

42818  
6 7 11  
1-6

ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ปริญญาโท

ของ

สุวัฒน์ นิยมไทย

24 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

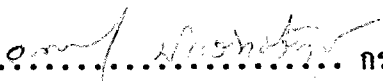
177739

177739

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

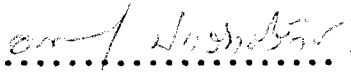
คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....  ..... ประธาน  
(ผศ.ดร.วารินทร์ รัตมีพรหม)

.....  ..... กรรมการ  
(ผศ.ดร.อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์)

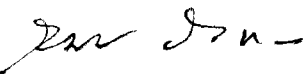
คณะกรรมการสอบ

.....  ..... ประธาน  
(ผศ.ดร.วารินทร์ รัตมีพรหม)

.....  ..... กรรมการ  
(ผศ.ดร.อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์)

.....  ..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(ผศ.สมพร ชมอุตม์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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

วันที่ 25 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2531

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญาโทฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ รัศมีพรหม ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมพร ชมอู๋ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญาโท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิราภรณ์ บุญส่ง ที่ปรึกษาด้านสถิติ คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา และคณาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้ประสิทธิผล และกรุณาให้คำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์นาฬิกา อนันตรศิริชัย และอาจารย์ณอม ทวีสมบูรณ์ ที่อนุเคราะห์ในเรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเครื่องมือในการวิจัย

ขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีวิทยา 2 อาจารย์วงทอง เจริญพานิช หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ และขอบคุณนักเรียนโรงเรียนสตรีวิทยา 2 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ช่วยเหลือในการวิจัย และเป็นกำลังใจ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา พี่ และ พ.ต.ท. บรรจง แก้วรงค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ทุนในการศึกษาและเป็นกำลังใจเสมอมา

สุวัฒน์ นิยมไทย

กรกฎาคม 2531

## สารบัญ

| บทที่                                                                      | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ.....                                                                | 1    |
| ภูมิหลัง.....                                                              | 1    |
| จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....                                         | 5    |
| ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....                                           | 5    |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....                                              | 5    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                                       | 6    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                      | 8    |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                   | 8    |
| คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                                                    | 8    |
| ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                                           | 11   |
| ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                                         | 14   |
| วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                                 | 16   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                            | 19   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่ม.....               | 21   |
| ความหมายของกลุ่ม.....                                                      | 21   |
| หลักการของการเรียนการสอนแบบกลุ่ม.....                                      | 22   |
| ประเภทของกลุ่ม.....                                                        | 22   |
| ขนาดของกลุ่มกับผลงานของกลุ่ม.....                                          | 24   |
| ประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบกลุ่ม.....                                     | 25   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่ม.....                        | 26   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย..... | 29   |
| สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....                                             | 32   |

|   |                                          |     |
|---|------------------------------------------|-----|
| 3 | วิธีดำเนินการทดลอง.....                  | 33  |
|   | การเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....               | 33  |
|   | เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....          | 34  |
|   | การดำเนินการทดลอง.....                   | 37  |
|   | การวิเคราะห์ข้อมูล.....                  | 37  |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                | 40  |
|   | สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 40  |
|   | การจัดกระทำกับข้อมูล.....                | 40  |
| 5 | บทย่อ สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....  | 44  |
|   | จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....       | 44  |
|   | สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....           | 44  |
|   | ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....            | 44  |
|   | สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....               | 45  |
|   | อภิปรายผล.....                           | 46  |
|   | ข้อเสนอแนะ.....                          | 48  |
|   | บรรณานุกรม.....                          | 50  |
|   | ภาคผนวก.....                             | 60  |
|   | ประวัติย่อของผู้วิจัย.....               | 136 |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                              | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการวัดพื้นฐานความรู้ เรื่องไฟฟ้ากระแส.....                | 34   |
| 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการวัดพื้นฐานความรู้ เรื่องไฟฟ้า..<br>กระแส..... | 34   |
| 3 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้.....                                           | 37   |
| 4 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน.....                                                 | 39   |
| 5 ค่าสถิติพื้นฐานของผลการเรียนรู้.....                                             | 41   |
| 6 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้.....                             | 42   |
| 7 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้เป็นรายคู่โดยใช้ LSD.             | 43   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในสังคมปัจจุบัน เป็นตัวเร่งเร้าระบบการศึกษาให้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกขณะ เพื่อให้โลกของโรงเรียนกับโลกของสังคมไม่แตกต่างกันมากนัก สื่อการสอนหรือเทคโนโลยีทางการสอนนั้นมีอยู่อย่างพร้อมพรั่ง ที่จะให้ครูเลือกใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะการใช้สื่อการสอนนั้น ไม่เพียงแต่จะใช้เพื่อเป็นการเพิ่มพูนประโยชน์ให้แก่ครูและนักเรียนเท่านั้น แต่ยังเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สำหรับนักเรียนที่อยู่ในยุคเทคโนโลยีเฟื่องฟูนี้ด้วย (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 57; อ้างอิงมาจาก Finn. n.d. : unpagged) และเทคโนโลยีการสอนอย่างหนึ่งที่กำลังเป็นที่กล่าวถึงกันมากในปัจจุบันก็คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือที่นิยมเรียกกันสั้นๆ ว่า C.A.I. นั้น หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล (ทักษิณา สวานนท์. 2529 : 57) โดยเริ่มต้นมาจากความเชื่อที่ว่า คอมพิวเตอร์จะช่วยให้นักเรียนมีความฉลาดขึ้น ช่วยให้ครูไม่ต้องทำงานหนัก ไม่ต้องทำงานซ้ำซากจำเจ การประเมินผลจะเที่ยงตรง และคอมพิวเตอร์จะเป็นแหล่งเก็บข้อมูลมหาศาล (Kulik. 1983 : 19-22) ซึ่งหลักการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นการนำเอาบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องมือช่วยสอนของเพรสซี (Pressey) เข้ามาผสมผสานกัน (วารินทร์ รัตนิพรหม. 2524 : 6) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล นักเรียนสามารถที่จะเรียนได้ตามเวลาที่เขาสะดวก โดยไม่ต้องมีใครบังคับ จะเรียนได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียนเอง (Stolurrow. 1971 : 390) ดังที่สปลิตเกอร์เบอร์ (Splittgerber. 1979 : 20) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์อาจเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์สูงสุดทางการศึกษา ซึ่งก็คือการเรียนการสอนรายบุคคลสำหรับผู้เรียนทุกคน

หากจะเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับบทเรียนโปรแกรมในด้านการเรียนการสอนแบบรายบุคคล (Individualization Instruction) แล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลดีกว่า และถูกต้องมากกว่าบทเรียนโปรแกรม เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เสนอสิ่งเร้าอันขึ้นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียนอย่างแท้จริง มากกว่าบทเรียนโปรแกรม ส่วนในการเสริมแรง (Reinforcement) นักเรียนจะได้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าและรวดเร็วกว่า ด้านการจัดเก็บเนื้อหา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเก็บไว้ได้มากมายและเรียกใช้ได้ทันทั่วทั้งปี (วารินทร์ รัศมีพรหม. 2524 : 6) คอมพิวเตอร์สามารถทำเสียง สี รูปภาพหรือกราฟ ตลอดจนมีเกมคอมพิวเตอร์ จึงทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ หรือในการแข่งขันกับคอมพิวเตอร์ (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 79) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ไม่เคยบ่น หรือว่ากล่าวตักเตือนด้วยถ้อยคำที่อาจทำให้เกิดความท้อถอยหรือหมดกำลังใจ (อำพล สงวนศิริธรรม. 2528 : 119) สามารถซ่อนคำตอบและค้นหาคำตอบได้ดีกว่าสื่ออื่นๆ (นิพนธ์ ศุขปริดี. 2530 : 65) ให้การเสริมแรงที่มีระบบ เป็นการช่วยให้นักเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Forman. 1983 : 132) และยังเป็นการช่วยแสวงหาแนวทางที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้งานด้านการศึกษาก้าวหน้าทัดเทียมกับงานในสาขาอื่น ๆ (อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 8)

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อการสอนรายบุคคล ที่มีศักยภาพสูง สามารถสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี ซึ่งตรงกับที่ไรอัน (Ryan. 1985 : 401-A) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลการใช้ และไม่ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล ของโรงเรียนจำนวน 12 แห่งในมลรัฐแมสซาชูเซต พบว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการสอนรายบุคคล สามารถประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และได้รับการยอมรับมากกว่าการไม่ใช้คอมพิวเตอร์อย่างเห็นได้ชัด

✎ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสภาพปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่จะมีความคิดกันว่า การเรียนกับคอมพิวเตอร์ จะมีผลดีที่สุดเมื่อนักเรียนหนึ่งคนเรียนกับคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง ยังไม่มีใครสงสัยเป็นอย่างอื่น (Johnson, Johnson and Stanne. 1985 : 668) ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ เป็นการสร้างนิสัยการเป็นตัวของตัวเองมากเกินไป (Individualism) กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนกับคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาส่วนใหญ่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ตามลำพัง โดยขาดการติดต่อกับสังคม ทำให้

ขาดพัฒนาการทางด้านสังคมของนักเรียน (Social Development) ซึ่งจะมีผลให้นักเรียนไม่รู้จักรการทำงานเป็นกลุ่ม การแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้อาจทำได้โดยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการจัดกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม หรืออาจจัดกลุ่มให้นักเรียนในบทเรียนชุดเดียวกัน (กมล สุตประเสริฐ. 2527 : 229) ประกอบกับเหตุผลที่ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ยังมีราคาค่อนข้างสูง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องหนึ่ง ๆ ต้องใช้บุคคลที่มีความชำนาญเฉพาะด้านหลายคน ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องลงทุนมาก จึงควรเพิ่มปริมาณการใช้ให้คุ้มค่ากับการลงทุน โดยเพิ่มจำนวนผู้เรียนให้มากขึ้น เพราะยิ่งผู้เรียนใช้มาก ค่าลงทุนต่อคนต่อชั่วโมงก็ยิ่งถูกลง (ทักษิณา สวานานนท์. 2529 : 65) เนื่องจากการเรียนเป็นกลุ่มย่อย จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคน มีส่วนในการแสดงออก และช่วยให้ผู้เรียนได้ข้อมูลเพิ่มเติมมากขึ้น (กิตติยา แชนมณี. 2522 : 202) นักเรียนจะทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่มก็เพื่อการเรียนรู้เท่านั้น (สมร ตันสฤติย์. 2517 : 19-20) นอกจากนี้ การเรียนเป็นกลุ่มย่อยยังสามารถทำให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์จากกลุ่ม มาช่วยพัฒนาการเรียนรู้รายบุคคล สร้างบรรยากาศแห่งการเข้าใจตนเอง ตลอดจนมีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น (วิณีจ เกตุขำ และชาญชัย ศรีไสยเพชร. 2520 : 170) การบรรลุจุดมุ่งหมายของผู้เรียนจะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน และมีความสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่มด้วย (Webb. 1978 : 7246-A)

เมื่อปี ค.ศ. 1985 จอห์นสัน, จอห์นสัน และสแตนเน่ (Johnson, Johnson and Stanne. 1985 : 668-676) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ แบบแข่งขัน และแบบรายบุคคล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนเกรด 8 โดยให้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแก้ปัญหา (Problem Solving) ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์พบว่า การเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือให้ผลดีกว่าแบบแข่งขันและแบบรายบุคคล นอกจากนี้ก็ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย โดยเปรียบเทียบกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะที่เป็นการเรียนรายบุคคล และผลการวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่พบว่า ไม่แตกต่างกัน มีเพียงบางงานวิจัยเท่านั้น ที่พบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะที่เป็นการเรียนแบบรายบุคคล (Smith. 1984 : 72-A, Spaulding. 1984 : 1949-A - 1950-A, Bellows. 1986 : 292-A, มานะ ออพานิชกิจ.

2530 : 38, เฉลียว ชนะโรค. 2530 : 41) ยังไม่พบงานวิจัยใดที่การเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ดีกว่าการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะที่เป็นการเรียนรู้แบบรายบุคคลเลย และสำหรับขนาดของกลุ่มในการเรียน จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย จะมีขนาด 3 คน นอกจากนี้ก็ยังพบงานวิจัยในต่างประเทศที่ศึกษาในเรื่องขนาดของกลุ่มในการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยได้มีการศึกษาขนาดของกลุ่มตั้งแต่ 1 คน ถึง 4 คน ผลการวิจัยพบว่า ขนาดของกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นขนาดใด ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกัน แต่มีข้อสังเกตจากงานวิจัยบางชิ้นว่า กลุ่มที่มีขนาด 4 คนนั้น จะเป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่เกินไป (Durnin. 1985 : 3530-A, Carnes. 1985 : 1241-A) ดังนั้นขนาดของกลุ่มย่อยในการเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงน่าจะศึกษาในขนาดของกลุ่มที่ไม่เกิน 4 คน

สำหรับในประเทศไทยเรากระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศใช้หลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2528 และจากการวิเคราะห์สภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา พบว่าจากจำนวนโรงเรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ 124 โรงเรียนนั้น มีจำนวน 65 โรงเรียนที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ส่วนที่เหลือ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการบริหารงานโรงเรียน และในจำนวน 65 โรงเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนนี้ โรงเรียนส่วนใหญ่คือ 42 โรงเรียน จะให้นักเรียนปฏิบัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในอัตราส่วนนักเรียน 1-2 คน และ 3-4 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ส่วนที่เหลือ ให้นักเรียนปฏิบัติกับเครื่อง 5-6 คน หรือมากกว่า 6 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง (กรมสามัญศึกษา. 2530 : 17-21) จากสภาพการดังกล่าว ย่อมเห็นได้ชัดเจนว่า โรงเรียนส่วนใหญ่จะมีปริมาณของนักเรียน ที่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนสูงกว่าปริมาณของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นในสถานการณ์การเรียนกับคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอนเรื่องเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์หรือการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีแนวโน้มที่จะจัดให้เป็นการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มย่อย เพราะอย่างน้อยการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ก็ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่ต่างจากการเรียนในลักษณะที่เป็นแบบรายบุคคลหรืออาจจะให้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีกว่าการเรียนในลักษณะที่เป็นแบบรายบุคคลเสียอีก เนื่องมาจากผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ เนื้อหา มีความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม และมีข้อตกลง

ทางสติปัญญา (สุมิตร คุณานุกร. 2523 : 151) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเอง เข้าใจผู้อื่น และสามารถค้นพบสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายหลังจากที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม (เขาวงกต เดชะคุปต์. 2522 : 231)

\* จากเหตุผลและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี ไม่แตกต่างจากการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะที่เป็น การเรียนแบบรายบุคคล หรืออาจให้ผลที่ดีกว่า และจากสภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นอยู่กัน ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน กล่าวคือปริมาณของนักเรียนมีมากกว่าปริมาณของเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงจำเป็นต้องจัดการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีลักษณะเป็นกลุ่มย่อย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่า (การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อยนั้น ขนาดของกลุ่มควรเป็นเท่าใด ) จึงจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีที่สุด และขนาดของกลุ่มที่ต่างกันนั้น จะให้ผลการเรียนรู้ที่ต่างกันอย่างไร อีกทั้งการวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเมืองไทย ก็ยังมีอยู่น้อย และการศึกษาในเรื่องขนาดของกลุ่มจากการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะของกลุ่มย่อย ก็ยังไม่พบว่า มีผู้ใดศึกษากันมาก่อนเลย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหาคำตอบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ขนาดของกลุ่มคือ 2 คน 3 คน หรือ 4 คนนั้น ขนาดใดจะส่งผลต่อการเรียนรู้ได้ดีที่สุด หรือว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ขนาดของกลุ่มที่ต่างกัน จะส่งผลต่อผลการเรียนรู้ต่างกันอย่างไร อันจะเป็นแนวทางสำหรับการจัดสภาพการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อยต่อไป

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ที่มีขนาดของกลุ่มต่างกัน 3 ขนาดคือ ขนาดกลุ่มละ 2 คน 3 คนและ 4 คน

#### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการกำหนดขนาดของกลุ่มที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

#### 1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน ได้มาโดยการทดสอบพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่ใช้ทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนผลการสอบใกล้เคียงกันมาจัดเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้ดังนี้คือ

1.1 กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2 คน จำนวน 10 กลุ่ม เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 3 คน จำนวน 10 กลุ่ม เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 กลุ่มทดลองที่ 3 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน จำนวน 10 กลุ่ม เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ว่าคะแนนพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่ใช้ทดลองนั้น ไม่แตกต่างกัน

#### 2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ขนาดของกลุ่มในการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ขนาด คือ

2.1.1 ขนาดกลุ่มละ 2 คน

2.1.2 ขนาดกลุ่มละ 3 คน

2.1.3 ขนาดกลุ่มละ 4 คน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการเรียนรู้

#### 3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เล่ม 5 (ว.025) บทที่ 13 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2529 : 1 - 43) โดยใช้เวลาในการศึกษา 6 คาบ

### คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ( Microcomputer ) ที่มีหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 64 KB นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ทั้งนี้เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการเรียน โดยเขียนด้วยชุดคำสั่งภาษาเบสิก ( BASIC ) ที่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เขียนตามที่ได้ออกแบบไว้ในลักษณะของบทเรียน โปรแกรมแบบเส้นตรง โดยแสดงผลออกมาเป็นภาษาไทยทางจอภาพ ( Monitor ) และบทเรียนนี้จะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทใช้เพื่อการสอน ( Tutoring ) บทเรียนทั้งหมดบรรจุไว้ในแผ่นจานแม่เหล็กแบบอ่อน ( Floppy Disk ) การเรียนจะมีลักษณะแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย หมายถึง การเรียนที่ให้ นักเรียนจำนวน 2 คน, 3 คน หรือ 4 คน เรียนเนื้อหาวิชากับคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในระหว่างที่เรียน นักเรียนสามารถปรึกษาหารือ ร่วมมือ ช่วยเหลือกันเฉพาะภายในกลุ่มของตนได้

3. ผลการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ หลังจากการเรียนเนื้อหาวิชา โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction , C.A.I.) เป็นสื่อการเรียนที่ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (B. F. Skinner) กับเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (S. L. Pressey) เข้าด้วยกัน โดยให้ความสำคัญกับทฤษฎีการเสริมแรง ( Reinforcement Theory ) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบตอบสนอง ( S-R Theory ) สกินเนอร์เชื่อว่า สภาพการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่จัดไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเครื่องช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในบรรดาเครื่องช่วยสอนด้วยกัน (ประสิทธิ์ สารภี. 2521 : 20) คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในการศึกษา นับตั้งแต่มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในยุคแรก ในยุคนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยหลอดสุญญากาศจำนวนมาก มีขนาดใหญ่ และความเร็วในการทำงานต่ำ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานทางการศึกษานั้นสามารถพิจารณาได้ 2 ลักษณะคือ (Heinich, Molenda and Russell. 1982 : 21)

1. คอมพิวเตอร์ในการจัดการทางการศึกษา (Computer Managed Instruction, C.M.I.) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษา และสนับสนุนในด้านการบริหารต่างๆ เช่น รายชื่อวัสดุที่จะใช้ในการเรียนการสอน และข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction, C.A.I.) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อกลางในการเรียนการสอนโดยตรง มีการเสนอบทเรียนในลักษณะต่างๆ แก่ผู้เรียนในลักษณะการสื่อสารสองทาง

✓ ความคิดในเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เริ่มต้นในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปลายทศวรรษ 1950 ถึงต้นทศวรรษ 1960 มหาวิทยาลัยที่เป็นผู้บุกเบิกในเรื่องนี้คือมหาวิทยาลัยฟลอริดา และสแตนฟอร์ด (ทักษิณา สวานนท์. 2529 : 57) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในช่วงแรก ยังไม่แพร่หลายมากนัก เพราะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ และมีราคาแพง ทำให้ค่าใช้จ่าย

สูง ต่อมาเมื่อมีการประดิษฐ์แผ่นซิลิกอน ( Silicon Chip ) ที่สามารถรวมวงจรทรานซิสเตอร์จำนวนมากไว้ที่เดียวกัน ทำให้เกิดวงจรรวมหรือไอซี ( IC, Integration Circuit ) ชนิดหนึ่งที่เรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ ( Microprocessor ) ซึ่งนำมาประกอบรวมกันเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมือนกับเครื่องขนาดใหญ่ในสมัยก่อน ในปี ค.ศ. 1975 ไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับความนิยมและมีบทบาทมากในธุรกิจเล็ก ๆ หรือภายในบ้าน เนื่องจากมีราคาถูก ทำให้ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ลดลง (Heinich, Molenda and Russell. 1982 : 310)

✓การยอมรับเอาไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในโรงเรียน ได้ขยายความนิยมอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับนวัตกรรมอย่างอื่น ๆ ในปี ค.ศ. 1981 ศูนย์รวมข้อมูลทางการศึกษาแห่งชาติ ( National Center for Education Statistics ) ได้ชี้ให้เห็นว่า กว่าค่อนของโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา และ 1 ใน 7 ของโรงเรียนประถมศึกษา จะมีไมโครคอมพิวเตอร์ใช้หนึ่งเครื่องหรือมากกว่านั้น การนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มาใช้นี้ เป็นการประจวบเหมาะกับการที่นักการศึกษามีความตื่นตัวเรื่องความสำคัญของการสอนรายบุคคล (Heinich, Molenda and Russell. 1982 : 311) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิถีทางการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วยบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม (Stolurrow. 1971 : 390-400) ซึ่งสอดคล้องกับหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่ว่าผู้เรียนเก่ง ปานกลางหรืออ่อน ก็สามารถที่จะเรียนได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของตนเอง (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 79) นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ไม่เคยบ่น หรือว่ากล่าวตักเตือนด้วยถ้อยคำที่อาจทำให้เกิดความท้อถอย หรือหมดกำลังใจ (อานล สงวนศิริธรรม. 2528 : 119) คอมพิวเตอร์เปรียบเสมือนสื่อการเรียนการสอนที่สามารถซ่อนคำตอบ และค้นหาคำตอบได้ดีกว่าสื่ออื่น ๆ (นิพนธ์ คุชปรีดี. 2530 : 65) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นการสอนที่มีแบบแผนสามารถตรวจสอบได้ และเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับผู้เรียน (Hall. 1982 : 362)

หัวใจสำคัญของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะขึ้นอยู่กับการจัดเตรียมคำสอน การเตรียมคำถาม และคำตอบไว้อย่างมากที่สุดและสมบูรณ์ที่สุด ดังนั้น การจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชา

ที่จะสร้างบทเรียน โดยประชุมตกลงในรายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้สอน แล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ครรชิต มาลัยวงศ์. 2528 : 13)

1. วิเคราะห์ความจำเป็นในการสร้างบทเรียน เป้าหมายของบทเรียนและวิธีสอนที่จะบรรลุถึงเป้าหมายนั้น

2. ออกแบบบทเรียนโดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ว่าจะต้องมีอะไรบ้าง จึงจะบรรลุเป้าหมายของวิชาที่ได้วางเอาไว้ งานส่วนนี้เป็นงานที่ต้องแยกทำเป็น 2 ส่วน คือ กำหนดกิจกรรมโดยสังเขปก่อน แล้วจึงแบ่งซอยย่อยเป็นกิจกรรมย่อย

3. การพัฒนาบทเรียน เป็นการจัดสร้างบทเรียนเก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์

4. ประเมินผลบทเรียน ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็นหลายส่วน ขึ้นอยู่กับการประเมินผลในช่วงไหน ในช่วงแรกหลังจากพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ก็เป็นการทดสอบบทเรียน โดยใช้กลุ่มนักเรียนทดสอบเพื่อศึกษาการใช้งาน หรือการเรียนรู้ของนักเรียนว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นใช้งานได้ดี และบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากใช้งานได้ไม่ดี หรือมีที่ผิดอื่นๆ ก็จะได้แก้ไขดัดแปลงให้เหมาะสมต่อไป อีกช่วงหนึ่งคือ หลังจากนำบทเรียนไปสอน หรือใช้งานแล้ว บทเรียนนั้นอาจต้องแก้ไขเพิ่มเติมใหม่ได้

5. นำบทเรียนไปใช้งานจริง ระหว่างการใช้งานนั้น ครูอาจสรุปผลได้แน่นอนอีกครั้ง หรือหลายครั้งว่า บทเรียนที่จัดสร้างขึ้นนั้น สมบูรณ์แล้วหรือยัง ถ้ายังก็อาจมีการปรับปรุงได้อีก

ในขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียน ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้ (Kemp. 1985 : 248)

1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้
2. ออกแบบและเขียนผังงาน (Flowchart) ตามลำดับขั้นของกระบวนการสอน
3. พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวนและเสนอแนะ
4. วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียน โดยใช้เทคนิคทางด้านภาพและเสียง
7. จัดเตรียมวัสดุสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท (Schuyler. 1979 : 29-35) ได้แก่

1. ภาษาสำหรับเขียนโปรแกรม มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมคอมพิวเตอร์ จึงมีลักษณะที่ เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ ภาษาประเภทนี้ได้แก่ ภาษาเบสิก (BASIC), ภาษา ปาสคาล (PASCAL) ภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมนี้เรียกว่า เป็นภาษาในระดับสูง

2. ภาษาสำหรับสร้างบทเรียน เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนโดยเฉพาะ เช่น ไพลอต (PILOT) ทิวเตอร์ (TUTOR) คอर्सไรเตอร์ (COURSE-WRITER) แคน (CAN) และอาสเซท (ASET) เป็นต้น ภาษาสำหรับสร้างบทเรียนนี้ ช่วยให้การสร้างบท เรียนทำได้ง่ายขึ้น เพราะคำสั่งที่ต้องใช้ภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมหลายประโยค อาจใช้คำสั่ง ในภาษาสำหรับสร้างบทเรียนเพียงประโยคเดียวแทนได้ ภาษาสำหรับสร้างบทเรียนนี้จึงเรียกว่าเป็น ภาษาในระดับสูงมาก

### ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ นักวิชาการและ นักการศึกษาทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย ได้จัดแบ่งประเภท ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วย สอนออกเป็นประเภทต่างๆ คล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้ดังนี้ (Stolurrow. 1971 : 394-396, วารินทร์ รัชมิพรหม. 2525 : 73, ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42-47, ยืน ภู่วรรณ. 2528 : 31-33, เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 101-102, ณรงค์ บุญมี. 2529 : 7-8, ยืน ภู่วรรณ และประภาส จงสกลย์วัฒนา. 2529 : 564-565, ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 216-220)

1. ใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจากลักษณะของบทเรียน โปรแกรม เป็นการเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือจะมีบทนำ (Introduction) และมีคำ อธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวบทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอนหลัง จากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของ นักเรียนในแง่ต่าง ๆ มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนมีการเสริมแรง (Rein- forcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปเรียนบทเดิม หรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว

นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร และอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) แบบการฝึกและปฏิบัตินี้ ส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับ หรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถามคำตอบที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ การเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้มากๆ ซึ่งผู้เรียนควรจะได้สุมขึ้นมาเอง โดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อน หรือจำได้จากการทำในครั้งแรกอาจต้องใช้หลักจิตวิทยา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำ และตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น ซึ่งอาจแทรกรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดโต้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขัน เช่น จับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นเต้นจากการมีเสียง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องอย่างยั้งที่จะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบ ก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย เป็นต้น การแก้ปัญหบางอัน กว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหานั้น เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

4. สถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมประเภทนี้เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำ (Manipulate) ได้ สามารถมีการโต้ตอบ และมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทาง เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างสุ่ม เพื่อศึกษาผลที่เกิดจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบางบทเรียน การสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหของ

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏผล ปัญหาเหล่านี้ สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย

5. เกม (Games) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อเร้าใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเล่นได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคน มีการแข่งขัน และการร่วมมือ มีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมประเภทนี้ ต้องระวังให้มีคุณค่าทางการศึกษา โดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และขอบเขตที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่า แทนที่จะใช้เสียง ก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่าเพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดจนสีและเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต การสมดุลย์ของสมการ เป็นต้น

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักต้องรวมการทดสอบ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัสหรือ

หมายเลขของผู้เรียนนี้ จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถ สร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้จะมาจาก การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบ หรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่ง อาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Games) การไต่ถาม (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving) ก็เป็นได้

#### \*ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นับตั้งแต่ที่ได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการศึกษา หรือเพื่อการเรียนการสอน ในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ปรากฏว่าเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในหมู่นักการศึกษา และนักวิชาการ โดยที่ได้มีการวิจัยค้นคว้าแล้วว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีประโยชน์ต่อผู้เรียนมากมายหลายประการ กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ (Morris. 1983 : 12, Hall. 1982 : 362, วารินทร์ รัตนิพรหม. 2525 : 75, สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 6, วีระ ไทยพานิช. 2529 : 144, ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที มีสีสัน ภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย (วารินทร์ รัตนิพรหม. 2525 : 75, นิตยา กาญจนะวรรณ. 2526 : 80, นิพนธ์ สุขปรีดี. 2526 : 41, เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 103)
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีโอกาสดำเนินการให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีก ก็ครั้งก็ได้ตามต้องการ (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8, สุพร ชัยเดชสุริยะ. 2529 : 28)
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดนักเรียนเป็นสำคัญ (Student Center) ซึ่งการเรียนการสอนอื่น ยึดครูเป็นสำคัญ (Teacher Center) ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8)
5. การได้เจาะจงโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยทำให้ผู้เรียนพอใจมาก และผู้เรียนยังสามารถ

ควบคุมวิธีการเรียนของตัวเองได้ (ทักษิณา สวานนท์. 2530 : 215)

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาต่างๆ ได้เร็วขึ้น (เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 103; อ้างอิงมาจาก Bell. 1978 : 428)

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน (Liu. 1975 : 1411-A, วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525 : 74; อ้างอิงมาจาก Mathis, Smith and Hessen. 1970 : unpagged)

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนสั่งกับและทักษะขั้นสูง ซึ่งยากแก่การสอนโดยครู หรือ เรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้น และดีขึ้น กว่าเรียนจากครู (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 7)

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก ทำให้เกิดความมั่นใจในวิชาที่เรียนอ่อน (Liu. 1975 : 1411-A)

10. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม (นิพนธ์ คุชปรีดี. 2526 : 42)

11. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่า และรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง (Friedman. 1974 : 799-A, Hall. 1982 : 362, ยืน ภู่วรรณ และประภาส จงสภิตย์วัฒนา. 2529 : 565)

12. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแปลกใหม่ (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 7, สุพร ชัยเดชสุริยะ. 2529 : )

13. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือที่ทำงานก็ได้ และมีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ (Hall. 1982 : 362)

14. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา (Liu. 1975 : 1411-A)

15. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนแบบ Active Learning (Morris. 1983 : 14)

16. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ (Hall. 1982 : 362, นิพนธ์ ศุขปริติ. 2526 : 42)

17. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้อย่างจริงจังก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นไปได้ (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80)

นอกจากที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนแล้ว ในด้านของครูผู้สอนนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอนหลายประการดังนี้ (Hall. 1982: 362-363)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยลดชั่วโมงการสอน ทำให้ครูมีเวลาในการปรับปรุงการสอน และพัฒนาความสามารถมากยิ่งขึ้น

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียน มาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้โอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนาวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยเพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามต้องการของผู้เรียน นอกจากนี้ ฮอลล์ (Hall. 1982 : 362-363) ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบได้ และเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับผู้เรียน

2. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียน ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนนั้นจะนำมาปรับปรุงหลักสูตร

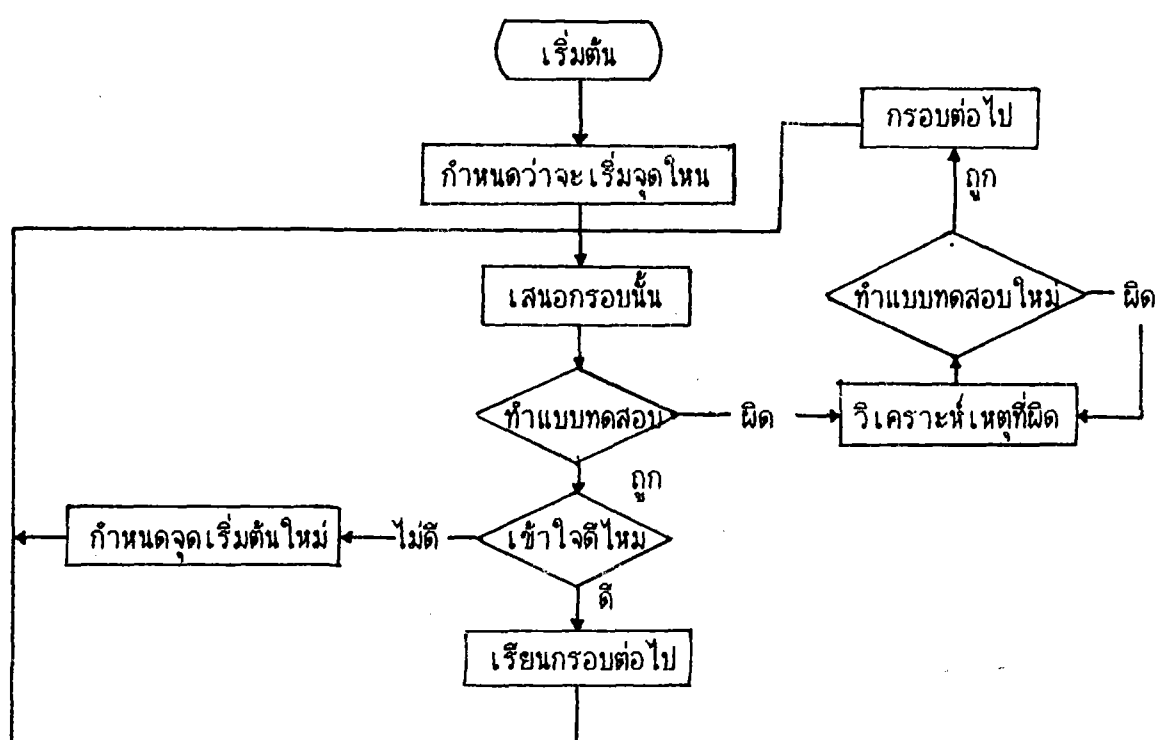
3. ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน

4. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

#### วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะต้องมีการร่วมมือกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น ๆ นักการศึกษา และนักคอมพิวเตอร์มาทำงานร่วมกัน โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชา จะกำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้ แล้วจากนั้น นักการศึกษาก็จะต้องช่วยแบ่งเนื้อหานั้น ออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูป

ของโปรแกรมบทเรียน กล่าวคือแบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีการเสนอกรอบที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิด และวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้น เพื่อดูว่าทำไมถึงผิด ซึ่งจะเขียนเป็นผังง่าย ๆ ดังนี้ (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 220-222)



นอกจากนี้ ก็ยังมีสิ่ง ที่ควรนำมาพิจารณาประกอบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกดังนี้

1. เลือกคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ขนาดของหน่วยความจำว่าใหญ่พอที่จะใช้กับ ซีเอไอ ที่กำลังจะทำหรือไม่ หากต้องการทำกราฟ มีภาพ และใช้เพลงประกอบ คอมพิวเตอร์ทำได้หรือไม่ จอภาพต้องการให้เป็นสีหรือไม่ ถ้าเป็นสีจะทำให้ภาพต่างๆ เด่นชัด และมีชีวิตชีวขึ้น อักษรที่แสดงบนจอเป็นกับรชัด ต้องการภาษาไทยด้วยหรือไม่ มีการแสดงผลลัพท์ในกระดาษคำตอบใหม่ ความเร็ว ในการแสดงผลต้องการให้เร็วเพียงใด หน่วยความจำสำรองเป็นชนิดใด ราคาถูกหรือแพง

2. ซอฟต์แวร์ที่จะทำอะไรจะใช้ภาษาอะไร ใช้ได้กับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีหรือไม่ มีลักษณะของ ซีโอไอ ที่ดีครบถ้วนหรือเปล่า และหากใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขาย ก็ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

2.1 มีเอกสารประกอบดีไหม

2.2 ราคาควรเป็นราคาซื้อหรือเช่า

2.3 มีค่านำรุงรักษาหรือไม่

2.4 ข้อจำกัดในการใช้มีอะไรบ้าง

3. ถ้าจะลงมือทำโปรแกรมเอง ควรวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาแต่ละวิชาให้ดีเสียก่อน โดยทำเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 แบ่งเนื้อหาทั้งหมดของวิชาที่จะเรียนเป็นขั้นตอนให้ดี ศึกษาถึงวัตถุประสงค์และ จุดมุ่งหมายของการเรียนวิชานั้น ๆ

3.2 กำหนดขั้นตอนเรียนร้อยแล้วจัดแบ่งเป็นหัวข้อ แสดงเป้าหมายของการเรียน หัวข้อนั้น ๆ ให้เด่นชัด

3.3 ถ้าหัวข้อนั้นกว้างเกินไป แบ่งซอยเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพราะบทเรียนแต่ละบทไม่ควรยาวเกินไปนัก

3.4 กำหนดรูปแบบของการพัฒนาแต่ละหัวข้อว่าจะทำการสอนในรูปแบบใด แก้ปัญหา หรือเสนอเรื่องให้อ่านแล้วตอบคำถาม หรือสร้างสถานการณ์จำลองให้แก้ไข ฯลฯ

3.5 การออกแบบ ซีโอไอ ควรให้ผู้เรียนเลือกคำถามด้วยวิธีการสุ่ม จำนวนคำถาม ควรมีหลายๆ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้ตอบคำถามนี้โดยไม่ซ้ำกัน นอกจากนั้น ต้องไม่ลืมให้คำตอบที่ถูกไว้ และให้คอมพิวเตอร์ตรวจและรวมคะแนนไว้เลย วางหลักให้มีการอธิบายข้อผิด หรือวิเคราะห์คำตอบ ที่ผิดให้ได้ว่า ทำไมผู้เรียนจึงตอบผิด เพื่อเป็นแนวที่จะเข้าใจผู้เรียน และนำข้อผิดพลาดไปแก้ไข

3.6 เขียนโปรแกรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เลือกภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับเครื่อง

3.7 หลังจากทำเสร็จแล้ว ต้องนำไปให้ผู้เรียนทดลอง เก็บข้อมูลมาเป็นแนวที่จะใช้แก้ไข

3.8 เสร็จแล้วต้องเขียนคู่มือวิธีใช้ให้ชัดเจน เมื่อคนรุ่นหลังมาใช้จะได้ไม่เกิดปัญหา (ทักษิณา สนวนนท์. 2530 : 223-224)

### งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นับตั้งแต่คอมพิวเตอร์ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการศึกษามาตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1960 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เริ่มพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงในยุคปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เป็นที่ยอมรับกันมากในวงการศึกษานักการศึกษา นักวิชาการตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษา ต่างก็ได้ให้ความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวาง ในลักษณะที่ต่างกันไป ดังเช่น การวิจัยของไฟร์ดแมน (Friedman. 1974 : 799-A) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การนำบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าในระยะแรกผู้เรียนจะมีปัญหาด้านความเข้าใจในบทเรียน แต่ต่อมาจะเข้าใจดีและรวดเร็วขึ้น นอกจากนั้นบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ยังช่วยประหยัดเวลาเรียนไปได้อีก 3-4 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณค่าของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน และต่อมาในปี 1975 แม็ค ลาลเลน (Mc Lallen. 1975 : 646-A) ได้ทำการวิเคราะห์ความต้องการและความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจสำหรับการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในโรงเรียนมัธยมเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่ โดยได้วิเคราะห์จากโรงเรียนมัธยมต้นใน 11 มลรัฐ ผลการวิจัยปรากฏว่า สมควรที่จะใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนวิชาต่างๆ ในโรงเรียนมัธยมต่อไป โดยเฉพาะระบบ TICCIT และจากการศึกษาของเลียว (Liu. 1975 : 1411-A - 1412-A) ยังชี้ให้เห็นข้อดีของการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยได้ทดลองกับนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ พบข้อสรุปที่สำคัญคือ

#### 1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถช่วยผู้เรียนได้ดังนี้คือ

- 1.1 ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยวิธีการปฏิบัติ
- 1.2 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว
- 1.3 ทำให้เกิดความมั่นใจในวิชาที่เรียนอ่อน โดยปรับปรุงวิธีการเรียน
- 1.4 ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จได้ด้วยตัวเอง
- 1.5 ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

2. คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี ค.ศ. 1979 เบค (Beck. 1979 : 3006-A) ได้ทำการวิเคราะห์ทัศนคติที่มีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 29 แห่ง พบว่า

1. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะให้กับวิชาคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลในทางลบต่อทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือวิชาที่เรียน

3. นักเรียนหญิงมีทัศนคติในทางบวกต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่านักเรียนชาย

นอกจากนี้ เทอร์เนอร์ (Turner. 1983 : 1750-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของครูฝึกสอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านทัศนคติพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติที่ดีต่อการสอนมากกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมซึ่งมีลักษณะเป็นหนังสือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในด้านความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ซัมเมอร์วิลล์ (Summerville. 1985 : 603-A) ได้ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีส่วนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาเคมี พบว่าคะแนนของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มสูงขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาเดียวกัน

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทยนั้น ได้เริ่มมีผู้ให้ความสนใจศึกษาค้นคว้ากันอยู่พอสมควร เช่น การวิจัยของกำพล ดำรงวงศ์ (2528 : 33-34) โดยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธินิสัย ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี โดยให้กลุ่มทดลอง 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ กลุ่มทดลอง 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีครูชี้แนะ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 วิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ ทนัย อภิชาติเสถียร (2529 : 36-38) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธินิสัย ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้อธิบายด้วยตัวอักษรกับที่ใช้อธิบายด้วยเทปเสียงพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายด้วยเทปเสียงสูงกว่าแบบอธิบายด้วยตัวอักษร อย่างมี

#### นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จะเห็นได้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน ในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีคุณค่าและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมาก ทั้งในแง่ที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงหรืออย่างน้อยก็ไม่แตกต่างจากวิธีการสอนแบบอื่นๆ และในด้านทัศนคติที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กล่าวคือทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน และต่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็น "สื่อสำเร็จรูป" ที่ประกอบขึ้นด้วยกระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา รวมกันเบ็ดเสร็จอยู่ในตัวที่เชื่อถือให้นักเรียนเรียนรู้อะไรต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (เปรื่อง กุมภ. 2527 : 3)

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่ม

ในสภาพความเป็นจริงของชีวิตคนเรานั้น มีน้อยมากที่เราจะทำอะไรสำเร็จเบ็ดเสร็จด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยคนอื่น งานที่จะประสบผลสำเร็จได้โดยเฉพาะงานสำคัญ นั้น ต้องอาศัยความคิด ความร่วมมือ การสนับสนุนไม่ว่าจะเป็นด้านกำลังกาย กำลังใจ ดังนั้น การฝึกคนให้รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จึงเป็นเรื่องสำคัญที่เราควรจะย้ำเน้นให้อยู่ในกระบวนการเรียนการสอนและการทำงาน (ทวีป อภิสิทธิ์. 2528 : 46) จนฝังลึกลงเป็นอุปนิสัย เหมือนว่าสิ่งเหล่านี้เป็นวิถีชีวิต (way of life) ของคนรุ่นใหม่เพื่อที่คุณภาพของคนและประสิทธิภาพของงานก็จะสูงยิ่งขึ้นเป็นเงาตามตัว

#### ความหมายของกลุ่ม

กลุ่ม (Group) หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป มาร่วมกันยอมรับในความเกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นระหว่างกันและกันในกลุ่ม (จันทิภา สิมปิเจริญ. 2522 : 37) คนที่มาาร่วมกันเหล่านี้ จะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อจุดมุ่งหมายบางอย่างร่วมกัน (Insko and Schopler. 1973 : 397) โดยมีหลักการดังนี้ (สุรางค์ จันทน์เฒ. 2524 : 74)

1. ทุกคนในกลุ่มหรือคนส่วนใหญ่ในกลุ่ม จะต้องมีการยอมรับซึ่งกันและกัน ไม่รังเกียจกัน
2. ทุกคนควรจะพึงพอใจที่จะได้ร่วมกลุ่มกัน ไม่ใช่เป็นการฝืนใจ หรือถูกบังคับให้อยู่ในกลุ่ม
3. บุคคลที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ควรจะมีความสนใจตรงกัน

4. สมาชิกของกลุ่มจะต้องมีความรู้สึก และทัศนคติตรงกัน

5. สมาชิกของกลุ่มจะต้องมีวัตถุประสงค์ร่วมกัน มุ่งความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ไม่แยกเป็นความสำเร็จของคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม

#### ✓ หลักการของการเรียนการสอนแบบกลุ่ม

กิจกรรมการเรียนการสอน มิใช่เพียงแต่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เท่านั้น แต่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักเห็นอกเห็นใจผู้อื่น รู้จักเคารพในสิทธิของผู้อื่น รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ในเรื่องนี้ ทิศนา ขวมนัน (ทิศนา ขวมนันและคณะ. 2522 : 7) ได้อ้างคำกล่าวของแบรดฟอร์ด (Bradford) ซึ่งได้กล่าวถึงที่มาของการนำเอาหลังกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอน ว่าเกิดจากหลักการ 2 ประการคือ

1. จุดมุ่งหมายที่สำคัญทางการศึกษา คือ การให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาพฤติกรรม จุดมุ่งหมายนี้มีความหมายลึกซึ้งและกว้างกว่าการให้ความรู้แต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้หลังกลุ่มในการเรียนการสอนจะเน้นการให้การพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียน ในแง่การลงมือปฏิบัติ เมื่อการแก้ปัญหาดีกว่าการสอนเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถนำไปถ่ายโอนเพื่อแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง

2. วิธีที่ดีที่สุดในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ คือ การสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความรู้สึกนึกคิดของตนเองในกลุ่มได้รับรู้ และเปิดเผยตนเองให้มากที่สุด ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นอย่างมาก

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นนั้น ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากการมีส่วนร่วมกระทำกิจกรรมที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ความรู้สึก ความต้องการ ตลอดจนพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งการฝึกเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาบุคลิกภาพของตนเองได้เป็นอย่างดี

#### ประเภทของกลุ่ม

ในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มนั้น การแบ่งกลุ่มอาจแบ่งโดยมีวัตถุประสงค์ที่ต่างกันออกไป โดยการจัดแบ่งกลุ่มแบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 2525 : 25-27)

1. กลุ่มปฏิบัติงาน (Task Group) กลุ่มนี้มีจุดเน้นอยู่ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานร่วมกัน โดยอาจเป็นในรูปของการช่วยกันแก้ปัญหา หรือการเสาะแสวงหาความรู้เพิ่มเติม หรือปฏิบัติภารกิจอื่นๆ ที่ผู้สอนได้มอบหมายให้แก่กลุ่ม ขนาดของกลุ่มประมาณ 6-12 คน

2. กลุ่มช่วยการเรียนรู้ (Tutorial Group) เป็นการให้ผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจวิชาใดวิชาหนึ่งมารวมกันเพื่อช่วยกันทบทวนหรือขยายเนื้อหาวิชาที่ยังไม่เข้าใจ ขนาดของกลุ่มประมาณ 2-6 คน

3. กลุ่มวิเคราะห์ปัญหา (Socratic Analysis Group) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาที่ผู้สอนยกขึ้นมาหรือที่กลุ่มสนใจ ขนาดของกลุ่มประมาณ 6-12 คน

4. การจัดกลุ่มระดมความคิด (Brain Storming Group) เป็นการเน้นเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้คิด และแสดงความคิดเห็นของตนอย่างอิสระเพื่อหาทางแก้ปัญหา และในขณะเดียวกัน จะได้มีโอกาสฟังความคิดในการแก้ปัญหาจากเพื่อนภายในกลุ่มด้วย ขนาดของกลุ่มประมาณ 6-12 คน

5. การรวมกลุ่มแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ (Heuristic Group) การเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์ โดยรู้วิธีการหาข้อมูล การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสรุปผลที่ได้ด้วยตนเอง ขนาดของกลุ่มประมาณ 6-12 คน

6. การรวมกลุ่มอภิปรายแบบเปิด (The Open Discussion Group) มีจุดเน้นอยู่ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะในการพูด-ฟัง และในขณะเดียวกัน ให้มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระและปรับเจตคติของตนให้เป็นไปตามความรู้ หรือข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่มของตน ขนาดของกลุ่มประมาณ 6-12 คน

7. การรวมกลุ่มแบบซินดิเคต (Syndicate Group) โดยการแบ่งนักเรียนกลุ่มใหญ่ ออกเป็นกลุ่มย่อย และแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบปัญหาไปกลุ่มละ 1 ปัญหาเพื่อช่วยแก้ไข ปัญหาที่แต่ละกลุ่มได้รับอาจเหมือนกันหรือไม่ก็ได้ แต่ก็ควรเป็นปัญหาที่มีความต่อเนื่องเกี่ยวข้องกัน นอกจากปัญหาแล้ว กลุ่มอาจได้รับสื่อหรือเอกสารอื่นๆ ที่จะต้องใช้ประกอบการแก้ปัญหาที่ได้รับ เมื่อกลุ่มทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด จะต้องนำผลงานมาเสนอต่อที่ประชุมใหญ่ เพื่ออภิปรายและสรุปผล ขนาดของกลุ่มประมาณ 5-6 คน

8. การรวมกลุ่มพิจารณาประเด็นย่อย (Buzz Group) โดยการแบ่งกลุ่มจากผู้เรียนที่มีจำนวนมาก แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละประมาณ 2-6 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มแก้ปัญหาพร้อม

กันในระยะเวลาล้นๆ ประมาณ 2-10 นาที การดำเนินการนี้จะทำหลังจากกลุ่มใหญ่ได้รับการฟังการบรรยายไประยะหนึ่งแล้ว ผู้สอนจะเสนอปัญหาให้กลุ่มพิจารณา โดยที่ทุกกลุ่มจะร่วมกันพิจารณาปัญหาเดียวกัน หรือแต่ละกลุ่มพิจารณาแต่ละปัญหาก็ได้

9. การจัดกลุ่มสัมมนา (Seminar Group) คล้ายกับการจัดกลุ่มการสอนเนื้อหาบทวนวิชา (Tutorial Group) แต่สิ่งที่เพิ่มขึ้นมาคือ สมาชิกคนหนึ่งหรือคณะหนึ่งของกลุ่ม เสนอผลงานซึ่งอาจเป็นผลงานวิจัยหรือการศึกษาค้นคว้า แล้วสมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลงานหรือ

การวิจัยนั้น ขนาดของกลุ่มประมาณ 5-15 คน

#### ขนาดของกลุ่มกับผลงานของกลุ่ม

มีคำพูดอยู่ว่า " สองหัวดีกว่าหัวเดียว " ดังนั้นถ้าจะเป็นสามหัวก็คงจะดีกว่าสองหัว หรือมากหัวก็ยิ่งดีกว่าน้อยหัว ความคิดในเรื่องขนาดของกลุ่มนี้ สไตเนอร์ (Steiner) กล่าวว่า ผลงานของกลุ่มปฏิบัติงานจะดีขึ้น ถ้ามีสมาชิกเพิ่มขึ้น แต่ผลดีอันนี้จะอึดตัว ณ จุดๆ หนึ่ง แม้ว่าจะมีสมาชิกเพิ่มมากขึ้นไปกว่านั้น ก็ไม่ทำให้ผลงานดีขึ้นอีกต่อไป แต่ตรงกันข้าม ผลงานจะลดต่ำลงมา แม้ว่ากลุ่มใหญ่จะได้เปรียบกลุ่มน้อยในด้านความคิด ซึ่งมีหลากหลายวิธีกว่า แต่กลุ่มใหญ่จะเสียเปรียบในการควบคุมและการจูงใจ สมาชิกหลายคนนั่งอยู่ในกลุ่มโดยไม่มีส่วนร่วมอะไรเลย จึงเป็นการยากในการควบคุมและจูงใจให้ใส่ใจกับงานของกลุ่ม บางคนก็มีความคิดว่ามีใช้เรื่องของตัว ทำไม่จะต้องให้ตัวมานั่งอยู่ด้วย และมีบางประเภทที่คอยชักใบให้เรือเสียก็มี แต่ถ้าเป็นงานที่แบ่งกันทำได้ กลุ่มใหญ่จะได้เปรียบกลุ่มน้อยเพราะมีคนช่วยงานมากกว่า อย่างไรก็ตามยังขึ้นอยู่กับสมาชิกผู้สามารถ หรือไม่สามารรถอีกด้วย (ฉลอง ภิรมย์รัตน์. 2521 : 38) จันทิกา สิมปิเจริญ (2522 : 37-38) กล่าวว่า กลุ่มที่เล็กที่สุดคือกลุ่ม Dyads มีสมาชิกเพียง 2 คน ถ้ามี 3 คนเรียกว่า Triads กลุ่มที่ประกอบขึ้นด้วยสมาชิก 2 คน ดูเหมือนว่าจะเป็นกลุ่มที่มั่นคง มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และสนิทสนมคุ้นเคยกันจนเกือบจะมีได้คำกันว่า ใครเป็นสมาชิกของกลุ่ม แต่กลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิก 3 คน มีแนวโน้มที่จะแตกแยกเป็น 2 และเหลืออีก 1 คน จะมีลักษณะเป็นคนวงนอกไป (Outsider) ดังที่ Simmel เขียนไว้ว่า " ไม่มีความสัมพันธ์ใดจะสมบูรณ์ในการรวมกลุ่มกัน 3 คนเพราะไม่คนใดคนหนึ่งจะถูกแบ่งเล็งจากอีก 2 คนว่าเป็นตัวเลือก (Intruder) และความพอใจสูงสุดของกลุ่มจะได้จากกลุ่มที่มีสมาชิก 5 คน เมื่อมีมากกว่านี้ ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มดูเหมือนจะเริ่มมีลักษณะอยู่ในรูปของการ

แข่งขันกันบ้างแล้ว" (จันทิภา สิมปิเจริญ. 2522 : 38; อ้างอิงมาจาก Slater. n.d. : unpaged)

ความยุ่งยากในกลุ่มใหญ่อีกประการหนึ่งคือ ความรู้สึกสับสนในการที่จะรับผิดชอบต่อหน้าที่บุคคลที่อยู่ในกลุ่มใหญ่มักจะรับผิดชอบน้อยลงตามความรู้สึกที่เป็นจริง อย่างที่เรียกว่าเกี่ยงกันทำงาน เพราะมีหลายพวกหลายฝ่ายในกลุ่ม ยิ่งกลุ่มน้อย ความรับผิดชอบต่อคนจะมีมากขึ้น กลุ่มยิ่งใหญ่ว่าใดก็จะทำให้สมาชิกในกลุ่มมีความรู้สึกว่า " ทำไปก็เท่านั้น ไม่เห็นใครมาเอาใจใส่ " เพราะมีคนมาก และหลายคน ไม่ได้สนใจต่องานของตนเอง เลยทำให้เขารับผิดชอบน้อยลง อีกประการหนึ่ง คนที่เกี่ยงในกลุ่มใหญ่ จะถูกบังคับได้ดีกว่าในกลุ่มเล็ก คนอยู่ในกลุ่มเล็กจึงมักไม่เกี่ยง เพราะมองเห็นหน้ากันอยู่ แต่พอเข้ากลุ่มใหญ่มักจะมองไม่ค่อยเห็น จึงเป็นอีกเหตุหนึ่งที่ทำให้สมาชิกในกลุ่มใหญ่ไม่ค่อยรับผิดชอบ ราววลและการชมเชยสำหรับคนในกลุ่มใหญ่ก็ได้รับไม่ทั่วถึง ทำให้เกิดแรงจูงใจลดถอยลง ก็เป็นอีกทางหนึ่งที่ทำให้คนในกลุ่มใหญ่ที่เกี่ยง และไม่รับผิดชอบ ถ้าจะหวังประสิทธิภาพของงาน ขนาดของกลุ่มจะมีสมาชิกเท่าไรจึงจะเหมาะสมนั้น ก็ต้องแล้วแต่องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ชนิดของงานที่ต้องทำ คุณภาพของสมาชิก

### ↓ ประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบกลุ่ม

การให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่ม โดยการจัดให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มแบบใดแบบหนึ่งนี้ เป็นการเปลี่ยนขนานการเรียนการสอน จากการศึกษาที่ครูเป็นผู้แสดงเองเสียทุกอย่างมาให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองบ้าง คือ นักเรียนได้เรียนรู้จากกันและกันในกลุ่ม มีประโยชน์หลายประการกล่าวคือ (Young. 1972 : 630-634)

1. บรรยากาศในการเรียนจะมีความเป็นกันเองมากขึ้น นักเรียนจะรู้สึกปลอดภัย และไม่เคร่งเครียด เมื่อทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. ช่วยแก้ปัญหาคือช่วยให้นักเรียนบางคน เพราะการทำงานร่วมกัน จะทำให้ทุกคนรู้สึกว่าตนมีความสำคัญต่อกลุ่มเท่ากัน ความเชื่อมั่นในตนเองก็จะถูกกระตุ้นให้มีเพิ่มมากขึ้น ความเชื่อมั่นในตัวเองนี้มีขึ้นภายในกลุ่มก่อน เพราะนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความประหม่อน้อยหรือไม่มีเลย เมื่อเสนอปัญหาของเขาต่อกลุ่ม แต่จะประหม่อน้อยถ้าต้องเสนอข้อข้องใจต่อนักเรียนทั้งชั้น
3. การเรียนแบบกลุ่มจะช่วยลดปัญหาเรื่องระเบียบวินัย

4. การเรียนแบบกลุ่มจะส่งเสริมสร้างความสามัคคี การรู้จักรับผิดชอบหน้าที่ของตนต่อกลุ่ม

5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักอภิปรายรายการ เสนอแนะ และการซักถาม ตลอดจนส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนด้วย

เกี่ยวกับเรื่องนี้ บัทมา เทพอัครพงศ์ (2517 : 16-17) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบกลุ่มดังต่อไปนี้

1. นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
2. กิจกรรมนั้นมีความหมายต่อนักเรียน เพราะนักเรียนเลือกเรียนด้วยตนเอง
3. ครูเป็นผู้ทำหน้าที่ประสานงานให้กระบวนการกลุ่มเป็นไปด้วยดีเท่านั้น
4. นักเรียนพยายามค้นพบในสิ่งที่ตนต้องการเรียนด้วยตนเอง
5. นักเรียนให้ความช่วยเหลือกันและกันในหมู่เรียน และทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล
6. นักเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น

✖ นอกจากนี้ สุมิตร คุณานุการ (2523 : 151) ยังได้กล่าวสนับสนุนการเรียนการสอนแบบกลุ่มว่า การเรียนในกลุ่มย่อยจะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มฝึกทักษะในการทำงานร่วมกัน การแสดงความคิดเห็น การหาข้อยุติ และข้อตกลงทางสติปัญญาร่วมกันอีกด้วย

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่ม

การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มนั้น ได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในลักษณะที่เป็นการเปรียบเทียบกับการสอนแบบอื่น ๆ รวมทั้งตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น การวิจัยของพริลลิป (Priellipp. 1976 : 5898-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีเรียนเป็นคณะชนิดที่ให้นักเรียนทำงานเป็นคู่ ๆ (Partner Learning) ได้ทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยกลุ่มทดลองเรียนแบบทำงานเป็นคู่ มีการอภิปรายและปรึกษาหารือในการทำงานร่วมกัน กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ พบว่านักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเป็นคณะ โดยเฉพาะนักเรียนเกรด 6 ทำให้เรียนเนื้อหาได้มากขึ้น มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ ครูผู้สอนยังชอบการที่ให้นักเรียนเรียนเป็นคณะเช่นกัน เกี่ยวกับ การเรียนแบบกลุ่มกับการเรียนรายบุคคลนั้น วิลเลียมส์ (Williams. 1980 : 578-A) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบค้นพบของการเรียนแบบกลุ่มย่อย และการเรียนแบบรายบุคคล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและทัศนคติของนักศึกษาระดับวิทยาลัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ด้านทัศนคตินั้น นักศึกษาที่เรียนเป็นกลุ่มย่อยมีทัศนคติที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่เรียนแบบรายบุคคลจะมีทัศนคติที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในการเปรียบเทียบทัศนคติทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

ในปี 1981 อัล ฟาเล (Al-Faleh, 1981 : 1083-1084-A) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยการบรรยาย-สาธิต และการสอนโดยแบ่งกลุ่มทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 11 กลุ่มหนึ่งเรียนด้วยวิธีแบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มละ 4 คน อีกกลุ่มหนึ่งเรียนด้วยวิธีบรรยาย-สาธิต ผลการวิจัยสรุปได้ว่า กลุ่มที่เรียนโดยแบ่งกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีบรรยาย-สาธิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เจตคติต่อการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และต่อมาอีเลียส (Elias, 1982 : 3537-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยให้เพื่อนช่วยสอนกับที่เรียนกับครูตามปกติในวิชาภาษาเกี่ยวกับการเขียนเรียงความเรื่องเดียวกัน หลังจากเรียนแล้วนำมาเปรียบเทียบคุณภาพด้านการเขียน พบว่านักเรียนที่เรียนโดยให้เพื่อนช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนกับครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีลีลาในการเขียนดีกว่าและมีข้อผิดพลาดในการเขียนน้อยกว่ากลุ่มที่มีครูสอนตามปกติ

สำหรับในประเทศไทย ก็มีการวิจัยในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มอยู่บ้าง เช่น การวิจัยของวรรณาทองชัยปิติ (2520 : 65-67) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีการเรียนเป็นคณะกับการเรียนตามปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนเป็นคณะสูงกว่า กลุ่มที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้ สุกัน เทียนทอง (2527 : 67-72) ( ก็ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยครู กลุ่มเพื่อน และศึกษาด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยกลุ่มเพื่อนได้ผลไม่แตกต่างจากการสอนโดยครูและศึกษาด้วยตนเอง ส่วนนิตยา ปานทิพย์ (2527 : 58-62) ได้ทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทยและความตั้งใจเรียนภาษาของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 โดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่ม และไม่ใช่แบบฝึก พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเป็นกลุ่มมีความสามารถในการอ่านภาษาไทย และความตั้งใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่

ใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล และกลุ่มที่ไม่ได้ใช้แบบฝึก แต่เมื่อเปรียบเทียบการใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และรายบุคคลในการเตรียมความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก ผลการวิจัยกลับพบว่า ความพร้อมทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมการแข่งขัน และเป็นรายบุคคลไม่แตกต่างกัน (เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. 2525 : 57-61)

การวิจัยเปรียบเทียบการเรียนแบบกลุ่มกับแบบรายบุคคล โดยที่มีสื่ออื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การวิจัยของเชื่อน เสือคำ (2521 : 72-74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียนภาษาไทย เจตคติเกี่ยวกับภาษาไทย และความคิดสร้างสรรค์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีแนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามลำพัง วิธีแนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มย่อย และวิธีสอนแบบเดิม โดยให้เรียนจากสื่อการเรียนในชุดการเรียนโมดูลวิชาภาษาไทย ผลการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนที่เรียนจากวิธีแนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มย่อยมีผลการเรียนสูงกว่าวิธีเรียนด้วยตนเองตามลำพัง และวิธีสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเจตคติเกี่ยวกับภาษาไทยของนักเรียนที่เรียนจากวิธีการทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ในด้านความคิดสร้างสรรค์พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มย่อยมีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยตนเองตามลำพังและวิธีสอนแบบเดิม แต่สำหรับการวิจัยของเสียง ชูสกุล (2525 : 44-47) ซึ่งได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนเป็นกลุ่มและเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้บทเรียนโมดูล และการเรียนตามแผนการสอนของ สสวท. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพบว่าการเรียนเป็นกลุ่มและการเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการเรียนตามแผนการสอนของ สสวท. มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสนใจไม่แตกต่างกัน ซึ่งการวิจัยนี้สอดคล้องกับการวิจัยของนางลักษณ์ น้ำผุด (2526 : 54-56) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนที่เรียนกับบทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคลไม่แตกต่างกัน

อาจกล่าวได้ว่า งานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย เกี่ยวกับการเรียนการสอนเป็นกลุ่มนั้น ไม่ว่าจะมิลักษณะเช่นใด จะเห็นได้ว่าให้ผลดีกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดก็ไม่แตกต่างจากการเรียนแบบรายบุคคล

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย

การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เริ่มเป็นที่สนใจกันมาตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 แต่จนบัดนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ยังมิได้พัฒนาไปเท่าที่ควรเลย (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 206) และในด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็พอมิให้เห็นกันอยู่บ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในต่างประเทศ และจากการที่การเรียนการสอนในลักษณะที่เป็นกลุ่ม จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง ตลอดจนทัศนคติที่ดีต่อการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ดังได้กล่าวแล้วนั้น จึงได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อยขึ้นมา โดยได้เปรียบเทียบกับการสอนเป็นรายบุคคล ตลอดจนศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น ขนาดของกลุ่ม ทัศนคติ ความคงทนในการเรียนรู้ อัตราการเรียนรู้ ผลงาน พฤติกรรม บุคลิกภาพ วิธีการเรียน ดังเช่น งานวิจัยของ สมิท (Smith. 1985 : 72-A) ซึ่งได้ศึกษาวิธีการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบคือ เรียนกับคอมพิวเตอร์คนเดียวและเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 2 ในรัฐยูทาห์ตอนใต้จำนวน 6 ห้องเรียน โดยให้กลุ่มควบคุม 3 ห้องเรียนเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคนเดียว ส่วนกลุ่มทดลองอีก 3 ห้องเรียนเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน บทเรียนที่ใช้เป็นบทเรียนเรื่องเดียวกันทั้งสองกลุ่ม แล้วเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคนเดียว และกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย ไม่แตกต่างกัน และในปีเดียวกัน สพอลดิง (Spaulding. 1985 : 1949-A - 1950-A) ได้ประเมินคุณภาพการเรียนในหลักสูตรการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลงาน พฤติกรรม และทัศนคติต่อการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีการเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คนและเรียนเป็นคู่หรือเรียนคนเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และ 8 ที่เรียน วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จำนวน 97 คน กลุ่มทดลองจะเรียนจากคอมพิวเตอร์กลุ่มละ 3 คน ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนเป็นคู่หรือเรียนคนเดียว ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมและทัศนคติของผู้เรียน แต่พบความแตกต่างของผลงานจากวิธีการเรียนทั้งสองแบบ จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรม และทัศนคติของผู้เรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย 3 คน ไม่แตกต่างจากการเรียนเป็นคู่หรือเรียนคนเดียว แต่การเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คนจะมีผลงานดีกว่าอีกวิธีหนึ่ง

เดอร์นิน (Durnin. 1985 : 3530-A) ได้ศึกษาผลกระทบจากขนาดของกลุ่ม ที่มีต่อ ปฏิสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขนาดของกลุ่มที่ใช้ ในการทดลองคือ เรียนคนเดียว สองคน สามคน และสี่คน โดยใช้การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน แบบทดสอบ และให้ผู้เรียนตอบคำถามจำนวน 2 ข้อ ผลการศึกษพบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย มีส่วนเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียน ส่วนการเรียนในกลุ่มขนาดต่างๆ ไม่ เป็นผลเสียต่อกิจกรรมการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน เดอร์นินให้ข้อเสนอแนะว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยกลุ่มขนาด 4 คน จะเป็นกลุ่มที่มี ขนาดใหญ่เกินไป และงานวิจัยของคาร์น (Carnes. 1985 : 1241-A) ซึ่งศึกษาผลของการใช้ แอดวานซ์ออร์แกนไนเซอร์ (Advanced organizers) และขนาดของกลุ่ม ที่มีผลกระทบต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และอัตราการเรียน ของผู้เรียนที่เรียนจาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ละกลุ่มมีขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 4 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับไฮสคูล ที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำนวน 100 คน หลังจากทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว 2 สัปดาห์ กลุ่ม ตัวอย่างจะได้รับการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ ส่วนอัตราการเรียน จะพิจารณาจากเวลาที่ ผู้เรียนใช้ในการเรียนให้บรรลุผล 90% ของแต่ละบทเรียน ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างจากการ ใช้และไม่ใช้แอดวานซ์ออร์แกนไนเซอร์ และขนาดของกลุ่มไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ คงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนแตกต่างกัน แต่มีผลทำให้อัตราการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกัน

✱ ในปีต่อมา เบลโลว์ (Bellows. 1986 : 292-A) ได้ศึกษาถึงเรื่องขนาดของกลุ่ม โครงสร้างของกลุ่ม และปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนในการเรียนสังคมศึกษาจากคอมพิวเตอร์ โดยได้ ศึกษาจากเด็กนักเรียนเกรด 2 จำนวน 66 คน นำมาจัดกลุ่มให้เรียนคนเดียว สองคน และสามคน ผลการวิจัยในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนจะได้รับความรู้ทางด้านสังคมศึกษามากขึ้น และกลุ่มที่เรียนสามคน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และพบข้อสรุปว่า นักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่ม ย่อยนั้น จะได้ผลดีเท่าเทียมกับการเรียนคนเดียว การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยจะ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เกิดแรงจูงใจและได้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระตือรือร้น

ส่วนในประเทศไทย ก็ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย อยู่บ้าง โดยได้เปรียบเทียบกับการสอนแบบรายบุคคล และมีตัวแปรด้านอื่น เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

เช่นบุคลิกภาพของผู้เรียน วิธีการเรียน ได้แก่ งานวิจัยของมานะ ออพานิชกิจ (มานะ ออพานิชกิจ. 2530 : 38) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและเรียนแบบเป็นกลุ่มย่อย 3 คน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนแบบรายบุคคลโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งคือ งานวิจัยของเจษฎา ชนะโรค (เจษฎา ชนะโรค. 2530 : 41) ซึ่งได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับวิธีการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยตัวแปรด้านวิธีการเรียนก็คือ การเรียนแบบรายบุคคล กับ การเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คน ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า ผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยวิธีเรียนเป็นกลุ่มย่อย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนตามลำพังคนเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

✕ จากการศึกษาเอกสารและผลการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จะเห็นได้ว่า คอมพิวเตอร์นั้นเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสูงมากอย่างหนึ่ง และจะช่วยให้ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นระดับใด เกิดการเรียนรู้ได้ดี เพราะนอกจากคุณสมบัติที่ดีของเครื่องมือชนิดนี้ในการสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนแล้ว ในด้านที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ตลอดจนทัศนคติของผู้เรียน ผู้สอน คอมพิวเตอร์ก็ยังเป็นสื่อที่เอื้อในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าปัญหาในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าจะให้ผลดีที่สุด เมื่อผู้เรียนหนึ่งคนเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง จะเป็นการสร้างนิสัยการเป็นตัวของตัวเองมากเกินไป (Individualism) ทำให้ไม่รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ขาดพัฒนาการด้านสังคม แต่ปัญหานี้ก็สามารถขจัดไปได้ด้วยการจัดให้มีการเรียนในลักษณะกลุ่มย่อยโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การที่กระทรวงศึกษาธิการ ได้บรรจุหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์เข้าไปในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตั้งแต่ปี 2528 เป็นต้นมา โรงเรียนต่างๆ หลายโรงเรียน ทั้งในกรุงเทพมหานคร และต่างจังหวัดก็ได้พยายามจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาใช้ในการจัดการศึกษา รวมทั้งเพื่อการเรียนการสอน แต่เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นปริมาณของเครื่องกับจำนวนนักเรียนที่ต้องเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ จึงมีสัดส่วนที่ไม่สมดุลย์กัน จากการสำรวจสภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา พบว่าโรงเรียนส่วนใหญ่จะให้

นักเรียนรู้ปฏิบัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในอัตราส่วน 1-2 คน และ 3-4 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง ประกอบกับงานวิจัยที่พบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อยจะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่ไม่แตกต่างจากการเรียนแบบรายบุคคล และยังได้ผลที่ดีกว่าในบางงานวิจัยอีกด้วย นอกจากนี้คำกล่าวของ Simmel ที่ว่า " ไม่มีความสัมพันธ์ใดจะสมบูรณ์ในการรวมกลุ่มกัน 3 คน เพราะไม่คนใดคนหนึ่งจะถูกแบ่งออกจากอีก 2 คนว่าเป็นตัวเล็อก (Intruder)...." หรือที่ว่ากลุ่มยิ่งใหญ่เท่าใด ก็จะทำให้สมาชิกในกลุ่มมีความรู้สึก ว่า "ทำไปก็เท่านั้น ไม่เห็นใครมาเอาใจใส่ ....คนซึ่งเกียจในกลุ่มใหญ่ จะถูกบังคับได้ดีกว่าในกลุ่มเล็ก " ผู้วิจัยจึงเห็นว่า น่าที่จะได้มีการวิจัยเพื่อหาคำตอบว่า ขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อยนั้น ควรจะมีขนาดเท่าใด หรือว่าขนาดของกลุ่มที่ต่างกัน ในการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย จะมีผลการเรียนรู้ที่ต่างกันอย่างไร เพื่อจะได้แนวทางในการกำหนดขนาดของกลุ่มที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย

#### สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน คือ ขนาดกลุ่มละ 2 คน 3 คนและ 4 คน จะมีผลการเรียนรู้แตกต่างกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นคือ

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน ซึ่งยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องไฟฟ้ากระแสสลับก่อน ทำการคัดเลือกมาจากนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์จำนวน 132 คน ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้ากระแส นำเด็กนักเรียนจำนวน 90 คนที่มีคะแนนสอบใกล้เคียงกันมาจัดเป็น 3 กลุ่มทดลอง ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยให้กลุ่มทดลอง 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน ใช้นักเรียนจำนวน 20 คน, กลุ่มทดลอง 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน ใช้นักเรียนจำนวน 30 คน และกลุ่มทดลอง 3 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน ใช้นักเรียนจำนวน 40 คน กลุ่มทดลองทั้ง 3 ลักษณะนี้จะมีอย่างละ 10 กลุ่ม รวบรวมข้อมูลและหาค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดพื้นฐานความรู้ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแปรปรวนของคะแนน ดังแสดงผลไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการวัดพื้นฐานความรู้ เรื่องไฟฟ้ากระแส

| กลุ่มตัวอย่าง \ ค่าสถิติ | N  | $\bar{X}$ | $S^2$ | S    |
|--------------------------|----|-----------|-------|------|
| 1                        | 20 | 13.05     | 0.84  | 0.92 |
| 2                        | 30 | 13.10     | 0.37  | 0.61 |
| 3                        | 40 | 12.88     | 0.96  | 0.98 |

จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) ซึ่งพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือกลุ่มทดลองมีพื้นฐานความรู้ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการวัดพื้นฐานความรู้ เรื่องไฟฟ้ากระแส

| ที่มา                    | d.f. | SS    | MS   | F    |
|--------------------------|------|-------|------|------|
| ระหว่างกลุ่ม ( Between ) | 2    | 0.28  | 0.14 | 0.29 |
| ภายในกลุ่ม ( Within )    | 27   | 12.96 | 0.48 |      |

F. table (2,27) .01 = 5.49

.05 = 3.35

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่จะต้องใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทดสอบวัด

พื้นฐานความรู้เรื่องไฟฟ้ากระแส และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีวิธีการได้มาและขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### 1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มาโดยการติดต่อขอสำเนาโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ได้สร้างไว้ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องกระแสไฟฟ้า, แหล่งกำเนิดไฟฟ้า, การนำกระแสไฟฟ้า, กฎของโอห์มและความต้านทาน, แรงเคลื่อนไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า ส่วนตอนที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และโอห์มมิเตอร์, พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า, พลังงานความร้อน, วงจรและเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว. 025) เรื่องไฟฟ้ากระแส จากหนังสือแบบเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3 ออกแบบบทเรียนตามวิธีการของการสร้างบทเรียนโปรแกรม โดยให้มีภาพ เสียง เนื้อหาความสนใจให้แก่นักเรียน

1.4 เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามที่ได้ออกแบบไว้

1.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 15 คน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วยตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

**หมายเหตุ** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้เป็นวิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สร้างโดยอาจารย์ณัฏฐ์ อนันตรศิริชัยเมื่อปี พ.ศ. 2529 และได้ผ่านการตรวจสอบจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) แล้วว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถใช้ประกอบการสอนได้

#### 2. แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เรื่อง"ไฟฟ้ากระแส"

2.1 ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาของบทเรียน จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา โดยยึดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นหลัก จำนวน 30 ข้อ

2.2 นำแบบทดสอบไปให้ครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลตรวจ เพื่อดูว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และมีประสิทธิภาพหรือไม่ จากนั้นจึงนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

### 3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

3.1 ผู้วิจัยศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ และการเขียนข้อสอบจากหนังสือการวัดและประเมินผลการศึกษา (อนันต์ ศรีโสภณ. 2524 : 1-139) เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ (ชวาล แพร่ตกุล. 2520 : 11-210)

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของบทเรียนที่ใช้ในการทดลอง แล้วสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.3 เขียนข้อสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เคยเรียนเนื้อหาแล้ว จำนวน 100 คน ตรวจให้คะแนนโดยให้ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

3.5 นำคะแนนจากข้อ 3.4 มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบเทคนิค 27% และเปิดตารางสำเร็จของ จุง เทห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 179-188)

3.6 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (วิเชียร เกตุสิงห์. 2530: 103-104) ได้ข้อสอบจำนวน 60 ข้อ โดยข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .30 - .79 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .22 - .75 รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ.

3.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน KR-20 (อนันต์ ศรีโสภณ. 2521 : 252-265) ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ปรากฏผลดังตาราง 3

3.8 แบ่งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ออกเป็น 2 ตอน ตอนละ 30 ข้อ โดยตอนที่ 1 จะครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอนที่ 1 ส่วนตอนที่ 2 จะครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตอนที่ 2 ตามลำดับ

ตาราง 3 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

| N   | K  | $\bar{X}$ | $S^2$ | rtt | p         | r         |
|-----|----|-----------|-------|-----|-----------|-----------|
| 100 | 60 | 41.39     | 30.59 | .56 | .30 - .79 | .22 - .75 |

การดำเนินการทดลอง

แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN) (สุรพล อุปติสสกุล. 2521 : 47-54)

ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องเรียนที่ใช้ในการทดลอง
2. อธิบายให้นักเรียนรู้จักวิธีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อย่างง่าย ๆ แล้วแจ้งจุดมุ่งหมายในการเรียนและเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลอง กล่าวคือนักเรียนจะปรึกษาหารือในเรื่องการเรียนกันได้ในระหว่างกลุ่มของตนเองเท่านั้น

3. ดำเนินการทดลอง โดยให้นักเรียนจัดกลุ่มตามขนาดที่กำหนด และเนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์มีจำนวนจำกัดคือมีเพียง 10 เครื่อง จึงต้องแบ่งเวลาให้กลุ่มทดลองเรียนตามลำดับดังนี้

- 3.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งเรียนโดยมีขนาดของกลุ่ม 2 คน เรียนก่อน
- 3.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเรียนโดยมีขนาดของกลุ่ม 3 คน เรียนลำดับที่ 2
- 3.3 กลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งเรียนโดยมีขนาดของกลุ่ม 4 คน เรียนลำดับที่ 3

กลุ่มทดลองทั้ง 3 ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำดับ ทีละตอนจนจบบทเรียน ใช้เวลาตามความสามารถของกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มทดลองใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนตอนละประมาณ 3 คาบ เมื่อศึกษาบทเรียนจบในแต่ละตอน นักเรียนทุกคนจะได้รับการทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันที รวมเวลาในการศึกษาบทเรียน 6 คาบ และเวลาในการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้อีกตอนละ 45 นาที รวมเวลาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 2 สัปดาห์

#### 4. รวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

##### การวิเคราะห์ข้อมูล

##### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนน โดยคำนวณจากสูตร (ส่วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 59-62)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 ค่าความแปรปรวน (Variance) ของคะแนน โดยคำนวณจากสูตร (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 62-64)

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

เมื่อ  $S^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว ยกกำลังสอง

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ซึ่งคำนวณจากสูตร (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

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

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$p$  แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = จำนวนคนที่ทำถูก/จำนวนคนทั้งหมด

$q$  แทน  $1 - p$

$s_t^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

$t$

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบองค์ประกอบเดียว (One Way Analysis of Variance) โดยการหาค่า F ด้วยวิธีการตามตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

| ที่มา                                  | d.f.       | SS                                       | MS                                | F     |
|----------------------------------------|------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| จำนวนกลุ่มหรือบล็อก<br>Replications(R) | r-1        | $\frac{R_1^2 + \dots + R_r^2}{t} - C.F.$ | $\frac{(R)SS}{t-1} = M3$          | M3/M1 |
| สิ่งทดลองหรือ<br>Treatments(T)         | t-1        | $\frac{T_1 + \dots + T_t}{r} - C.F.$     | $\frac{(T)SS}{r-1} = M2$          | M2/M1 |
| Error(R*T)                             | (R-1)(T-1) | TotalSS-(R)SS-(T)SS                      | $\frac{ErrorSS}{(t-1)(r-1)} = M1$ |       |
| Total                                  | tr-1       | $\sum (Each\ value)^2 - C.F.$            |                                   |       |

เมื่อ t คือ จำนวนสิ่งทดลอง

r คือ จำนวนบล็อก

C.F. คือ ( ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง )<sup>2</sup> / จำนวนหน่วยการทดลองทั้งหมด

(สรุป อุดิสิก. 2521 : 52)

#### บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน เพื่อให้การแปลความหมายและการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

|           |                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| $\bar{X}$ | แทนค่าเฉลี่ยของคะแนน                                                           |
| SS        | แทน Sum of Square                                                              |
| MS        | แทน Mean Squares                                                               |
| df        | แทน Degree of freedom                                                          |
| F         | แทน ค่าสถิติในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลอง |
| LSD       | แทน ค่าสถิติในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้เป็นรายคู่        |

#### การจัดกระทำกับข้อมูล

หลังจากการทดลองและทดสอบผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจคะแนนผลการทดสอบ แล้วทำการหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของผลการเรียนรู้

| คะแนนของแต่ละBlock<br>(Replications) | กลุ่มทดลอง (Treatment) |          |          | ผลรวมของแต่ละ Block |
|--------------------------------------|------------------------|----------|----------|---------------------|
|                                      | 1 (2 คน)               | 2 (3 คน) | 3 (4 คน) |                     |
| 1                                    | 48.50                  | 38.00    | 38.75    | 125.25              |
| 2                                    | 45.50                  | 39.00    | 38.00    | 122.50              |
| 3                                    | 41.00                  | 40.00    | 38.25    | 119.25              |
| 4                                    | 47.00                  | 38.67    | 34.50    | 120.17              |
| 5                                    | 43.00                  | 47.33    | 34.50    | 124.83              |
| 6                                    | 48.50                  | 42.67    | 43.75    | 134.92              |
| 7                                    | 41.50                  | 40.33    | 37.50    | 119.33              |
| 8                                    | 39.50                  | 43.00    | 38.25    | 120.75              |
| 9                                    | 41.50                  | 43.67    | 37.75    | 122.92              |
| 10                                   | 45.50                  | 44.00    | 41.00    | 130.50              |
| ผลรวมของTreatment                    | 441.50                 | 416.67   | 382.25   | 1240.42             |
| ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$                  | 44.15                  | 41.67    | 38.23    | 41.35               |

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัันนั้น ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยมีขนาดของกลุ่มต่างกัน มีความแตกต่างกัน คือกลุ่มที่เรียนโดยมีขนาดของกลุ่ม 2 คน มีผลการเรียนรู้สูงสุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่เรียนโดยมีขนาดของกลุ่ม 3 คน และ 4 คนตามลำดับ และเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ของผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ดังแสดงไว้ในตาราง 6

2. ทดสอบความแตกต่างของผลการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้

| ที่มา                    | df | SS     | MS    | F      | F.table          |
|--------------------------|----|--------|-------|--------|------------------|
| กลุ่มทดลอง (Treatment)   | 2  | 176.23 | 88.12 | 9.67** | f(2, 18).01=6.01 |
| คะแนนของแต่ละซ้ำ (Block) | 9  | 78.92  | 8.77  | 0.96   |                  |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 ปรากฏว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน จะทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน เพื่อที่จะทดสอบว่ามีความแตกต่างกันเป็นอย่างไร ผู้วิจัยจึงใช้ค่า Least Significant Difference (LSD) ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้เป็นรายคู่ ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตาราง 7

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้จากการเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน เป็นรายคู่ ปรากฏผลดังตาราง 7



### บทย่อ สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน

#### สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่ม 2 คน, 3 คน และ 4 คน จะมีผลการเรียนรู้ต่างกัน

#### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน ซึ่งยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องไฟฟ้ากระแสสลับมาก่อน ทำการคัดเลือกมาจากนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์จำนวน 132 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เรื่องไฟฟ้ากระแส นำนักเรียนที่มีคะแนนใกล้เคียงกันมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยกลุ่มทดลอง 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน กลุ่มทดลอง 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน และกลุ่มทดลอง 3 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มทดลองจะเรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 10 เครื่อง นั่นคือ กลุ่มทดลอง 1 จะมีนักเรียน 20 คน กลุ่มทดลอง 2 จะมีนักเรียน 30 คน และกลุ่มทดลอง 3 จะมีนักเรียน 40 คน รวมทั้งหมด 90 คน

2. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้ากระแส

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- 3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ไฟฟ้ากระแส
- 3.2 แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เรื่องไฟฟ้ากระแส จำนวน 30 ข้อ
- 3.3 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 60 ข้อ
- 3.4 เครื่องคอมพิวเตอร์

4. การดำเนินการทดลอง ในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มกลุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) โดยให้กลุ่มทดลอง 1 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน กลุ่มทดลอง 2 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน และกลุ่มทดลอง 3 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน เรียนเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้ากระแส จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื้อหาถูกแบ่งย่อยออกเป็น 2 ตอน เมื่อเรียนจบบทเรียนในแต่ละตอน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันที ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 2 สัปดาห์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าสถิติพื้นฐานจากนั้นทำการทดสอบสมมติฐาน โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ ในระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสาม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) ตามแบบแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design และเนื่องจากพบว่ามีค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้เป็นรายคู่ โดยใช้ค่า LSD (Least Significant Difference)

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่ม 2 คน, 3 คนและ 4 คน มีผลการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน ไม่แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน

3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### อภิปรายผล

1. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่ม 2 คน, 3 คนและ 4 คน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิก 2 คน ดูเหมือนว่าจะเป็นกลุ่มที่มั่นคง มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและสนิทสนมคุ้นเคยกันจนเกือบจะมิได้คำนึงว่าใครเป็นสมาชิกของกลุ่ม แต่กลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิก 3 คน มีแนวโน้มที่จะแตกแยกเป็น 2 และเหลืออีก 1 คนจะมีลักษณะเป็นคนวงนอกไป (Outsider) (จันทิกภา ลิ้มปิเจริญ. 2522 : 37-38) และการเพิ่มขนาดของกลุ่ม ยังเป็นการนำเอาพลังที่ขัดกันต่อการกระทำและผลผลิตของกลุ่มเข้ามาด้วย (โยธิน คันสนยุทธ. ม.ป.ป. : 135) และจากการสังเกตของผู้วิจัยในขณะที่ทำการทดลอง พบว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน จะมีบรรยากาศทางการเรียนมาก กล่าวคือผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนมาก ซึ่งเป็นเพราะว่าเขาได้มีโอกาสมิปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง เช่น การเลือกคำตอบ การเลือกเนื้อหา แต่ในกลุ่มที่เรียนกับเครื่อง 3 คน เริ่มมีปัญหาในเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์คือ บางกลุ่มจะมีคนที่ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงคนเดียว แม้ว่าเขาจะพยายามแบ่งกันมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน แต่ก็ยังไม่ทั่วถึง จึงทำให้ช่วงความสนใจไม่นานเท่าที่ควร และในกลุ่มที่มีผู้เรียน 4 คนต่อเครื่อง ยิ่งพบว่ามีปัญหามากในการทำกิจกรรมการเรียน คือผู้เรียน 2 คนหรือ 3 คนเท่านั้นที่ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนอีก 1 คนหรือ 2 คน จะไม่ค่อยมีโอกาสมิปฏิสัมพันธ์กับเครื่อง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เขาเรียนไม่รู้เรื่องเท่าที่ควร ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน กล่าวคือกลุ่มย่อย 2 คน, 3 คนและ 4 คน จะมีผล

ทำให้ผลการเรียนรู้แตกต่างกัน

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน ไม่แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน ผลการวิจัยในข้อนี้ อาจมีสาเหตุที่สอดคล้องกับ การศึกษาของสมิธและเฮย์ธอร์น (Smith & Haythorn) ซึ่งพบว่า กลุ่มขนาด 2 คนและ 3 คน จะแสดงความเครียดและความเกลียดชัง (อัน เป็นเหตุการณ์หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกลุ่ม) เท่า ๆ กัน (โยธิน คັນสนยุทธ. ม.ป.ป. : 133; อ้างอิงมาจาก Smith & Haythorn. 1972 : unpagged) และยังสอดคล้อง กับผลการวิจัยของสพอลดิง (Spaulding. 1984 : 1949-A - 1950-A) ซึ่งได้ประเมินคุณภาพ การเรียนในหลักสูตรการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เมื่อเปรียบเทียบ การเรียน ผลงาน พฤติกรรมการเรียน และทัศนคติ ต่อการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวิธี การเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คน กับเรียนเป็นคู่หรือเรียนคนเดียว กลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ กลุ่มละ 3 คน ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนเป็นคู่หรือเรียนคนเดียว ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่าง ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการเรียนและทัศนคติของผู้เรียน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าผล การวิจัยในครั้งนี้ สนับสนุนผลการวิจัยของสพอลดิง การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะ กลุ่มย่อยซึ่งมีขนาดของกลุ่ม 2 คนหรือ 3 คน จึงใช้ได้ผลดีไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าหากต้องการลดค่า ใช้จ่ายในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจัดสภาพการเรียน ในอัตราส่วนนักเรียนไม่เกิน 3 คนต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขณะที่ขนาดของสมาชิกกลุ่มเพิ่มขึ้น จะแสดงถึงความไม่ลงรอย กันและความเป็นปฏิปักษ์ต่อกันเพิ่มขึ้น (โยธิน คันสนยุทธ. ม.ป.ป. : 133; อ้างอิงมาจาก O'Dell. 1968 : unpagged) และประสิทธิภาพของกลุ่มตามปกติจะลดลงตามขนาดของกลุ่มที่เพิ่มขึ้น เมื่อ งานของกลุ่มเป็นแบบ Conjunctive กล่าวคือสมาชิกของกลุ่มแต่ละคน ต้องทำงานให้เสร็จก่อน แล้วกลุ่มจึงจะเริ่มทำงานขั้นต่อไปได้ (โยธิน คันสนยุทธ. ม.ป.ป. : 135-136) ขนาดของกลุ่ม ใหญ่อาจทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ไม่เต็มที่ โอกาสในการศึกษากับเครื่องลดน้อยลง ความสนใจก็จะลด น้อยลงตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้อาจทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน สูงกว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน

4. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการทดลองที่ได้อภิปรายผลแล้วในข้อ 2 และข้อ 3 ซึ่งพบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คนและ 3 คน ไม่แตกต่างกัน แต่ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยขนาดของกลุ่มย่อย 2 คน แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยขนาดกลุ่มย่อย 4 คน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มย่อย 3 คนกับกลุ่มย่อย 4 คน ก็พบว่าผลการเรียนรู้แตกต่างกันด้วย จากลักษณะการนั่งเรียนของผู้เรียน จะเห็นได้ว่านักเรียน 3 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ได้เปรียบกว่าการนั่งเรียนของผู้เรียน 4 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ความเอาใจใส่และความสนใจของกลุ่ม 3 คน จะมีมากกว่ากว่าขนาด 4 คน นอกจากนี้ วิธีการทดลองของผู้วิจัยซึ่งทดลองทีละกลุ่มตามลำดับ อาจเป็นข้อได้เปรียบหากได้มีการซักถามจากเพื่อนที่เรียนก่อนกลุ่มของตน โดยเฉพาะกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งเรียนหลังกลุ่มอื่นๆ แต่ผลการทดลองกลับพบว่ากลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งเรียนเป็นกลุ่มย่อย 4 คนนั้น มีผลการเรียนรู้โดยเฉลี่ยต่ำที่สุด และค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่กลุ่มย่อยขนาด 2 คน

#### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะอันอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจดังนี้

##### 1. ข้อเสนอแนะด้านการเรียนการสอน

1.1 ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างกันในด้านผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน โดยกลุ่มย่อย 2 คนจะมีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มย่อย 4 คน และกลุ่มย่อย 3 คน มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มย่อย 4 คน แต่กลุ่มย่อย 2 คนและ 3 คนนั้นมีผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน นั่นคือกลุ่มขนาด 2 คน และ 3 คนนั้น ไม่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ดังนั้นโรงเรียนต่างๆ จึงไม่ควรจัดสถานการณ์เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีขนาดของกลุ่มเกิน 3 คน เพราะถ้ามากกว่านี้แล้ว จะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้

1.2 หน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาทั้งของรัฐและเอกชน ควรส่งเสริมให้มีการผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเนื้อหาวิชาต่างๆ ที่เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียน เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย หรือเป็นรายบุคคล อันจะเป็นการช่วยสนับสนุนให้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างแพร่หลายมากขึ้น

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาความแตกต่างในด้านอื่น ๆ ของผู้เรียนเช่น ทักษะคิดของผู้เรียน ระดับสติปัญญา บุคลิกภาพของผู้เรียน เพศ หรือตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรด้านเนื้อหาวิชา ระดับชั้นของผู้เรียน ซึ่งอาจมีผลต่อการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย

2.3 ควรมีการศึกษาบทเรียนที่เหมาะสมกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กมล สุดประเสริฐ. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษาในอนาคต," การสัมมนาคอมพิวเตอร์กับการศึกษา คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2526. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กำพล ดำรงวงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- เชือน เสือคำ. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียนรู้ภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธี แนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามลำพัง วิธีแนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มย่อย และวิธีสอนแบบเดิม. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.
- ✓ ครรชิต มาลัยวงศ์. "มารู้จักเพลโตกันเถอะ," ประชาศึกษา. 35 ( เมษายน 2528 ) : 8-15
- ✓ จันทิภา ลิ้มปิเจริญ. กระบวนการกลุ่มในการเรียนการสอน. ภูเก็ต : ภาควิชาจิตวิทยาและแนะแนว วิทยาลัยครูภูเก็ต, 2522.
- ✓ เจษฎา ชนะโรค. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับวิธีการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี. ปริญญานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.
- ฉลอง ภิรมย์รัตน์. กระบวนการกลุ่ม. ภูเก็ต: วิทยาลัยครูภูเก็ต, 2521.
- ✓ ชาวล แพร่ตกุล. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษร, 2520.
- ณรงค์ บุญมี. "การใช้คอมพิวเตอร์ในกระบวนกรศึกษาธิการ : MIS / CE / CAI," ใน รายงานการประชุมวิชาการ เรื่องการนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สสวท, 2529.
- ✓ ทนัย อภิชาติเสนีย์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- ทวีป อภิลิทธิ. "กระบวนการกลุ่มกับการเรียนการสอน," มิตรครู. 27 (9) : 45-47 พฤษภาคม 2528.
- ✓ ทักษิณา สวานานนท์. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," คอมพิวเตอร์รีวิว. 3 (กันยายน 2529) : 56-67 ----- . คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2530.
- ✓ ทิศนา แชมมณี และคนอื่นๆ. กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1. กรุงเทพฯ : บุรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.
- นางลักษณ์ น้ำผุด. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง "ความรุ่งเรืองของอาณาจักรสุโขทัย" ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปเป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526. อัดสำเนา.
- ✓ นิตยา กาญจนวรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," วารสารรามคำแหงฉบับมนุษยศาสตร์เล่ม 1. 9 (1) : 78-85; 2526.
- ✓ นิตยา ปานทิพย์. การทดลองอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตบดินทรนิมุข มหาเมฆ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ✓ นิพนธ์ ศุภปรีดี. "ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา," วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษา สหประชาชาติ. 15 (5) : 40-47; กันยายน - ตุลาคม 2526.
- ปัทมา เทนอัคนวงศ์. การสอนอ่านเอาเรื่องด้วยกระบวนการกลุ่ม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- ประสิทธิ์ สารวิ. ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ✓ เป็รื่อง กุมุท. สื่อสำเร็จรูปเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ผดุง อารยะวิญญู. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2527.

- มานะ ออพานิชกิจ. ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่ม โดยให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปรินทิพไนท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. "อัดสำเนา.
- ✓ ยืน ภู่วรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," ใน รายงานการสัมมนาบทบาทของเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต. นิสิตปริญญาโท โสภิตศึกษา 2528 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. "อัดสำเนา.
- ✓ ยืน ภู่วรรณ และประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน นิลิกส์," วิทยาศาสตร์. 40(11) : 563-569; พฤศจิกายน 2529.
- โยธิน คันสนยุท. ผลวัดกลุ่ม. กรุงเทพฯ : โครงการเอกสารทางวิชาการ ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ม.ป.ป.
- ✓ เยาวภา เดชะคุปต์. "ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์สำหรับการสอน," ใน กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บุรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.
- ✓ เรืองเดช วงศ์หล้า. "คอมพิวเตอร์กับการแก้ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์," นักจิตวิทยาอีสาน. 1(4-5) : 97-104 ; ตุลาคม 2528 - มีนาคม 2529.
- ✓ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.
- วรรณา ดวงชัยปิติ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีเรียนเป็นคณะกับเรียนเป็นชั้นปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520. "อัดสำเนา.
- วารินทร์ รัตนิพนธ์. "คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," จันทร์เกษม. 159 : 4-11 ; มีนาคม - เมษายน 2524.
- . "คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," วิทยบริการ. 4(1) : 69-76 ; กันยายน 2525.
- ✓ วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. 2530.
- วินิจ เกตุขำ และชาญชัย ศรีไสยเพชร. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2522.

- วีระ ไทยพานิช. 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว.025. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2529
- สมร ดันลิตย. "การสอนแบบ Team Learning - การเรียนเป็นทีม," วารสารสามัญศึกษา. 11 (มิถุนายน 2517) : 19-24
- ✓ สมชัย ชินะตระกูล. "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์," ข่าวสารวิจัยการศึกษา. 8(5) : 4-7 ; มิถุนายน - กรกฎาคม 2528.
- สามัญศึกษา, กรม. เอกสารวิเคราะห์สภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัด กรมสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, มกราคม 2530. อัดสำเนา.
- สุกัน เทียนทอง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยครู กลุ่มเพื่อน และศึกษาด้วยตนเอง. ปรินทูปานนท์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาวิทยาการสอน (Instructional Science) หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ : บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977) จำกัด, 2525.
- สุพร ชัยเดชสุริยะ. "มาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนประถมกันเถิด," จันทร์เกษม. 189 : 26-29 ; มีนาคม - เมษายน 2529.
- สุมิตร คุณานุภร. หลักสูตรและการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : บริษัทคึกคักสยาม จำกัด, 2523.
- ✓ สุรพล อุดิสสกุล. สถิติการวางแผนการทดลองขั้นต้น. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521.
- ✓ เสียง ชูสกุล. การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์จากการเรียนเป็นกลุ่ม เรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้บทเรียนโมดูลและการเรียนตามแผนการสอน สสวท. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินทูปานนท์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภ. การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2524.
- . หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2521.
- ✓ อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : บริษัทกราฟแมนเพรส จำกัด, 2530.

อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. "การจัดการศึกษาในยุคเทคโนโลยี," จันทร์เกษม. พฤศจิกายน - ธันวาคม 2524, 54-58.

เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. ผลของการใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และรายบุคคลที่มีต่อความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อุดลำนเา.

✓ อำพล สงวนศิริธรรม. "ใช้ไมโครสอนซ่อมเสริม," คอมพิวเตอร์รีวิว. 2(22) 2528 : 118-123.

- Al-Faleh, Nasser Abdulrahman. "Effects of Lecture-Demonstration and Small Group Experimentation Teaching Methods on Saudi Arabian Students' Chemistry Achievement and Attitudes Toward Science Learning," Dissertation Abstracts International. Vol.42 , No.3 : 1083-A - 1084-A, September, 1981.
- Beck, John James. "An Analysis of Student Attitude Toward Computer Assisted Instruction in Nebraska Public High Schools," Dissertation Abstracts International. Vol.40, No.6 : 3006-A, December, 1979.
- Bellows, Barbara Plotkin. "Group Size, Group Structure and Student Interaction in Children's Computer Learning," Dissertation Abstracts International. Vol.48, No.02 : 292-A, August, 1987.
- Carnes, Ernest R. "Microcomputer Tutorial Physics Program with Advanced Organizers Used In Various Size Groups," Dissertation Abstracts International. Vol.46, No.5 : 1241-A, November, 1985.
- Durnin, Robin Geoffrey. "Computer Based Education : A Study of Student Interactions and Achievement in Small Group and Individual Settings" Dissertation Abstracts International. Vol.45, No.12 : 3530-A, June, 1985.
- Elias, Kristina Maria. "A Comparison Between Teacher-Centered and Peer-Centered Methods for Creating Voice in Writing," Dissertation Abstracts International. Vol.42, No. 8 : 3537-A, February, 1982.
- Forman, Denyse. "Search of the Literature," in D. Harpre and J. Stewart (Eds.) Run : Computer Education. California : Brooks / Cole Publishing Company , 1983 : 128-140.
- Friedman, Lucille T. "Programmed Lessons in RPG Computer Programming for New York City High School Seniors. (Volumes I and II)," Dissertation Abstracts International. Vol.35, No.2 : 799-A, August, 1974.

- Hall, Keith A. "Computer - Based Education," in Encyclopedia of Educational Research. 5th ed. Vol.1 : 353-367, ed. by H.E. Mitzel, J.H. Best, and W. Rabinowitz. New York, Free Press, 1982.
- Heinich, Robert; Molenda, Michael and Russell, Jame D. Instructional Media : and the New Technologies of Instruction. New York : John Wiley & Sons , Inc, 1982.
- Insko, Chester A. and John Schopler. Experimental Social Psychology : Text with Illustrative Readings. New York. Academic Press, 1973.
- Johnson, Roger T. ,Johnson, David W. and Stanne , Marry Beth. " Effects of Cooperative , Competitive and Individualistic Goal Structures on Computer-Assisted Instruction," Journal of Educational Psychology. Vol.77, No.6 : 668-677, December, 1985.
- Kemp, Jerold E. Planning and Producing Instructional Media. 5th ed. New York : Harper & Row Publisher Inc, 1985.
- Kuder, G.F. and M.W. Richardson. "The Calculation of Test Reliability Coefficients Based upon the Method of Rational Equivalence," Journal of Educational Psychology. 30 : 681-687; 1939.
- Kulik, James A. "Synthesis of Research on Computer Based Instruction, " Educational Leadership. 41(1) : 19-22; September, 1983.
- Liu, Hsi-Chiu. "Computer -Assisted Instruction in Teaching College Physics," Dissertation Abstracts International. Vol.36, No.3 : 1411-A - 1412-A , September, 1975.
- Mc Lallen, Millard Daniel. " Analysis of the Need and Economic Feasibility for Computer - Assisted Instruction in High Volume Junior College Courses," Dissertation Abstracts International. Vol.36, No.2 : 646-A ,August, 1975.
- Moris , John M. "Computer - Aided Instruction : Toward a New Direction," Educational Technology. Vol.13, No. 5 : 12-15 ; May, 1983.

- Prielipp, Ronald Walter. "Partner Learning in Secondary School Mathematics," Dissertation Abstracts International. Vol.36, No.9 : 5898-A - 5899-A, March, 1976.
- Schuyler, James. A. "Programming Languages for Microprocessor Courseware." Educational Technology. Vol.19, No.10 , 1979 : P 29-35.
- Smith, Roger M. "Effect of Group Size on Computer Learning in Second Grade Students," Dissertation Abstracts International. Vol.32, : 72-A, July, 1984.
- Spaulding, Raymond Roger. "An Evaluation of Computer Programming in a Junior High School Relating Student Grouping to the Quality of Learning," Dissertation Abstracts International. Vol.45, No.7 : 1949-A - 1950-A, January, 1984.
- Spittgerber, Fred. L. "Computer-Based Instruction : A Revolution in the Making?" Educational Technology. Vol 19, No.1 : P 20-26; January 1979.
- Stolurow, Lawrence. M. "Computer-Aided Instruction," in The Encyclopedia of Education. Vol 2, : 390-400, ed. By Lee C. Deighton. New York, Macmillan & Free Press, 1971.
- Summerville, Lorelei Janet. "The Relationship Between Computer-Assisted Instruction and Achievement Levels and Learning Rates of Secondary School Students in First Year Chemistry," Dissertation Abstracts International. Vol.46, No.03 : 603-A, September, 1985.
- Turner, Gwendolyn Yvonne. "A Comparison of Computer-Assisted Instruction and a Programmed Instructional Booklet in Teaching Selected Phonics Skills to Preservice Teachers." Dissertation Abstracts International. Vol.44, No.6 : 1750-A, December, 1983.

Webb, Noreen Marie. "Learning in Individual and Small Group Settings,"  
Dissertation Abstracts International. Vol.38, No.12 : 7248-A,  
June, 1978.

Williams, Paul David. "Discovery Learning : The Differential Effects of  
Small-Group Work and Individual Work on Mathematics Achievement  
and Attitudes of College Students in Remedial Mathematics,"  
Dissertation Abstracts International. Vol.41, No. 02 : 578-A,  
August, 1980.

Young, Carolyn. "Team Learning," The Arithmetic Teacher. Vol.19, No.8 :  
630-634 , December, 1972.

ກາລຸພວກ

**ภาคผนวก ก.**

**ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส**

**รายชื่อ Files ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ไฟฟ้ากระแส**

|       |                |
|-------|----------------|
| A 019 | PHYSICS        |
| A 041 | ELECTRIC       |
| A 053 | GENERATOR      |
| A 033 | GENERATOR 2    |
| A 056 | CONDUCTIVITY   |
| A 040 | CONDUCTIVITY 2 |
| A 046 | OHM            |
| A 050 | OHM 2          |
| A 051 | EMF            |
| A 048 | GALVANOMETER   |
| A 017 | POWER          |
| A 017 | HEAT           |
| A 025 | ELECTRIC LIGHT |

### บทที่ 13 ไฟฟ้ากระแส

- (1) กระแสไฟฟ้า
  - (2) แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
  - (3) การนำกระแสไฟฟ้า
  - (4) กฎของโอห์มและความต้านทาน
  - (5) แรงเคลื่อนไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า
  - (6) แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์
- 

เลือกเลขหน้ากด Y เลือกเลขหน้าต่อไปกด N :\_

โปรดเลือกหมายเลขที่ต้องการ ..... กด RETURN :\_

### กระแสไฟฟ้า

นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับประจุไฟฟ้ามาแล้วในเรื่องไฟฟ้าสถิต คำถามต่อไปนี้จะเป็นการ ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน  
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ

โปรดกด ..... RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

1. ต่อขั้วไฟฟ้าให้ครบวงจร
2. นำวัตถุมาถูกัน
3. ถูกทั้งสองข้อ

คำตอบ คือ \_\_\_\_

( เลือก 1,3 )      ตอบผิด      คำตอบที่ถูกต้องคือ 2

( เลือก 2 )      ตอบถูก

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม แรงระหว่างประจุมีกี่ชนิด

1. หนึ่งชนิดคือ แรงเคลื่อน
2. สองชนิดคือ แรงดูดและแรงผลัก
3. สามชนิดคือ แรงเคลื่อน แรงดูด และแรงผลัก

คำตอบ คือ \_\_\_\_

( เลือก 1,3 )      ตอบผิด      คำตอบที่ถูกคือ 2

( เลือก 2 )      ตอบถูก

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม เครื่องมือใดใช้ตรวจสอบประจุไฟฟ้า

1. กระดาษ
2. โฟม
3. อิเล็กโตรสโคป

คำตอบ คือ \_\_\_\_

( เลือก 1,2 )      ตอบผิด

( เลือก 3 )      ตอบถูก

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม วัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร

1. จำนวนโปรตรอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน
2. จำนวนโปรตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน
3. จำนวนนิวตรอนน้อยกว่าอิเล็กตรอน

คำตอบคือ \_\_

( เลือก 2,3 ) ตอบผิด คำตอบที่ถูก คือ 1

( เลือก 1 ) ตอบถูก

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปวางใกล้อิเล็กโตรสโคป ผลเป็นอย่างไร

1. แผ่นโลหะบางสั้น
2. แผ่นโลหะบางอยู่นิ่ง
3. แผ่นโลหะบางกางออก

คำตอบ คือ \_\_

( เลือก 1,2 ) ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 3

( เลือก 3 ) ตอบถูก

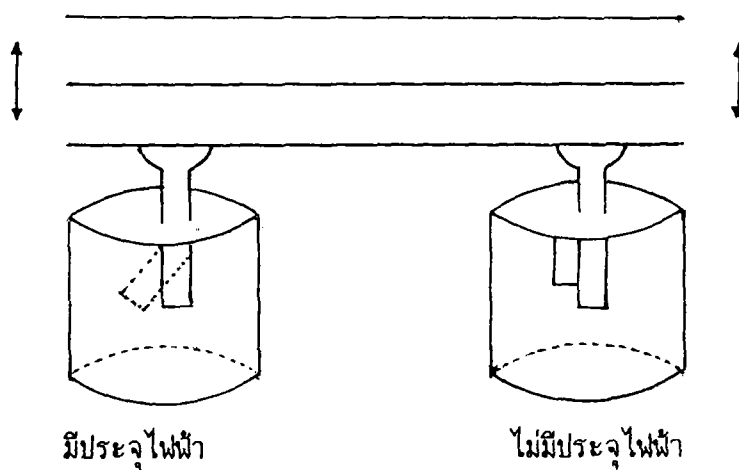
โปรดกด..... RETURN เปลี่ยนหน้ากด-----> หรือ <----- )

### กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าในตัวนำ เนื่องจากมีความต่างศักย์ไฟฟ้าในตัวนำนั้น กระแสไฟฟ้าอาจเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ไอออนลบ หรือไอออนบวก ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวนำ

ถ้านำลวดโลหะมาพาดต่อระหว่างจานโลหะของอิเล็กโตรสโคปที่มีประจุไฟฟ้า กับจานโลหะของอิเล็กโตรสโคปที่ไม่มีประจุไฟฟ้า ดังรูป

โปรดทด RETURN เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )



โปรดกดปุ่มใด ๆ

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

1. การวางตัวนำที่ดี จึงเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า
2. อิเล็กโตรสโคปทั้งสองมีความต่างศักย์ไฟฟ้า จึงเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า
3. อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะกางออก จึงมีการถ่ายเทประจุไฟฟ้า

คำตอบคือ --

( เลือก 1 )

ตอบผิด

เหตุผล ตัวนำเป็นตัวสื่อที่ให้ประจุไฟฟ้า เกิดการถ่ายเท การที่ประจุไฟฟ้าจะเกิดการถ่ายเทนั้น ที่ปลายตัวนำจะต้องมีศักดาไฟฟ้าต่างกัน เนื่องจากอิเล็กโตรสโคปทั้งสอง อันหนึ่งมีประจุ อีกอันหนึ่งเป็นกลาง อิเล็กโตรสโคปที่มีสภาพเป็นกลางจะถูกเปลี่ยนไปเป็นอิเล็กโตรสโคปที่มีประจุไฟฟ้า แสดงว่ามีประจุเคลื่อนที่ผ่านตัวนำ จึงมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

---

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

( เลือก 2 )

ตอบถูก

เมื่อมีการถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำใดๆ กล่าวว่ามีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำนั้น

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

( เลือก 3 )

ตอบผิด

เหตุผล อิเล็กตรอนโคปทางออก แสดงว่าอิเล็กตรอนโคปมีประจุ ประจุจะเคลื่อนที่ถ่ายเทเมื่อปลายตัวนำมีศักดาไฟฟ้าต่างกัน เมื่อนำตัวนำวางบนจานโลหะของอิเล็กตรอนโคปทั้งสอง ซึ่งมีศักดาไฟฟ้าต่างกัน อิเล็กตรอนโคปที่มีสภาพเป็นกลาง จะเปลี่ยนไปเป็นอิเล็กตรอนโคปที่มีประจุ แสดงว่ามีการถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ จึงมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำ

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

---

เรียนบทต่อไปกด Y และกลับไปเลือกใหม่ กด N \_\_

---

เลือก Y

---

โปรดรอสักครู่

---

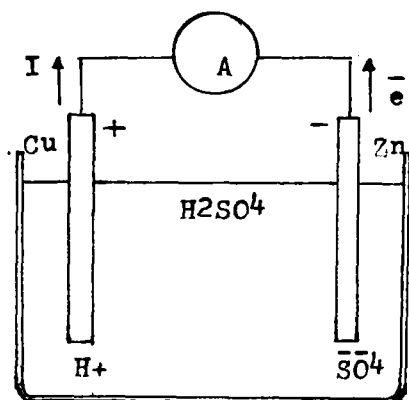
### แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

ถ้าต้องการให้มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ในตัวนำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ ดังเช่นที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จะต้องมีส่วนที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า เรียกว่าแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่หลายชนิด มีชื่อเรียกตามหลักการเปลี่ยนรูปพลังงานจากรูปอื่นเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

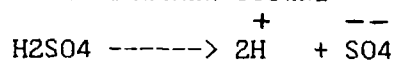
โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

1. เซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม
3. เซลล์สุริยะ
4. คู่ความความร้อน
5. ไฟฟ้าในสิ่งมีชีวิต

โปรดเลือกหมายเลขข้อที่ต้องการ.....

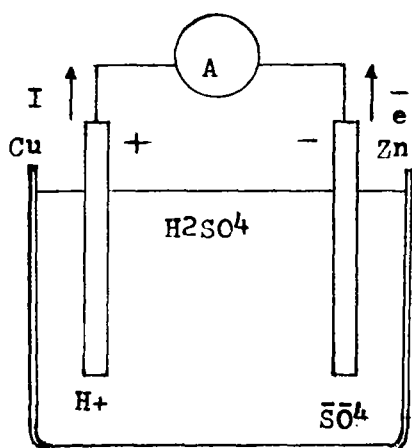
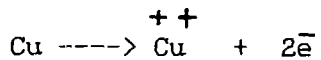
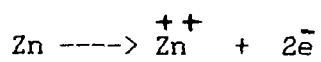


เซลล์ไฟฟ้าเคมี คือ เซลล์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนรูป  
จากพลังงานเคมี เป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น  
เซลล์ไฟฟ้าอย่างง่าย สารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
จะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนบวกและซัลเฟตลบ



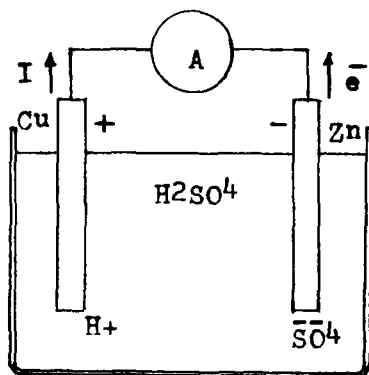
โปรดกด .....RETURN \_\_\_\_

Zn และ Cu จะแตกตัวให้อิออน



ในเวลาที่เท่ากัน Zn จะแตกตัวดีกว่า  
เกิด  $\text{e}^-$  มากกว่า ดังนั้น Cu จึงมีศักดาไฟฟ้า  
สูงกว่า Zn  
 $\text{H}^+$  จะมารับ  $\text{e}^-$  จาก Cu เกิดก๊าซ  $\text{H}_2$   
ส่วน  $\text{SO}_4^{2-}$  จะมาเกาะกับ  $\text{Zn}^{++}$  เกิด  $\text{ZnSO}_4$   
ที่แท่ง Zn

โปรดกด.....RETURN



Cu ให้  $e^-$  กับ  $H^+$  จึงเป็นขั้วบวก Zn ให้  $+e^-$  กับ  $SO_4^{2-}$  จะเป็นขั้วลบ เมื่อมีลวดตัวนำต่อให้ครบวงจร จึงเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม กระแสไฟฟ้าจากตัวนำ ที่ต่อระหว่าง Cu และ Zn เกิดจากอะไรเคลื่อนที่

1. ประจุลบ
2. ประจุบวก
3. ทั้งประจุลบและประจุบวก

คำตอบคือ \_\_\_\_

( เลือก 1 )

ตอบถูก

เหตุผล เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ง่าย

( เลือก 2 )

ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 1

เหตุผล เพราะประจุบวกหรือโปรตอนเคลื่อนที่ได้ยาก ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ง่ายกว่า

( เลือก 3 )

ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 1

เหตุผล เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ง่าย แต่โปรตอนเคลื่อนที่ยาก ฉะนั้นจึงมีแต่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม อิเลคตรอนเคลื่อนที่จากไหนไปไหน

1. Cu ไป Zn

2. Zn ไป Cu

คำตอบคือ \_\_\_\_

( เลือก 1 )

ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 2

เหตุผล Cu จะแตกตัว และ  $\text{SO}_4^{--}$  จะมาเกาะรวมกับประจุบวกเกิด  $\text{ZnSO}_4$  จึงทำให้ Zn มีประจุลบ อิเลคตรอนจึงเคลื่อนที่จาก Zn ไป Cu

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

เซลไฟฟ้าเคมีที่ใช้กันทั่วๆ ไป ได้แก่

เซลไฟฟ้าปฐมภูมิ เช่นถ่านไฟฉาย เป็นเซลไฟฟ้าที่ใช้แล้วต้องทิ้งไป นำไปใช้ต่อไม่ได้

เซลไฟฟ้าทุติยภูมิ เช่นแบตเตอรี่รถยนต์ เมื่อมีค่าความต่างศักย์ของขั้วลดลง สามารถนำ

ไปอัดใหม่ได้ โดยการต่อขั้วบวกและลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีความต่างศักย์สูงกว่า

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ โดยเลือกอักษร Y สำหรับข้อถูก และอักษร N สำหรับข้อผิด

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต้องอาศัยพลังงานจากถ่านไฟฉาย เมื่อไม่ใช้ควรถอดออก

คำตอบคือ ( Y/N ) .....\_\_

( เลือก Y )      ตอบถูก

( เลือก N )      ตอบผิด

เนื่องจากถ่านไฟฉายเก็บไว้นานๆ จะเกิดปฏิกิริยาเกิดการสึกกร่อน สารเคมี  
จะซึมออกมาได้

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

2. แบตเตอรี่รถยนต์ สามารถนำไปอัดไฟใหม่ได้ แต่ต้องเติมน้ำกรดและน้ำกลั่นด้วย

คำตอบคือ ( Y/N ) .....\_\_

( เลือก Y )      ตอบผิด

( เลือก N )      ตอบถูก

ควรเติมน้ำกลั่นให้ได้ระดับตามที่ระบุไว้ คือสูงกว่าแผ่นตะกั่ว 3/8 นิ้ว  
เนื่องจากการอัดไฟทำให้  $\text{SO}_4^{2-}$  กลับมารวมกับ  $\text{H}^+$  เกิดเป็น  $\text{H}_2\text{SO}_4$  จึงไม่ต้องเติมน้ำกรด

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

3. แบตเตอรี่รถยนต์ จำเป็นต้องอัดไฟทุก 3 เดือน

คำตอบคือ ( Y/N ).....\_\_

( เลือก N )    ตอบถูก

( เลือก Y )    ตอบผิด

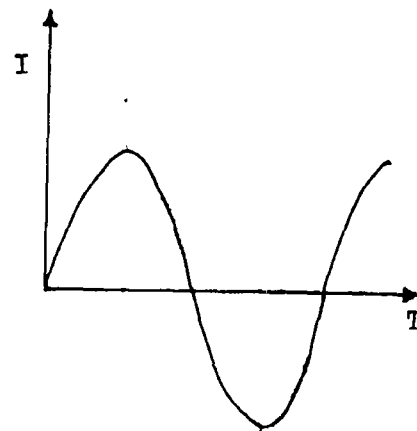
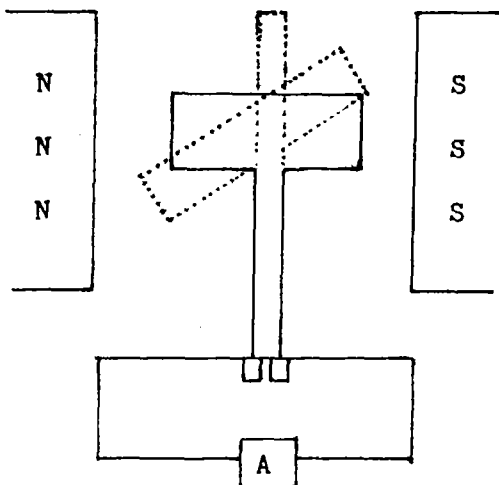
เพราะ เมื่อใช้รถยนต์ทุกๆ ครั้ง แบตเตอรี่จะถูกประจุไฟอยู่ตลอดเวลา จึงไม่ต้องอัดไฟใหม่ แต่ในกรณีที่ใช้กระแสมากเกินไป จะทำให้ความต่างศักย์ลดลง จึงควรอัดไฟใหม่

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

### เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ ไดนาโม

หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการหมุนของขดลวดตัวนำที่ขดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ตัดกับสนามแม่เหล็ก ถ้านำวงจรไฟฟ้าต่อภายนอกที่ปลายทั้งสองของขดลวดตัวนำ จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )



โปรดกด .....KEY ใดๆ

คำถาม ระบายขวดลวดอยู่ในตำแหน่งใด จึงไม่มีกระแส

1. ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก
2. แนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก
3. ทำมุม 45 องศา กับสนามแม่เหล็ก

คำตอบคือ \_\_\_\_

( เลือก 1 )

ตอบถูก ตำแหน่งนี้ทิศทางการหมุนอยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก การหมุนของขวดลวด จึงไม่ตัดกับฟลักซ์แม่เหล็ก จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

( เลือก 2 )

ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 1

ตำแหน่งนี้ขวดลวดมีทิศทางการหมุนทำมุม 90 องศา กับสนามแม่เหล็ก การหมุนของขวดลวด จึงตัดกับสนามแม่เหล็กมากที่สุด เกิดกระแสไฟฟ้าสูงสุด

( เลือก 3 )

ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 1

ตำแหน่งนี้การหมุนของขวดลวดตัดกับสนามแม่เหล็ก จึงมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น แต่ไม่สูงสุด

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

ไดนาโม ประกอบด้วย

1. ขดลวดตัวนำ
2. แม่เหล็ก
3. คอมมิวเตเตอร์
4. แปรง

ไดนาโมมี 2 ชนิด คือ ไดนาโมกระแสตรงและไดนาโมกระแสสลับ ไดนาโมกระแสตรงใช้คอมมิวเตเตอร์ลักษณะวงแหวนผ่าซีก แต่ไดนาโมกระแสสลับใช้คอมมิวเตเตอร์เป็นวงแหวน 2 วง

---

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

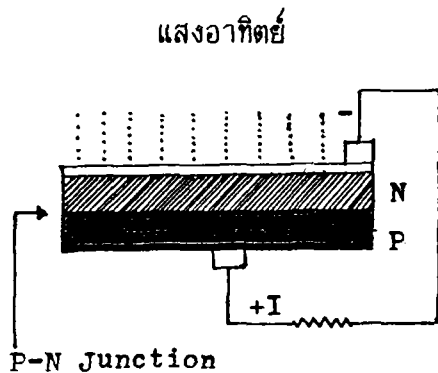
1. เซลสุริยะ
2. คู่ความร้อน
3. ไฟฟ้าในสิ่งมีชีวิต

โปรดเลือกหมายเลขที่ต้องการ —

#### เซลล์สุริยะ

เซลล์สุริยะ คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โครงสร้างภายในประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P ( P-type ) และสารชนิด N ( N-type ) รอยต่อระหว่างสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิด เรียกว่า P-N junction สารที่นำมาใช้มี 2 ชนิด คือซิลิเนียมและซิลิกอน

โปรดกด..... RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )



ผิวบนของเซลล์สุริยะ ถูกฉาบด้วยสารลดการสะท้อนแสง เมื่อแสงตกกระทบผ่านรอยต่อ จะทำให้เกิดความต่างศักย์ ระหว่างสารกึ่งตัวนำทั้งสอง เมื่อนำวงจรไฟฟ้าต่อภายนอก จึงเกิดกระแสไหลผ่านวงจร

โปรดกด.....ปุ่มใดฯ

การใช้สารกึ่งตัวนำ 2 ชนิดคือ ชนิด P และชนิด N ก็เพื่อจะได้มีศักย์ไฟฟ้าแตกต่างกัน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรภายนอก

โดยทั่วไป เซลล์สุริยะ เมื่อรับแสงเต็มที่ จะให้กระแส 25-30 มิลลิแอมป์ต่อ 1 ตารางเซนติเมตร และให้แรงเคลื่อน 0.5 โวลต์

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

### คู่ควบความร้อน

หลักการคือ เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

เมื่อนำโลหะสองชนิดเช่น ทองแดง เหล็ก มาต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน แล้วทำให้ปลายทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกันมากๆ จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น กระแสที่ได้จากคู่ควบความร้อน จะมีปริมาณน้อยมาก ไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เหมือนเช่น ไดนาโม หรือถ่านไฟฉาย แต่ สามารถนำหลักการมาสร้างเป็นเทอร์โมมิเตอร์

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

คำถาม เทอร์โมมิเตอร์ชนิดคู่ความความร้อน จะวัดอุณหภูมิต่างไปจากเทอร์โมมิเตอร์  
ปรอทอย่างไร

1. วัดอุณหภูมิที่ต่ำมากๆ ที่เทอร์โมมิเตอร์ปรอทวัดไม่ได้
2. วัดอุณหภูมิในที่มีความดันต่ำ แต่อุณหภูมิสูง
3. วัดอุณหภูมิสูงมาก ที่เทอร์โมมิเตอร์ปรอทไม่สามารถวัดได้

คำตอบคือ \_\_\_\_

( เลือก 1 ,2 )

ตอบผิด คำตอบที่ถูกคือ 3

( เลือก 3 )

ตอบถูก

คำอธิบาย คู่ความความร้อนจะมีกระแสเกิดขึ้นเมื่อปลายทั้งสองที่โลหะ 2 ชนิดต่อกัน มี  
อุณหภูมิต่างกันมาก ( ยิ่งปลายทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกันมากเท่าไร กระแสจะเกิดมากขึ้นเท่า  
นั้น ) ดังนั้น จึงใช้วัดเฉพาะอุณหภูมิสูงมากเท่านั้น โดยที่เทอร์โมมิเตอร์ปรอทวัดไม่ได้

โปรดกด .....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

### ไฟฟ้าในสิ่งมีชีวิต

เราสามารถวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดบนร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ปลาไหลไฟฟ้า ที่หัวของปลาไหลไฟฟ้าจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก และที่หางจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ เป็นต้น จากความรู้นี้ นักวิทยาศาสตร์ได้นำไปประดิษฐ์เครื่องมือตรวจหัวใจ ที่เรียกว่า อิเล็กโตรคาร์ดิโอแกรม ซึ่งใช้วัดการเต้นของหัวใจ โดยวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดบนร่างกาย เช่น แขน และขา จะพบว่ามีความต่างศักย์เกิดขึ้นทุกครั้งที่หัวใจเต้น

---

โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด -----> หรือ <----- )

จงจับคู่ตัวเลขด้านซ้ายกับอักษรด้านขวาที่สัมพันธ์กัน

- |                    |                                          |
|--------------------|------------------------------------------|
| 1. เซลล์สุริยะ     | A เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า |
| 2. เซลล์ไฟฟ้าเคมี  | B เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า      |
| 3. คู่ความความร้อน | C เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า       |
| 4. ไดนาโม          | D เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า     |

- ข้อ 1 ตรงกับอักษรทางขวาคือ \_\_ ( เลือก B ตอบถูก, เลือกอื่นๆ ตอบผิด )
- ข้อ 2 ตรงกับอักษรทางขวาคือ \_\_ ( เลือก D ตอบถูก, เลือกอื่นๆ ตอบผิด )
- ข้อ 3 ตรงกับอักษรทางขวาคือ \_\_ ( เลือก A ตอบถูก, เลือกอื่นๆ ตอบผิด )
- ข้อ 4 ตรงกับอักษรทางขวาคือ \_\_ ( เลือก C ตอบถูก, เลือกอื่นๆ ตอบผิด )

---

เรียนบทเรียนต่อไปกวด Y และกลับไปเลือกใหม่กวด N :\_\_

---

## ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชื่อ File "ELECTRIC"

```

10      GOTO 3000: REM ELECTRIC
20      PRINT CHR$ (16) : DIM A$ (15) : VTAB 1 : RETURN
30      AA = LEN (X$) : FOR I = 1 TO AA : SPEED = 150 :PRINT MID$ (X$,I,1)
          ; :S = PEEK (-16336)
35      NEXT I : SPEED = 255 : RETURN
40      FOR I = 1 TO 500 : NEXT I
45      FOR I =1 TO 1000 : NEXT I : RETURN
50      POKE -16368,0 : GOSUB 230
52      VTAB 11 : HTAB 1 : INPUT "โปรดเลือกหมายเลขที่ต้องการ....กด RETURN :";Q$
55      AX = VAL (Q$) : RETURN
60      A$ (12) = "คำตอบคือ"
62      POKE -16368,0
64      A$ (13) = "ตอบผิด"
66      A$ (14) = "ตอบถูก"
68      A$ (15) = " คำตอบที่ถูกต้องคือ" : RETURN
70      VTAB 9 : HTAB 5 : PRINT A$ (14) : GOSUB 170 : RETURN
80      VTAB 9 : HTAB 5 : PRINT A$ (13); : GOSUB 190;; PRINT TAB (19) A$
          (15); " " E : RETURN
90      PRINT CHR$ (16) : VTAB 6 : HTAB 15 : PRINT "โปรดรอสักครู่" : D$ =
          CHR$ (4) : RETURN
100     POKE -16368,0 : GOSUB 230
110     VTAB 11 : HTAB 2 : PRINT "โปรดกด.....RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด ----> หรือ
          <----- )"
115     M = PEEK ( -16384) : POKE -16368,0

```

```

120   IF M = 136 OR M = 149 THEN 140
130   IF M = 141 THEN RETURN
135   GOTO 110
140   GOSUB 230 : VTAB 11 HTAB 1 : INPUT "โปรดเลือกหมายเลขหน้า ( 1-11)...
      กด RETURN : "; Q$
145   A% = VAL (Q$)
150   ON A% GOTO 3000,3500,3800,4000,4200,4500,4700,5000,5300,6000,6500
160   GOTO 140
170   FOR J = 1 TO 5 : X = PEEK ( - 16336) : NEXT : RETURN
190   FOR F = 1 TO 50 : X = PEEK ( - 16336) : NEXT : RETURN
200   FOR I = 1 TO 200 : NEXT : RETURN
210   VTAB 8 : HTAB 5 : PRINT A$ (12) ; : GET Q$ : PRINT Q$
213   A% = VAL (Q$)
215   IF A% < 1 OR A% > 3 THEN GOSUB 500 : GOTO 210
220   IF A% = E THEN GOSUB 70 : RETURN
225   GOSUB 80 : RETURN
230   HCOLOR =2 HPLLOT 0, 159 TO 279,159
235   VTAB 11 : HTAB 1 : PRINT CHR$ (15) + CHR$ (5) : GOSUB 45 : RETURN
260   HCOLOR = 3 : HPLLOT 1,30 TO 34, 30 : RETURN
300   FOR I = 1 TO 10 : X = PEEK ( - 16336)
310   NEXT I : GOSUB 40 : RETURN
500   FOR J = 1 TO 200 : X = PEEK ( - 16336) : NEXT : RETURN
3000  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "1"
3010  A$ (2) = " บทที่ 13 ไฟฟ้ากระแส"
3020  A$ (4) = " (1) กระแสไฟฟ้า "
3030  A$ (5) = " (2) แหล่งกำเนิดไฟฟ้า "
```

```

3040 A$ (6) = " (3) การนำกระแสไฟฟ้า "
3050 A$ (7) = " (4) กฎของโอห์มและความต้านทาน "
3060 A$ (8) = " (5) แรงเคลื่อนไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า "
3070 A$ (9) = " (6) แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และโอห์มมิเตอร์ "
3080 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 10 : GOSUB 30
3090 HCOLOR = 3 : HPLOT 63,30 TO 173,30
3100 X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 5 : GOSUB 30
3110 X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 5 : GOSUB 30
3120 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 5 : GOSUB 30
3130 X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 5 : GOSUB 30
3140 X$ = A$ (8) : VTAB 8 : HTAB 5 : GOSUB 30
3150 X$ = A$ (9) : VTAB 9 : HTAB 5 : GOSUB 30
3155 GOSUB 45 : POKE - 16368,0 : GOSUB 230
3160 VTAB 11 : HTAB 1 : PRINT " เลือกเลขหน้านี้กด Y เลือกเลขหน้าต่อไปกด N : "
      ; GET Q$
3170 PRINT Q$;
3180 IF Q$ = "Y" THEN GOSUB 50 : GOTO 3210
3190 IF Q$ = "N" THEN GOSUB 100 : GOTO 3500
3200 GOSUB 500 : GOTO 3160
3210 ON A% GOTO 3800,10200,10250,10300,10350,10400 : REM LESSON
3220 GOSUB 500 : GOSUB 50 : GOTO 3210
3500 CLEAR : POKE 216, 0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "2"
3510 A$ (2) = " (7) พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า "
3520 A$ (3) = " (8) พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน "
3530 A$ (4) = " (9) วงจรและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน "
3540 A$ (5) = " (10) ขกเลิกการเรียนรู้ "

```

```

3550  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 5 : GOSUB 30
3560  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 5 : GOSUB 30
3570  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 5 : GOSUB 30
3580  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 5 : GOSUB 30
3585  GOSUB 45 : POKE - 16368,0 : GOSUB 230
3590  VTAB 11 : HTAB 1 : PRINT " เลือกเลขหน้านี้กด Y กลับไปเลือกใหม่กด N : " ;
      : GET Q$ : PRINT Q$ ;
3600  IF Q$ = "Y" THEN GOSUB 50 : GOTO 3700
3610  IF Q$ = "N" THEN GOSUB 100 : GOTO 3000
3620  GOSUB 500 : GOTO 3590
3700  IF A% = 7 THEN 10450
3710  IF A% = 8 THEN 10500
3720  IF A% = 9 THEN 12000
3730  IF A% = 10 THEN 10600
3740  GOSUB 500 : GOSUB 50 : GOTO 3700
3800  CLEAR POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "3"
3810  A$ (2) = " กระแสไฟฟ้า "
3820  A$ (3) = " นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับประจุไฟฟ้ามาแล้วใน"
3830  A$ (4) = " เรื่องไฟฟ้าสถิต คำถามต่อไปนี้จะเป็นการทบทวนความ"
3840  A$ (5) = " รู้เดิมของนักเรียน "
3850  A$ (6) = " ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ "
3860  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30
3870  HCOLOR = 3 : HPLOT 0,30 TO 62,30
3880  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 8 : GOSUB 30
3890  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 1 : GOSUB 30
3900  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 1 : GOSUB 30

```

```

3910  X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 8 : GOSUB 30
3920  GOSUB 100
4000  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "4"
4010  A$ (2) = " คำถาม ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร "
4020  A$ (3) = " 1. ต่อขั้วไฟฟ้าให้ครบวงจร "
4030  A$ (4) = " 2. นำวัตถุมาถูกัน "
4040  A$ (5) = " 3. ถูทั้งสองข้อ "
4050  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 260
4060  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 9 : GOSUB 30
4070  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 9 : GOSUB 30
4080  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 9 : GOSUB 30
4090  E = 2 : GOSUB 60 : GOSUB 210 : GOSUB 100
4200  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "5"
4210  A$ (2) = " คำถาม แรงระหว่างประจุมีกี่ชนิด "
4220  A$ (3) = " 1. หนึ่งชนิด คือแรงเคลื่อน "
4230  A$ (4) = " 2. สองชนิด คือแรงดูดและแรงผลัก "
4240  A$ (5) = " 3. สามชนิด คือแรงเคลื่อน แรงดูดและแรง "
4250  A$ (6) = " ผลัก "
4260  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 260
4270  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 9 : GOSUB 30
4280  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 9 : GOSUB 30
4290  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 9 : GOSUB 30
4300  X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 11 : GOSUB 30
4310  E = 2 : GOSUB 60 : GOSUB 210 : GOSUB 100
4500  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "6"
4510  A$ (2) = " คำถาม เครื่องมือใดใช้ตรวจสอบประจุไฟฟ้า "

```

```

4520  A$ (3) = " 1. กระดาษ "
4530  A$ (4) = " 2. โฟม "
4540  A$ (5) = " 3. อิเลคโตรสโคป "
4550  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 260
4560  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 9 : GOSUB 30
4570  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 9 : GOSUB 30
4580  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 9 : GOSUB 30
4590  E = 3 : GOSUB 60 : GOSUB 210 : GOSUB 100
4700  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "7"
4710  A$ (2) = " คำถาม วัสดุที่มีประจุไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร "
4720  A$ (3) = " 1. จำนวนโปรตรอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน "
4730  A$ (4) = " 2. จำนวนโปรตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน "
4740  A$ (5) = " 3. จำนวนนิวตรอนน้อยกว่าอิเล็กตรอน "
4570  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 260
.....

```

## File "OHM"

```

10      GOTO 3000 : REM OHM
20      PRINT CHR$ (16) : DIM A$ (16) : VTAB 1 : RETURN
30      AA = LEN (X$) : FOR I = 1 TO AA
35      SPEED = 150 : PRINT MID$ (X$,I,1);: H = PEEK ( -16336 )
38      NEXT : SPEED = 255 : RETURN
40      FOR I = 1 TO 1000 : NEXT : RETURN
45      FOR I = 1 TO 2000 : NEXT : RETURN
50      GOSUB 230 : POKE - 16368, 0
55      VTAB 11 : HTAB 2 : PRINT " โปรดเลือกหมายเลขข้อที่ต้องการศึกษา : "; : GET
      Q$ : PRINT Q$;
58      A% = VAL (Q$) : RETURN
60      A$ (12) = " คำตอบ คือ"
62      POKE - 16368,0
64      A$ (13) = "ตอบผิด"
66      A$ (14) = "ตอบถูก"
68      A$ (15) = "คำตอบที่ถูกต้อง คือ " : RETURN
70      PRINT A$ (14) : GOSUB 170 : RETURN
80      PRINT A$ (13) ;: GOSUB 190 ;: PRINT TAB (25) A$(15);" " E: RETURN
90      PRINT A$ (12) ;: GET Q$ : PRINT Q$;
95      A% = VAL (Q$) : RETURN
100     GOSUB 230 : POKE - 16368,0
110     VTAB 11 : HTAB 1 : PRINT " โปรดกด...RETURN ( เปลี่ยนหน้ากด --> หรือ
      <-- )"
115     M = PEEK ( - 16384 ) : POKE - 16368,0

```

```

120  IF M = 136 OR M = 149 THEN 140
130  IF M = 141 THEN RETURN
135  GOTO 110
140  GOSUB 230 : GOSUB 40: VTAB 11 : HTAB 1 : INPUT " โปรดเลือกหมายเลข
      หน้า (1-11)..กด RETURN : ";Q$
145  A% = VAL (Q$)
150  ON A% GOTO 3000,5000,7000,9000,11000,13000,15000,17000,19000,
      21000,23000
160  GOTO 140
170  FOR I = 1 TO 5 : X = PEEK ( - 16336 ) : NEXT : RETURN
190  FOR I = 1 TO 50 : X = PEEK ( - 16336 ) : NEXT : RETURN
230  HCOLOR = 3 : HPLOT 0,159 TO 279, 159
240  VTAB 11 : HTAB 1 : GOSUB 250 : RETURN
250  PRINT CHR$ (15) + CHR$ (5) ;: RETURN
260  HCOLOR = 3 : HPLOT 0,30 TO 34, 30 : RETURN
500  FOR I = 1 TO 200
510  X = PEEK ( - 16336 ) : NEXT : RETURN
3000  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20: PRINT TAB (39) "1"
3020  A$ (2) = " กฎของโอห์มและความต้านทาน"
3040  A$ (3) = " หัวข้อเรื่องที่จะศึกษา มีดังนี้"
3060  A$ (4) = " 1. กฎของโอห์ม "
3080  A$ (5) = " 2. ตัวต้านทาน "
3200  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30
3220  HCOLOR = 3 : HPLOT 0,30 TO 153,30
3240  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 5 : GOSUB 30
3260  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 7 : GOSUB 30

```

```

3280  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 7 : GOSUB 30
3400  GOSUB 50
3420  ON A% GOTO 5000,17000
3440  GOSUB 500 : GOTO 3400
5000  CLEAR : POKE 216, 0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "2"
5020  A$ (2) = " กฎของโอห์ม "
5040  A$ (3) = " กระแสไฟฟ้าในตัวนำต่างๆ เกิดขึ้นเพราะที่ปลายทั้ง "
5060  A$ (4) = " สองของตัวนำมีความต่างศักย์ไฟฟ้า ในตัวนำโลหะ ถ้า "
5080  A$ (5) = " เราให้ปลายทั้งสองของตัวนำมีความต่างศักย์ต่างๆ กัน "
5100  A$ (6) = " จะมีกระแสเกิดขึ้นในตัวนำแตกต่างกัน "
5120  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30
5140  HCOLOR = 3 : HPLOT 0,30 TO 62,30
5160  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 5 : GOSUB 30
5180  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 1 : GOSUB 30
5200  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 1 : GOSUB 30
5220  X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 1 : GOSUB 30
5240  GOSUB 100
7000  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "3"
7010  A$ (2) = " นำลวดนิโครมมาต่อกับวง"
7020  A$ (3) = " จรดงรูปซ้ายมือ"
7030  A$ (3) = " ให้นักเรียนเลือกใส่ค่า "
7040  A$ (4) = " เซลไฟฟ้าตั้งแต่ 1.5 โวลต์ "
7050  A$ (5) = " ถึง 6 โวลต์ (4 ครั้ง)"
7080  VTAB 2 : HTAB 6 : PRINT "V"
7090  VTAB 5 : HTAB 4 : PRINT "A"

```

```

7100 HCOLOR = 3 : HPLOT 30,25 TO 5,25 TO 5,100 TO 40,100 TO 40,96 TO
      40,104
7120 HPLOT 5,73 TO 16,73
7140 HPLOT 46,25 TO 100,25 TO 100,100 TO 43,100 TO 43,98 TO 43,102
7160 HPLOT 32,73 TO 45,73 TO 48,70 TO 54,76 TO 60,70 TO 66,76 TO 72,70
      TO 78,76 TO 81,73 TO 100,73
7200 DIM CX (2), CY (2)
7220 FOR I = 1 TO 2
7225 CX (1) = 39 : CX (2) = 25 : CY(1) = 25 : CY (2) = 73
7230 FOR Q = 0 TO 6.3 STEP .1
7240 X = 8 * SIN (Q) : Y = 8 * COS (Q)
7250 HPLOT (CX (1) - X ), (CY (1) - Y )
7260 NEXT Q : NEXT I
7400 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 23 : GOSUB 30
7420 X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 21 : GOSUB 30
7430 X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 23 : GOSUB 30
7460 X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 21 : GOSUB 30
7480 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 21 : GOSUB 30
7800 VTAB 11 : HTAB 10 : PRINT " ใส่จำนวนเลข ( 1.5 - 6)....กด RETURN ";
7810 A$ (16) = " โวลต์ "
7820 DIM E (4) , I (4) : POKE - 16368,0
7830 FOR K = 1 TO 4
7840 E (K) = 0 : B$ (K) = "" : J = 0 : N = 0 : T =0
7850 VTAB 9 : HTAB 1 : GOSUB 250
7855 VTAB 8 : HTAB 5 : PRINT "ครั้งที่" ; K ; TAB (12); " :ใช้ถ่านไฟฉาย" ;
      TAB (35) ; " โวลต์ "

```

```

7860  VTAB 8 : HTAB 25 :
7865  GET IN$ : IF ASC (IN$) = 13 AND B$ (K) = "" THEN 7865
7870  IF ASC (IN$) = 13 THEN 7920
7875  IF ASC (IN$) = 8 THEN 7895
7880  IF ASC (IN$) < 46 OR ASC (IN$) = 47 OR ASC (IN$) > 57 THEN 7865
7885  IF ASC (IN$) = 46 THEN N = N + 1 : GOTO 7935
7886  IF T = 0 AND ASC (IN$) > 54 THEN 7865
7890  B$ (K) = B$ (K) + IN$ : T = T + 1 : PRINT IN$; : GOTO 7865
7895  J = LEN (B$ (K))
7900  IF J < 1 THEN B$ (K) = "" GOTO 7910
7905  B$ (K) = LEFT$ (B$(K), J - 1)
7910  IF PEEK (36) < 25 THEN 7865
7912  IF P < T THEN N = 0
7915  T = T - 1 : HTAB (PEEK (36)) : GOSUB 250 : POKE 36,34 : PRINT A$
      (16); : HTAB (PEEK (36) - 14 + J ) : GOTO 7865
7920  E(K) = VAL (B$ (K))
7921  IF E(K) > 6 THEN T = 0 : J = 0 : N = 0 : GOTO 7865
7922  IF E(K) < 1.5 THEN T = 0 : J = 0 : N = 0 : GOTO 7865
7923  R = 0.92 : I(K) = E(K) / R
7925  VTAB 9 : HTAB 5 : PRINT " ฉะนั้น กระแสไฟฟ้า = "; I (K) ; TAB (35) ; "
      แอมแปร์"
7930  GOSUB 45 : GOSUB 45 : NEXT : GOTO 8040
7935  IF N > 1 THEN 7865
7940  P = T : GOTO 7890
8040  GOSUB 45 : PRINT CHR$ (16)
8100  X$ = " จากการเปลี่ยนค่าโวลต์ 4 ครั้ง แสดงได้ดังนี้ "

```

```

8110 VTAB 1 HTAB 5 : GOSUB 30
8200 VTAB 3 : HTAB 3 : PRINT " ครั้งที่ "; TAB (10) " ความต่างศักย์ไฟฟ้า"; TAB
      (27) " กระแสไฟฟ้า I"
8220 VTAB 4 : HTAB 12 : PRINT " E ( โวลต์ ) " ; TAB (29) " (แอมแปร์)"
8240 FOR K = 1 TO 4
8250 VTAB (K+4) : HTAB 5 : PRINT K ; TAB (14) E (K) ; TAB (28) I (K)
8270 NEXT : HCOLOR = 3
8290 HPLOT 0,30 TO 279,30 TO 279,129 TO 0,129 TO 0,30
8310 HPLOT 0,63 TO 279,63 : HPLOT 56,30 TO 56,129 : HPLOT 168,129
8400 GOSUB 100
9000 CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "4"
9020 A$ (2) =" คำถาม จากผลการเปลี่ยนเซลล์ไฟฟ้าทั้ง 4 ครั้ง ข้อ"
9040 A$ (3) = " สรุปได้ถูกต้อง"
9060 A$ (4) = " 1. เซลล์ไฟฟ้ามากขึ้น กระแสลดลง ความต่างศักย์ลดลง "
9080 A$ (5) = " 2. เซลล์ไฟฟ้ามากขึ้น กระแสมากขึ้น ความต่างศักย์ลดลง "
9100 A$ (6) = " 3. เซลล์ไฟฟ้ามากขึ้น กระแสลดลง ความต่างศักย์มากขึ้น "
9120 A$ (7) = " 4. เซลล์ไฟฟ้ามากขึ้น กระแสมากขึ้น ความต่างศักย์มากขึ้น "
9200 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 260
9220 X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 1 : GOSUB 30
9240 X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 1 : GOSUB 30
9260 X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 1 : GOSUB 30
9280 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 1 : GOSUB 30
9300 X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 1 : GOSUB 30
9320 POKE - 16368,0 : GOSUB 60
9340 VTAB 9 : HTAB 5 : GOSUB 90

```

```

9360  IF A% = 1 OR A% = 2 OR A% = 3 THEN VTAB 9 : HTAB 25 : PRINT A$
      (13) : GOTO 9450

9380  IF A% = 4 THEN VTAB 9 : HTAB 25 : GOSUB 70 : GOSUB 100 : GOTO 11000

9400  GOSUB 500 : GOTO 9340

9450  GOSUB 190 : GOSUB 45 : VTAB 9 : HTAB 1 : GOSUB 250

9460  VTAB 9 : HTAB 5 : PRINT " ให้สังเกตการเปลี่ยนค่า R อีกครั้ง "

9470  GOSUB 45 : GOSUB 45 : GOTO 7000

11000  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "5"

11020  A$ = " เขียนความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความ"

11040  A$ (3) = " ต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครมได้คือ"

11060  A$ (4) = " I แปรผันตรงกับ V"

11080  A$ (5) = " ดังนั้น           $I = kV$           : k = ค่าคงที่ "

11100  A$ (6) = " หรือ           $V = 1 I$  "

11140  A$ (8) = " ให้  $1 = R$  : ดังนั้น  $V = IR$  "

11180  A$ (10) = " ค่าคงที่ R เรียกว่าค่าความต้านทานของลวดนิโครม "

11200  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 5 : GOSUB 30

11220  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 1 : GOSUB 30

11240  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 13 : GOSUB 30 : GOSUB 45

11260  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 1 : GOSUB 30

11280  X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 1 : GOSUB 30

11300  VTAB 7 : HTAB 21 : PRINT "k" : HCOLOR = 3 : HPLOT 138,98 TO 149,98
      : GOSUB 45

11320  X$ = A$ (8) : VTAB 8 : HTAB 1 : GOSUB 30

11340  VTAB 9 : HTAB 4 : PRINT "k" : HCOLOR = 3 : HPLOT 19, 130 TO 30,
      130 : GOSUB 45

11360  X$ = A$ (10) : VTAB 10 : HTAB 4 : GOSUB 30

```

```

11380 GOSUB 40 : GOSUB 100
13000 CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "6"
13020 A$ (2) = " คำถาม เมื่อให้ความต่างศักย์ V มีค่าคงเดิม ถ้าค่า"
13040 A$ (3) = " ความต้านทาน R มากขึ้น กระแสไฟฟ้าจะมีค่า"
13060 A$ (4) = " อย่างไร "
13080 A$ (5) = " 1. น้อยลง "
13100 A$ (6) = " 2. มากขึ้น "
13120 A$ (7) = " 3. เท่าเดิม "
13200 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 260
13220 X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 9 : GOSUB 30
13240 X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 9 : GOSUB 30
13260 X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 11 : GOSUB 30
13280 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 11 : GOSUB 30
13300 X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 11 : GOSUB 30
13350 E = 1 : GOSUB 60
13380 VTAB 9 : HTAB 5 : GOSUB 90
13400 IF A% = 2 OR A% = 3 THEN VTAB 9 : HTAB 17 : GOSUB 80 : GOTO 13500
13420 IF A% = 1 THEN VTAB 9 : HTAB 25 : GOSUB 70 : GOTO 13500
13440 GOSUB 500 : GOTO 13380
13500 GOSUB 45 : PRINT CHR$ (16) : X$ =" เผลยคำถาม          V = 1 = R "
13510 VTAB 1 : HTAB 1 : GOSUB 30
13520 VTAB 2 : HTAB 18 : PRINT "I  k"
13530 HCOLOR = 3 : HPLOT 117,18 TO 128,18 : HPLOT 145,18 TO 156,18
13540 X$ = " ดังนั้น          I = V "
13550 VTAB 3 : HTAB 1 : GOSUB 30
13560 VTAB 4 : HTAB 22 : PRINT "R"

```

```

13570 HCOLOR = 3 : HPLLOT 145,50 TO 156,50
13580 X$ = " เมื่อให้ V มีค่าคงเดิม เช่น 6 โวลต์ "
13590 VTAB 5 : HTAB 1 : GOSUB 30
13600 VTAB 11 : HTAB 2 : PRINT " เลือกใส่ค่า R.....กด RETURN ( จำนวน 2
      ครั้ง )";
13610 POKE -16368,0 : V = 6 : DIM R (2) , I (2)
13620 FOR N = 1 TO 2
13625 VTAB 9 : HTAB 1 : GOSUB 250
13630 VTAB (N+5) : HTAB 2 : INPUT " ถ้าให้ R = "; Q$
13640 R(N) = VAL (Q$)
13650 ONERR GOTO 59900
13680 DEF FN I(N) = V / R(N)
13700 VTAB (N+5) : HTAB 20 : PRINT "I = "; FN I (N) ; TAB (35) " แอมแปร์"
13720 NEXT N : GOSUB 40
13750 X$ = " แสดงว่าเมื่อ R มีค่ามากขึ้น I จะมีค่าน้อยลง "
13760 VTAB 9 : HTAB 3 : GOSUB 30 : GOSUB 45
13800 GOSUB 100
15000 CLEAR : POKE 216 ,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "7"
15020 A$ (2) = " George Simmon Ohm ( พ.ศ. 2330 - 2397 ) "
15040 A$ (3) = " เป็นนักฟิสิกส์ชาวเยอรมันผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่าง"
15060 A$ (4) = " กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทาน "
15080 A$ (5) = " เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า "
15100 A$ (6) = " เมื่ออุณหภูมิคงที่ ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ "
15120 A$ (7) = " หนึ่งจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลาย "
15140 A$ (8) = " ทั้งสองของตัวนำนั้น "
15200 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 5 : GOSUB 30

```

```

15220 X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 1 : GOSUB 30
15240 X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 1 : GOSUB 30
15260 X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 1 : GOSUB 30
15265 VTAB 5 : HTAB 18 : PRINT CHR$ (34) ; " กฎของโอห์ม ";CHR$ (34)
15270 X$ = " มีใจความว่า "
15275 VTAB 5 : HTAB 30 : GOSUB 30
15280 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 5 : GOSUB 30
15300 X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 1 : GOSUB 30
15320 X$ = A$ (8) : VTAB 8 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 100
17000 CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "8"
17020 A$ (2) = " ตัวต้านทาน "
17040 A$ (3) = " ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าที่มีค่าคงที่ "
17060 A$ (4) = " ใช้สัญลักษณ์ตามรูป ก. "
17080 A$ (5) = " ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ใช้สัญลักษณ์ "
17100 A$ (6) = " ตามรูป ข. และรูป ค. "
17120 A$ (7) = " ลวดนิโครมเป็นตัวต้านทานชนิด "
17140 A$ (8) = " หนึ่งในที่ทำได้ด้วยโลหะผสมระหว่างนิเกิล "
17160 A$ (9) = " กับโครเมียม นอกจากนี้มีชนิดอื่นๆ ที่ "
17180 A$ (10) = " อาจจะทำจากคาร์บอนหรือเซรามิค "
17200 VTAB 4 : HTAB 5 : PRINT " รูป ก. "
17210 VTAB 7 : HTAB 5 : PRINT " รูป ข. "
17220 VTAB 10 : HTAB 5 : PRINT " รูป ค. "
17250 DIM X (10) , Y(3)
17270 X(1) = 30 : X(2) = 33 : X(3) = 39 : X(4) = 45 : X(5) = 51 : X(6)
      = 57 : X(7) = 63

```

```

17280  X(8) = 69 : X(9) = 75 : X(10) = 78 : Y(1) = 40 : Y(2) = 80 : Y(3)
      = 136
17300  FOR I = 1 TO 3 : HCOLOR = 3
17420  HPLLOT 15,Y(1) TO X(1), Y(1) TO X(2), Y(1) - 4 TO X(3), Y(1) +4 TO
      X(4), Y(1) - 4 TO X(5), Y(1) + 4 TO X(6), Y(1) - 4 TO X(7) , Y(1)
      + 4 TO X(8), Y(1) - 4 TO X (9), Y(1) + 4 TO X(10), Y(1) TO 92, Y(1)
17450  NEXT
17460  HPLLOT X(3), 90 TO 55,70 TO 52,72 TO 55,70 TO 55,72
17480  HPLLOT 90,120 TO X(6) , 120 TO X(6), 131 TO X(6) - 2,128 TO X(6)
      ,131 TO X(6) + 2,128
17500  X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30
17510  HCOLOR = 3 : HPLLOT 0,30 TO 55,30
17520  X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 15 : GOSUB 30
17540  X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 15 : GOSUB 30
17560  X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 15 : GOSUB 30
17580  X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 15 : GOSUB 30
17600  X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 18 : GOSUB 30
17620  X$ = A$ (8) : VTAB 8 : HTAB 15 : GOSUB 30
17640  X$ = A$ (9) : VTAB 9 : HTAB 15 : GOSUB 30
17660  X$ = A$ (10) : VTAB 10 : HTAB 15 : GOSUB 30 : GOSUB 100
19000  CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (39) "9"
19020  VTAB 2 : HTAB 1 : PRINT " แถวที่ 1 "; TAB (10)" แถวที่ 2 "
19040  VTAB 6 : HTAB 1 : PRINT " แถวที่ 3 "; TAB (10)" แถวที่ 4 "
19060  HCOLOR = 3 : HPLLOT 5,60 TO 15,60 TO 15,50 TO 95,50 TO 95,70 TO
      15,70 TO 15,60 : HPLLOT 95,60 TO 110,60
19070  FOR X = 1 TO 2

```

```

19080 HPlot 29 + X,51 TO 29 + X,69 : HPlot 37 + X,51 TO 37 + X,69
19100 HPlot 45 + X, 51 TO 45 + X, 69 : HPlot 76 + X,51 TO 76 + X,69 : NEXT
19120 HPlot 30,30 TO 30,47 : HPlot 38,47 TO 38,35 TO 80,35 TO 80,30
19140 HPlot 46,73 TO 46,77 TO 15,77 TO 15,84 : HPlot 77,73 TO 77,84
19150 HPlot 28,44 TO 30,47 TO 32,44 : HPlot 36,44 TO 38,47 TO 40,44
19160 HPlot 44,76 TO 46,73 TO 48,76 : HPlot 75,76 TO 77,73 TO 79,76
19200 A$ (2) = " วิธีการอ่านแถบสีที่ทานน"
19210 A$ (3) = " ตัวต้านทานให้อ่านจากแถบสี "
19220 A$ (4) = " ด้านอยู่ริมสุดเข้าหากลางตัว "
19230 A$ (5) = " ด้านทาน แถบสีสองแถบแรก "
19240 A$ (6) = " เป็นตัวเลขบอกค่าความต้าน "
19250 A$ (7) = " ทาน แถบสีที่ 3 บอกจำนวน "
19260 A$ (8) = " เลขศูนย์ที่ต่อท้ายเลขสองแถบแรก(คือ สิบยกกำลังเลข "
19270 A$ (9) = " แถบสีที่ 3 ) แถบสีที่ 4 บอกค่าความคลาดเคลื่อน "
19300 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 23 : GOSUB 30
19320 X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 21 : GOSUB 30
19340 X$ = A$ (4) : VTAB 4 : HTAB 21 : GOSUB 30
19360 X$ = A$ (5) : VTAB 5 : HTAB 21 : GOSUB 30
19380 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 21 : GOSUB 30
19400 X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 21 : GOSUB 30
19420 X$ = A$ (8) : VTAB 8 : HTAB 1 : GOSUB 30
19440 X$ = A$ (9) : VTAB 9 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 100
21000 CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (38) "10"
21020 A$ (2) = " ความหมายของสีต่างๆ ที่บอกค่าความต้านทาน คือ "
21040 X$ = A$ (2) : VTAB 2 : HTAB 5 : GOSUB 30
21060 X$ = " ดำ      = 0 "

```

```

21070 VTAB 3 : HTAB 2 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21080 X$ = " น้ำตาล = 1 "
21090 VTAB 4 : HTAB 2 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21100 X$ = " แดง = 2 "
21110 VTAB 5 : HTAB 2 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21120 X$ = " ส้ม = 3 "
21130 VTAB 6 : HTAB 2 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21140 X$ = " เหลือง = 4 "
21150 VTAB 7 : HTAB 2 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21160 X$ = " เขียว = 5 "
21170 VTAB 8 : HTAB 2 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21175 HCOLOR = 3 : HPLOT 84,37 TO 84,124
21180 X$ = " น้ำเงิน = 6 "
21190 VTAB 3 : HTAB 15 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21200 X$ = " ม่วง = 7 "
21210 VTAB 4 : HTAB 15 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21220 X$ = " เทา = 8 "
21230 VTAB 5 : HTAB 15 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21240 X$ = " ขาว = 9 "
21250 VTAB 6 : HTAB 15 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21260 X$ = " ทอง = -1 "
21270 VTAB 7 : HTAB 15 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21280 X$ = " เงิน = -2 "
21290 VTAB 8 : HTAB 15 : GOSUB 30
21300 HCOLOR = 3 : HPLOT 175,106 TO 203,106 : HPLOT 185,106 TO 185, 122
      TO 175,122

```

```

21310 HPLOT 178,104 TO 175,106 TO 178,108 : HPLLOT 178,120 TO 175,122 TO
      178,124
21330 VTAB 7 : HTAB 31 : PRINT " ใช้เฉพาะแถบ "
21340 VTAB 8 : HTAB 31 : PRINT " สีที่ 3 เท่านั้น "
21400 GOSUB 45 : X$ = " แถบสีที่แสดงค่าความคลาดเคลื่อนคือ สีแดง = + 2% "
21420 VTAB 9 : HTAB 4 : GOSUB 30 : GOSUB 40
21440 X$ = " สีทอง    = + 5% : สีเงิน    = +10% : ไม่มีสี    = +20% "
21460 VTAB 10 : HTAB 1 : GOSUB 30
21480 DIM X(3) : HCOLOR = 3 : X(1) = 50 : X(2) = 141 : X(3) = 239 : Y =
      150
21490 FOR I = 1 TO 3
21500 HPLLOT X(I) , Y TO X(1) + 4, Y : NEXT
21510 HPLLOT 260,134 TO 263, 134
21550 GOSUB 100
23000 CLEAR : POKE 216,0 : C = FRE (0) : GOSUB 20 : PRINT TAB (38) :11"
23020 A$ (2) = " ตัวอย่าง ตัวต้านทานมีแถบสีดังนี้ น้ำตาล เขียว ดำ "
23040 A$ (3) = " และสีทอง จะมีค่าความต้านทานดังนี้ "
23060 A$ (6) = " สีที่ 3 คือดำมีค่า = 0 จะเป็นเลขยกกำลังของ 10 "
23080 A$ (7) = " ต้องนำไปคูณกับเลขสองตัวแรก "
23100 A$ (8) = " ฉะนั้น ตัวต้านทานมีค่า = 15 * 10 = 15 โอห์ม "
23120 A$ (9) = " แต่เนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 "
23140 A$ (10) = " นั่นคือ ตัวต้านทานจะมีค่าอยู่ระหว่าง 14.25 ถึง 15.75 "
23160 X$ = A$ (3) : VTAB 2 : HTAB 1 : GOSUB 30
23180 HCOLOR = 3 : HPLLOT 0,30 TO 41,30
23200 X$ = A$ (3) : VTAB 3 : HTAB 9 : GOSUB 30 : GOSUB 40
23220 X$ = " น้ำตาล    = 1 "

```

```

23240 VTAB 4 : HTAB 3 : GOSUB 30 : GOSUB 40
23460 X$ = " : ใย = 5 "
23480 VTAB 4 : HTAB 20 : GOSUB 30 : GOSUB 40
23500 X$ = " ดำ = 0 "
23520 VTAB 5 : HTAB 3 : GOSUB 30 : GOSUB 40
23540 X$ = " : ทอง = +5% "
23560 VTAB 5 : HTAB 20 : GOSUB 30
23570 HCOLOR = 3 : HPLOT 204,77 TO 208,77
23600 X$ = A$ (6) : VTAB 6 : HTAB 3 : GOSUB 30
23620 X$ = A$ (7) : VTAB 7 : HTAB 1 : GOSUB 30 : GOSUB 40
23640 X$ = A$ (8) : VTAB 8 : HTAB 1 : GOSUB 30
23650 DIM X(4), Y(5) : REM Plot Zero
23660 X(1) = 176 : X(2) = 177 : X(3) = 178 : X(4) = 179 : Y(1) = 113 : Y
      (2) = 114 : Y(3) = 115 : Y(4) = 116 : Y(5) = 117
23670 FOR I = 2 TO 3 : HPLOT X(I), Y(1) : HPLOT X(I), Y(5) : NEXT
23680 FOR I = 2 TO 4 : HPLOT X(I), Y(1) : HPLOT X(4), Y(1) : NEXT :
      GOSUB 40
23700 X$ = A$ (9) : VTAB 9 : HTAB 1 : GOSUB 30
23720 X$ = A$ (10) : VTAB 10 : HTAB 1 : GOSUB 30
23740 GOSUB 45 : GOSUB 100
24000 END
50000 END
59900 GOSUB 500 : VTAB 9 : HTAB 5 : PRINT " ค่าของ R ผิดพลาด ทำใหม่อีกครั้ง"
59910 GOSUB 45 : VTAB 6 : HTAB 1 : GOSUB 250
59920 VTAB 7 : HTAB 1 : GOSUB 250 : GOTO 13620

```

\*\*\*\*\*

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

**แบบทดสอบผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ( ว.025 )**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

แบบทดสอบฉบับนี้ทั้งหมด 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 จำนวน 30 ข้อ

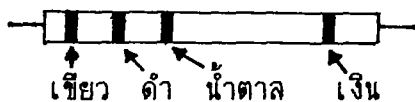
ตอนที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

## ตอนที่ 1

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ตอบลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้เท่านั้น

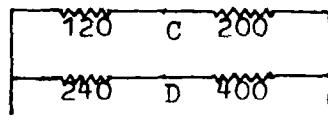
1. คำว่ากระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ หมายถึงการที่มีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านจุดๆ หนึ่งจำนวน  
ก.  $6.25 \times 10^{18}$  อนุภาคใน 1 วินาที      ข.  $6.25 \times 10^{18}$  อนุภาคใน 1 วินาที  
ค.  $6.25 \times 10^{18}$  อนุภาคใน 1 นาที      ค.  $6.25 \times 10^{18}$  อนุภาคใน 1 นาที
2. คำกล่าวนี้ข้อใดผิด  
ก. อิเล็กตรอนอิสระมีอยู่ในโลหะทุกชนิด  
ข. กระแสไฟฟ้าเป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ  
ค. กระแสไฟฟ้าในโฟโตเซลล์จะผันแปรตามความเข้มของแสง  
ง. เซลล์ไฟฟ้าปฐมภูมิ จะมีความต่างศักย์ระหว่างขั้วประมาณ 2 โวลต์
3. เมื่อนำแผ่น PVC ที่มีประจุลบมาวางบนอิเล็กโตรสโคป ทำให้แผ่นโลหะของอิเล็กโตรสโคปกางออก การทดลองนี้สรุปได้ว่า  
ก. จานของอิเล็กโตรสโคปและแผ่นโลหะจะมีประจุเป็นลบ  
ข. จานของอิเล็กโตรสโคปและแผ่นโลหะจะมีประจุเป็นบวก  
ค. จานของอิเล็กโตรสโคปจะมีประจุเป็นบวกและแผ่นโลหะจะมีประจุเป็นลบ  
ง. จานของอิเล็กโตรสโคปจะมีประจุเป็นลบและแผ่นโลหะจะมีประจุเป็นบวก
4. พิจารณาคำกล่าวนี้ แล้วดูว่าข้อใดถูก  
1) ปลาไหลไฟฟ้าสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่ศัตรูหรือเหยื่อของมันได้  
2) ที่หัวของปลาไหลไฟฟ้ามีศักยภาพเป็นบวกและที่หางจะมีศักยภาพเป็นลบ  
ก. ข้อ 1 และ 2 ถูก      ข. ข้อ 1 และ 2 ผิด  
ค. ข้อ 1 ถูก แต่ข้อ 2 ผิด      ง. ข้อ 1 ผิด แต่ข้อ 2 ถูก
5. ข้อใดไม่ใช่ฉนวน  
ก. ซิลิกอน, กราไฟต์      ข. ไมก้า, พลาสติก  
ค. กระเบื้อง, ยาง      ง. แก้ว, ไม้

6. ลวดโลหะบริสุทธิ์เช่น ทองแดง มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิของลวดอย่างไร  
 ก. ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น      ข. ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง  
 ค. ความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น      ง. ความต้านทานคงเดิมเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน
7. ตัวต้านทานมีค่า 49,000 โอห์ม ผิดพลาด 10% แสดงว่าแถบสีความต้านทานมีลักษณะดังนี้  
 ก. เหลือง เทา ส้ม เงิน      ข. เขียว เทา ส้ม เงิน  
 ค. เหลือง ขาว ส้ม เงิน      ง. เขียว ขาว ส้ม เงิน
8. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าความต้านทานมีค่ากี่โอห์ม



- ก.  $50 \pm 5$  โอห์ม      ข.  $50 \pm 10$  โอห์ม      ค.  $500 \pm 25$  โอห์ม      ง.  $500 \pm 50$  โอห์ม
9. ถ้าศักย์ไฟฟ้าของอาโนดของหลอดวิทยุเป็นลบ จะเกิดอะไรขึ้น  
 ก. จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเลย      ข. จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากคาโทดไปยังอาโนด  
 ค. จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากอาโนดไปยังคาโทด      ง. อิเล็กตรอนหลุดจากผิวอาโนดไปสู่คาโทด
10. ลวดสองเส้น A และ B ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกัน เมื่อวัดความต้านทาน ปรากฏว่าได้เท่ากัน  
 สรุปว่า  
 ก. ลวดทั้งสองเส้นยาวเท่ากัน      ข. ลวดทั้งสองเส้นมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน  
 ค. ลวดทั้งสองเส้นมีสภาพความต้านทานเท่ากัน      ง. ถูกทุกข้อ
11. สายไฟสองเส้นทำด้วยโลหะ 2 ชนิด เส้นแรกมีสภาพความต้านทานเป็น 3 เท่าของเส้นที่ 2  
 ถ้าความยาวและความต้านทานเท่ากัน อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดของเส้นที่ 1 ต่อเส้นที่ 2 คือ  
 ก. 1:1      ข. 3:1      ค. 1:3      ง. 1:2
12. ลวดความต้านทาน 6 โอห์มเส้นหนึ่ง ถูกดึงให้มีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่าของความยาวเดิม  
 ถ้าสภาพต้านทานและความหนาแน่นของเนื้อโลหะไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างการดึง ความต้านทาน  
 ของลวดที่ถูกดึงนี้จะเป็นเท่าใด  
 ก. 6 โอห์ม      ข. 18 โอห์ม      ค. 36 โอห์ม      ง. 54 โอห์ม

13. จากวงจรที่กำหนด ถ้าความต่างศักย์ระหว่าง A และ B เท่ากับ 160 โวลต์ แสดงว่าความต่างศักย์ระหว่าง C และ D เป็นเท่าใด



- ก. 0 Volt      ข. 12 Volt      ค. 80 Volt      ง. 120 Volt
14. ถ้าใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ไฟฟ้าอันหนึ่ง ได้ค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้ว 1.15 โวลต์ ถ้าเซลล์ไฟฟ้านั้นมีความต้านทาน 1.0 โอห์ม และมีกระแสไฟฟ้าผ่านโวลต์มิเตอร์ 0.05 แอมแปร์ เซลล์ไฟฟ้านั้นมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าไร
- ก. 1.15 Volt      ข. 1.20 Volt      ค. 1.30 Volt      ง. 1.50 Volt
15. ในการต่อเซลล์ไฟฟ้า ( ถ่านไฟฉาย ) 4 ก้อน ก้อนละ 1.5 โวลต์ ถ้าต่อผิดพลาด 1 ก้อน จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าไร
- ก. 4.5 Volt      ข. 3 Volt      ค. 1.5 Volt      ง. 0 Volt

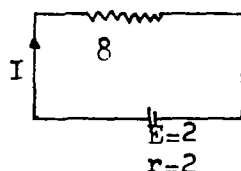
16. เกี่ยวกับการต่อเซลล์แบบผสม ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละแถว
- ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าในแต่ละแถว
- ค. ความต้านทานภายในรวมเท่ากับความต้านทานภายในทุกแถวต่อขนานกัน
- ง. จำนวนเซลล์ในแต่ละแถวไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากัน แต่จะต้องต่อกันแบบอนุกรมเท่านั้น

17. ในวงจรไฟฟ้ากรณีใด จึงควรต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แทนที่จะต่อแบบขนาน

- ก. เมื่อต้องการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับเซลล์เดียว      ข. เมื่อต้องการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
- ค. เมื่อต้องการเพิ่มความต้านทานให้สูงขึ้น      ง. เมื่อต้องการลดความต้านทานภายในลง

18. เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์ ความต้านทานภายใน 2 โอห์ม ต่อเป็นวงจรด้วยลวดเส้นหนึ่งที่มีความต้านทาน 8 โอห์ม กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะเป็นเท่าใด



- ก. 4 Amp.      ข. 2 Amp.      ค. 1 Amp.      ง. 0.2 Amp.

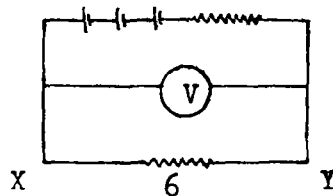
19. เมื่อเอาหลอดความต้านทาน 6 โอห์ม และ 12 โอห์ม มาต่อเข้ากับขั้วแบตเตอรี่ซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 18 โวลต์ ความต้านทานภายใน 2 โอห์ม จะเกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์เท่าใด เมื่อลวดความต้านทานทั้งสองต่อกันแบบอนุกรม

- ก. 18.9 Volt    ข. 16.2 Volt    ค. 12.6 Volt    ง. 12.0 Volt

20. จากข้อ 19 ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ เมื่อลวดความต้านทานทั้งสองต่อกันแบบขนานเป็นเท่าใด

- ก. 18.9 Volt    ข. 16.2 Volt    ค. 12.6 Volt    ง. 12.0 Volt

21. ในวงจรไฟฟ้าดังรูป V เป็นโวลต์มิเตอร์ความต้านทานสูงมาก ความต้านทาน 2 โอห์ม เป็นความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ 12 โวลต์ โวลต์มิเตอร์จะอ่านความต่างศักย์เท่าใด

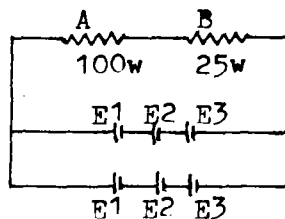


- ก. 3 Volt    ข. 6 Volt    ค. 9 Volt    ง. 12 Volt

22. ข้อใดกล่าวผิดความจริงทางวิทยาศาสตร์

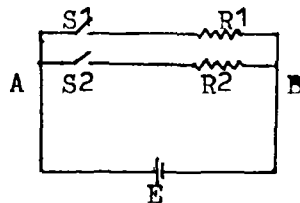
- ก. เมื่ออุณหภูมิลดลง ตัวนำมีความนำไฟฟ้าลดลง    ข. เมื่ออุณหภูมิลดลง ฉนวนมีความนำไฟฟ้าลดลง  
ค. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตัวนำมีความต้านทานเพิ่มขึ้น    ง. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ฉนวนมีความต้านทานลดลง

23. หลอดไฟ A และ B ต่อไว้ดังรูป หลอด A เป็นหลอด 100 แรงเทียน หลอด B เป็นหลอด 25 แรงเทียน ข้อใดถูกต้อง

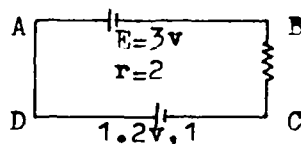


- ก. กระแสไฟฟ้าผ่านหลอด A มากกว่าหลอด B    ข. กระแสไฟฟ้าผ่านหลอด B มากกว่าหลอด A  
ค. กระแสไฟฟ้าผ่านหลอด A และ B เท่ากัน    ง. อาจเป็นไปได้ทั้ง 3 ข้อ

24. จากวงจรที่กำหนด  $E = 12$  โวลต์  $R_1 = 240$  โอห์ม  $R_2 = 600$  โอห์ม เราจะสรุปข้อมูลจากวงจรได้ว่า



- ก. ถ้าสวิตช์  $S_1$  ต่อวงจรเพียงตัวเดียว ความต่างศักย์ระหว่างขั้วของสวิตช์  $S_2$  จะเป็นศูนย์  
 ข. ถ้าสวิตช์  $S_1$  และ  $S_2$  ต่อวงจรทั้งคู่ ความต่างศักย์ระหว่าง A กับ B จะเท่ากับกับเมื่อสวิตช์ทั้งสองตัดวงจรทั้งคู่  
 ค. ถ้าหลอด  $R_1$  ขาดในขณะที่  $S_1$  และ  $S_2$  ต่อวงจรทั้งคู่ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วหลอดที่ขาดจะเป็น 0 กันที  
 ง. ถูกทุกข้อ
25. หลอดไฟธรรมดาขนาด 50 วัตต์ กับขนาด 100 วัตต์ อย่างละ 1 หลอด นำมาต่อกันแบบอนุกรมและใช้กับไฟบ้านเช่นเดิม ถ้าความสว่างเป็นปกติกับกำลังไฟฟ้าที่เสียไปในไส้หลอด อัตราส่วนความสว่างของหลอด 50 วัตต์ ต่อหลอด 100 วัตต์ ขณะต่อกันแบบอนุกรมจะเป็นเท่าใด  
 ก. 1:1                      ข. 1:2                      ค. 2:1                      ง. ไม่มีข้อใดถูก
26. จงหาความต้านทานของหลอดไฟ ซึ่งเมื่อต่อกับความต่างศักย์ 220 โวลต์แล้ว จะมีอิเล็กตรอนผ่านไปได้  $1.25 \times 10^{20}$  ตัว ในเวลา 10 วินาที  
 ก. 55 โอห์ม              ข. 110 โอห์ม              ค. 484 โอห์ม              ง. 2,200 โอห์ม
27. ลวดความต้านทาน 3 เส้น มีค่าความต้านทานเท่ากัน เมื่อต่ออนุกรมกันแล้วนำไปต่อระหว่างความต่างศักย์ค่าหนึ่ง จะได้กำลังไฟฟ้า 10 วัตต์ ถ้าต่อลวดความต้านทานแบบขนาน แล้วนำไปต่อระหว่างความต่างศักย์ค่าเดิม จะได้กำลังไฟฟ้ากี่วัตต์  
 ก. 10 วัตต์              ข. 20 วัตต์              ค. 30 วัตต์              ง. 90 วัตต์
28. จากรูป ความต่างศักย์ระหว่าง DC เป็นเท่าใด

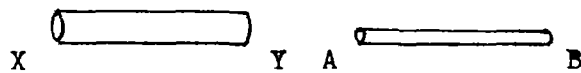


- ก. 0.2 Volt              ข. 0.8 Volt              ค. 1.1 Volt              ง. 1.3 Volt

29. หลอดไฟฟ้าที่ใช้ประดับโดยมากจะต่อกันแบบอนุกรม ถ้าหากว่าเอาหลอดใดหลอดหนึ่งออก หลอดที่เหลือทั้งหมดจะเป็นอย่างไร

- ก. จะไม่สว่างเพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ข. จะขาดทั้งหมดในเวลาเดียวกัน  
ค. จะสว่างมากขึ้น ง. จะสว่างเท่าเดิม

30. ตัวต้านทาน 2 ตัวดังรูป AB และ XY ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกันทุกประการ โดยทำเป็นลวดทรงกระบอกตัน ขนาดต่างกัน แต่ความต้านทานเท่ากัน ลวดเส้นใดจะใช้กระแสไฟฟ้าได้มากกว่าโดยไม่ขาด

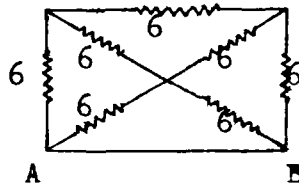


- ก. ลวด XY      ข. ลวด AB      ค. ใช้ได้เท่ากัน      ง. ไม่แน่นอน

\*\*\*\*\*

## ตอนที่ 2

31. จากรูป ความต้านทานรวมระหว่าง AB เป็นเท่าใด



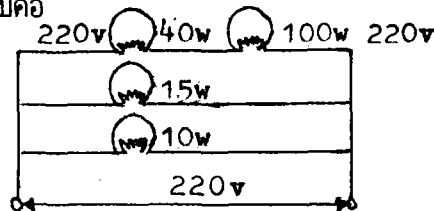
ก. 0

ข. 0.2

ค. 0.4

ง. 0.6

32. ผลที่ได้จากการต่อหลอดไฟตามรูปคือ



ก. หลอดไฟ 100 วัตต์และ 40 วัตต์สว่างที่สุด ข. หลอดไฟ 15 วัตต์และ 10 วัตต์สว่างที่สุด

ค. หลอดไฟ 40 วัตต์ 220 โวลต์สว่างที่สุด ง. หลอดไฟ 100 วัตต์ 220 โวลต์สว่างที่สุด

33. เมื่อต่อความต่างศักย์ไฟฟ้าให้กับหลอดความร้อนเส้นหนึ่ง เพื่อให้ความร้อนที่เกิดขึ้นในการต้มน้ำปรากฏว่าน้ำเดือดภายใน 5 นาที ถ้าตัดเส้นลวดเดิมให้เหลือเพียงครึ่งเดียว ( ถ้าทำได้ ) แล้วนำไปต่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่าเดิม เมื่อต้มน้ำในภาชนะเดิมและปริมาณเท่าเดิม จะให้ผลอย่างไร

ก. น้ำเดือดเร็วขึ้น เสียค่าไฟเท่าเดิม

ข. น้ำเดือดเร็วขึ้น เสียค่าไฟเพิ่มขึ้น

ค. น้ำเดือดช้าลง เสียค่าไฟเท่าเดิม

ง. น้ำเดือดช้าลง เสียค่าไฟลดลง

34. เงินเยอร์มันสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีความต้านทาน  $30 \times 10^{-6}$  โอห์ม ถ้าทำเป็นเส้นลวดยาว 100 เมตร จะมีความต้านทานเท่าไร

ก. 300 โอห์ม

ข. 3,000 โอห์ม

ค. 30,000 โอห์ม

ง. 300,000 โอห์ม

35. ลวดโซลีนอยด์มีความต้านทานเมตรละ 13.4 โอห์ม ต้องใช้ลวดนี้ยาวกี่เมตรมาต่อขนานกันกับ กัลวานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งซึ่งมีความต้านทาน 120 โอห์ม จึงจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์มีค่าเพียง  $1/25$  ของกระแสทั้งหมด

ก. 0.1

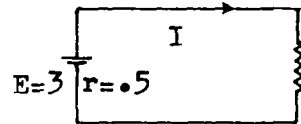
ข. 0.2

ค. 0.4

ง. 0.6

- [illegible]

44. วงจรไฟฟ้าดังรูป งานในการเคลื่อนประจุ 1 coulomb ผ่านภายในเซลล์มีค่าเท่าใด



- ก. 0 จูล      ข. 1 จูล      ค. 2 จูล      ง. 3 จูล

45. หลอดไฟฟ้า 50 วัตต์ 5 ดวง เปิดใช้วันละ 6 ชั่วโมง จะเสียค่าไฟฟ้าเท่าใด (ในหนึ่งเดือน)

ถ้าคิดยูนิตละ 1 บาท

- ก. 45 บาท      ข. 30 บาท      ค. 15 บาท      ง. 5 บาท

46. จงพิจารณาคำกล่าวนี้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

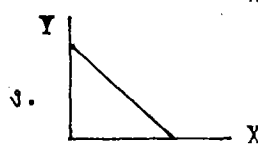
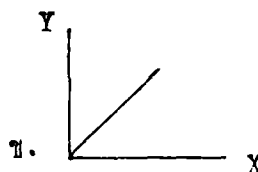
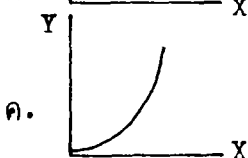
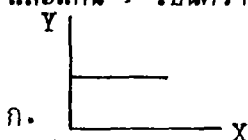
- 1) โวลต์มิเตอร์ควรมีความต้านทานสูง
- 2) โวลต์มิเตอร์ไม่ควรทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรเปลี่ยนไป

- ก. ข้อ 1 และ 2 ถูก และข้อ 2 เป็นเหตุผลของข้อ 1  
 ข. ข้อ 1 และ 2 ถูก แต่ไม่เป็นเหตุผลกัน  
 ค. ข้อ 1 ถูกแต่ข้อ 2 ผิด      ง. ข้อ 1 ผิด แต่ข้อ 2 ถูก

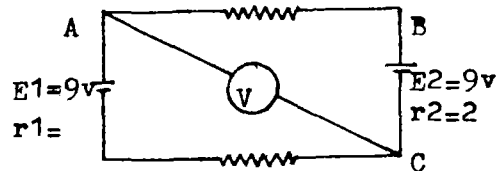
47. แอมมิเตอร์อ่านค่าได้เต็มสเกล 100 ไมโครแอมแปร์ มีความต้านทาน 2,000 โอห์ม จะทำให้เป็นโวลต์มิเตอร์อ่านเต็มสเกลได้ 2.0 โวลต์ จะต้องต่อความต้านทานกี่โอห์มเข้าไปด้วย

- ก.  $2 \times 10^4$       ข. 2,000      ค. 8,000      ง. 18,000

48. กัลวานอมิเตอร์เครื่องหนึ่ง ถูกดัดแปลงให้เป็นโวลต์มิเตอร์ที่วัดความต่างศักย์ได้สูงสุดหลายๆ ค่าเป็น  $V_1, V_2, V_3, \dots$  ความต้านทานของโวลต์มิเตอร์แต่ละค่าเป็น  $R_1, R_2, R_3, \dots$  และกระแสสูงสุดแต่ละค่าเป็น  $I_1, I_2, I_3, \dots$  ตามลำดับ กราฟรูปต่อไปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์สูงสุดและความต้านทานของโวลต์มิเตอร์ เมื่อแกน X เป็นความต่างศักย์ และแกน Y เป็นความต้านทาน



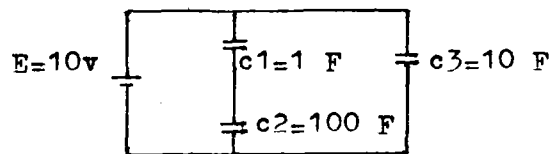
49. วงจรไฟฟ้าเป็นดังรูป แสดงว่า



- ก. ความต่างศักย์ระหว่าง A กับ C เป็น 9 โวลต์
- ข. ความต่างศักย์ระหว่าง A กับ C เป็นศูนย์
- ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมในวงจรเป็น 10 โวลต์
- ง. ความต่างศักย์ระหว่าง C กับ D มากกว่าความต่างศักย์ระหว่าง A กับ C

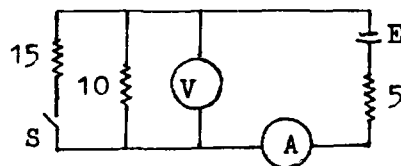
50. จากรูป ข้อความใดไม่ถูกต้อง

- ก. C2 เก็บประจุได้มากที่สุด
- ข. C3 เก็บประจุได้มากที่สุด
- ค. C1 เก็บประจุได้น้อยกว่า C3



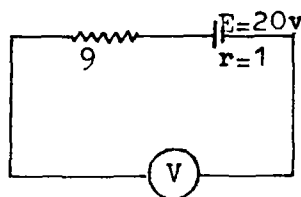
ง. C1 และ C2 เก็บประจุได้มากเท่ากัน

51. วงจรดังรูป เมื่อสับสวิตช์ลง จะทำให้ A และ V มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



- ก. A เพิ่ม V เพิ่ม
- ข. A เพิ่ม V ลด
- ค. A ลด V คงที่
- ง. A ลด V เพิ่ม

52. ถ้านำโวลต์มิเตอร์ที่มีความต้านทานสูงมากมาต่อวัดที่ปลาย MN ของตัวต้านทานกับแบตเตอรี่ที่ต่อขนานกันไว้ดังรูป โวลต์มิเตอร์จะอ่านค่าได้กี่โวลต์



- ก. 5
- ข. 10
- ค. 15
- ง. 20

53. ในการดัดแปลงกัลวานอมิเตอร์ เพื่อใช้เป็นแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์จะต้องทำอะไร
- ก. นำตัวต้านทานมาต่อขนานกับกัลวานอมิเตอร์ ข. นำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมกับกัลวานอมิเตอร์
- ค. นำตัวต้านทานมาต่อขนานกับกัลวานอมิเตอร์สำหรับแอมมิเตอร์ และอนุกรมสำหรับโวลต์มิเตอร์
- ง. นำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมกับกัลวานอมิเตอร์สำหรับแอมมิเตอร์ และขนานสำหรับโวลต์มิเตอร์

54. ถ้าต้องการใช้มัลติมิเตอร์ไปวัดความต้านทาน ( $R_x$ ) ตัวหนึ่ง จะต้องมีลำดับขั้นตอนอย่างไรในการวัด

- 1) เอา  $R_x$  ต่อยกหว่าง X กับ Y
- 2) ปรับ  $R_o$
- 3) หมุนสวิตช์ S มาที่จุด E
- 4) เอาปลาย X และ Y แตะกัน
- 5) อ่านค่า  $R_x$  บนหน้าปัดจากสเกล จากขวาไปซ้าย
- 6) อ่านค่า  $R_x$  บนหน้าปัดจากสเกล จากซ้ายไปขวา

ลำดับขั้นตอนที่ต้องใช้ในการวัดคือ

- ก. 4, 2, 1, 5      ข. 3, 4, 2, 1, 6      ค. 3, 4, 2, 1, 5      ง. 3, 2, 4, 1, 6

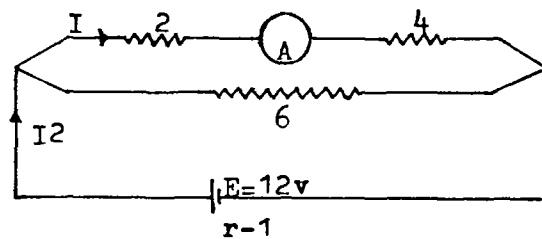
55. หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ เขียนบอกไว้ว่า 100 วัตต์ 100 โวลต์ หมายความว่า

- ก. เมื่อใช้กับไฟฟ้า 100 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านหลอดไม่น้อยกว่า 1 แอมแปร์
- ข. ถ้าใช้หลอดไฟฟ้าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะต้องจ่ายพลังงานแก่หลอด 6,000 จูล
- ค. ถ้านำไปใช้กับไฟฟ้า 200 โวลต์ จะใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 200 วัตต์
- ง. ความต้านทานของไส้หลอดมีค่า 100 โอห์ม

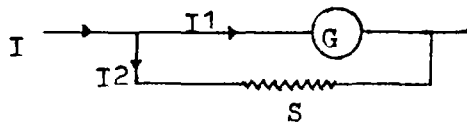
56. กระแสไฟฟ้า 2 แอมแปร์ ไหลผ่านเส้นลวดเส้นหนึ่งในเวลา 5 นาที จะมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านเท่าไร

- ก. 375 คูลอมป์      ข. 500 คูลอมป์      ค. 600 คูลอมป์      ง. 1,200 คูลอมป์

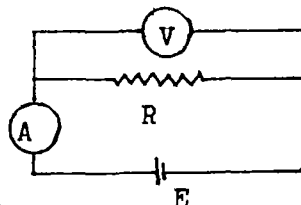
57. แอมมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทานของเครื่อง 2 โอห์ม พบว่าเข็มจะตีเต็มสเกลพอดี เมื่อมีกระแสผ่าน 0.1 แอมแปร์ ถ้าต้องการนำแอมมิเตอร์เครื่องนี้ไปวัดกระแสที่ผ่านความต้านทาน 2 โอห์ม จากวงจรตามรูป จะต้องดัดแปลงเครื่องอย่างไร เครื่องจึงจะวัดได้



- ก. ไม่ต้องดัดแปลงอะไรแล้ว นำไปต่อได้เลย  
 ข. ต้องนำความต้านทานขนาดมากกว่า  $2/7$  โอห์ม มาต่อขนานกับเครื่องเก่า  
 ค. ต้องนำความต้านทานขนาดเท่ากับ  $2/7$  โอห์ม มาต่อขนานกับเครื่องเก่า  
 ง. ต้องนำความต้านทานขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่า  $2/7$  โอห์ม มาต่อขนานกับเครื่องเก่า
58. เมื่อต่อชั้ตเข้ากับกลลวนอมมิเตอร์แล้ว ตัวเลขที่อ่านได้บนหน้าปัดจะบอกค่ากระแสได้บ้าง



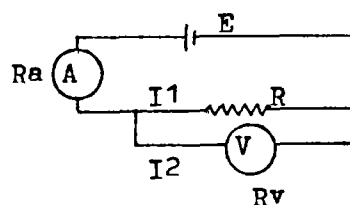
- ก. I                      ข. I1                      ค. I1+I2                      ง. I, I1+I2
59. จากวงจรในรูป ถ้าต้องการจะวัดกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานให้คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติอย่างไร



- ก. ทั้งแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ต้องมีความต้านทานเท่ากับ R  
 ข. ทั้งแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ต้องมีความต้านทานต่ำ  
 ค. แอมมิเตอร์ต้องมีความต้านทานสูง และโวลต์มิเตอร์ต้องมีความต้านทานต่ำเมื่อเทียบกับ R  
 ง. แอมมิเตอร์ต้องมีความต้านทานต่ำ และโวลต์มิเตอร์ต้องมีความต้านทานสูงเมื่อเทียบกับ R

60. วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า  $E$  ความต้านทาน  $R$  แอมมิเตอร์  $A$  ซึ่งมีความต้านทาน  $R_A$  ต่อกันเป็นวงจรไฟฟ้างดรูป ถ้าแอมมิเตอร์อ่านกระแสไฟฟ้าในวงจรเป็น  $I$  และโวลต์มิเตอร์อ่านความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็น  $V$  ความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ ในวงจรนี้ที่ถูกต้องคือข้อใด

ก.  $\frac{1}{R} = \frac{1}{E} + \frac{1}{R_V}$   
 ค.  $E = V - I R_A$



ข.  $\frac{1}{R} = \frac{1}{V} - \frac{1}{R_V}$   
 ง. ถูกทุกข้อ

\*\*\*\*\*

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

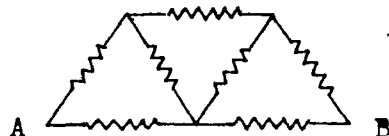
แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้วิชาฟิสิกส์ ( ว.025 ) เรื่อง "ไฟฟ้ากระแส"

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จำนวน 30 ข้อ เวลา 45 นาที

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ตอบลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้เท่านั้น

1. เซลไฟฟ้า 2 เซล เมื่อต่อกันแบบอนุกรม จะส่งกระแสผ่านความต้านทานภายนอกออกมาเป็น 12 เท่าของเมื่อต่อเซลล์กลับขั้วกัน จงเปรียบเทียบแรงเคลื่อนของเซลล์ทั้งสอง  
 ก. 3:11                      ข. 5:11                      ค. 7:11                      ง. 13:1
2. หลอดไฟฟ้า 10 โอห์ม และ 15 โอห์ม ต่อกันอย่างขนาน แล้วใช้หลอดความต้านทาน 2 เส้น ๗ ละ 1 โอห์มต่อโงงเข้ากับขั้วแบตเตอรี่ซึ่งมีความต้านทาน 2 โอห์ม ถ้ามีกระแสผ่านหลอด 15 โอห์ม = 0.4 แอมแปร์ emf ของแบตเตอรี่เป็นเท่าใดในหน่วยโวลต์  
 ก. 4                      ข. 6                      ค. 8                      ง. 10
3. เตารีดไฟฟ้าขนาด 1,000 วัตต์ ใช้กับไฟ 220 โวลต์ ถ้าใช้รีดกางเกงยีนส์นาน 5 ชั่วโมง จะเสียค่าไฟฟ้าเท่าไร กำหนดให้ 1 ยูนิต ราคา 1 บาท  
 ก. 2.50 บาท              ข. 5 บาท                      ค. 10 บาท                      ง. 15 บาท
4. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง AB ถ้าความต้านทานตัวละ 5 โอห์ม



- ก. 8 โอห์ม                      ข. 10 โอห์ม                      ค. 12 โอห์ม                      ง. 16 โอห์ม
5. หลอดความต้านทาน 3 เส้น มีค่าความต้านทานเท่ากัน เมื่อต่ออนุกรมกัน แล้วนำไปต่อระหว่างความต่างศักย์ค่าหนึ่ง จะได้กำลังไฟฟ้า 10 วัตต์ ถ้าต่อหลอดความต้านทานแบบขนานแล้วนำไปต่อระหว่างความต่างศักย์ค่าเดิม จะได้กำลังไฟฟ้ากี่วัตต์  
 ก. 10                      ข. 30                      ค. 60                      ง. 90
6. ความต้านทานตัวหนึ่ง มีแถบสีปรากฏอยู่ 4 แถบคือ ขาว น้ำ ดำ เงิน แสดงว่าความต้านทานมีค่ากี่โอห์ม  
 ก. 96 โอห์ม  $\pm 5\%$       ข. 960 โอห์ม  $\pm 10\%$       ค. 96 โอห์ม  $\pm 5\%$       ง. 960 โอห์ม  $\pm 10\%$

7. หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ ความต้านทานของหลอดในหน่วยโอห์มจะเป็นเท่าใด

ก. 132                      ข. 273                      ค. 367                      ง. 807

8. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรแบบอนุกรมเท่ากับ 5 แอมแปร์ ถ้าเพิ่มความต้านทานภายในวงจรอีก 2 โอห์ม กระแสไฟฟ้าจะลดลงเป็น 4 แอมแปร์ ถ้า  $r = 0$  ความต้านทานของวงจรเดิมเป็นเท่าใดในหน่วยโอห์ม

ก. 2                      ข. 4                      ค. 6                      ง. 8

9. เมื่อเอาหลอดความต้านทาน 5 โอห์ม ต่อกับขั้วแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ความต่างศักย์ที่ขั้วจะมีค่า 10 โวลต์ ถ้าต้องการให้ความต่างศักย์ที่ขั้วมีค่า 11 โวลต์ จะต้องนำหลอดความต้านทานเท่าไรมาต่ออย่างไรกับหลอดเส้นเดิม

ก. 3 โอห์ม อนุกรม    ข. 3 โอห์ม ขนาน                      ค. 6 โอห์ม อนุกรม                      ง. 6 โอห์ม ขนาน

10. หลอดความต้านทาน 5.5 โอห์ม ยาว 10 เมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 มม. จะมีสภาพนำไฟฟ้าเท่าใดในหน่วยซีเมนส์/เมตร

ก.  $1.72 \times 10^{-8}$                       ข.  $2.42 \times 10^{-1}$                       ค.  $1.4 \times 10^7$                       ง.  $2.90 \times 10^1$

11. เซลไฟฟ้า 4 เซล มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2 โวลต์ เมื่อกันแบบผสม 2 แถวๆ ละ 2 เซล กับความต้านทานภายนอก 3 โอห์ม จะมีกระแสผ่านเซลล์ 0.5 แอมแปร์ ความต้านทานภายในของเซลล์จะเป็นกี่โอห์ม

ก. 1                      ข. 2                      ค. 3                      ง. 4

12. กัลวานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน 5,000 โอห์ม มีขีด 100 โอห์ม ต่ออยู่ด้วยกันทั้งหมดต่อเป็นวงจรกับหลอดต้านทาน 2,000 โอห์ม และเซลล์ไฟฟ้าซึ่งมีความต้านทานภายในน้อย จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์จำนวนหนึ่ง ถ้าหากถอดขั้วต่อออกแล้ว จะต้องเติมลงในวงจรอีกเท่าใด จึงจะทำให้กัลวานอมิเตอร์มีกระแสไหลผ่านเท่าเดิม

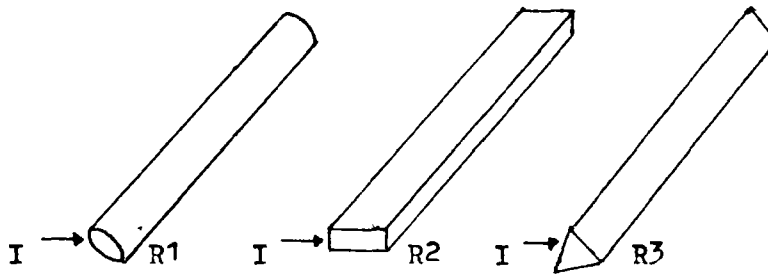
ก. 10 โอห์ม                      ข. 100 โอห์ม                      ค. 1,000 โอห์ม                      ง. 10,000 โอห์ม

13. โวลต์มิเตอร์ 2 เครื่อง วัดความต่างศักย์ได้สูงสุด 200 โวลต์ เท่ากัน เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน  $6 \times 10^6$  โอห์ม อีกเครื่องหนึ่งมีความต้านทาน  $10^7$  โอห์ม เครื่องใดจะวัดความต่างศักย์ได้ถูกต้องมากกว่ากัน  
 ก. เครื่องแรก      ข. เครื่องหลัง      ค. ถูกต้องเท่ากัน      ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
14. ถ้าต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง ควรเลือกจากแหล่งใด  
 ก. เซลไฟฟ้าเคมี      ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า      ค. เซลสุริยะ      ง. คู่ความความร้อน
15. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเรียกว่า  
 ก. เซลสุริยะ      ข. คู่ความความร้อน      ค. ไดนาโม      ง. แบตเตอรี่
16. ข้อใดไม่ใช่แหล่งกำเนิดไฟฟ้า  
 ก. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า      ข. แบตเตอรี่      ค. หลอดไฟฟ้า      ง. ถ่านไฟฉาย
17. ข้อใดถูกต้องที่สุด  
 ก. ก๊าซทั่วไปเป็นตัวนำไฟฟ้า  
 ข. อิเล็กตรอนไหลจากจุดศักย์ไฟฟ้าสูงไปต่ำ  
 ค. กระแสไฟฟ้าไหลจากจุดศักย์ไฟฟ้าต่ำไปสูง  
 ง. เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวด ตัวนำอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่แบบลอยเลื่อน
18. สภาพนำยิ่งยวดหมายถึงข้อใด  
 ก. การที่สภาพความต้านทานของโลหะผสมเป็นศูนย์ต่ำกว่าอุณหภูมิค่าหนึ่ง  
 ข. การที่สภาพต้านทานมีค่าน้อยมากเมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ศูนย์เคลวิน (K)  
 ค. การที่สภาพต้านทานมีค่าสูงมากจนเป็นอนันต์  
 ง. สภาพนำไฟฟ้าที่ดีเยี่ยม เช่น ทองคำขาว
19. กฎของโอห์ม (OHM) กล่าวไว้อย่างไร  
 ก.  $I = VR$       ข.  $R = V/I$       ค.  $V = IR$       ง.  $V = R/I$
20. เซลไฟฟ้า 3 เซล และตัวต้านทานตัวหนึ่งต่อกันเป็นวงจร จากการวัดตรวจสอบพบว่า กระแสไฟฟ้าผ่านแต่ละเซลล์เท่ากัน สรุปได้ว่า  
 ก. เซลทั้งหมดต่อกันแบบอนุกรม      ข. กระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานเท่ากับที่ผ่านแต่ละเซลล์  
 ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ ไม่ขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเซลล์      ง. ถูกทุกข้อ

21. หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ 220 โวลต์ เมื่อใช้หลอดไฟนี้อย่างถูกต้อง และให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดนี้เป็นเวลา 10 นาที หลอดไฟนี้จะให้พลังงานกี่จูล

- ก.  $1.2 \times 10^4$       ข.  $3.6 \times 10^4$       ค.  $6.0 \times 10^7$       ง.  $6.0 \times 10^5$

22. นำโลหะชนิดหนึ่งมาหล่อให้เป็นแท่ง ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยมตามลำดับ (ตามรูป) โดยมีปริมาตรและความยาวเท่ากัน ถ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าตามยาว ข้อสรุปใดถูกต้อง



- ก.  $R_3 < R_1 < R_2$       ข.  $R_2 < R_1 < R_3$       ค.  $R_3 < R_1 = R_2$       ง.  $R_1 = R_2 = R_3$

23. ลวด A มีความต้านทานเป็น 3 เท่าของลวด B ถ้ากระแสที่ไหลผ่าน A และ B เป็นอัตราส่วน 1:2 เมื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวด A ได้ 108 โวลต์ ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวด B จะเป็นเท่าไร

- ก. 18 โวลต์      ข. 54 โวลต์      ค. 72 โวลต์      ง. 108 โวลต์

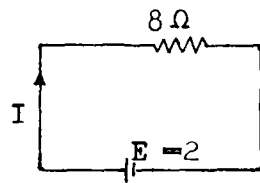
24. ตัวนำ A เข้ากับความต่างศักย์ที่ปรับค่าได้ แล้ววัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ A ที่ละครั้ง โดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ปรากฏว่าได้ข้อมูลตามตาราง

|                         |      |      |      |       |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| ความต่างศักย์ ( โวลต์ ) | 1.0  | 2.0  | 4.0  | 8.0   |
| กระแสไฟฟ้า ( แอมแปร์ )  | 0.02 | 0.16 | 1.28 | 10.24 |

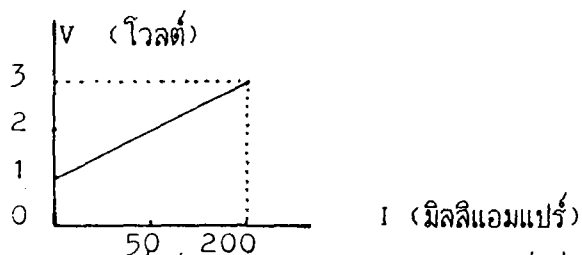
จากข้อมูลชุดนี้ สามารถสรุปได้ว่า

- ก. ตัวนำ A มีความต้านทานเป็นสัดส่วนกลับกับกำลังสองของความต่างศักย์  
 ข. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ A เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสามของความต่างศักย์  
 ค. ตัวนำ A ไม่มีคุณสมบัติตามกฎของโอห์ม  
 ง. ถูกทุกข้อ

25. เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์ ความต้านทานภายใน 2 โอห์ม ต่อเป็นวงจรด้วยหลอดเส้นหนึ่ง มีความต้านทาน 8 โอห์ม กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเท่าไร



- ก. 4 แอมแปร์      ข. 2 แอมแปร์      ค. 1 แอมแปร์      ง. 0.2 แอมแปร์
26. จากโจทย์ข้อ 25 ความต่างศักย์ที่ขั้วของเซลล์มีค่ากี่โวลต์  
ก. 1.6      ข. 0.4      ค. 0.2      ง. 0
27. จากโจทย์ข้อ 25 ความต่างศักย์ภายในของเซลล์ มีค่ากี่โวลต์  
ก. 0      ข. 0.2      ค. 0.4      ง. 0.8
28. เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่ง ต่อไว้เป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้าที่วงจร จากการวัดตรวจสอบปรากฏว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเซลล์เลย แสดงว่า  
ก. เกิดการลัดวงจรภายในเซลล์ไฟฟ้า      ข. ความต่างศักย์ระหว่างขั้วลบและขั้วบวกของเซลล์เป็นศูนย์  
ค. เซลล์ไฟฟ้ามีความต้านทานภายในสูงมาก      ง. ข้อ ก และ ข ถูก
29. จงหาความต้านทานของหลอดไฟฟ้า ซึ่งเมื่อต่อกับความต่างศักย์ 220 โวลต์แล้ว จะมีอิเล็กตรอนผ่านไปได้  $1.25 \times 10^{20}$  ตัว ในเวลา 10 วินาที  
ก. 55 โอห์ม      ข. 110 โอห์ม      ค. 484 โอห์ม      ง. 2,200 โอห์ม
30. วัตถุทั้งตัวนำอันหนึ่ง เมื่อนำมาต่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนค่าได้ จะเกิดกระแสไฟฟ้าที่สัมพันธ์กันดังกราฟที่กำหนดให้



จากโจทย์ จงหาว่าในช่วงที่เป็นตัวนำ จะมีความนำไฟฟ้าเฉลี่ยกี่ซีเมนส์

- ก.  $2.0 \times 10^{-2}$       ข.  $5.0 \times 10^{-2}$       ค. 20.00      ง. 50.00

\*\*\*\*\*

**ภาคผนวก จ.**

ค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

| ข้อ | p   | r   | ข้อ | p   | r   | ข้อ | p   | r   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | .68 | .51 | 21  | .56 | .30 | 41  | .75 | .28 |
| 2   | .72 | .44 | 22  | .62 | .50 | 42  | .79 | .31 |
| 3   | .43 | .27 | 23  | .48 | .37 | 43  | .54 | .41 |
| 4   | .65 | .66 | 24  | .38 | .35 | 44  | .62 | .50 |
| 5   | .69 | .22 | 25  | .44 | .46 | 45  | .67 | .32 |
| 6   | .50 | .48 | 26  | .40 | .30 | 46  | .56 | .46 |
| 7   | .46 | .41 | 27  | .44 | .23 | 47  | .62 | .61 |
| 8   | .52 | .37 | 28  | .30 | .60 | 48  | .63 | .69 |
| 9   | .41 | .23 | 29  | .50 | .75 | 49  | .48 | .52 |
| 10  | .43 | .35 | 30  | .63 | .24 | 50  | .36 | .32 |
| 11  | .57 | .67 | 31  | .74 | .41 | 51  | .50 | .75 |
| 12  | .37 | .40 | 32  | .54 | .41 | 52  | .43 | .67 |
| 13  | .41 | .23 | 33  | .50 | .40 | 53  | .43 | .59 |
| 14  | .43 | .35 | 34  | .46 | .41 | 54  | .56 | .46 |
| 15  | .54 | .55 | 35  | .59 | .56 | 55  | .36 | .32 |
| 16  | .68 | .51 | 36  | .41 | .56 | 56  | .44 | .24 |
| 17  | .54 | .41 | 37  | .54 | .48 | 57  | .46 | .55 |
| 18  | .52 | .37 | 38  | .75 | .52 | 58  | .48 | .22 |
| 19  | .62 | .50 | 39  | .73 | .23 | 59  | .67 | .53 |
| 20  | .54 | .27 | 40  | .73 | .32 | 60  | .59 | .31 |

ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน

บทคัดย่อ  
ของ  
สุวัฒน์ นิยมไทย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
กรกฎาคม 2531

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนสตรีวิทยา 2 เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน ซึ่งเลือกมาโดยการทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เรื่องไฟฟ้ากระแส ให้มีพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกัน ทำการสุ่มอย่างง่ายแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลอง 1 ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน โดยใช้นักเรียนจำนวน 20 คน กลุ่มทดลอง 2 ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน โดยใช้นักเรียนจำนวน 30 คน และกลุ่มทดลอง 3 ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คน โดยใช้นักเรียนจำนวน 40 คน แต่ละกลุ่มทดลองจะมี 10 กลุ่ม เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเรื่องไฟฟ้ากระแส เมื่อเรียนจบบทเรียน ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันที จากนั้นนำผลคะแนนมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแบบแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน มีผลการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA VI STUDENTS  
THROUGH SMALL GROUP COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION  
IN VARIOUS GROUP SIZE

AN ABSTRACT

BY

SUWAT NIYOMTHAI

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

July 1988

The purpose of this study was to compare the Physics learning achievements of Mathayom Suksa VI students through small group computer-assisted instruction in various group size. Ninety students of Satriwidhaya 11 school, Bangkok were randomly selected as the sample of the experiment. They were randomly assigned into 3 experimental groups. The first of 20 students learned computer-assisted instruction in a pair. The second of 30 students learned computer-assisted instruction in triad. The third of 40 students learned computer-assisted instruction in four students per group. Each had 10 replications. The C.A.I. subject matter was electricity. After the instruction then immediately tested by using Physics learning achievement test. The data was analyzed by means of F-test (ANOVA) and Least Significant Difference (LSD) through Randomized Complete Block Design (RCB) .

The findings were that

1. Physics learning achievements of the students who learned through small group computer-assisted instruction in various group size were significantly difference at .01 level.

2. Physics learning achievements of the students who learned through computer-assisted instruction in a pair were not significantly difference from the students who learned through computer-assisted instruction in triad.

3. Physics learning achievements of the students who learned through computer-assisted instruction in a pair were significantly higher than the students who learned through computer-assisted instruction in four students per group at .01 level.

4. Physics learning achievements of the students who learned through computer-assisted instruction in triad were significantly higher than the students who learned through computer-assisted instruction in four students per group at .05 level.

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

|                              |                                                                          |          |                 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
| ชื่อ                         | นายสุวัฒน์                                                               | ชื่อสกุล | นิยมไทย         |
| เกิดวันที่                   | 4 เดือน                                                                  | กันยายน  | พุทธศักราช 2504 |
| สถานที่เกิด                  | อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร                                             |          |                 |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน          | บ้านเลขที่ 50 หมู่ 5 ตำบลเนินมะกอก<br>อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร 66120 |          |                 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | อาจารย์                                                                  |          |                 |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย<br>อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย 64000                 |          |                 |

## ประวัติการศึกษา

|           |                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| พ.ศ. 2521 | ม.ศ. 5 (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม<br>อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร   |
| พ.ศ. 2525 | ค.บ. (วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา และการศึกษานอกระบบ<br>โรงเรียน) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| พ.ศ. 2531 | กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทร<br>วิโรฒ ประสานมิตร                  |