัวอักษรย่อ) และ..... ในวงจรด้วย (ตัวอักษรย่อ)

85.

– วงจร

– R และ E

86. เรามาทบทวนของเก่าหน่อยเป็นไงเห็นงงจัง คือเราได้พบว่าเราจะเพิ่ม E ในวงจรหรือลด R ในวงจรแล้วจะมีผลทำให้ I .....อันนี้แสดงว่าเจ้า E, R และ I จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอน

บี่ ๆ ถ้าไม่รู้จะตอบว่าอย่างไรดีก็ลองพลิกไปดูกรอบที่ 55.56 ท่านก็จะเติมได้อย่างสบายและถูกต้อง

นั่นแน่จะดูคำตอบก่อนใช่ไหม อย่า ๆ ขอร้อง

86.

เพิ่มขึ้น

87. ทีนี้เราลองแยกพิจารณาดูทีละคู่ เอาเริ่มที่ E และ I ก่อนก็ได้ ถ้าเราให้ E ในวงจรเพิ่มขึ้นก็จะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้า(I) .....

87. เพิ่มขึ้น	88. นั่นก็คือ ถ้า E เพิ่ม I ก็จะเพิ่ม แสดงว่าถ้า 2 ตัว นี้มีความสัมพันธ์ (โดยตรง / ปฏิภาคกลับ) ต่อกัน
88. โดยตรง	89. ทีนี้เรามาดู I และ R บ้าง เราจะเห็นว่าถ้าค่า R ในวงจรสูงจะมีผลทำให้ I ..... เมื่อเป็นเช่นนี้แสดงว่า I และ R มีความสัมพันธ์กันแบบปฏิภาคกลับกันคือ ถ้า R มากแล้ว..... จะลดลง
89. – น้อยลง – I	90. จากความสัมพันธ์ของทั้ง 3 อย่างนี้ได้มีคนพยายามทดลองเพื่อที่จะตั้งเป็นกฎ นักวิทยาศาสตร์ท่านนั้นคือ Simon Ohm's เขาได้ทำการทดลอง และสามารถตั้งเป็นกฎว่า "กระแสไฟฟ้าในวงจรใด ๆ ก็ตามจะมีค่าเท่า กับจำนวนแรงเคลื่อนไฟฟ้าของวงจรนั้นหารด้วยค่าความต้านทานของวงจรนั้นเสมอ" ทีนี้เราลองเขียนความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ออกมาในเชิงคณิตศาสตร์ก็จะเป็น กระแสไฟฟ้า = ...

90.

กระแสไฟฟ้า = $\frac{\text{แรงเกลื่อนไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}$

91. แต่ทานทราบว่า กระแสไฟฟ้าเราใช้อักษร.....
แรงเกลื่อนไฟฟ้าเราใช้อักษร.. .. . ...และความต้าน –
ทานเราก็ใช้อักษร.....แทน

91.

I

E

R

92. เพราะฉะนั้นกฎของโอห์มเราสามารถ จะเขียนออกมา
ในรูปคณิตศาสตร์โดยใช้อักษรประกอบคือ .....

I = ...

92.

$I = \frac{E}{R}$

93. จากกฎของโอห์มที่ว่า $I = \frac{E}{R}$ นั้นทำให้เรา
สามารถหากระแสไฟฟ้าในวงจรได้ ถ้าเราสามารถหาค่า
ของความต้านทานและ.....

93. แรงเคลื่อนไฟฟ้าคือ E

94. ลองมาแทนค่ากันดูเพื่อความแม่นยำของท่าน คือ ถ้าแหล่งกำเนิดไฟฟ้า มีแรงเคลื่อน 12 โวลท์ และความต้านทานในวงจร 3 โอห์ม การที่เรารู้ค่า 2 ตัวนี้แล้วทำให้เราสามารถจะหา..... ได้

เพราะเรารู้ว่า E = ...

E = ...

94. กระแสไฟฟ้า

E = 12 V

R = 3 Ω

95. จากกรอบที่ 94 เราก็สามารถจะหาค่าของกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้สูตร I = ... ในที่นี้

E = 12 V

R = 3 Ω

ดังนั้น I = ... Amps.

95.

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{12}{3} = 4 \text{ Amps.}$$

96. จงหาค่าของ กระแสไฟฟ้า (I) เมื่อ

E = 220 V R = 20 Ω

สูตรที่ใช้ .....

I = ... Amps.

96.

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{220}{20}$$

$$= 11 \text{ Amps.}$$

97. ไหนลองเขียนความสัมพันธ์ของ I.R และ E เมื่อ

$$\text{....} = \frac{\text{.....}}{R}$$

97.

$$I = \frac{E}{R}$$

98. เพื่อให้แน่ใจลองเขียนความสัมพันธ์ หรือ กฎของโอห์ม โดยไม่ใช้อักษร ไหนลองหน่อย

$$\text{.....} = \frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า}}{\text{.....}}$$

98.

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}$$

99. จงเขียนความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม โดยใช้หน่วยวัดแทน เอาลองดู

$$\text{แอมแปร์} = \frac{\text{.....}}{\text{.....}}$$

99. แอมแปร์ = $\frac{\text{โวลท์}}{\text{โอห์ม}}$

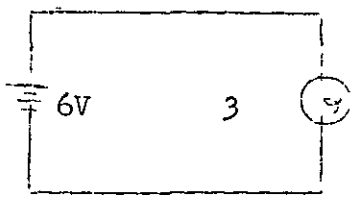
100. เพื่อแสดงว่าท่านมีความเข้าใจกฎของโอห์มได้รูปแบบต่าง ๆ เป็นอย่างดี ท่านลองเขียนความสัมพันธ์ของความต้านทาน กระแส และ แรงเคลื่อนในแบบต่าง ๆ คือ

1. กระแสไฟฟ้าในวงจร .....
   .....
2. กระแสไฟฟ้า = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$
3. I = ...
4. แอมแปร์ = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$

100.

1. กระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าเท่ากับจำนวนแรงเคลื่อนในวงจรหารด้วยค่าความต้านทานของวงจรนั้น
2. กระแสไฟฟ้า = $\frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}$
3. $I = \frac{E}{R}$
4. แอมแปร์ = $\frac{\text{โวลท์}}{\text{โอห์ม}}$

101. เป็นไงทำได้ถูกหมดหรือเปล่า ถ้าไม่กอยแจมแจ้งก็ลองย้อนกลับไปดูกรอบ 90 อีกก็ได้ แต่ถ้าคุณทำได้ถูกหมดก็แสดงว่าเข้าใจขึ้นมามาก แล้วที่นี้เรามาดูวงจรที่มักพบอยู่เสมอ จะต้องแทนค่าให้ถูกเช่น

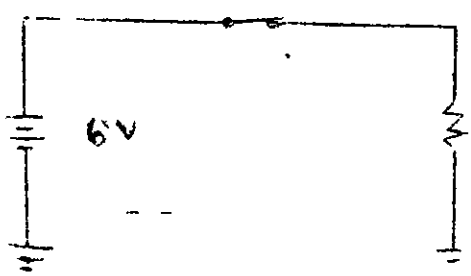


วงจรนี้ E = ...
R = ...
I = ...

101.

E = 6 V
R = 3 Ω
I = 2 Amps.

102. ดูวงจรแล้ว ลองทำตามคำสั่ง

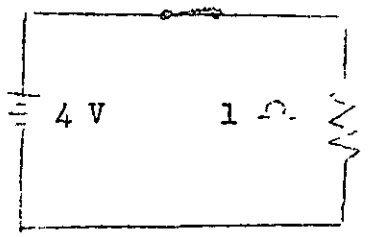


1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า = ...
2. ความต้านทาน = ...
3. กระแสไฟฟ้า = ...

102.

1. 6 โวล์ท
2. 2 โอห์ม
3. 3 แอมป์

103.

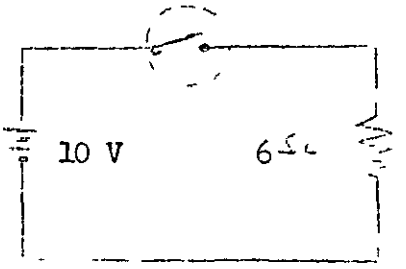


1. E = ...
2. R = ...
3. I = ...

103.

1. 4 V
2. 1
3. 4 Amps.

104



1. โวล์ท = ...
2. โอห์ม = ...
3. แอมป์ = ...

104.

1. 10 V
2. 5
3. 0 Amps.

เอาแล้วไงข้อ 3 ผิดใช่ไหมละ คิดแล้วจะถูกหลอก ก็วงจรนี้เป็นวงจรเปิด กระแสผ่านไม่ได้ เพราะไม่ครบวงจร ระวังอย่าเผลอ

105. กฎของโอห์มหรือค่าของความสัมพันธ์ของ แรงเกลื่อน กระแส และความต้านทานนั้น ไม่ใช่จะหาแต่กากระแสไฟฟ้าเท่านั้น แต่เราอาจจะหาค่าตัวอื่น ๆ ได้ แต่อย่างน้อยเราจะต้องรู้ 2 กา เราจะมาดูว่าเราจะหาได้อย่างไร เมื่อ

I = ...

105.

$$I = \frac{E}{R}$$

106. แต่ถ้าเรารู้ว่า I และ R แล้วเราก็สามารถจะหาค่า E ได้เช่นกัน

เมื่อ $I = \frac{E}{R}$

$\therefore E = ...$

106.

$$E = IR$$

107. แต่ในทำนองเดียวกัน ถ้าเรารู้ว่า E และ I เราก็สามารถหาค่า R ได้เช่นกัน

เมื่อ $I = \frac{E}{R}$

$\therefore R = ...$

107.

$$R = \frac{E}{I}$$

108. เพราะฉะนั้นเราสามารถสรุปกฎของโอห์ม เพื่อหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

$I = ...$

$E = ...$

$R = ...$

108.

$$I = \frac{E}{R}$$

$$E = IR$$

$$R = \frac{E}{I}$$

109. หรือกฎของโอห์มอาจจะเขียนได้จาก

แอมแปร์ = ...

โวล์ท = ...

โอห์ม = ...

109.

แอมป์ = $\frac{\text{โวล์ท}}{\text{โอห์ม}}$

เวล์ท = แอมป์ $\times$ โอห์ม

โอห์ม = $\frac{\text{โวล์ท}}{\text{แอมป์}}$

110. ที่นี้เราก็ทราบแล้วว่า ในวงจรไฟฟ้านั้นก็มี 3 ค่าที่สำคัญคือ ค่ากระแส ค่าความต้านทาน และค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และจากความสัมพันธ์ที่กล่าวมาแล้วนั้น เราเรียกว่าเป็นกฎของโอห์มและกฎของโอห์มนี้ถ้าเรารู้ค่า 2 ใน 3 ค่า ที่กล่าวมาแล้วนั้นก็สามารถ ทำให้เราหาค่าที่ 3 ได้อย่างง่ายดาย ตัวอย่างเช่นถ้าเรารู้ว่า E = 12 V และ R = 3 เราก็สามารถหาค่าของ I ซึ่งจะ = ... Amps.

110.

4 Amps.

111. ดูค่าต่าง ๆ ในตาราง แล้วลองหาค่าที่ยังไม่รู้ในตาราง พร้อมทั้งสูตรที่ใช้ด้วย เอาไหนลองชิ

E	R	I	สูตรที่ใช้
20	4	...	.....
...	20	0.2	.....
3	...	1	.....
Volt	...	Amp	.....

111. $I = 5, I = \frac{E}{R}$

$E = 4, E = IR$

$R = 3, R = \frac{E}{I}$

โอห์ม, โวล์ท = $\frac{\text{โวล์ท}}{\text{แอมป์}}$

112. ถ้าเรามีความจำเป็นที่จะต้องหาสิ่งต่อไปนี้

1. ค่าแรงเกลื่อนในวงจร, อักษรย่อที่เราต้องหาคือ..... มีสูตร.....
2. ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร, อักษรย่อที่เราต้องการหาคือ..... มีสูตร.....
3. ค่าความต้านทานในวงจร, อักษรย่อที่เราต้องการคือ..... มีสูตร .....

112.

1. E, $E = IR$
2. I, $I = \frac{E}{R}$
3. R, $R = \frac{E}{I}$

113. จงหาค่าต่อไปนี้ โดยแสดงสูตรและการกิดให้ถูกต้อง

1. วงจรมีกระแส 4 Amp และแรงเกลื่อน 8 V จงหาความต้านทาน .....
2. ในวงจรมี R = 2 และ I = 8 จงหา E = ...
3. ในวงจรหนึ่งมี โวล์ทเต็จ = 2 และมีโอห์ม = 2 จงหาแอมป์ .....

113.

1. $R = \frac{E}{I} = \frac{8}{4} = 2\ \Omega$
2. $E = IR = 8 \quad 2 = 16V$
3. $I = \frac{E}{R} = \frac{2}{2} = 1$ Amp.

114. ถ้าในวงจรหนึ่งมีกระแสไหลอยู่ 4 แอมป์ แต่ปรากฏว่าต่อมา แรงเกลื่อนในวงจรเกิดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากเดิมแล้ว กระแสในวงจรก็จะเป็น..... Amps.

114.

8 Amp.

115. แต่ถ้าเพิ่มค่าความต้านทานในวงจรขึ้นอีกเท่าตัวแล้วจะมีผลทำให้กระแสซึ่งไหลในวงจรอยู่ 4 Amps นั้น ก็จะมีค่าเป็น.....

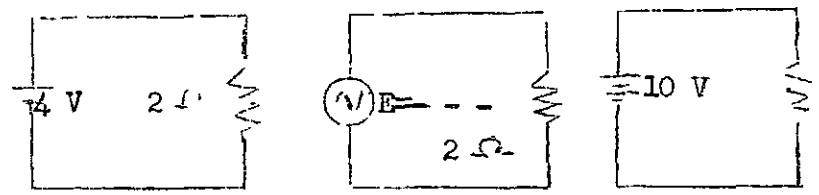
..... Amp . ทันที

115. 2 Amp.

งงหรืออย่างงชิ เพราะถ้าความต้านทานเพิ่มกระแสจะลด ฉะนั้นความต้านทานเพิ่มเป็น 2 เท่า ก็จะทำให้กระแสเป็น

$\frac{1}{2} \times 4 = 2$ Amp

116. พยายามศึกษาวงจร แล้วหาค่าที่ยังไม่ทราบ

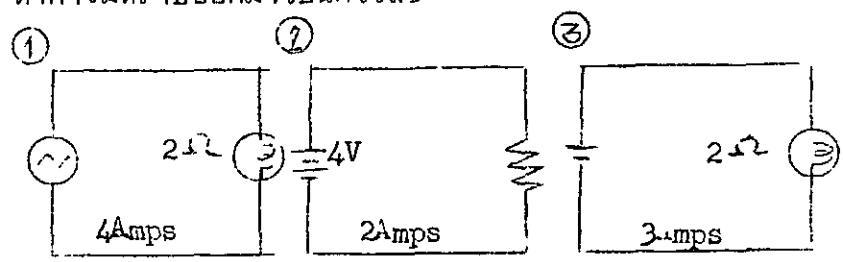


I = ... I = 4 Amp I = 2 Amp

116.

1. = 2 Amp
2. = 8 V
3. = 5

117. จงเขียนสมการตัวไม่รู้ค่าจากวงจรต่อไปนี้ด้วยตัวอักษร แล้วหาค่าไม่ทราบออกมาเป็นตัวเลข



E = IR..... ....

E = ...

117.

$I = I_R = 8$ V

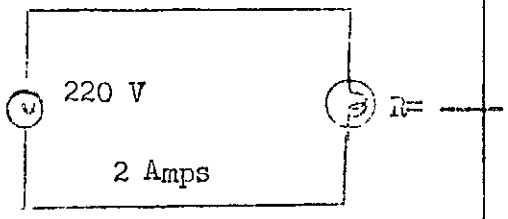
$R = \frac{E}{I} = 2\ \Omega$

$E = I_R = 6$ V

118. จงเขียนวงจรโดยใช้สัญญลักษณ์ต่อไปนี้แล้วหาค่าตัวที่ยังไม่ทราบ โดยเขียนสูตรและแสดงวิธีทำด้วย

เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าสลับ 220 V มีกระแสไหลไปทาให้หลอดไฟสว่าง กระแสที่ไหลมีค่า 2 Amp

118.



$R = \frac{E}{I} = \frac{220}{2} = 110\ \Omega$

119. จงเติมสิ่งที่ควรจะเติมลงในส่วนที่ขาดไป

	เมื่อ	หน่วย	ตัวย่อ
1.	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	.....	.....
2.	.....	แอมแปร์	.....
3.	.....	.....	R

119.

1. โวล์ท, E
2. กระแสไฟฟ้า, I
3. ความต้านทาน, โอห์ม

120. จงเติมสิ่งที่ขาดไปจากตารางตามกฎของโอห์ม

(1)	ค่าความต้านทาน	.....	กระแสไฟฟ้า	แรงเคลื่อน ..
(2)	E = V	...=Amp.	R = ...	I = ___
(3)	โวล์ทเต็จ	แอมแปร์	.....	โอห์ม=โว

120.

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า

แรงเคลื่อนไฟฟ้า

= กระแส × ความต้านทาน

2. I, โอห์ม(Ω), $I = \frac{E}{R}$

3. โอห์ม, โอห์ม = $\frac{\text{โวลท์}}{\text{แอมแปร์}}$

121. จงหาค่าที่ยังไม่ทราบเติมในช่องว่าง

	E	R	I	สูตรที่ใช้
1.	10	2	.....	.....
2.	6	.....	1.5	.....
3.	12	6	.....	.....
4.	.....	8	3	.....
5.	220	.....	11	.....
6.	.....	22	5	.....

121.

1. I = 5 Amp $I = \frac{E}{R}$
2. R = 4 Ω $R = \frac{E}{I}$
3. I = 2 Amp $I = \frac{E}{R}$
4. E = 24 V $E = IR$
5. R = 20 Ω $R = \frac{E}{I}$
6. E = 110V $E = IR$

122. เป็นไงบ้างท่านมีนไหม ถ้าคุณสามารถทำ 3 กรอบสุดท้ายนี้ได้ถูกหมด แสดงว่าท่านมีความเข้าใจกฎของโอห์มอย่างดี จนสามารถนำมาใช้ได้แล้วในรูปแบบต่าง ๆ แต่ถ้าท่านยังมีส่วนใดผิดหรือยังไม่ค่อยจะแจ่มแจ้งนักก็พักสักครู่ก่อน แล้วค่อยกลับไปทบทวน ตั้งแต่กรอบที่ 90 – 121 อีกสักครั้งคงจะทำให้ท่านเข้าใจยิ่งขึ้น

123. จากการที่ท่านได้เรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น 2 เรื่องจากบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว ท่านมีความคิดอย่างไร ในแง่เหล่านี้คือ

1. บทเรียนสำเร็จรูปที่ท่านเรียนมา 2 ตอนว่าเป็นอย่างไร?

2. ความรู้สึกเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนแบบปกติกับแบบเรียนนี้

3. ถ้ามีแบบเรียนสำเร็จในวิชาอื่นท่านจะสนใจหรือไม่

4. และท่านมีความต้องการที่จะให้มีแบบเรียนสำเร็จรูปในวิชาใดมากที่สุด

เอาเลยลองแสดงความในใจเอาสั้น ๆ ก็ได้ถ้าไม่เป็นคนช่างเขียน แล้วก็เตรียมตัวสอบ Fost - test ด้วยนะครับ เอาขอให้โชคดี

แบบฝึกหัดประกอบการเรียน

จงเขียนวงจรต่อไปนี้ โดยใช้สัญญลักษณ์แทน

1. แหล่งกำเนิดกระแสสลับผ่านตัวนำไปเข้าโซลินอยส์ และกลับมากรบวงจรด้วยตัวนำอีกทีหนึ่ง
2. แบตเตอรี่มีแรงเคลื่อน 6 โวลท์ ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าโดยผ่านเส้นลวดตัวนำทั้งไปและกลับ
3. กระแสสลับ 220 V ต่อเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้ได้แรงเคลื่อนที่เหมาะสมกับความต้านทานที่ต่อไว้อีกข้างหนึ่ง
4. กระแสไฟตรงต่อเข้ากับแอมมิเตอร์ โดยผ่านสวิทซ์เปิดปิดก่อน แล้วต่อเข้ากับฟิวส์แล้วต่อเข้ากับความต้านทาน โดยปลายแต่ละข้างต่อลงดิน และต่อกับโวลท์มิเตอร์ เพื่อวัดว่า แรงเคลื่อนหลังจากผ่านตัวนำแล้วจะเหลือสักเท่าไร?

จงหาค่าที่ยังไม่ทราบ

ข้อที่	E	I	P	ข้อที่	กระแส	แรงเคลื่อน	ความต้านทาน	ข้อที่	V		amp
1	....	.5	4	6	.....	24	20	11	10	....	.5
2	8	....	4	7	10	....	11	12	1.5	1.5	....
3	6	1.5	....	8	....	7.5	3	13	1.5	....	.5
4	....	2	6	9	3.6	36	....	14	3	2	....
5	220	5	....	10	1.9	....	200	15	....	1	15