



## บรรณานุกรม

- กมล สุประเสริฐ. เทคนิคการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2516.
- ทัศนีย์ คุณาวิชานาวุฒิ. "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนและการสอนแบบเดิมที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน แบบการรับรู้และความอยากรู้ของนักเรียน." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515. (อัครสำเนา)
- ธีระชัย ปุณฺณโชติ, คร. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วารสารวิทยาศาสตร์. ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 (สิงหาคม , 2517), 42 - 48.
- นิรันดร แสงสวัสดิ์. "ผลการสอนแบบสืบสอบกับการสอนแบบเดิมที่มีต่อการพัฒนาการทางความคิด ความทฤษฎีของเปียเจต์และการสร้างความคิดรวบยอด," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515. (อัครสำเนา)
- นিকা สะเพียรชัย. "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์." วิทยาศาสตร์. 1 (มกราคม, 2518), 21.
- ✓ ยุกา อานันท์สิทธิ์. "การศึกษาดผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Active Inquiry) ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความถนัดทางการเรียนและความรู้สึกรับผิดชอบ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515. (อัครสำเนา)
- ยงสุข รัศมีมาศ. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบอินโควรี." วารสารครูศาสตร์. (ตุลาคม-พฤศจิกายน, 2514), 48 - 56.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ, คร. "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน : วิธีสอนให้คิด." พัฒนา  
วิศล 7. 2514, 55 - 60.

สมชัย โกมล. "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่อง "ความรอนและแสง" แบบสืบสอบ  
กับแบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนก  
วิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. (อัครสำเนา)

สมนึก เสมา. "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่อง "ความรอนและแสง" แบบสืบสอบ  
กับแบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนก  
วิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. (อัครสำเนา)

สีปพนธ์ เกตุทัต และ คณะ. "การศึกษากับการพัฒนาประเทศ." วารสารวิทยาจารย์.  
5 (กรกฎาคม, 2513), 24 - 27.

สุภาเพ็ญ จริยะเศรษฐ์. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบกับการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท  
บัณฑิต แผนกวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.  
(อัครสำเนา)

อนันต์ ศรีโสภา. การพัฒนาการทดสอบ. นครหลวงกรุงเทพธนบุรี : (กันยายน,  
2515).

Bloom Benjamin S. and Others. Hand Book on Formative and Summa-  
tive Evaluation of Student Learning. McGraw-Hill Book  
Company, 1971.

De Cecco John P. The Psychology of Learning and Instruction :  
Educational Psychology, New Jersey : Prentice Hall,  
Inc., 1968.

Garret Henry E. and Woodworth, R.S. Statistic in Psychology and Education. New York : Longman and Green Co., 1958.

Massialas Byron G. and Cox Benjamin C. Inquiry in Social Study. New York : McGraw-Hill Book Company, 1968.

Romey D. William. Inquiry Techniques for Teaching Science. London: Prentice Hall International, Inc., 1969.

Schwab Joseph J. "The Teaching of Science as Enquiry." The Teaching of Science. Cambridge : Harvard University Press, 1962, 102.

Suchman J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry. Principal Investigator, 1962.

Sund Robert B. and Trowbridge Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co., 1967.

Vrana Ralph S. Junior High School Science Activities. New York : Parker Publishing Company, Inc., 1967.

Washton Nathan S. Teaching Science Creatively. London : W.B. Saunders Company, 1967.

Yamane Taro. Statistic : An Introductory Analysis. New York : Harper and Row, Inc., 1970.

Youngs, Richard C. "The Naturance of Dependence and of Independence Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development : Final Report." Research in Education. 5 (1970).

Young, Richard C. and Jones, William W. "The Appropriateries  
Grade Children : Final Report." Research in Education.  
5 (1970).



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบมีจุดเน้นทางการเรียนวิชาศาสตร์

คำชี้แจงในการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ภาค ภาคแรกเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ภาคที่สองเป็นแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา
2. แบบทดสอบนี้มี 50 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ นักเรียนมีเวลาทำ 50 นาที
3. สำหรับข้อสอบแต่ละข้อ โปรดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและเขียนเครื่องหมายวงกลม (○) ลงบนตัวอักษรที่ตรงกับคำตอบนั้น

ตัวอย่าง

1. ที่ซึ่งแสงที่สว่างไม่ได้อาชาด

ก. อาหารพวกแป้ง

ข. ออกซิเจน

ค. แสงสว่าง

ง. โปรตีน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคหนึ่ง

## แบบทดสอบความรู้ ความจำ และความเข้าใจ

ชื่อ..... ชั้น.....

1. เมื่อนำกำมะถันไปเผาไฟจะได้เปลวไฟสี
 

ก. เขียว	ข. น้ำเงิน
ค. ม่วง	ง. เหลือง
2. แอสเบสตอส (Asbestos) เป็นสาร
 

ก. ทึบไฟ	ข. ไวไฟ
ค. ทึบไฟช้า	ง. ทนไฟ
3. น้ำมันเบนซีน (Benzene) ได้มาจาก
 

ก. การกลั่นถ่านหิน	ข. การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม
ค. การกลั่นไม้	ง. บ่อน้ำมันตามธรรมชาติ
4. เมื่อนำสารไปเผาไฟ สารทึบไฟจะให้คุณสมบัติดังต่อไปนี้
 

ก. อาจให้เปลวหรือไม่ให้เปลว	ข. เปลวเป็นสีเหลืองอมแดง
ค. ทองให้เขมามาก	ง. ทึบไฟอย่างรวดเร็ว
5. เมื่อใส่กรดเกลือลงในโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) จะเกิด
 

ก. ก๊าซออกซิเจน	ข. ก๊าซไฮโดรเจน
ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ง. ก๊าซไนโตรเจน
6. ในการเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำไมจึงให้กานกรวยแหยมลงในหินปูน
 

ก. เพื่อให้กรดซึมผ่านได้สะดวก	ข. เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ละน้อย
ค. เพื่อให้ระคายกรคคอบ ๆ เพิ่มสูงขึ้น	ง. เพื่อไม่ให้ก๊าซหนีเล็ดลอดไป
7. ธรรมชาติของน้ำคือ
 

ก. ที่ระดับลึกใด ๆ ก็ตามความกดดันจะเท่ากัน	
ข. ความกดที่ลึก 20 เมตร น้อยกว่าที่ระดับ 10 เมตร	
ค. ที่ระดับลึก 20 เมตร ความกดมากกว่าที่ระดับ 10 เมตร	
ง. ความกดดันที่ผิวหน้ามากที่สุด	





15. เวลาที่จะปลูกถั่วเขียวทำไมจึงนำเมล็ดลงไปแช่น้ำก่อนประมาณ 1 วัน
- น้ำจะทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดยุบงายแฉกรางออก
  - ถ้าไม่มีน้ำก่อนที่อยู่ในเมล็ดจะสังเคราะห์แสงไม่ได้
  - เพราะถั่วเขียวชอบน้ำมาก
  - น้ำจะเข้าไปควบคุมอุณหภูมิในเมล็ดให้พอเหมาะ
16. ใบกระถินจัดอยู่ในใบ
- ใบเดี่ยว
  - ใบเกล็ด
  - กาบใบ
  - ใบประกอบ
17. ข้อความใดถูกต้องที่สุด
- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสารละลายในน้ำไคยลง
  - ถึงอุณหภูมิสูงขึ้นสารก็สามารถละลายในน้ำได้เท่าเดิม
  - การละลายของสารจะดีขึ้นเมื่อได้รับแสงสว่าง
  - การละลายของสารจะดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
18. การตกผลึกจะสวยงามและดีขึ้นเมื่อ
- ปล่อยให้สารละลายเกินจุดอิ่มตัวไว้โดยไม่รบกวน
  - ใช้แท่งแก้วคนสารละลายเกินจุดอิ่มตัวบ่อย ๆ
  - ใช้น้ำเย็นไปโอบรอบภาชนะใส่สารละลาย
  - นำไปแช่ไว้ในตู้เย็น
19. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาระนาบ
- เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง
  - เป็นภาพจริงหัวตั้ง
  - เป็นภาพเสมือนหัวกลับ
  - เป็นภาพจริงหัวกลับ
20. คุณสมบัติของกระจกเงาระนาบคือ
- รวมแสง
  - กระจายแสง
  - สะท้อนแสง
  - หักเหแสง

21. ขอความคืบหน้าข้อใดถูกต้องที่สุดสำหรับแสงและกระจกเงาระนาบ

- ก. รังสีตกกระทบเท่ากับรังสีสะท้อน
- ข. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนอยู่คนละระนาบ
- ค. แสงเดินทางผ่านกระจกเงาระนาบได้บาง
- ง. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

22. ฉนวนไฟฉนวนคือ

- ก. เซลเยียก
- ข. เซลแห้ง
- ค. เซลแบบวอลตา
- ง. เซลไฟฟ้า 6 โวลต์

23. การต่อเซลล์แบบอนุกรมจะทำให้กระแสไฟ

- ก. น้อยลง
- ข. เท่าเดิม
- ค. มากขึ้น
- ง. มากกว่าเดิม 2 เท่า

24. สารที่เป็นนอนอิเล็กโตรไลต์คือ

- ก. เบนซีน
- ข. สารละลายจุนลี
- ค. นำมะนาว
- ง. กรดกำมะถัน

25. หลอดไฟที่อยู่ในวงจรคือส่วนของ

- ก. เซลไฟฟ้า
- ข. กัลวานอมิเตอร์
- ค. ความต้านทาน
- ง. ไขว้นำไฟฟ้า



30. มีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่จำนวนหนึ่ง ให้ท่านสังเกตว่าเหตุที่หินปูนจากคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนนี้

- ก. เทกรดเกลือเจือจางใส่ลงในคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนนี้ จะได้หินปูน
- ข. เทกรดน้ำส้มลงในภาชนะคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนนี้จะได้หินปูน
- ค. เหน่าปูนใส่ลงในภาชนะคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนนี้จะได้หินปูน
- ง. เทสารละลายกินประสีลงในภาชนะคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนนี้จะได้หินปูน

31. สาร A เป็นสารที่สงสัยว่าจะเป็นสารคาร์บอเนต จึงนำไปทดสอบโดยการใช้วิธีเตรียมภาชนะคาร์บอนไดออกไซด์และผ่านก๊าซที่ได้อลงในน้ำปูนใส ปรากฏว่าน้ำปูนใสขุ่น และเมื่อเหยยชูปที่ถูกลงไปปรากฏว่าขุ่นขึ้น ผู้ทำการทดลองจึงสรุปว่าต้องเป็นสารพวกคาร์บอเนตแน่นอน ทานคิดว่า การสรุปนี้ถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

- ก. ถูก เพราะวาทะกรดลงในสารเกิดกาชคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. ผิด เพราะว่าน้ำปูนใสขุ่นแสดงว่าเกิดคาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ผิด เพราะว่ามีสารอื่นอีกที่ถูกกับกรดแล้วได้คาร์บอนไดออกไซด์
- ง. ถูก เพราะสารคาร์บอเนตจะให้กาชคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำปูนใสขุ่น

32. กระจกบอหนึ่งสูง 8 ฟุต เจาะรูที่ตำแหน่งสูง 3 ฟุต, 2 ฟุต และ 1 ฟุต จากก้นกระจกบอ ความดันที่ใช้เทปปีกรูไว้ แล้วเทน้ำลงไปจนเต็มกระจกบอ กิ่งเทบออกปรากฏว่าน้ำพุ่งออกจากรูที่เจาะนั้น เมื่อวัดระยะจากก้นกระจกบอไปยังตำแหน่งของน้ำที่พุ่งไกลสุดได้ดังนี้

สมมุติฐานที่ควรตั้งคือ

- ก. น้ำมีแรงดันจึงพุ่งออกมาได้
- ข. น้ำมีแรงดันมากที่สุดที่ผิวหน้า
- ค. น้ำมีแรงดันมากที่สุดที่ก้นกระจกบอ
- ง. แรงดันของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความลึก

ตำแหน่งที่สูงเป็นฟุต	ระยะจากก้นกระจกบอลึกเป็นเซนติเมตร
3	8
2	14
1	15

33. จากการทดลองครั้งหนึ่ง ใส่น้ำ 8 ml. ลงไปในหลอดทดลอง แล้วใส่สาร 4 ทั่ว กิ่งตารางข้างล่าง เมื่อใส่สารตามน้ำหนักในตาราง สารละลายจะถึงจุดอิ่มตัวพอดี จงใช้ผลการทดลองตั้งสมมุติฐาน



38. ในการทดลองครั้งหนึ่งเมื่อทำสารละลายให้เกินจุดอิ่มตัวและนำมาแยกหย่อนลงไป ตั้งทิ้งไว้สามวัน ปรากฏว่าในวันแรกนั้นได้ผลึกก้อนเล็ก แต่วันที่สามได้ผลึกก้อนโตมาก ให้สรุปหาสาเหตุที่ทำให้ผลึกโตมากเช่นนี้

- ก. เพราะเวลายังนานผลึกก็ยิ่งเกาะตัวโคคขึ้น
- ข. เพราะน้ำละลายออกจากสารละลายทำให้สารละลายเกินจุดอิ่มตัวเสมอ
- ค. ผลึกก้อนเล็กที่ตกลงไปชักนำไปเกิดการเกาะผลึกมากขึ้น
- ง. เพราะทำให้สารละลายเกินจุดอิ่มตัวแต่ในตอนแรกจึงทำให้ผลึกโต

39. ในการทดลองครั้งหนึ่งเพื่อวัดมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของแสงโดยใช้กระจกเงาระนาบ โดยทำการทดลอง 4 ครั้ง ได้ผลออกมาดังนี้ จากข้อมูลที่ได้อาจสรุปว่า

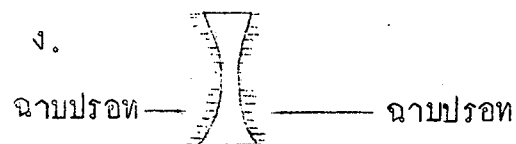
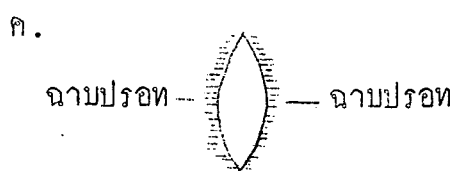
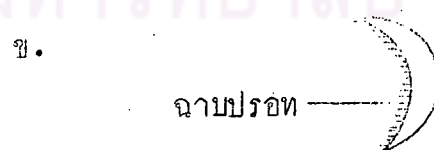
- ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
- ข. มุมตกกระทบไม่เท่ากับมุมสะท้อน
- ค. มุมสะท้อนโตกว่ามุมตกกระทบ
- ง. มุมสะท้อนโตเป็นสองเท่าของมุมตกกระทบ

มุมตกกระทบ	มุมสะท้อน
10°	20°
12°	24.3°
21°	42°
26°	53°

40. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ทางกระจกเงาระนาบ 4 เมตร เขาสูง 170 เซนติเมตร ให้นักเรียนหาว่าขนาดภาพของชายผู้นั้นเป็นเท่าใด

- ก. 170 เซนติเมตร
- ข. 340 เซนติเมตร
- ค. 85 เซนติเมตร
- ง. 510 เซนติเมตร

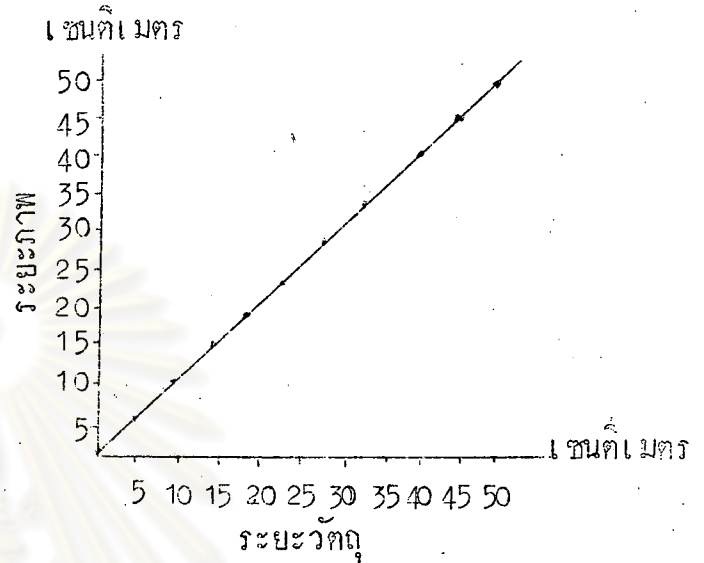
41. จะออกแบบสร้างกระจกเงาเพื่อรวบรวมแสงจากดวงอาทิตย์ ควรจะเป็นกระจกโค้งคังภาพ



42. จากผลการทดลองวัดระยะภาพและระยะวัตถุของกระจกเงาระนาบโดยนักเรียน 10 คน ได้กราฟออกมามีดังนี้

ให้นักเรียนทั้งสมมุติฐานจากกราฟ

- ก. ถ้าระยะภาพมาก ระยะวัตถุจะมากด้วย
- ข. ถ้าระยะวัตถุมาก ระยะภาพจะมากด้วย
- ค. ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ
- ง. ระยะวัตถุน้อยกว่าระยะภาพมาก



43. จากข้อ 42 ถ้าวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาเป็นระยะ 37 เซนติเมตร ระยะภาพจะเป็นเท่าใด

- ก. 40 เซนติเมตร
  - ข. 37 เซนติเมตร
  - ค. 35 เซนติเมตร
  - ง. 74 เซนติเมตร
44. เมื่อนำพืช 4 ชนิดมาศึกษา ปรากฏว่าได้ข้อมูลดังนี้

พืช	ราก	ลำต้น	ใบ
ชนิดที่ 1	มีรากฝอย	สีเขียว	เส้นใบขนาน
ชนิดที่ 2	มีรากฝอย	สีน้ำตาล	เส้นใบขนาน
ชนิดที่ 3	มีรากแก้วและรากแขนง	สีเขียว	เส้นใบเป็นร่างแห
ชนิดที่ 4	มีรากแก้วและรากแขนง	สีน้ำตาล	เส้นใบเป็นร่างแห

จากข้อมูลสามารถจะแยกพืชออกได้

- ก. 4 ชนิด
  - ข. 3 ชนิด
  - ค. 2 ชนิด
  - ง. ชนิดเดียว
45. ให้นักเรียนเลือกส่วนของเนื้อกเพื่อนำมาทำเป็นขนมหวาน
- ก. ราก
  - ข. ลำต้น
  - ค. ใบ
  - ง. ผล

46. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า พืชชนิดหนึ่งเก็บอาหารไว้ในราก
- ให้นำส่วนของรากที่สงสัยมาบด แล้วนำส่วนที่สงสัยนี้ไปทดสอบด้วยสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ ถ้าได้สีน้ำเงินแสดงว่าเป็นแป้ง
  - ให้แกะเอาส่วนที่สงสัยออกมาดู ถ้าหากเป็นสีเขียวแสดงว่าพืชสะสมอาหารไว้ในทรงส่วนนี้
  - ให้หั่นกูด้าเป็นหัวสีเขียวให้นำไปบดเอาส่วนที่บดไปทดสอบกับสารละลายไอโอดีนในโปแตสเซียมไอโอไดด์ ถ้าได้สีน้ำเงินแสดงว่าถูกต้อง
  - ให้หั่นกูด้าเป็นหัวและตรงกลางเป็นสีเขียว นำไปทดสอบด้วยสารละลายโปแตสเซียมเปอร์มันกาเนต

47. นักเรียนคนหนึ่งได้ปลูกถั่วไร่กระดางหนึ่ง ตั้งไว้ในที่ถูกแสงสว่าง และรดน้ำทุกวัน ปรากฏว่าถั่วเจริญเติบโตดีมาก แต่เมื่อเขาเอาไปปลูกถั่วอีก 7 วัน กลับมาดูอีกที ปรากฏว่าต้นถั่วซีดขาว และบางต้นก็ตายไป ให้วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ต้นถั่วตาย

- เพราะต้นถั่วขาดน้ำและเกลือแร่จากดิน
  - เพราะต้นถั่วไม่ได้รับแสงสว่างจึงปรุงอาหารไม่ได้
  - เพราะต้นถั่วได้รับเชื้อไวรัส
  - เพราะต้นถั่วไม่ได้รับแสงสว่างและน้ำ
48. วงจรไฟฟ้าวงหนึ่งเมื่อเปลี่ยนความต้งศักย์ ปรากฏว่ากระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตาม

ตารางข้างล่าง

สมมุติฐานที่ดีสำหรับข้อมูลนี้คือ

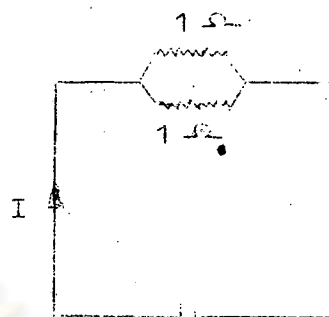
- ความต้งศักย์และกระแสไม่มีความสัมพันธ์กัน
- ความต้งศักย์เพิ่มหนึ่งเท่ากระแสเพิ่มสองเท่า
- ความต้งศักย์มากกระแสจะน้อย
- ความต้งศักย์หารด้วยกระแสมีค่าคงที่

ความต้งศักย์ เป็นโวลต์	กระแสเป็น แอมแปร์
14	7
8	4
4	2
16	8
6	3



49. คำนวณกระแสไฟในวงจรเทากัน

- ก.  $4\frac{1}{3}$  แอมแปร์  
 ข. 3 แอมแปร์  
 ค. 4 แอมแปร์  
 ง.  $\frac{4}{3}$  แอมแปร์

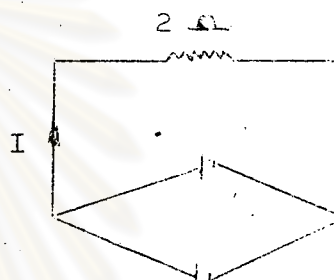


$$r = 1 \Omega$$

$$E = 2 \text{ Volt}$$

50. คำนวณกระแสไฟในวงจรเทากัน

- ก. 10 แอมแปร์  
 ข.  $1\frac{3}{5}$  แอมแปร์  
 ค. 5 แอมแปร์  
 ง.  $\frac{4}{5}$  แอมแปร์



$$E = 2 \text{ Volt}$$

$$r = 1 \Omega$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข.

แบบสอบถามความรู้สึกและข้อเสนอแนะของนักเรียน

ชื่อ..... ชั้น..... ห้อง..... เลขที่.....

คำชี้แจง การตอบแบบสอบถามของนักเรียน จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดี มีความรู้ความเข้าใจในวิชานี้มากขึ้น จึงขอให้ตอบด้วยความจริงใจ ความรู้สึกของนักเรียนเอง ผลการตอบจะมีประโยชน์ต่อนักเรียนเอง

แบบสอบถามมี 2 หัวข้อคือ

1. ความรู้สึกของนักเรียนต่อวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ข้อเสนอแนะของนักเรียนเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียนการสอนให้เป็นไปตามความต้องการของนักเรียน

ความรู้สึกของนักเรียนต่อวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์

	มาก	ปานกลาง	น้อย
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นประโยชน์			
1. เข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์			
2. ได้รับความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง			
3. น่าสนใจ			
4. สนุกสนาน			
5. บรรยากาศในการเรียนเคร่งเครียด			
6. สามารถจดจำได้นาน			
7. ชอบเรียน			
8. รู้สึกกังวลว่าเรียนเนื้อหาได้น้อยเกินไป			

	มาก	ปานกลาง	น้อย
10. ชอบที่ได้ทดลองและหาคำตอบในสิ่งที่ไม่รู้ตัวเอง			
11. ตนเองมีความอยากรู้อยากเห็นมากจน			
12. สามารถจับบันทึกตัวเองจากความเข้าใจ			
13. ครูไม่เข้มงวดกับระเบียบในห้องเรียน			
14. ครูสนใจนักเรียนทั่วถึง			
15. นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้			
16. นักเรียนสามารถหาคำตอบได้เองโดยครูไม่คอบอก			

ความรู้สึกอื่น ๆ ที่นักเรียนอยากเพิ่มเติม

17. ....
18. ....

ความเห็นที่นักเรียนอยากเสนอแนะในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

<u>ขอเสนอแนะ</u>	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
1. ครูควรบอกเนื้อหาให้ชัดเจน		
2. อยากให้ครูทดลองและสรุปให้ฟังก่อนแล้วนักเรียนทำตาม		
3. ควรมีการสอนแบบนี้ในวิชาอื่น ๆ เพราะสนุกและไม่เบื่อกว่า		
4. การสอนแบบนี้ดีมาก		

ขอเสนอแนะอื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบสัมพันธภาพทางกรเรียน  
ระดับความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้  
ความจำ ความเข้าใจ

ข้อ	P	r	ข้อ	P	r
1	.59	.23	23	.70	.26
2	.05	-.65*	24	.25	.06*
3	.56	.31	25	.69	.33
4	.80	.20	26	.84	.16*
5	.28	.35	27	.24	-.01*
6	.50	.34	28	.74	.19*
7	.40	.29	29	.84	.17*
8	.84	.13*	30	.36	.06*
9	.17	.27*	31	.59	.34
10	.29	.15*	32	.60	.44
11	.72	.33	33	.62	.30
12	.70	.12*	34	.88	.15*
13	.82	.08*	35	.61	.38
14	.81	.10*	36	.74	.28
15	.80	.21**	37	.27	.31**
16	.55	.32	38	.57	.44**
17	.47	.38	39	.69	.37**
18	.50	.36	40	.69	.22
19	.38	.42**	41	.50	.43
20	.77	.26	42	.44	.15*
21	.58	.31	43	.48	.49
22	.60	.44	44	.43	.37

\* ข้อที่คัดออก

\*\* ข้อที่อยู่ในเกณฑ์คัดออก

ระดับความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหา

ข้อ	P	r	ข้อ	P	r
1	.48	.24	21	.68	.25**
2	.77	.20	22	.66	.23
3	.51	.23	23	.29	.09*
4	.68	.20	24	.54	.25
5	.39	.09*	25	.60	.24
6	.37	.09*	26	.65	.21
7	.50	.22	27	.60	.20
8	.21	.20	28	.21	.06*
9	.48	.13	29	.66	.20
10	.53	.22	30	.81	.20*
11	.49	.20	31	.59	.15*
12	.52	.15*	32	.31	.20
13	.60	.29	33	.26	.09*
14	.74	.16*	34	.48	.29
15	.67	.20	35	.15	.01**
16	.21	.38	36	.47	.22
17	.60	.33	37	.34	.26
18	.37	.25	38	.28	.25
19	.42	.24	39	.67	.07*
20	.37	.03*			

\* ข้อที่ตัดออก

\*\* ข้อที่อยู่ในเกณฑ์ตัดออก

## ภาคผนวก ง.

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม จาก  
คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ใน ค.2 ก. ของโรงเรียนสรรพาวุธวิทยา ก่อน  
การทดลองสอน

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
1	79	78	16	68	87
2	81	76	17	76	77
3	72	71	18	106	87
4	73	71	19	74	90
5	78	81	20	77	79
6	59	91	21	80	80
7	67	86	22	75	75
8	80	74	23	82	56
9	94	86	24	99	69
10	67	70	25	83	71
11	79	67	26	60	60
12	80	73	27	72	88
13	74	90			
14	79	87			
15	62	86			
คะแนนรวม				2076	2105

## คะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มหลังการทดลองสอน

เลขที่	กลุ่มทดลองที่ 1			กลุ่มทดลองที่ 2		
	ความจำ. ความเข้าใจ	การแก้ปัญหา	รวม	ความจำ ความเข้าใจ	การแก้ปัญหา	รวม
1	14	19	32	15	16	31
2	19	16	29	22	13	35
3	14	15	29	17	11	28
4	20	13	33	17	12	29
5	20	13	33	20	14	34
6	17	9	26	18	9	27
7	17	11	28	22	17	39
8	21	15	36	15	12	27
9	19	18	37	20	12	32
10	18	14	32	15	15	30
11	17	18	35	13	9	22
12	19	18	37	15	14	29
13	17	12	29	22	18	40
14	17	14	31	17	13	30
15	15	14	29	23	17	40
16	16	14	30	20	18	38
17	18	11	29	16	12	28
18	23	18	41	20	17	37
19	18	14	32	19	13	32
20	21	16	37	20	11	31
21	21	18	39	21	15	36
22	13	13	26	16	13	29
23	21	13	34	18	13	31
24	14	22	46	12	11	23
25	17	15	32	16	8	24
26	16	13	29	11	7	18
27	18	15	33	19	17	36
รวม	490	400	890	479	357	836

ภาคผนวก ฉ.

## สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

## 1. การหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสัมฤทธิผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สูตรที่ใช้คือ สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์<sup>1</sup>

$$r_{bis} = \frac{M_R - M_W}{S_t} \times \frac{P(1-P)}{Y}$$

$r_{bis}$  = biserial coefficient Correlation

$M_R$  = Mean Criterion Score for Student Choosing the right answer

$M_W$  = Mean Criterion Score for the Other Student

$S_t$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนทั้งหมด (Standard Deviation of Criterion Score for all Students)

$P$  = อัตราส่วนผู้ที่ตอบถูกและผู้ที่ยังตอบผิด (Proportion Choosing the Right Answer)

$Y$  = ค่าความสูงของโค้งปกติ (Ordinate in the Unit Normal Distribution, which divides the area under the curve in the proportion  $P$  and  $1 - P$ )

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>1</sup>อนันต์ ศรีโสภาก, การพัฒนาการทดสอบ, นครหลวงกรุงเทพมหานครบุรี : (กันยายน, 2515), หน้า 124.



## ภาคผนวก ข.

## ตัวอย่างการคำนวณ

1. การวิเคราะห์คะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์จาก ต.2 ก. โรงเรียนสรรพาวุธวิทยา เพื่อเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบหาความมีนัยสำคัญของมัธยิมเลขคณิตของคะแนน ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม โดยมีสมมติฐานดังต่อไปนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$s^2 = \frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s_1 = 10.631 \quad s_2 = 9.369$$

$$n_1 = 27 \quad n_2 = 27$$

$$s^2 = \frac{27 \times 112.731 + 27 \times 87.778}{27 + 27 - 2}$$

$$= 65.65$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}}$$

$$\bar{x}_1 = 76.89 \quad \bar{x}_2 = 78$$

$$t = \frac{76.89 - 78}{\sqrt{65.65} \sqrt{\frac{27 \times 27}{27 + 27}}}$$

$$t = .407$$

ค่าที่เปิดจากตาราง

$$P(-2.021 < t < 2.021 | \varnothing = 40) = 0.05$$

$P$  = ความน่าจะเป็นไปได้  $\varnothing$  = ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

ดังนั้นจึงยอมรับสมมุติฐาน  $H_0$  ว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากัน

3. วิเคราะห์คะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนที่ได้จากการทดสอบในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบความมีนัยสำคัญของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนน โดยมีสมมุติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$s_p^2 = \frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s_1 = 2.68$$

$$s_2 = 3.18$$

$$n_1 = 27$$

$$n_2 = 27$$

$$s_p^2 = \frac{27 \times 7.18 + 27 \times 10.11}{27 + 27 - 2}$$

$$= 8.97$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$\bar{x}_1 = 18.148$$

$$\bar{x}_2 = 17.740$$

$$t = \frac{18.148 - 17.740}{\sqrt{8.97}} \sqrt{\frac{27 \times 27}{17 + 17}}$$

$$= 0.508$$

ค่าที่เปิดจากตาราง

$$P(-2.021 < t < 2.021 \mid \varnothing = 40) = 0.05$$

จึงยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  ว่า  $\mu_1 = \mu_2$  ดังนั้นนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในค่านความรู้ ความจำ ความเข้าใจเท่ากัน

4. วิเคราะห์คะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากคะแนนที่ได้จากการทดสอบในสถานการณ์แก้ปัญหา ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบความมีนัยสำคัญของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนน โดยสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$s^2 = \frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s_1 = 2.82 \quad s_2 = 3.04$$

$$n_1 = 27 \quad n_2 = 27$$

$$s^2 = \frac{27 \times 7.95 + 27 \times 9.24}{27 + 27 - 2}$$

$$= 8.92$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$\bar{x}_1 = 14.81 \quad \bar{x}_2 = 13.22$$

$$t = \frac{14.81 - 13.22}{\sqrt{8.92}} \sqrt{\frac{27 \times 27}{27 + 27}}$$



$$* t = 1.996 \quad ; \quad \text{ค่า } t \text{ จากตาราง } p(t > 1.684 \mid \varnothing = 40) = .05$$

จึงยอมรับ  $H_1$  ว่า  $\mu_1 > \mu_2$  ดังนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์แก้ปัญหามากกว่านักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2

5. วิเคราะห์คะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากผลรวมของคะแนนทั้งสองด้าน โดยผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบหาความมีนัยสำคัญของมัธยฐานและสถิติของคะแนน โดยมีสมมุติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$s^2 = \frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s_1 = 4.62 \quad s_2 = 5.59$$

$$n_1 = 27 \quad n_2 = 27$$

$$s^2 = \frac{27 \times 21.34 + 27 \times 30.26}{27 + 27 - 2}$$

$$= 26.8$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$\bar{x}_1 = 32.96 \quad \bar{x}_2 = 30.96$$

$$t = \frac{32.96 - 30.96}{\sqrt{26.8}} \times \sqrt{\frac{27 \times 27}{27 + 27}}$$

$$= 1.432$$

ค่า t จากตาราง

$$P(t, > 1.303 \mid \phi = 40) = 0.10$$

จึงยอมรับสมมุติฐาน  $H_1$  ว่า  $\mu_1 > \mu_2$  นักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2

## ภาคผนวก ข.

## แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## บทเรียนที่ 1

## สารทนไฟและสารติดไฟ

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. ใช้เครื่องมือทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ
2. บอกข้อแตกต่างของสารทนไฟ สารติดไฟ
3. บอกข้อแตกต่างของสารติดไฟ สารไวไฟ
4. จำแนกสารจากลักษณะการติดไฟ

ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. สารแบ่งตามคุณสมบัติการติดไฟเป็น 2 อย่าง

ก. สารทนไฟ

ข. สารติดไฟ

สารติดไฟแบ่งตามลักษณะการติดไฟเป็น 2 อย่าง

ก. สารไวไฟ

ข. สารติดไฟ

ให้นักเรียนนำสารหมายเลข 1 จนถึงหมายเลข 10 ไปเผาไฟและสังเกตดูพร้อม

จดบันทึกผล

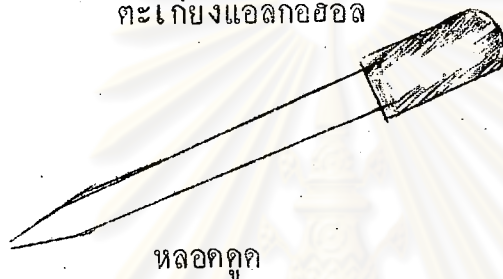
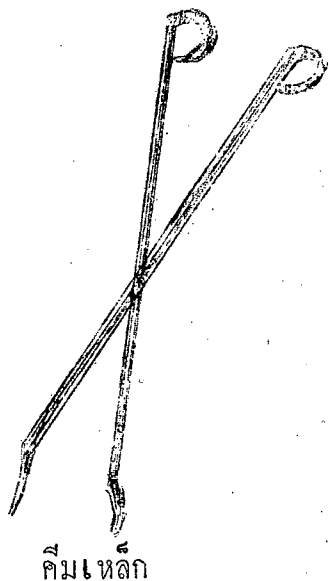
ข้อควรระวัง

1. ในขณะที่เผาสารอย่าระเริงกหน้าเข้าไปใกล้โดยเด็ดขาด
2. อย่านำภาชนะขณะที่กำลังเผาสารเข้าไปใกล้เพื่อน
3. ปฏิบัติตามคู่มือทดลองอย่างเคร่งครัด

การเผาสาร

1. ภาสารเป็นของแข็ง ใช้คีบเหล็ก (Tongs) จับสารนั้นแล้วนำไปจอบเปลวของตะเกียงแอลกอฮอล์

2. ถ้าสารเป็นของเหลว ใช้หลอดดูด ( Medicine Dropper) ดูดเอาสารขึ้นมาใส่ในภาชนะสำหรับเผา แล้วนำไปจอบเปลวของตะเกียงแอลกอฮอล์



ผลการทดลอง

ผลการทดลอง สารที่	ไม่ติดไฟ	ติดไฟ		
		สีของเปลวไฟ	ติดไฟไฉนเร็ว	ติดไฟไฉนช้า
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

## สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการทดลองนำสารไปเผาไฟ นักเรียนเห็นว่าสารมีคุณสมบัติในการติดไฟแตกต่างกันหรือไม่ ?

.....

2. ถ้าแตกต่างกัน อะไรที่บอกถึงคุณสมบัตินั้น ?

.....

3. ถ้าไม่แตกต่างกันจงอธิบาย ?

.....

4. จากการทดลองท่านจะแยกสารออกเป็น ประเภทคือ

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

5. สารที่ติดไฟนั้นลักษณะของการติดไฟเหมือนกันหรือไม่ ? เพราะเหตุใด ?

.....

.....

.....

.....

6. ท่านคิดว่าจะนำสารที่ติดไฟไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ ? จงยกตัวอย่างเท่าที่คิดว่าจะทำได้

.....

.....

.....

.....

.....

7. จะนำสารที่ไม่ติดไฟไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ ? จงยกตัวอย่างเท่าที่คิดว่าจะทำได้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8. ถ้านำคุณสมบัติของการติดไฟและไม่ติดไฟของสารมาแยกสารในโลก จะแยกสารออกได้กี่พวก ? (โดยการนำการทดลองครั้งนี้มาสนับสนุน) และนักเรียนคิดว่าจะมีวิธีทดสอบอย่างไรว่า คำพูดของนักเรียนถูกต้องทุกครั้ง ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

9. นักเรียนคิดว่าสารที่ติดไฟได้มีกี่สถานะ ? จงยกตัวอย่าง ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องมือ
  - ก. คีม
  - ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์



- ค. หลอกกุก
- ง. ภาชนะสำหรับใส่สารเผา

## 2. สาร

### สารทนไฟ

1. ไบหินหรือแอสเบสตอส (Asbestos)
2. คินเหนียว
3. Siligar Gel
4. น้ำ
5. กราไฟท์ (Graphite)

### สารติดไฟ

1. เบนซีน (Benzene)
2. น้ำมันก๊าด
3. ถ่าน
4. กำมะถัน
5. แอลกอฮอล์

## เทคนิคการสอน

### การสอนโดยวิธีสาธิต

ครูจะเริ่มสอนโดยเป็นผู้ทำการเผาสารทั้ง 10 สาร พร้อมกับแนะเทคนิคการเผา และขอความร่วมมือจากนักเรียน นักเรียนจะคอยสังเกตบันทึกผล เมื่อได้ผลการทดลองแล้วก็นำผลมาหาข้อสรุปโดยจะทำการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป โดยการปล้นคำถามนักเรียน หรือ ถ้านักเรียนสงสัยก็อาจจะถามครู ครู-นักเรียนจะเป็นผู้ช่วยในการค้นหาคำตอบโดยการไขคำถามกับนักเรียนคนอื่นที่พอจะให้แนวทางของคำตอบได้

### การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง

ขั้นนำ (Pre Lab) ครูจะเป็นผู้แนะเทคนิคการเผาและขอความร่วมมือจากนักเรียน

ขั้นทดลอง นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทดลอง โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ ๒ คน และบันทึกข้อมูล

ขั้นสรุป (Post Lab) ครู-นักเรียนจะไขข้อสงสัยที่ใครมา เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ของการ

## บทเรียนที่ 2

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ )พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว มีความสามารถที่จะ

1. ทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. เตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องปฏิบัติการ
3. เขียนสมการการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
4. จัดเครื่องมือทดลอง
5. ใสเครื่องมือทดลอง

ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. สารประกอบคาร์บอเนตเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ติดไฟและทำให้น้ำปูนใสขุ่น

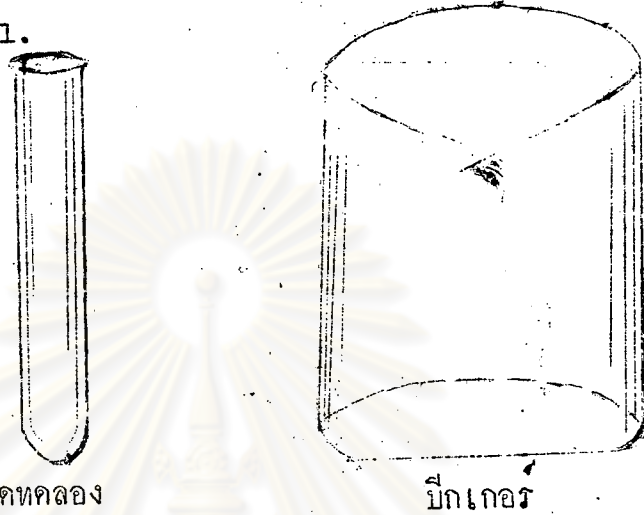
สารเคมีที่นำมาใช้

1. หินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) แคลเซียมคาร์บอเนต
2. โซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
3. กรดเกลือเจือจาง ( $\text{HCl}$  ไฮโดรคลอริกแอซิด)
4. น้ำปูนใส ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  แคลเซียมไฮดรอกไซด์)
5. ชูบ
6. น้ำสมสายชู
7. มะนาว
8. โซเดียมไบคาร์บอเนต เจือจาง

วัสดุอุปกรณ์

1. คนโทแก้วขนาด 250 ml.

2. หลอดน้ำกาช
3. กรวยฝักบัว
4. หลอดทดลองขนาด 20 ml.
5. บีกเกอร์



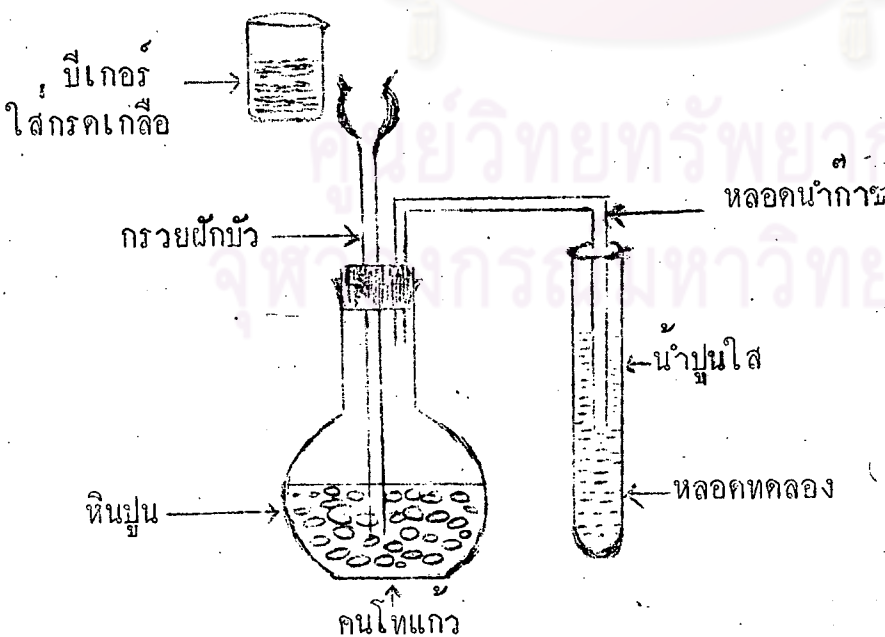
หลอดทดลอง

บีกเกอร์

การทดลอง

1. ใช้หลอดทดลองสองหลอดใส่หินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) และโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) โซเดียมไบคาร์บอเนตอย่างละหลอด หลอดละ 2 กรัม เทกรดเกลือจำนวน 3 ml ลงในหลอดทั้งสอง สังเกต และบันทึกผลการทดลอง ( ใ้ทำการทดลองซ้ำแต่ใช้กรคน้ำส้ม มะนาว แทนกรดเกลือ )

2. ใส่หินปูน 10 กรัมลงในคนโทแก้วขนาด 200 ml. แล้วติดตั้งเครื่องมือดังภาพ



คอบ ๆ เทรกตเกลือผานกรวยผักบัว แล้วสังเกตุผลและนำน้ำปูนใสบรรจุในหลอดทดลองไปรอง  
รับหลอดนำก๊าซ สังเกตุและบันทึกผลการทดลอง

3. จากข้อ 2. ให้นำหลอดแก้วที่บรรจุน้ำปูนใสออกแล้วใส่หลอดทดลองเปล่าไปรอง  
รับหลอดนำก๊าซอยู่นานพอสมควร และใช้ธูปที่ติดไฟแดงหยอนลงไป สังเกตุและบันทึกผล

ผลการทดลอง

1. ....  
.....  
.....
2. ....  
.....  
.....
3. ....  
.....  
.....

สรุปผลการทดลอง

1. ฟองฟูที่เกิดจากการใส่กรดเกลือลงในหินปูนและโซเดียมคาร์บอเนตนั้นนักเรียน  
คิดว่าเป็นอะไร ?.....
2. ฟองฟูที่เกิดจากการใส่กรดน้ำส้มลงในหินปูนและโซเดียมคาร์บอเนตนั้น นักเรียนคิดว่าเป็น  
อะไร?.....
3. ถ้าใส่กรดกำมะถันลงในหินปูนและโซเดียมคาร์บอเนต ให้นักเรียนลองทำนายว่าจะเกิด  
ผลอย่างไร ?.....
4. ถ้าใส่กรดลงในสารคาร์บอเนต นักเรียนคิดว่าผลควรจะเป็นอย่างไร ?  
.....
5. จงตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกรดและสารคาร์-  
บอเนต.....  
.....

6. ถ้าใส่กรดลงในสารอื่นที่ไม่ใช่สารคาร์บอเนต จะเกิดปฏิกิริยาแบบเดียวกับสารคาร์บอเนตหรือไม่ ? เพราะเหตุใด ?

.....

.....

.....

7. เมื่อผ่านการคาร์บอนไดออกไซด์ลงในน้ำปูนใส ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ให้นักเรียนทำนายสิ่งที่ขุนนั้นว่าเป็นอะไร ? จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

8. ถ้าท่านมีก๊าซอยู่จำนวนหนึ่ง สงสัยว่าจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ท่านจะวิธีพิสูจน์ให้เห็นจริงได้อย่างไร

.....

.....

### เทคนิคการสอน

#### การสอนโดยการสาธิต

ครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) โดยการนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการที่ครูจัดเครื่องมือพร้อมทั้งตั้งคำถามเป็นการทบทวนหรือแนะนำว่าเครื่องมือแต่ละชนิดนั้นมีชื่ออย่างไรบ้าง ในเวลาที่ครูทำการทดลองครูจะคอยป้อนคำถามให้นักเรียนตอบและถ้านักเรียนสนใจจะถามครู ครูก็พยายามจะหาคำตอบจากนักเรียนที่ทราบ แต่ถ้าหากนักเรียนไม่ทราบเพราะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ครูจะบอกให้นักเรียนจะคอยสังเกต ถามและบันทึกการทดลอง เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ครูจะนำข้อมูลขึ้นกระดานเพื่อหาข้อสรุป

#### การสอนโดยการทดลอง

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะเป็นผู้แนะนำเทคนิคในการทดลอง หรือการนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการกล่าวถึงก๊าซที่นักเรียนทราบ และก่อดังกล่าวด้วยการกล่าววว่า "วันนี้จะเรียนเรื่องก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์"

ขั้นทดลอง นักเรียนจะทดลองด้วยตนเอง โดยครูจะคอยดูแลอย่างใกล้ชิด คอย  
แนะเทคนิคการใช้เครื่องมือ นักเรียนจะคอยบันทึกข้อมูล

ขั้นสรุป ( Post - Lab) ครูและนักเรียนจะช่วยกันหาข้อสรุปโดยครูจะพยายามให้  
ถึงความลึกซึ้งของข้อสรุปให้ได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 3

## ธรรมชาติของน้ำ

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วสามารถที่จะ

1. บอกว่าธรรมชาติของน้ำเป็นอย่างไร
2. ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ธรรมชาติของน้ำ
3. ชี้ให้เห็นข้อแตกต่างของน้ำกับของเหลวอย่างอื่น
4. ใช้เครื่องมือทดลองได้

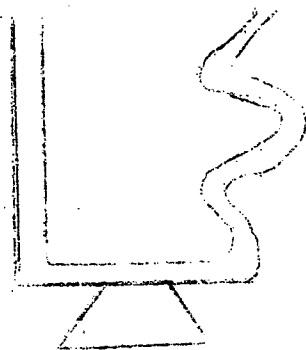
ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. ของเหลวมีคุณสมบัติในการรักษาระดับ
2. ของเหลวมีความกดดัน
3. น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี
4. ธรรมชาติของน้ำ
  - 4.1 น้ำรักษาระดับ
  - 4.2 น้ำมีความกดดัน
  - 4.3 น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี

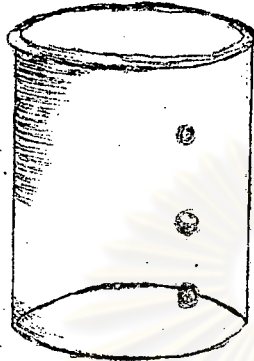
ในบทนี้จะมี 4. การทดลองให้นักเรียนผลัดเปลี่ยนกันใช้เครื่องมือแต่ละชุด

การทดลองที่ 1 ใช้ภาชนะคังรูป เหน้าสี่ลงไปในภาชนะ ไหมสังเเกศระดับน้ำ และ

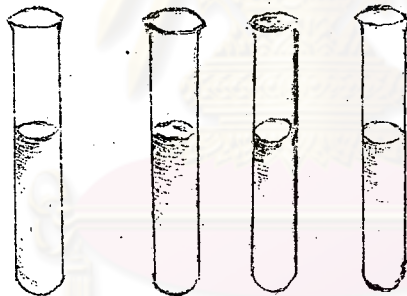
บันทึกผลการทดลอง



การทดลองที่ 2 ใช้ภาชนะที่เป็นกระป๋องครึ่งรูป เหน่าสีลงในภาชนะให้สูงกวาระดับ  
ที่เจาะรูไว้ ให้ลื่นไหลที่รูรูไว้ จงสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

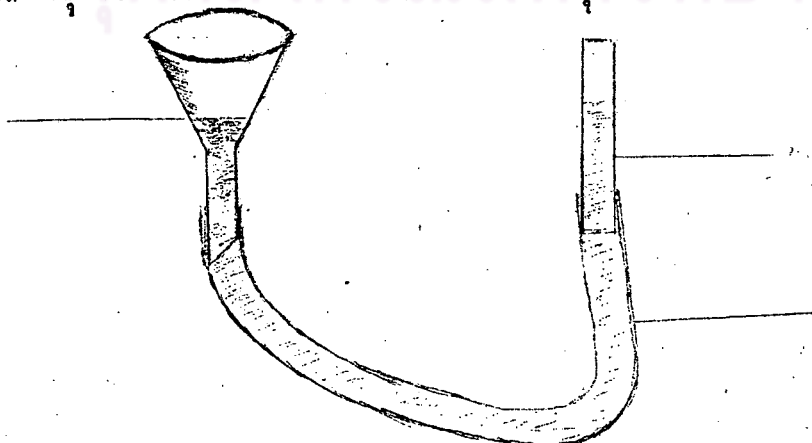


การทดลองที่ 3 ใช้หลอดทดลอง 4 หลอด ใส่น้ำหดรดละ 5 ml แล้วใส่ทางทับทิม  
ดินประสีว (โปตัสเซียมไนเตรต ( $KNO_3$ )) เกลือแกง กำมะถัน ลงในหลอดที่ใส่น้ำเอาไว้ตาม  
ลำดับ ให้สังเกตและบันทึกผลการทดลอง (เขของเหลวที่งกลางหลอดทดลอง แล้วใช้แอลกอฮอล์  
เบนซิล แทนน้ำ)



การทดลองที่ 4

ทำการทดลองโดยใช้สายยางสวมปลายหลอดแก้วและปลายกรวยแก้วไว้คนละข้าง  
กิ่งรุ กรอกน้ำสีให้มากพอจะเห็นระดับใดทั้งสองข้าง ถัดกรวยแก้วให้คงที่ อีกมือหนึ่งเลื่อนหลอดแก้ว  
ขึ้นตรงและหยุคหนึ่ง สังเกต แล้วเลื่อนหลอดแก้วลง หยุคหนึ่ง แล้วสังเกตและบันทึกผล





ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 .....

.....

การทดลองที่ 2 .....

.....

การทดลองที่ 3 .....

.....

การทดลองที่ 4 .....

.....

สรุปผลการทดลอง

1. ทำไมระดับของน้ำจึงเท่ากันเสมอ. ? .....

.....

2. ทานคิดวาทองเหลวอย่างอื่นจะรักษาระดับอย่างนำหรือไม่ ? จะมีการทดลองสนับสนุนอย่างไร ? .....

.....

.....

3. ทำไมน้ำจึงพุ่งออกจากกระป๋อง แทนที่จะไหลออกธรรมดา ? .....

.....

4. ทำไมน้ำจึงพุ่งแรงที่ระดับต่ำลงมา ? .....

.....

5. นักเรียนคิดว่าของเหลวอย่างอื่นจะมีคุณสมบัติในข้อ 3 และข้อ 4 เหมือนน้ำหรือไม่ ? จะมีการทดลองสนับสนุนอย่างไร ?

.....  
.....  
.....

6. จากผลการทดลองพอจะสรุปได้ว่า น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด ?  
จงให้เหตุผลประกอบ หรือสร้างการทดลองสนับสนุน.....

.....  
.....

7. สารละลายนั้นประกอบด้วยอะไรบาง ?

.....  
.....

8. ใຫານบอกรวมชาติของน้ำเท่าที่ใดจากการทดลอง

.....  
.....  
.....

9. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองที่คิดว่าจะสามารถอธิบายธรรมชาติของน้ำได้

.....  
.....  
.....  
.....

เทคนิคการสอน

การสาธิต

ครูจะนำเข้าสู่บทเรียน โดยการให้นักเรียนทำนายว่าของเหลวสีแดงคืออะไร ?  
หรือให้ลองทายว่าครูกำลังจะทำอะไร ? แล้วจึงอธิบายการทดลอง และในขณะที่ทำการทดลอง  
ก็ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดการร่วมมือ (Participate) ในการเรียน ให้นัก

ข้อมูล ? เมื่อใดข้อมูลแล้ว ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อระดม  
ให้ได้อาคำตอบที่ต้องการ

### การทดลอง

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะอธิบายเทคนิคการใช้เครื่องมือเพื่อการทดลอง

ขั้นทดลอง นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทดลอง โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ คน ครูจะให้ความช่วยเหลือแนะนำถ้าเกิดอุปสรรคในการทดลอง

ขั้นสรุป (Post - Lab) ครูและนักเรียน จะใช้ข้อมูลที่ได้อมาช่วยในการสรุปและ  
การอธิบาย



คุนยวิทยทรพยากร  
จุพาลงกรณมหาวิทยาฬย

## การตกผลึก (Hydration)

### พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. เลียงผลึกสารด้วยตนเอง
2. บอกความแตกต่างของผลึก จุนลี คินประสิ่ว สารส้ม
3. ใช้เครื่องมือทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ
4. บอกสาเหตุของการเกิดผลึก
5. ชี้ให้เห็นอิทธิพลของความรอนต่อการละลาย

### ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. ผลึกเกิดจากสารแยกออกจากสารละลายเพราะเกิดช็อคอิ่มตัว
2. สารใดที่ละลายในตัวทำละลายได้ก็จะตกผลึกได้น้อย
3. ความรอนช่วยให้การละลายดีขึ้น
4. ผลึกของสารต่าง ๆ มีรูปร่างไม่เหมือนกัน

### สารเคมีที่นำมาใช้

1. คินประสิ่ว ( $\text{KNO}_3$  = โปตัสเซียมไนเตรด)
2. จุนลี ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )
3. สารส้ม ( $\text{K}_2\text{SO}_4$   $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ )
4. เกลือแกง ( $\text{NaCl}$  = โซเดียมคลอไรด์)

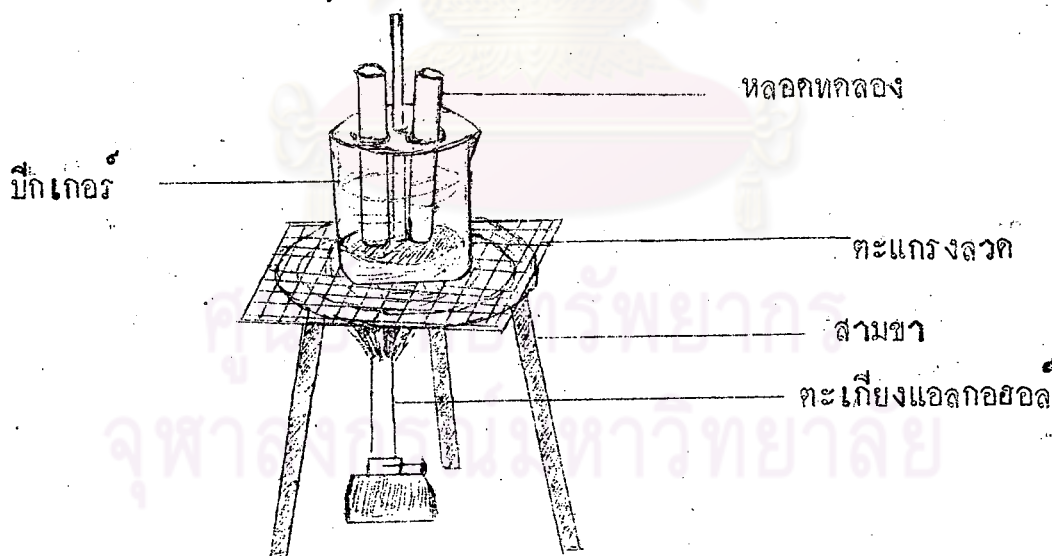
### วัสดุอุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. ส้อมชา
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์

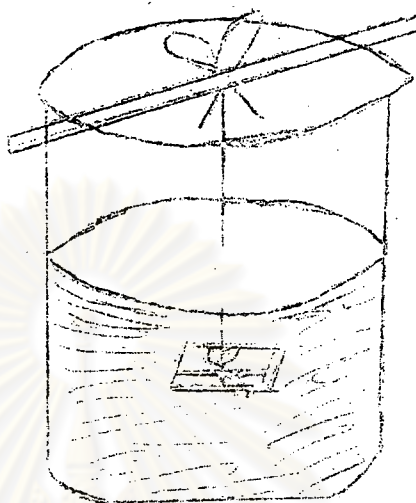
5. ดวยแก้ว
6. แท่งแก้วคั่น
7. กระจกบอกทาง
8. ปีกเกอร์
9. เชือก
10. ตะแกรงลวด

### การทดลอง

1. แต่ละกรูไซ้หลอดทดลอง 4 หลอด แต่ละหลอดเติมน้ำ 4 CC นำหลอดที่หนึ่งมาแล้วใส่คินประสีลงไป ใส่แท่งแก้วคั่นจนสารไม่ละลายตอไปอีกแล้ว เติมสารลงไปอีกจนเกินพอ หลอดทดลองตอไปทำเช่นเดียวกันแต่ให้ไซ้จุนสี สารส้ม และเกลือแกงตามลำดับนำหลอดทั้งสี่ใส่ลงไปในปีกเกอร์ที่ตมน้ำอยู่ ใส่แท่งแก้วคั่นจนสารละลายหมด ในขณะที่เดียวกันให้นำดวยแก้วใส่น้ำเย็นเตรียมแล้ว ยกหลอดทดลองออกจากปีกเกอร์ที่ละหลอดถือไวแล้วคอยสังเกตรประมาณ 1 นาที แล้วให้จุ่มหลอดทดลองลงในแก้วนํ้าเย็น สังเกตบันทึกผล



2. ใส่นํ้าประมาณ 55 CC ลงในปีกเกอร์ เติมสารส้มลงไปแล้วคนดวยแท่งแก้วจนสารส้มไม่ละลายตอไปอีกแล้ว นำไปตั้งไฟแล้วคอยเติมสารส้มลงไปจนไม่ละลายตอไปอีกแล้วนำมาตั้งไว้ ใส่เชือกผูกดล็กที่เตรียมไว้ให้ที่ปลายข้างหนึ่ง และอีกปลายข้างหนึ่งผูกกับแท่งไม้ นำดล็กไปหยอนในสารละลายที่ต้มคั้นนั้น ตั้งทิ้งไว้ สังเกตและบันทึกผล



ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

ผล สาร	ไม้คกผลึก	ตกผลึก		
		ตกผลึกมาก	ตกน้อย	ลักษณะผลึก
ดินประสิว				
จนสี				
สารส้ม				
เกลือแกง				

การทดลองที่ 2

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองที่ 1 สารใดที่ตกผลึกได้เร็วและมากที่สุด สารใดตกผลึกน้อยที่สุด

.....

2. สารใดที่ละลายน้ำได้ดีที่สุด.....

.....

3. เมื่อต้องการตกผลึกทำไมต้องนำสารไปตั้งไฟ.....

4. ทำไมสารจึงตกผลึก ? จงอธิบาย.....

.....

.....

5. ทำไมสารจึงตกผลึกได้ก็ไม่เท่ากัน.....

.....

6. จากการทดลองถ่าน้ำหลอดทดลองที่ต้มแล้วไปแช่น้ำแข็งนักเรียนคาดว่า จะเป็นอย่างไร?

.....

.....

.....

7. สารละลายที่เหลือจากการตกผลึกแล้วเป็นน้ำอย่างเคียวโซหรือไม ? จงอธิบาย และวิธีที่ทดลองที่จะแสดงว่าความคิดของท่านถูกต้อง

.....

.....

.....

.....

8. รูปร่างผลึกของแต่ละสารเหมือนกันหรือไม่? จงยกตัวอย่างประกอบ .....

.....

.....

9. การตกผลึกมีประโยชน์อย่างไร.....

.....

.....

.....

10. ในการเลี้ยงผลึกนั้น ทำไมกองหย่อนผลึกเล็ก ๆ ลงไปในสารละลาย.....

.....

.....

### เทคนิคการสอน

#### การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

สำหรับการทดลองที่ 1 จะใช้การสาธิตกลุ่ม (Group Demonstration) เพื่อให้ นักเรียนสังเกตโคชชัดเจน ครูจะนำเขาสอบเรียนโดยการตามความรู้เดิมที่เกี่ยวกับการละลาย พร้อมแนะเทคนิคการทดลองด้วย แต่การทดลองที่ 2 ครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstrations) สำหรับการทดลองนี้จะปล่อยให้และให้นักเรียนเฝ้าสังเกตการ เกิดผลึกในวันต่อไปด้วย เวลาที่เหลือครูจะใช้คำถามเพื่อให้ถึงการสรุป

#### การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre-Lab) ใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับการละลายและแนะเทคนิค ในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง นักเรียนจะเป็นผู้ทดลองและบันทึกผล

ขั้นสรุป (Post-Lab) โดยการใช้คำถามเพื่อให้ถึงข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอด

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทเรียนที่ 5

## ใบไม้ และดอก (Leaf and Flower)

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. บอกชื่อแตกต่างของใบพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่
2. จำแนกใบพืชจากลักษณะการจัดใบบนกิ่ง
3. บอกชื่อแตกต่างของดอกสมบูรณ์และไมสมบูรณ์
4. บอกชื่อแตกต่างของดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่สมบูรณ์เพศ
5. บอกหน้าที่ของใบและดอก

ความคิดรวบยอด (Concepts) ที่นักเรียนได้รับ

1. พืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีเส้นใบเป็นร่างแหและขอบใบมักหยัก แต่พืชใบเลี้ยงคู่มีเส้นใบขนานและขอบใบเรียบ

2. ใบพิจารณาจากการจัดตัวของบนกิ่งแบ่งออกเป็นใบเดี่ยวและใบประกอบ

3. ใบเปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่

4. ดอกสมบูรณ์ มีส่วนประกอบครบ 4 วง แต่ดอกไม่สมบูรณ์ มีไม่ครบ

5. ดอกแบ่งตามส่วนประกอบของอวัยวะสืบพันธุ์ แบ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่

สมบูรณ์เพศ

ครูจะคงจัดเตรียมใบและดอกไม้ให้นักเรียนได้ศึกษา อาจจะเตรียมดังตัวอย่างข้างล่างนี้

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ใบทุเรียน

ใบไผ่

ใบข้าว

ใบอ้อย

พืชใบเลี้ยงคู่

ใบมะม่วง

ใบมะขาม

ใบทุเรียน

ถั่ว

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว  
ใบข้าวโพด

พืชใบเลี้ยงคู่  
ใบมะยม  
ใบกระถิน  
ใบพุทธรัง  
ใบกุหลาบ  
ใบกระท้อน  
ใบฝรั่ง  
ใบคะน้า

ดอกสมบูรณ์ (Complete Flower)      ดอกไม่สมบูรณ์ (Incomplete Flower)

ดอกมะเขือ

ดอกเฟื่องฟ้า

ดอกแค

ดอกตำลึง

ดอกกุหลาบ

ดอกฟักทอง

ดอกมะลิ

ดอกมะละกอ

ดอกพุทธรัง

ดอกคอตัง

การทดลองที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา วาดภาพ (Label) ใบของกุหลาบและใบหญ้า การ

สังเกตใหญ่การเรียงตัวของใบ เส้นกลางใบ ขอบใบ

ใบกุหลาบ

ใบหญ้า

ใบ	เส้นกลางใบ	ขอบใบ	การเรียงตัวของใบ

การทดลองที่ 2

ใบกุหลาบเป็นใบของพืชใบเลี้ยงคู่ (Dicotyledoneae) ใบหญ้าเป็นลักษณะใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledon) ให้นักเรียนแยกใบไม้ที่จัดไว้ให้จากหมายเลข 1 - 15 ว่าหมายเลขใดเป็นใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือใบของพืชใบเลี้ยงคู่

ใบ	ใบเลี้ยงเดี่ยว	ใบเลี้ยงคู่
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

การทดลองที่ 3

จงศึกษาและวาดภาพการจัดเรียงใบของใบกระถินและใบฝรั่ง

ใบกระถิน

ใบฝรั่ง

ใบ	ประกอบควยใบ	การจัดเรียงของใบ
กระถิน		
ฝรั่ง		

ใบกระดิ่งเป็นใบประกอบ (Compound Leaves) และใบฝรั่งเป็นใบเดี่ยว (Simple Leaf) จากหมายเลข 1-15 ให้นักเรียนแยกแกว่าใบใดเป็นใบประกอบและใบเดี่ยว.

ใบ	ใบเดี่ยว	ใบประกอบ
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

การทดลองที่ 4

ให้นักเรียนสังเกตวาดภาพ (Label) ส่วนต่าง ๆ ของดอกพุทธรักษาซึ่งเป็นดอกสมบูรณ์ (Complete Flower) และดอกตำลึง ซึ่งเป็นดอกไม่สมบูรณ์ (Incomplete Flower)

ดอกพระทอง

ดอกคำลิง

ดอกสมบุรณ์	ดอกไมสมบุรณ์

สรุปผลการทดลอง

1. ลักษณะของใบของพืชใบเลี้ยงคู่

ก.....

ข.....

ค.....

2. ลักษณะของใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ก.....

ข.....

ค.....

3. ใบเดี่ยว ( Simple Leaf) คือ .....

.....

4. ใบประกอบ ( Compound Leaves) คือ.....

.....

5. ใบสีชมพูของเฟื่องฟ้าเป็นใบหรือเป็นกลีบดอก .....

.....

6. ทำไมใบคะน้าจึงหนากว่าใบไม้ธรรมดา.....

.....

7. จงรวบรวมหน้าที่ของใบจากการสังเกตในการทดลองและจากการค้นคว้า

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8. ส่วนประกอบของดอกที่สังเกตจากดอกพุทธรักษาที่มีดังนี้.....

.....  
.....  
.....

9. ทำไมแมลงชอบบินตอมและเกาะตามดอกไม้.....

.....  
.....

10. จงให้คำจำกัดความของดอกสมบูรณ์ (Complete Flower) และดอกไม้สมบูรณ์ (Incomplete Flower) .....

.....  
.....  
.....  
.....

11. ทำไมดอกผักทองจึงไม่เหมือนกัน ? จงอธิบาย.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## เทคนิคการสอน

### การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

เนื่องจากวัตถุประสงค์ค้นหาได้ไม่ยากนัก จึงใช้ครูและนักเรียนสาธิต (Teacher Student Demonstration) เพื่อให้บรรยากาศเต็มไปด้วยความกระตือรือร้น ครูจะสร้าง Mind Capture โดยการบรรจุวัตถุประสงค์ลงในกล่องและจะแจกไปตามโต๊ะ เพื่อให้นักเรียนสังเกต โดยครูจะเป็นผู้นำแนวการสังเกตโดยใส่คำถามเป็นขั้นตอน เพื่อให้ถึงข้อสรุป

### การสอนโดยวิธีทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre - Lab) ใส่ใบและดอกที่ต้องการให้นักเรียนสังเกตลงในกล่อง แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3 คน แนะนำการสังเกตว่าควรจะสังเกตตำแหน่งใดบ้าง

ขั้นทดลอง ให้นักเรียนทำการศึกษาในกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งการจดบันทึกข้อมูล

ขั้นสรุป (Post - Lab) นำผลการสังเกตแต่ละกลุ่มมาอภิปราย โดยจะให้แต่ละกลุ่มเสนอผลการสังเกตของตนเอง พร้อมกับข้อคิดเห็น โดยครูจะเป็นผู้คอยควบคุมให้ถึงข้อสรุปด้วยการถาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 6

### คลอโรฟิลล์และแสงสว่างจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง

#### พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. ไขเครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ
2. หาและตัดเลือกวัสดุที่ใช้ในการทดลอง
3. อธิบายการสังเคราะห์แสง
4. บอกประเภทของบางส่วนที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง

#### ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. ใบไม้ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง
2. ส่วนของใบที่มีสีเขียวเท่านั้นที่สังเคราะห์แสงได้
3. สีเขียวคือคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)
4. คลอโรฟิลล์ละลายในแอลกอฮอล์
5. แสงสว่างจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง

#### วัสดุอุปกรณ์

1. ใบไม้ (ใบพลูด่าง ใบเงิน ใบฝรั่ง)
2. หลอดทดลองขนาด 10 ml.
3. ไม้หนีบหลอดทดลอง
4. สารละลายไอโอดีนในโพตัสเซียมไอโอไดน์ ( $I_2$  in KI solution)
5. ปีกเกอร์
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์
7. แ่งมัน
8. ฟอर्सเซป (Forcep)

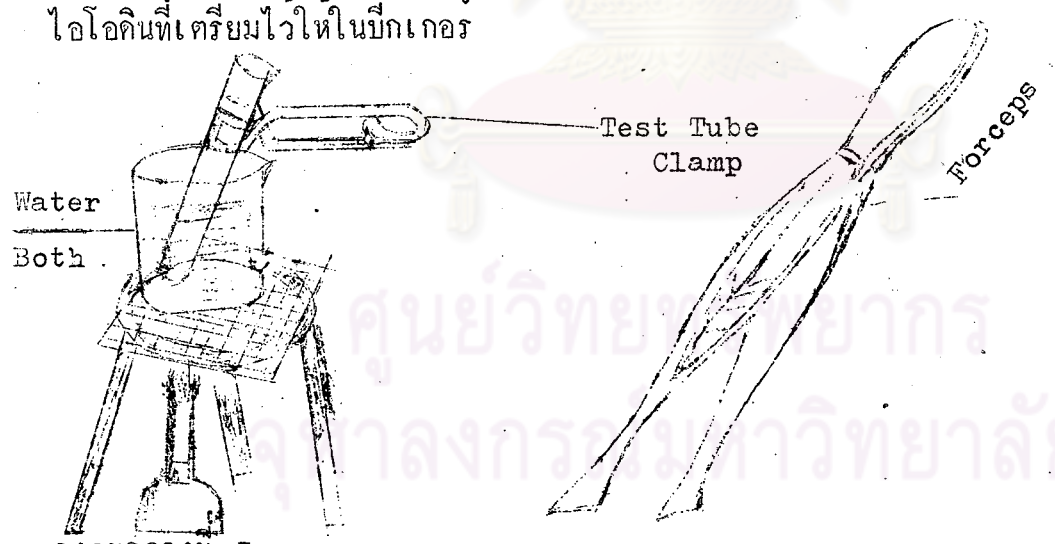


การทดลองที่ 1

ใส่น้ำลงในหลอดทดลองประมาณ  $\frac{1}{5}$  ของหลอด ใส่น้ำมันลงไปเล็กน้อยเขาให้เขากัน  
เติมสารละลายไอโอดีนลงไป สังเกต แลวนำไปอุ่นในวอเทอร์บัท (Water Bath) สังเกต  
และบันทึกผล

การทดลองที่ 2

ใส่น้ำลงในหลอดทดลองประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของหลอด ใส่น้ำมัน 1 ใบ และเลือกเม็ด  
ใบไม้ที่จักให้อีก 1 ใบ และเป็นใบที่โทพอจะสอดเข้าไปในหลอดแก้วโคสควก (แต่ละกรุปไม่  
ควรจะเลือกซ้ำกันหมด) ใส่น้ำลงในหลอด ใช้นิ้วบีบหลอดไว้ แลวนำจืดตะเกียงแอลกอฮอล์  
(ถ้า Water Bath วางจะต้มใน Water Bath เลยกก็ได้) จนน้ำเดือดประมาณ  
นาที เห็นน้ำออกเติมแอลกอฮอล์ลงในหลอดพอท่วมใบ นำไปต้มในวอเทอร์บัท (หามนำไปต้มไฟ  
หรือจืดที่เปลวไฟโดยเค็ดชาก) ต้มจนสารสีเขียวออกมากแล้ว จึงเทแอลกอฮอล์ลงในภาชนะ  
ที่จักไว้ให้ ไซฟอรูแม (Forcep) หยิบใบขึ้นมาไปล้างน้ำ แลวจึงนำไปจุ่มในน้ำยา  
ไอโอดีนที่เตรียมไว้ให้ในบีกเกอร์



การทดลองที่ 3

ก่อนการทดลองนี้ 3 วัน ให้นักเรียนใช้กระดาษสีดำไปปิดที่ใบซึ่งเขียว แลวจึงหนีบไว้  
(การเลือกใบควรเลือกใบที่ไม่โตจนเกินไป และไม่แก่จนเกินไป) ให้นำมาปฏิบัติเช่นการทดลอง  
ที่ 2 สังเกตและบันทึกผล

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 .....

.....  
.....  
.....

การทดลองที่ 2 .....

.....  
.....  
.....

การทดลองที่ 3 .....

.....  
.....  
.....

สรุปผลการทดลอง

1. นำแป้งที่ติดกับสารละลายไอโอดีนในโปตัสเซียมไอโอไดน์ให้สีอะไร.....  
และเมื่อนำไปต้มสีเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่.....

2. เมื่อทำการทดลองที่ 2 แล้ว ส่วนของใบพุด่างที่ให้สีน้ำเงินกับสารละลาย  
ไอโอดีนนั้น เมื่อใบยังมีชีวิตอยู่เป็นส่วนของสีอะไร.....

3. ทำไมต้องนำใบไปต้มกับน้ำก่อนการทดลอง.....

.....  
.....

4. ทำไมต้องนำใบไปต้มกับแอลกอฮอล์.....

.....  
.....

5. เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาทำไมไม่ลงในแอลกอฮอล์เพียงครั้งเดียว.....

.....  
.....  
.....

6. ส่วนของใบพลูคาง หรือใบเงินที่ไม่มีสีนำเงินเมื่อทำการทดลองแล้ว นักเรียน  
คิดว่าเพราะเหตุใด.....

.....

7. สีเขียวที่ละลายลงในแอลกอฮอล์นั้นคืออะไร ?

.....

8. จากการทดลองที่ 3 ทำไมผลการทดลองจึงไม่มีสีนำเงินที่บริเวณใบที่ปักไว้ด้วย  
กระดาษสีดำ จงอธิบาย.....

.....  
.....  
.....

9. จงสรุปจากการทดลองว่าการสร้างแป้งของพืชต้องการอะไรบ้าง

.....  
.....  
.....

10. ให้นักเรียนไปคนควาจากหนังสือหรือจากห้องสมุดว่ามีสิ่งอื่นหรือไม่ที่จำเป็นต่อการ  
สังเคราะห์แสง.....

.....  
.....  
.....

เทคนิคการสอน

การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

ใช้ครูเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) แนะนำเทคนิคในการทดลองและ

ใช้คำถามเพื่อให้ถึงความคิดรวบยอด (Concept) ที่ต้องการ โดยจะอภิปรายปัญหาที่สังเกตได้จากกราฟ

### การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง ( Experimentation Techniques )

ขั้นนำ (Pre - Lab) ครูจะแนะนำเทคนิคการทดลองที่แก่นักเรียน

ขั้นทดลอง นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

ขั้นสรุป (Post - Lab) ครูและนักเรียนจะอภิปรายปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง และสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่ไดจากการทดลอง



คุรุณวิทย์วิทยภัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 7

### รากและลำต้น

#### พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. บอกความแตกต่างของรากและลำต้น
2. จำแนกรากและลำต้น
3. บอกหน้าที่ของรากและลำต้น
4. อภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงของรากเพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง
5. ตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับรากและลำต้น
6. ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐาน

#### ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. ลำต้นพืชมีข้อ ปล้อง และมีก้าน
2. รากพืชไม่มีข้อ ปล้อง
3. รากมีหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่ และเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่อย่างอื่น
4. ลำต้นมีหน้าที่ลำเลียงน้ำ อาหาร ทุใบและดอก เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่อย่างอื่น

ให้นักเรียนศึกษา 1. รากและลำต้นของพืชที่เตรียมไว้ให้ ให้สังเกตว่ารากลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างไร แล้วจึงจำแนกส่วนของพืชจากหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 18 พร้อมทั้งวาดภาพและบอก (Label) ว่าเป็นส่วนใด และให้นักเรียนบันทึกผลตามตารางข้างล่างนี้ โดยสังเกตว่าส่วนที่เชือกผูกอยู่นั้นเป็นส่วนใด

#### ความแตกต่างของรากและลำต้น

ราก	ลำต้น



ลำดับ (ต่อ)

หมายเลข	ลำดับบนดินหรือใตดิน	ทำหน้าที่
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

ราก

หมายเลข	ชนิด	ทำหน้าที่
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

สรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าส่วนหนึ่งของรากเป็นลำต้นและอีกส่วนหนึ่งเป็นราก ?  
.....  
.....
2. ลำต้นอยู่บนดินเสมอไปหรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ.....  
.....  
.....
3. รากอยู่ที่ดินเสมอไปหรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ.....  
.....  
.....
4. รากกลายไม้ทำไมจึงอวบหนากว่ารากของพืชทั่วไป.....  
.....  
.....
5. พืชสะสมอาหารไว้ที่ส่วนใดบ้าง ? และสะสมอยู่ในรูปใด.....  
.....  
.....
6. รากที่งอกออกมาจากโคนต้นมะพร้าวทำหน้าที่อะไร ?.....  
.....  
.....
7. รากของต้นแสม โกงกาง ทำหน้าที่อย่างไรเกี่ยวกับรากที่อยู่ตรงโคนต้นของต้นชาว-  
โพกหรือไม่ จงอธิบาย.....  
.....  
.....
8. มือเกาะของต้นคำดิ่งเป็นส่วนใดของพืช.....  
.....  
.....
9. ลำต้นของพืชมีประโยชน์อย่างไร ?.....  
.....  
.....
10. จะทราบได้อย่างไรว่ารากหนึ่งเป็นรากสามัญหรือวิสามัญ.....  
.....  
.....



12. ทรงขอของไม้ที่โผล่ออกมา เราเรียกส่วนนี้ว่าอะไร?.....

13. พืชที่ทานสังเกตนั้นทุกชนิดมีตาเหมือนกันหรือไม่ ใบบอกลักษณะของตา (Bud) ของพืชเท่าที่นักเรียนสังเกตุเห็น.....

14. จากความคิดเห็นของนักเรียน จงสันนิษฐานว่าพืชสร้างตาขึ้นมาเพื่ออะไร ?

15. จงบอกถึงความแตกต่างของรากและลำต้น

#### เทคนิคการสอน

ครูจะนำรากและลำต้นของพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาประมาณ 25 ชนิด ถ้ามีใบให้ ริดใบออกให้เห็นเฉพาะส่วนของรากและลำต้นเท่านั้น ในบทเรียนนี้รากและลำต้นที่นำมาใช้คือ

<u>ราก</u>	<u>ลำต้น</u>
รากผักบุ้ง	ต้นบวบ
รากหญ้าแพรก	ต้นผักทอง
รากหัวหอม	ตำลึง
รากหัวกระเทียม	พวงชมพู
รากตะไคร้	ขิง
รากปริก	ข่า
หัวผักกาดขาว	ขมิ้น
หัวกระชาย	เจีร์น
รากกล้วยไม้	ต้นไผ่
รากตอยดึง	ยอดมะม่วง
รากเตย	หัวเผือก

### การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

ครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) โดยเลือกส่วนของรากและ ลำต้นที่ชัดเจนให้นักเรียนสังเกต และซักถามเพื่อให้นักเรียนได้เห็นข้อแตกต่างของรากและ ลำต้น ครูจะซักถามต่อไปอีก เพื่อให้นักเรียนได้เห็นหน้าที่ของรากและลำต้นโดยใช้ความรู้ และประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่ ให้นักเรียนจำแนกรากและลำต้นโดยที่ไม่บอกให้

### การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre-Lab). แนะนำเกี่ยวกับการทดลองว่าพวกใดที่ให้ศึกษาก่อน และพวกใด ที่จะให้จำแนกออก

ขั้นทดลอง ให้นักเรียนทดลองเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน

ขั้นสรุป จะนำผลของทุกกลุ่มมาช่วยกันสรุป เพื่อให้นักเรียนได้ถึงความคิดรวบยอด

(Concept) ทุกคน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่

### การออสโมซิส (Osmosis)

#### พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. อธิบายการเกิดออสโมซิส (Osmosis)
2. ใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ
3. บอกวิธีการที่รากดูดอาหารและน้ำ
4. บอกคุณสมบัติของเยื่อเลือกผ่าน (Semipermeable Membrane)

#### ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. ออสโมซิส (Osmosis) คือการแพร่ของสารที่มีโมเลกุลเล็กจากที่มีจำนวนโมเลกุลมาก ผ่านเยื่อไปยังที่มีจำนวนโมเลกุลของสารนั้นมีอยู่น้อย
2. เยื่อเลือกผ่าน (Semipermeable Membrane) ยอมให้เฉพาะสารที่มีโมเลกุลเล็กเท่านั้นผ่าน
3. รากดูดน้ำและเกลือแร่ด้วยวิธีออสโมซิส
4. รากขนอ่อนมีหน้าที่ดูดน้ำ และเกลือแร่จากดิน

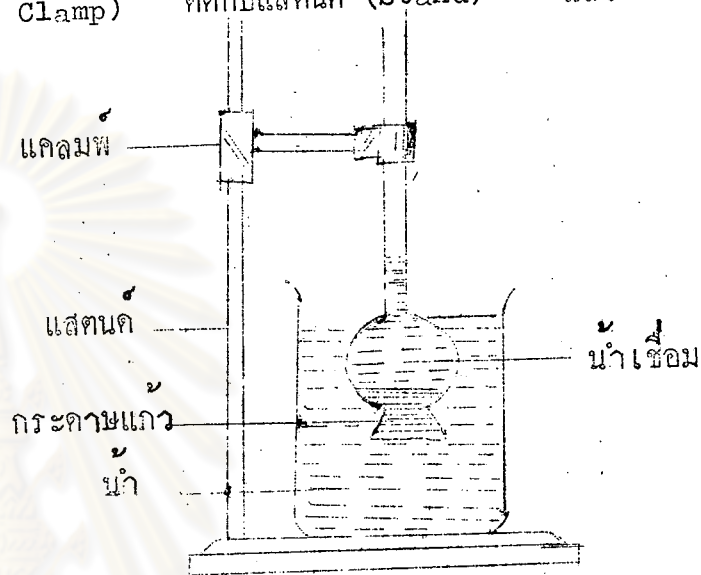
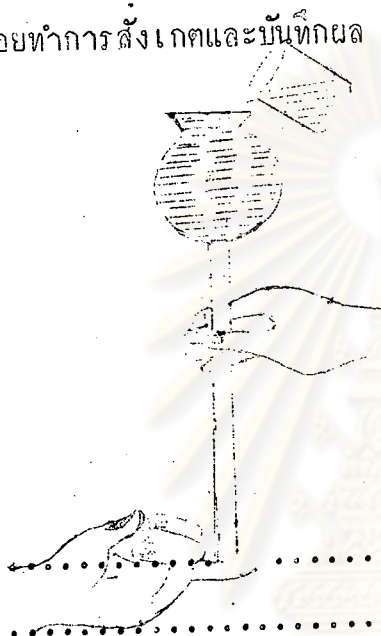
#### วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกขาว
2. กรวยแก้ว
3. ขากรรไกร
4. น้ำเชื่อม
5. ถ้วยแก้วขนาดใหญ่
6. แสตนด์ (Stand)
7. แคลมป์ (Clamp)



การทดลอง

ใช้นิ้วชี้จุดที่ปลายก้านกรวย จับกรวยหงายขึ้นแล้วเทน้ำเชื่อมลงในกรวยฝักบัวจนเต็ม  
ไขกระดาษแก้วหุ้มแล้วรัศย่างไหนแน คอย ๆ จุ่มกรวยแก้วคว่ำลงในน้ำ ไขคืนสอเขียนแก้วชี้ค  
ทำเครื่องหมายไว้ ยึดก้านกรวยด้วยแคลมป์ (Clamp) ติดกับแสตนด (Stand) แล้ว  
ตั้งทิ้งไว้ ให้คอยทำการสังเกตและบันทึกผล



ผลการทดลอง

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

สรุปผลการทดลอง

- 1) ทำไมระดับน้ำทางก้านกรวยจึงสูงขึ้น ? .....
- 2) น้ำเชื่อมแพร่ผ่านเยื่อมาในแก้วน้ำหรือไม่ .....
- 3) ทำไมน้ำจึงผ่านเยื่อแก้วเขาไปไคมากกว่าน้ำตาลแพร่ออกมา .....

.....  
.....

4. พืชคูกนำและเกลือแร่ตรงส่วนใด.....

.....

5. ดัชนีของการคูกนำและเกลือแร่เช่นเดียวกับการทดลองหรือไม่ จงเปรียบเทียบและอธิบาย.....

.....

6. จงสร้างสมมุติฐานของการคูกนำของราก

.....

7. ถ้าไม่มีรากพืชจะมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่ ? จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ.....

.....

เทคนิคการสอน

การสอนโดยวิธีสาธิต ( Demonstration Techniques)

นำเข้าสู่บทเรียนโดยการถามความรู้ที่นักเรียนมีอยู่แล้วเกี่ยวกับหน้าที่ของราก และพยายามให้คำถามจนนักเรียนทราบว่ารากขนอนเท่านั้นที่เป็นส่วนที่คูกนำและเกลือแร่ ต่อจากนั้นจะสาธิตโดยครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) และจะใช้คำถามเพื่อให้ถึงการสรุปแต่ละขั้น และเมื่อเสร็จการทดลองจะใช้คำถามเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการคูกนำของราก

## การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะแนะเทคนิคการทดลอง

ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม <sup>๓</sup> <sup>๓</sup> ละ 3 คน

ขั้นสรุป (Post-Lab) ครูจะซักคำถามเกี่ยวกับหน้าที่ของราก และส่วนของราก ที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่ แล้วจะซักคำถามเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดที่ว่า การดูดน้ำของ รากขนอ่อนก็เช่นเดียวกับการทดลอง ผิดกันตรงที่เยื่อของรากไม่ใช่เยื่อกระดาษแก้ว แต่เป็น เยื่อของ Semipermeable Membrane ที่ลักษณะและคุณสมบัติคล้ายกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 9

## สิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช

พฤติกรรมที่คาดหวัง ( Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. บอกปัจจัยสำคัญของการดำรงชีวิตของพืช
2. อธิบายขั้นตอนการงอกของเมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่
3. ควบคุมการทดลองควยตนเอง

ความคิดรวบยอด ( Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

- ก. สิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช คือ
1. แสง
  2. อุณหภูมิที่เหมาะสม
  3. น้ำ
  4. อากาศ
- ข. การงอกของเมล็ดตองอาศัยน้ำ

วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกปลุกต้นไม้หรือกระป๋องเจาะรู 5 ใบ
2. ทราย
3. เมล็ดถั่วดำที่แช่น้ำแล้ว 12 ชั่วโมง

การทดลอง

ให้นักเรียนใส่ทรายลงในกระถางหรือกระป๋องพอสมควร แล้วใช้เมล็ดถั่วที่แช่เตรียมไว้ ให้นำไปปลุกกระถางละ 15 เมล็ด นำไปวางไว้ในที่ร่มมีแสงแดดบาง ๆ เป็นเวลา 8 วัน รดน้ำในตอนเช้าและเย็น ต่อจากนั้นให้แยกกระถางออกเป็นสองพวก พวกแรกกระถาง 3 ใบ ให้นำกระถางใบแรกไปไว้ในห้องมืด (อาจใช้ปี๊บคลุมไว้ก็ได้) ใบที่สองให้ตั้งไว้ในที่เดิม ใบที่สาม

นำไปตั้งไวกลางแจ่มมีแดดจัด ใ้คอยสังเกตและบันทึกผลการทดลองติดต่อกันประมาณสามวัน  
พวกที่สอง กระจกสองใบ ใบแรกตั้งไว้ที่เดิมให้รคนำคอปไปสฆ่าเสมอ แต่ใบที่สองไม่รคนำ  
 คอยสังเกตดูและบันทึกผลติดต่อกันไปประมาณ 3 วัน

#### ผลการทดลอง

##### พวกแรก

กระจกใบที่หนึ่ง.....

.....

กระจกใบที่สอง.....

.....

กระจกใบที่สาม .....

.....

##### พวกที่สอง

กระจกใบที่หนึ่ง.....

.....

กระจกใบที่สอง .....

.....

#### สรุปผลการทดลอง

1. กอนการนำเมล็ดไปปลูก ทำไมจึงแะเมล็ดในน้ำ.....

.....

2. เมล็ดถ่วงอกเป็นต้นทุกเมล็ดหรือไม่ .....

.....



3. ทำไมต้องใช้ดินทรายปลูก จะใช้ดินอย่างอื่นปลูกได้หรือไม่ จงชี้แจงเหตุผลและยกตัวอย่างประกอบ.....

.....

4. ทำไมต้นถั่วในกระถางที่อยู่ในที่มีคจิงชาวซีด.....

.....

5. ทำไมต้นถั่วที่อยู่ในที่แคจจจจจให้ยวเนา.....

.....

6. จากการทดลองพวกแรกทานคควาเพราะอะไรที่ทำให้ถั่วกระถางที่ 2 เจริญได้ดี.....

.....

7. จากการทดลองปลูกถั่วพวกที่สองทานคควาอะไรที่ทำให้ถั่วกระถางแรกเจริญดีและถั่วกระถางที่ 2 ตาย.....

.....

8. ถั่วปลูกถั่วโดยไม่มีดิน โดยปลูกเหมือนการงอกถั่วงอก นักเรียนคิดว่าถั่วจะเจริญได้หรือไม่ ถ้าได้เพราะเหตุใด และไม่ได้เพราะเหตุใด จงอธิบาย.....

.....

9. ไรสองแห่งอยู่ติดกัน แสงแดดส่องไคทั่วทั้งสองแห่ง แต่ปรากฏว่าผลผลิตออกมาไคหนึ่งไคมากกว่าอีกไคหนึ่งเป็นสองเท่า ให้นักเรียนหาเหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น.....

.....

.....

10. ให้นักเรียนสรุปว่าสิ่งแวคล้อมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชมีอะไรบ้าง ?

.....

.....

.....

.....

.....

11. ในกรณีของข้อ 9 เพื่อให้ผลผลิตดีขึ้น นักเรียนคิดว่าควรทำอย่างไร.....

.....

.....

.....

12. ถ้าปลูกพืชในที่ ๆ ไม่มีอากาศ นักเรียนคิดว่าพืชจะเจริญหรือไม่ ? เพราะเหตุใด ?

.....

.....

.....

.....

เทคนิคการสอน

ในการทดลองบทเรียนนี้นั้น ใช้เวลานาน จึงใช้เวลาที่เหลือเพียงเล็กน้อยของบทเรียนอื่น เพื่อปลูกต้นถั่ว โดยครูจะเป็นผู้แซ่ถั่วคางคินไว้ให้แก่นักเรียน

การสอนโดยวิธีสาธิต ( Demonstration Techniques )

ครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) โดยจะใช้กระดาษพืชจากนักเรียนที่ทำการทดลอง มาทั้งพวกแรกและพวกที่สอง ชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าได้ควบคุม Condition ใดบ้าง ต่อจากนั้นก็ใช้คำถามว่า ทำไมผลที่เกิดขึ้น ที่นักเรียนเห็นอยู่จึงเป็นเช่นนั้น และเนื่องจากปัจจัยเกี่ยวกับอากาศนั้นไม่สามารถจะนำมาทดลองได้ จึงจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ที่เคยเรียนมาเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช

การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง ( Experimentation Techniques )

ขั้นนำ ( Pre- Lab ) แนะนำเทคนิคการปลูกพืชและการถนอมรักษาเพื่อให้พืชโต  
เพียงพอกับการทดลอง

ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองและสังเกตนอกเวลาเรียน

ขั้นสรุป ( Post-Lab ) ครูและนักเรียนจะมาอภิปรายเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของพืช  
ในชั้น เมื่อใดผลการทดลองแล้ว



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 10

### การสะท้อนของแสง

#### พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. ใช้เครื่องมือทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ชี้ให้เห็นขอมูลผิดพลาด เพราะการสังเกต
3. อธิบายปรากฏการณ์การสะท้อนของแสง
4. สร้างสมมุติฐานเกี่ยวกับทางเดินของแสง  
หาวิธีทดสอบสมมุติฐานนั้น

#### ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนได้รับ

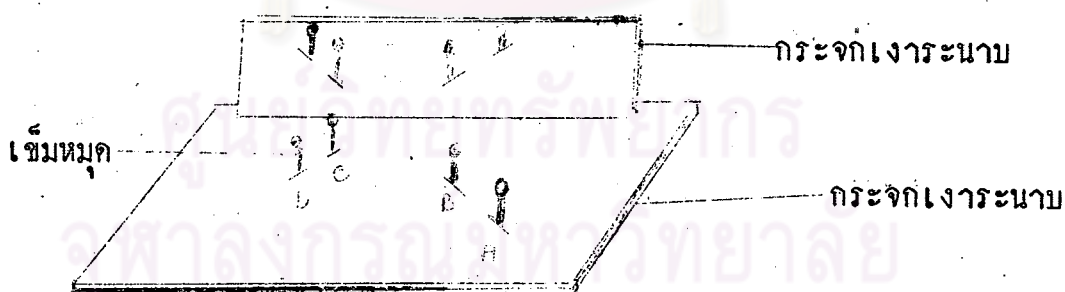
1. กระจกเงาระนาบมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสง
2. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาระนาบเป็นภาพเสมือน
3. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน เส้นปกติอยู่ในระนาบเดียวกัน
4. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

#### วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกเงาระนาบแผ่นเล็ก ขนาด 3" × 5" หนึ่งแผ่น
2. กระดาษขาวสี่เหลี่ยมหนึ่งแผ่น
3. ดินสอและไม้โปรแทรกเตอร์
4. โตะที่มีพื้นราบและเรียบ

การทดลอง

1. วางกระดาษขาวลงบนโต๊ะ ชึ่งให้เรียบ
2. ชีคเส้นลงบนกระดาษ ให้ขนานกับด้านใดด้านหนึ่งของกระดาษสำหรับวาง  
กระจกเงา ค่ะเนให้เหลือพื้นที่ด้านหน้ากระจกให้มากกว่าทางด้านหลังกระจกด้วย
3. วางกระจกเงาตามแนวที่ขีดเส้นไว้
4. เอาเข็มหมุด 2 ตัว A และ B บัดตรงบริเวณหน้ากระจก อย่านให้  
แนว BA อยู่ในแนวขนาน หรือตั้งฉากกับพื้นกระจก
5. บัดเข็มหมุดอีก 2 ตัว C และ D ตรงที่ที่เห็นว่าเป็นแนวเดียวกับภาพของ  
A และ B ที่เห็นในกระจก
6. ยกกระจกเงาออก และถอนเข็มหมุดขึ้น ลากเส้นสองเส้นผ่านรูเข็มหมุดทั้ง  
สองแนวให้ตัดกัน
7. ลากเส้นตั้งฉากกับแนวกระจกเงาที่จุดที่เส้นทั้งสองพบกัน
8. วัดมุมที่เกิดขึ้นทั้งสองข้างของเส้นตั้งฉาก  
(ให้ทำการทดลองอีกครั้ง โดยการย้ายเข็มหมุดจากตำแหน่งเดิม)



สรุปผลการทดลอง

1. ทำไมจึงต้องชึ่งกระดาษขาวให้เรียบ ?

.....  
 .....

2. เมื่อนักเรียนปักเข็มหมุด A, B ลงบนกระดาษจะเกิดภาพของเข็มหมุดขึ้น  
นักเรียนคิดว่าเป็นภาพชนิดใด ? อธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....  
.....  
.....

3. ทำไมการปักเข็มหมุดจะใ้แนว B, A อยู่ในแนวขนานหรือตั้งฉากกับพื้นกระจก  
ไม่ได้ ?

.....  
.....  
.....

4. เมื่อทาบกระจกเงาออกและลากเส้นตามแนว A B และ D C จุดตัดของ  
ทาบอยู่บนแนวกระจกเงาหรือไม่ ? ถ้าตัดเพราะเหตุใดและถ้าไม่ตัดเพราะเหตุใด จงอธิบาย  
ให้เหตุผลประกอบ

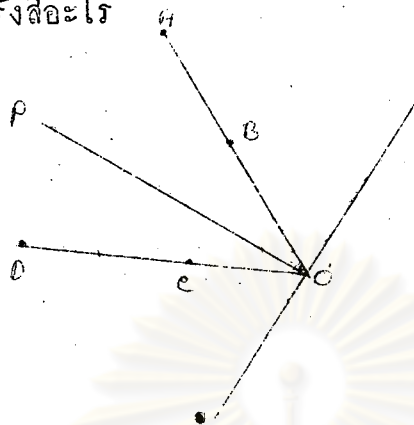
.....  
.....  
.....  
.....

5. ภาพที่เกิดขึ้นท่านคิดว่าเป็นภาพที่แสงตัดกันจริง ๆ หรือไม่ ? จงอธิบาย

.....  
.....

6. จงเขียนทางเดินของแสงตามแนว AB และ CD ถ้าให้ AB เป็นรังสี

ตกกระทบ C D จะเป็นรังสีอะไร



7. ทางเดินของแสง A O, O D และเส้นปกติ (P O) อยู่ในระนาบเดียวกันหรือไม่ ?

.....

8. พอสรุปลั้เป็นกฎการสะท้อนแสงว่า

.....

.....

เทคนิคการสอน

การสอนโดยวิธีสาธิต ( Demonstration Techniques)

ใช้การสาธิตเป็นกรุป ( Group Demonstration) แบ่งนักเรียนออกเป็นหมู่และ

ทำตามที่ครูแนะนำ ในขณะที่ครูแนะนำนั้นก็จะป้อนคำถามบางส่วนที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

( Advance Organizer) แต่อาจจะลืมเพื่อเป็นการนำทางให้ถึงข้อสรุปได้โดยง่าย

พร้อมกับป้อนคำถามใหม่ ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิด และได้สรุปด้วยตนเองในตอนสุดท้ายจะอภิปราย

ถึงปัญหาที่การทดลองของบางกลุ่มได้ว่า มุมตกกระทบไม่เท่ากับมุมสะท้อน เนื่องมาจากสาเหตุใด ?

เมื่อใดข้อสรุปแล้ว จะให้นักเรียนสร้างสมมุติฐานและวิธีทดสอบสมมุติฐานนั้น

การสอนโดยวิธีทดลอง ( Experimental Techniques)

ขั้นนำ ( Pre-Lab) ครูจะใช้คำถามเพื่อนำในสิ่งที่นักเรียนเรียนมาแล้ว ( Advance

Organizer) และจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนบทเรียนนี้ พร้อมทั้งแนะนำการ

ใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง

ขั้นทดลอง

นักเรียนจะเป็นผู้ทดลองเอง โดยจัดแบ่งออกเป็นกรุป ๆ ละ 3 คน

ขั้นสรุป (Post - Lab) ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง และรวม  
กันสรุปผลจากข้อมูลที่ไ้จากนักเรียนทุกกรุป เมื่อใดขอสรุปแล้วจะอภิปรายถึงความคิดพลาดที่เกิด  
จากการทดลอง และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสร้างสมมุติฐานและวิธีทดสอบ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทเรียนที่ 11

## การเกิดภาพในกระจกเงาระนาบ

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. เขียนทางเดินของแสงที่ทำให้เกิดภาพบนกระจกเงาระนาบ
2. อธิบายการเกิดภาพเสมือนในกระจกเงาระนาบ
3. คำนวณหาระยะภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาระนาบ
4. บอกถึงชนิดพลาตที่เกิดจากการสังเกต
5. ตีความหมายของข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง
6. ตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับภาพที่เกิดในกระจกเงาระนาบ
7. สร้างวิธีทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น

ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาระนาบเป็นภาพเสมือน
2. ภาพในกระจกเงาระนาบจะกลับซ้ายเป็นขวา จากขวาเป็นซ้าย
3. ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ

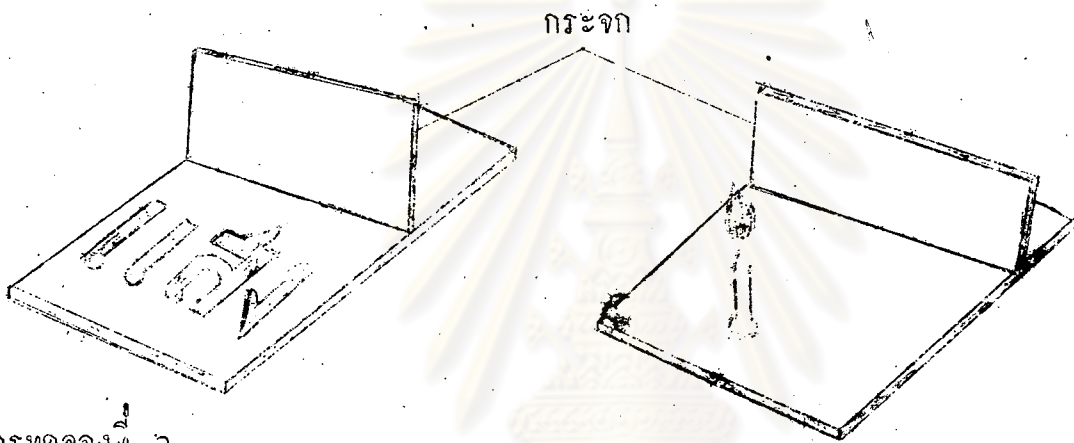
วัสดุอุปกรณ์

1. เทียนไขและไม้ขีดไฟ
2. กระจกเงาระนาบ 1 แผ่น ขนาด 3" × 5"
3. ดินสอ ไม้บรรทัด และกระดาษขาว 1 แผ่น
4. กระดาษที่เขียนตัวอักษรโต ๆ
5. ดินน้ำมัน

การทดลองที่ 1

ตั้งกระจกเงาระนาบให้ตรง จุดเทียนไข นำเทียนไขวางไว้หน้ากระจกเงาระนาบ  
สังเกตและบันทึกผล

ไขกระจกเงาที่เขียนด้วยอักษรตัวโต วางราบกับโต๊ะแล้วนำกระจกเงาไปวางไว้ด้าน  
หัวของตัวอักษร สังเกตและบันทึกผล



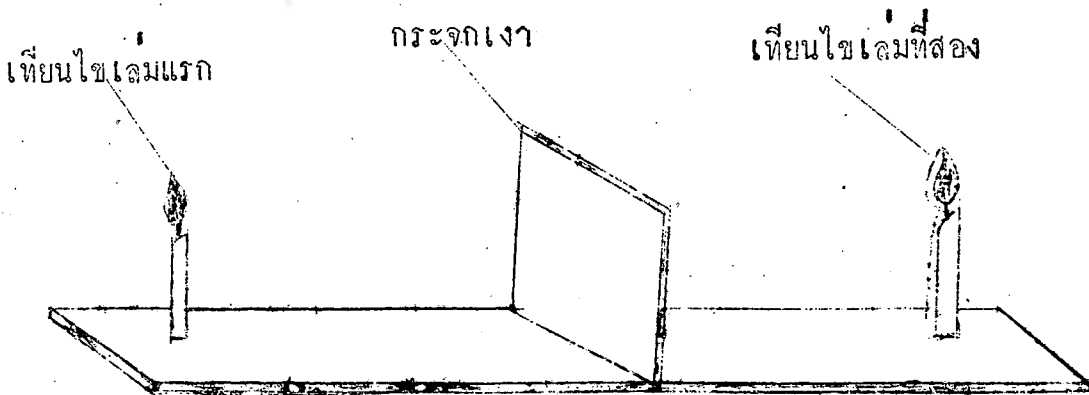
การทดลองที่ 2

ก. ใช้กิ้นสอดซี่คเป็นแนวบนกระดาษขาว นำกระจกวางบนแนวที่ขีดไว้ ให้ติดตั้งอยู่  
กับที่ควยคินน้ำมัน

ข. จุดเทียนเล่มหนึ่งไว้หน้ากระจก พรางควันหลังกระจกให้มืดกว่าด้านหน้า

ค. จุดเทียนอีกเล่มหนึ่ง ตั้งไว้หลังกระจก เลื่อนให้ทับกับภาพของเทียนไขเล่ม  
แรกพอดี

ง. เอากระจกออก วัดระยะของเทียนทั้งสองเล่มไปยังแนวกระจก  
(ให้ลองทดลองอีกซัก 2 ครั้ง)



ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

1. ภาพของเทียนไขเป็นภาพหัว.....มีขนาด.....
  2. ภาพของตัวอักษร.....
- .....

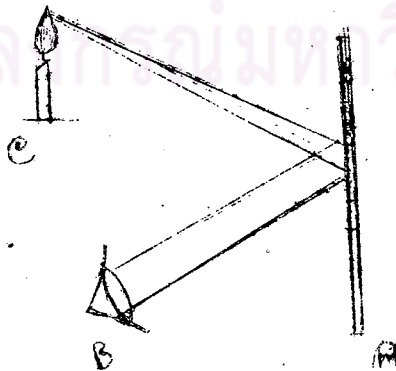
การทดลองที่ 2

ครั้งที่ 1)	ระยะของเทียนไขเล่มแรกถึงกระจก	=	เซ็นติเมตร
	ระยะของเทียนไขเล่มสองถึงกระจก	=	เซ็นติเมตร
ครั้งที่ 2)	ระยะของเทียนไขเล่มแรกถึงกระจก	=	เซ็นติเมตร
	ระยะของเทียนไขเล่มสองถึงกระจก	=	เซ็นติเมตร
ครั้งที่ 3)	ระยะของเทียนไขเล่มแรกถึงกระจก	=	เซ็นติเมตร
	ระยะของเทียนไขเล่มสองถึงกระจก	=	เซ็นติเมตร

สรุปผลการทดลอง

- 1) ภาพที่เกิดในกระจกเงาระนาบเป็นอย่างไร ? จงอธิบายว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- .....
- .....
- .....

2)



A เป็นกระจกเงาระนาบ B เป็นตำแหน่งของตาผู้สังเกตการเกิดภาพของเทียนไข c

## จงเขียนทางเดินของแสง การเกิดภาพและอธิบาย

- .....
- .....
- .....
3. ระยะจากเทียนไขเล่มแรกถึงกระจกเราเรียกว่า.....
4. ระยะจากเทียนไขเล่มสองถึงกระจกเราเรียกว่า.....
5. จากการทดลองของท่าน ระยะจากเทียนไขเล่มแรกถึงกระจกและระยะจากเทียน  
ไขเล่มสองถึงกระจกเท่ากันหรือไม่ ?.....
6. ถ้าไม่เท่ากันท่านเพราะเหตุใด จงอธิบายให้เหตุผลประกอบ.....
- .....
7. ถ้าเท่ากันเราจะสรุปได้ใหม่ว่า ระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุเสมอไปในกรณีของ  
กระจกเงา.....
- .....
- .....
8. มีกระจกชนิดอื่นบ้างใหม่ที่ให้ภาพแตกต่างไปจากกระจกเงา (ตอบจากประสบการณ์  
ที่ท่านเคยพบ).....
9. ภาพที่เกิดในกระจกเงาทานคิดว่าเป็นภาพชนิดใด.....

### เทคนิคการสอน

การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

ใช้การสาธิตเป็นกรุป (Group Demonstration) โดยจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม  
ให้ทำการทดลองตามที่ครูคอยแนะนำ และครูจะคอยป้อนคำถามอยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนเกิด  
ความคิดที่จะสรุปด้วยตนเองได้ หรือถามเพื่อก่อให้เกิดความคิดที่นักเรียนจะตั้งสมมุติฐาน และ  
หาทางทดสอบสมมุติฐานนั้น จะอภิปรายถึงปัญหาที่ผลการทดลองผิดพลาดเนื่องจากการสังเกต

## การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะแนะเทคนิคบางประการเกี่ยวกับการจัดเครื่องมือ

ขั้นทดลอง นักเรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยจัดแบ่งเป็นกลุ่ม  
๓  
กลุ่มละ 3 คน

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุป โดยครูจะไขคำถามถึงผลการทดลองของ  
๕ ๓  
แต่ละกลุ่ม โดยเฉพาะการทดลองที่ 2 จะนำผลขั้นกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นข้อสรุป  
และข้อผิดพลาดที่เกิดเนื่องจากการสังเกต ให้สามารถตั้งสมมุติฐานและหาวิธีทดสอบ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 12

## วงจรไฟฟ้าและการต่อความต้านทาน

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถที่จะ

1. เขียนแผนภูมิแสดงวงจรไฟฟ้า
2. เขียนแผนภูมิแสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
3. คำนวณหาความต้านทานรวม
4. อธิบายอิทธิพลของการต่อความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า
5. บอกขอแตกต่างของการต่อความต้านทานแบบขนานและแบบอนุกรม

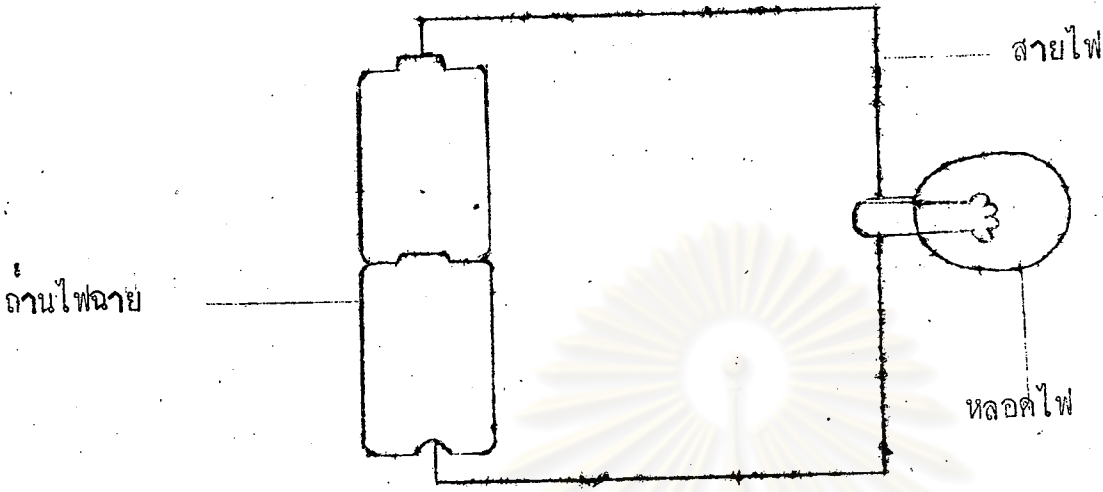
ความคิดรวบยอด (Concepts) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. กระแสไฟฟ้าไหลได้เมื่อครบวงจรและวงจรปิด
2. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ ขนานกันได้คือการต่อความต้านทานแบบอนุกรม
3. กระแสจะมากเมื่อความต้านทานน้อย
4. กระแสไหลในวงจรที่ต่อความต้านทานแบบขนาน
5. ความต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมมีค่ามากกว่าความต้านทานที่ต่อแบบขนาน

วัสดุอุปกรณ์

1. หลอดไฟฟ้า 1.5 Volt 2-3 หลอด
2. เซลล์ไฟฟ้า 1.5 Volt 2 แ่ง (ถ่านไฟฉาย)
3. สายไฟฟ้า

การทดลองที่ 1 ให้ใช้เซลล์ไฟฟ้าต่อกันดังรูป โดยต่อให้ขั้วบวกของขั้วหนึ่งอยู่กับ ขั้วลบของอีกขั้วหนึ่ง แล้วนำไปต่อเป็นวงจรไฟฟ้ากับหลอดไฟฟ้า

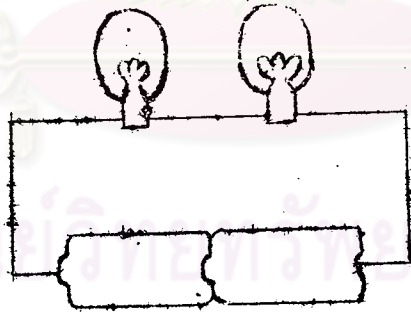


ถ้าให้  $\text{---}\text{---}\text{---}$  เป็นสัญลักษณ์ของความต้านทาน

ให้  $\text{---}\text{---}\text{---}$  เป็นสัญลักษณ์ของเซลล์ไฟฟ้า

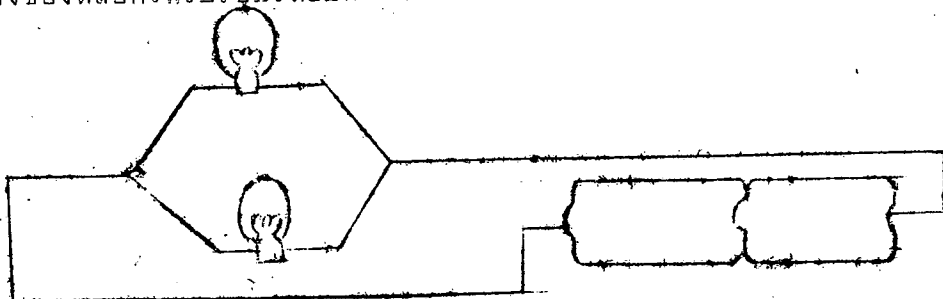
ดังนั้นแผนภูมิ (Diagram) ของวงจรข้างบนคือ

การทดลองที่ 2 นำหลอดไฟสองหลอดต่อกันดังภาพ แล้วนำไปต่อเข้ากับวงจร สังเกตความสว่างของหลอดไฟเปรียบเทียบกับกับการทดลองที่ 1



แผนภูมิ (Diagram) ของวงจร คือ

การทดลองที่ 3 นำหลอดไฟสองหลอดต่อกันดังภาพ แล้วนำไปต่อเข้ากับวงจร สังเกตความสว่างของหลอดไฟเปรียบเทียบกับกับการทดลองที่ 1 และที่ 2



แผนภูมิของวงจร (Diagram) คือ

นักเรียนแต่ละกลุ่มควรทำการทดลองจากการทดลองที่ 1 ถึง 3 กลุ่มละ 3 รอบ

ผลการทดลอง

วงจร	ความสว่างของหลอดไฟฟ้า
วงจรที่ 1	
วงจรที่ 2	
วงจรที่ 3	

สรุปผลการทดลอง

1. หลอดไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรถือว่าเป็น.....
2. ถ่านไฟฉายที่ต่ออยู่ในวงจรถือว่าเป็น.....
3. จากการเปรียบเทียบผลการทดลอง 3 ครั้ง อะไรที่เป็นสาเหตุทำให้หลอดไฟฟ้

สว่างน้อยลง

.....  
 .....  
 .....  
 .....

4. เมื่อต่อความต้านทานในวงจรอย่างการทดลองที่ 2 และที่ 3 ความต้านทานรวมแบบใดมากกว่า อธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....  
 .....  
 .....  
 .....



5. กระแสไฟฟ้า (I) เคลื่อนที่ออกจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ จงเขียนแผนภาพและ  
 ทางเดินของกระแสไฟฟ้า จากการทดลองที่ 1, 2, 3 วามีสถิตทางตลอดวงจรอย่างไร

5.1 .....

.....  
 .....

5.2 .....

.....  
 .....

5.3 .....

.....  
 .....

6. จากการทดลองที่ 3 และการทดลองที่ 2 กระแสไฟไหลผ่านความต้านทานใด  
 สดวกในวงจรใด ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น.....

.....  
 .....

7. การต่อความต้านทานแบบการทดลองที่ 2 เรียกว่าการต่อความต้านทานอนุกรม  
 ส่วนแบบที่ 3 เรียกว่าการต่อความต้านทานแบบขนาน เมื่อนำความต้านทานมาต่อ สูตรที่ใช้  
 หาความต้านทานรวมมีดังนี้

$$7.1 R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$7.2 \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

การต่อแบบขนานสูตรที่ใช้หาความต้านทานรวม คือ.....

การต่อแบบอนุกรมสูตรที่ใช้หาความต้านทานรวม คือ.....

## เทคนิคการสอน

### การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

ครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) โดยครูจะนำเข้าสู่บทเรียน โดยการถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า ตลอดจนถึงส่วนประกอบของวงจร ในขณะที่ครูสาธิตนั้น จะใช้คำถามช่วยเพื่อให้นักเรียนได้ถึง Concept ที่ต้องการ

### การสอนโดยปฏิบัติการทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามสิ่งที่มีนักเรียนเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับไฟฟ้า

ขั้นทดลอง ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน

ขั้นสรุป (Post - Lab) ครูและนักเรียนจะนำผลการทดลองมาอภิปราย ครูจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ถึง Concepts ที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทเรียนที่ 13

## การต่อเซลล์ไฟฟ้า

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

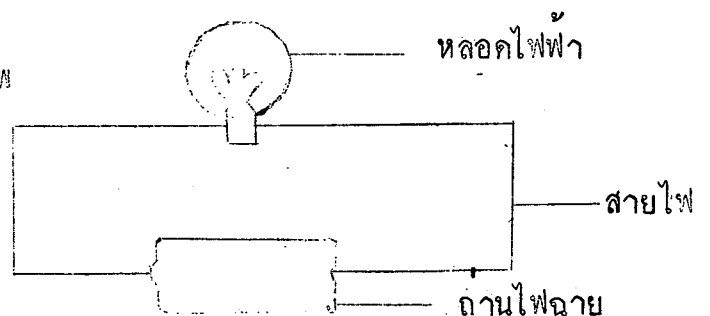
1. สามารถต่อวงจรไฟฟ้า
2. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน
3. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
4. อธิบายถึงการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร
5. บอกความแตกต่างของการต่อเซลล์แบบขนาน และแบบอนุกรม

ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

1. การต่อเซลล์แบบขนานให้กระแสไฟน้อยกว่าการต่อแบบอนุกรม
2. การต่อเซลล์แบบอนุกรมให้กระแสไฟมากขึ้น
3. การต่อเซลล์แบบอนุกรมแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากขึ้น

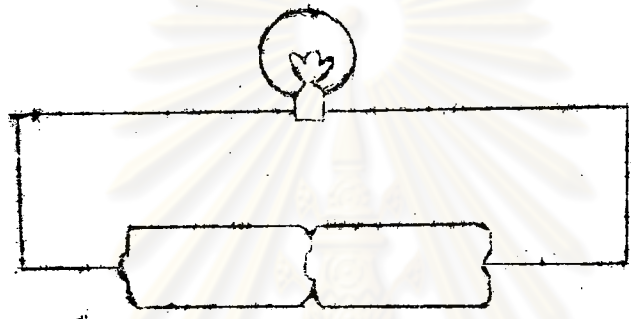
วัสดุอุปกรณ์

1. หลอดไฟ 2.5 volt หนึ่งหลอด
2. เซลล์ไฟฟ้า 1.5 volt สองก้อน
3. สายไฟขนาดเล็ก

การทดลองที่ 1 ให้ต่อวงจรไฟฟ้าดังภาพ

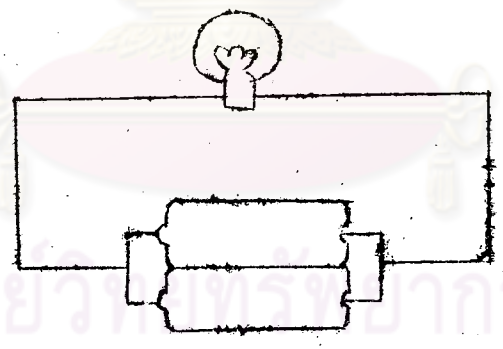
ถ้า  $\text{---}\overset{+}{\text{P}}\text{---}$  เป็นสัญลักษณ์ของความต้านทาน  
 และ  $\text{---}\overset{+}{|}\text{---}$  เป็นสัญลักษณ์ของเซลล์ไฟฟ้า  
 ดังนั้นแผนภูมิของวงจรข้างบนคือ

การทดลองที่ 2    ใ้หลอดไฟฟ้่ากั้งภาพแล้วต่อเข้ากับวงจร



แผนภูมิของวงจรคือ

การทดลองที่ 3    ใ้หลอดไฟฟ้่ากั้งภาพแล้วต่อเข้ากับวงจร



แผนภูมิของวงจรคือ

ผลการทดลอง

การทดลอง	ความสว่างของหลอดไฟ
การทดลองที่ 1	
การทดลองที่ 2	
การทดลองที่ 3	

## สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการทดลองของนักเรียน

หลอดไฟสว่างมากที่สุดคือ การทดลองที่.....

หลอดไฟสว่างเป็นที่สองคือ การทดลองที่.....

หลอดไฟสว่างน้อยที่สุดคือ การทดลองที่.....

2. การที่หลอดไฟสว่างมากที่สุดยอมแสดงว่า.....

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าในการทดลองที่สองเรียกว่าการต่อแบบอนุกรม ซึ่งจะให้ความ  
กระแสไฟฟ้าเป็นอย่างไร เมื่อเทียบการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2

4. การต่อเซลล์ไฟฟ้าในการทดลองที่สาม เรียกว่าการต่อแบบขนาน และให้ความ  
กระแสไฟฟ้าเป็นอย่างไรบ้าง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 1

5. ถ้าสูตรคำนวณหากระแสไฟฟ้าเป็นดังนี้

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

เมื่อ  $I$  = กระแสไฟฟ้า

$E$  = แรงเคลื่อนไฟฟ้า

$R$  = ความต้านทานภายนอก

$r$  = ความต้านทานภายใน

ในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบการทดลองที่สองนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าควรจะเป็น.....

ดังนั้นถ้า  $E$  คือแรงเคลื่อนไฟฟ้าและ  $E_1, E_2$  คือแรงเคลื่อนไฟฟ้า แต่ละเซลล์  
สูตรที่ใช้หาแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมจึงควรเป็น.....

ในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบการทดลองที่สามนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าควรจะ.....

.....  
และแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมควรจะ.....

6. ในการทดลองที่ 2 นั้น สูตรการหาความต้านทานภายในรวม คือ.....

7. ในการทดลองที่ 3 สูตรการหาความต้านทานภายในรวมคือ.....

### เทคนิคการสอน

#### การสอนโดยวิธีสาธิต (Demonstration Techniques)

ครูจะเป็นผู้สาธิต (Teacher Demonstration) โดยครูจะนำเข้าสู่บทเรียน โดยการถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า ตลอดจนถึงส่วนประกอบของวงจร ในขณะที่ครูสาธิตนั้นจะใช้คำถามช่วย เพื่อให้นักเรียนได้ถึง Concept ที่ต้องการ

#### การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง (Experimentation Techniques)

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามสิ่งทีนักเรียนเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับไฟฟ้า

ขั้นทดลอง ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน

ขั้นสรุป (Post - Lab) ครูและนักเรียนจะนำผลการทดลองมาอภิปราย ครูจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ถึง Concepts ที่ต้องการ

บทเรียนที่ 14

อิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

(Electrolyte and Nonelectrolyte)

พฤติกรรมที่คาดหวัง (Behavioral Objective)

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วมีความสามารถที่จะ

1. ทดลองวงจรไฟฟ้าได้
2. จักเครื่องมือทดลอง
3. บอกได้ว่าสารที่ใช้ในการทดลอง สารใดคืออิเล็กโทรไลต์ สารใดคือ  
นอนอิเล็กโทรไลต์

ความคิดรวบยอด (Concept) ที่นักเรียนจะได้รับ

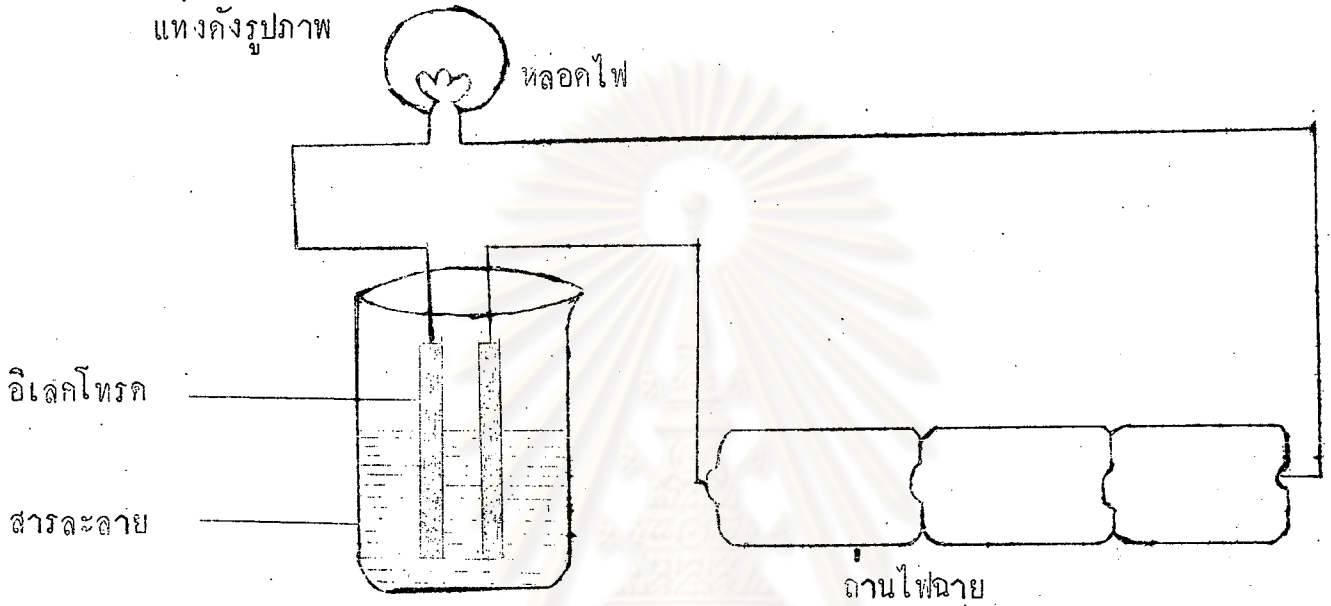
1. สารอิเล็กโทรไลต์ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
2. สารนอนอิเล็กโทรไลต์ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

วัสดุและอุปกรณ์

1. หลอดไฟฟ้า 2.5 volt 1 หลอด
2. ถ่านไฟฉาย 1.5 volt 3 แท่ง
3. แท่งคาร์บอนที่แกะจากถ่านไฟฉายที่ใช้แล้ว 2 แท่ง
4. สายไฟฟ้าขนาดเล็ก 2 สาย
5. สารละลายจุนสี ( $\text{CuSO}_4 \cdot \text{OH}_2\text{O}$ )
6. สารละลายเกลือแกง ( $\text{NaCl}$ )
7. น้ำกลั่น
8. กรดน้ำส้ม (อะซิติกแอซิก  $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
9. กรดกำมะถัน (ซัลฟูริกแอซิก  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

การทดลอง

ให้นักเรียนนำถ่านไฟฉายต่อกันอย่างอนุกรม (ใช้กระดาษพับเป็นหลอดและรัดด้วยหนังสติก) และต่อเข้ากับหลอดไฟ สังเกตว่าไฟติดหรือไม่ แลวนำไปต่อกับแท่งคาร์บอนสองแท่งดังรูปภาพ



แลวนำแท่งคาร์บอนที่ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้วไปจุ่มในสารละลาย (แท่งคาร์บอนเป็นอิเล็กโทรด (Electrode) ที่จัดเตรียมไว้ให้คือ

1. สารละลายจุนสี
2. สารละลายเกลือแกง
3. น้ำกลั่น
4. กรดน้ำส้ม
5. กรดกำมะถัน

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายใดเสร็จแล้ว ให้นำขั้วที่ไปทดลองกับสารอื่น และกลุ่มอื่นจะได้เข้ามาทดลองต่อได้

ผลการทดลอง

1. สารละลายจุนสี .....
2. สารละลายเกลือแกง .....



3. น้ำกลั่น.....

.....

4. กรดน้ำส้ม.....

.....

5. กรดกำมะถัน.....

.....

สรุปผลการทดลอง

1. ถ้าเราเรียกสารละลายที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านว่าอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) และสารละลายที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านว่า นอนอิเล็กโทรไลต์ (Non Electrolyte) ดังนั้น จากการทดลองสารที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ คือ .....

.....

.....

สารที่เป็นนอนอิเล็กโทรไลต์คือ.....

.....

.....

2. เวลาจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายจุนสี ทำไมมีสีแดงมาเกาะ?

.....

.....

ถ้ามีสารละลายอยู่ชนิดหนึ่ง ท่านอยากทราบว่าเป็นอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ ท่านจะทำการทดสอบได้อย่างไร?.....

.....

.....

จากการทดลองท่านจะสรุปได้ใหม่ว่าสารอิเล็กโทรไลต์ต้องทำให้หลอดไฟติดเสมอไป? เพราะเหตุใด? .....

.....

.....

### เทคนิคการสอน

1. การสอนโดยวิธีสาธิต ครูจะเป็นผู้สาธิตให้นักเรียนสังเกตพร้อมกับการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดและหาคำตอบ นักเรียนจะสังเกตและบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง และจะตีความหมายของข้อมูล และตั้งสมมุติฐานในตอนท้ายชั่วโมง

2. การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง

ขั้นนำ (Pre-Lab) ครูจะแนะเทคนิคที่ดีในการทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง นักเรียนจะทดลองเป็นหมู่ ๆ ละ 3 คน โดยจะใช้เครื่องมือหมู่ละ 1 ชุด และหมุนเวียนไปทดลองสารละลายที่จัดไว้ให้จำนวน 10 ชุด

ขั้นสรุป (Post-Lab) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายข้อมูลที่ได้นำมาพร้อมกับการสร้างขอสรุปและตั้งสมมุติฐาน.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติการศึกษา

นายนิมิตร มาศเกษม ใ้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2514 แล้วเข้ารับราชการในกระทรวงกลาโหม ปัจจุบันดำรงตำแหน่งรักษาการหัวหน้าแผนกวิทยุระเบิด กองศึกษาวิจัย กรมสรรพาวุธทหารเรือ กรุงเทพมหานคร.



ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย