บรรณานุกรม

จำนง พรายแย้มแข. เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

ปทีป เมธาคุณวุฒิ. "การทดลองสอนวิชาไฟฟ้าของระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6", วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513. (พิมพ์ดีด)

ประกอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 2 พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2513.

สมชาย ธัญธนกุล. "การสร้างสังกัปชนิดสังเคราะห์ความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์วิชาเลขคณิต", วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต แขนงวิชาจิตวิทยาการศึกษา วิทยาลัยวิชาการ-ศึกษาประสานมิตร, 2516.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2517.

เสนาะ ธรรมครองอาตม์. รายงานเรื่องการประชุมปฏิบัติงานการวิจัยทางการศึกษาในปัญหาเกี่ยวกับหลักสูตรของโรงเรียนในทวีปเอเชีย, กองการวิจัย กรมวิชาการ, กระทรวง-ศึกษาธิการ, 2511.

BIBLIOGRAPHY

Barnard, J. Darrell. "Science Teaching: The Concept Teaching," The Encyclopedia of Education, VIII [C 1971], pp. 131-134.

Bloom, Benjamin S., J. Thomas Hastings. and George F. Madaus. Handbook on Formative and Summative Evaluation. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1971.

Cunningham, James Barrett. "The Measurement of Concept Attainment: A Comparative Study of Modern and Traditional High School Physics Courses," Dissertation Abstracts International. 32 (July, 1971), 268 - A. (Xerox)

Good, Carter V. (eds). Dictionary of Education, 2d ed. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1959. p. 118.

Hone, Elizabeth and Norma J.L. Wilbur. "Science Teaching: A Conceptual Approach," The Encyclopedia of Education, VIII [C 1971], p. 144.

Hoover, Kenneth H. Reading on Learning and Teaching in the Secondary School. Boston: Allyn and Bacon, [C. 1968].

Kaufman, Barry A. "Psychological Implicatious of Discovery Learning in Science," Science Education. 55 (1), [C 1971], pp. 73 - 83.

Kuslan, Louis I and A. Harris Stone. Teaching Children Science: an Inquiry Approach. California: Wandsworth Publishing Company, Inc., [C 1968] .

Lawson, Anton Eric. "Relationships between Concrete and Formal Operational Science Subject Matter and the Intellectual Level of the Learner," Dissetation Abstracts International. 34 (December, 1973), 3179 - A. (Xerox)

Mc Clelland, John Andrew Gerald. "An Approach to the Development and Assessment of Instruction in Science at Second Grade Level: The Concept of Energy," Dissertation Abstracts Internationl. 31 (June, 1971), 6431 - A (Xerox)

Pella, Milton O. "Concept Learning in Science," The Science Teacher, XXXIII (December, 1966), pp. 31-34.

Renner, John W. Teaching Science in the Elementary School. New York: Harper & Row Publishers, 1968.

Romey, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. New Jersey: Prentice - Hill, Inc., [C 1968] .

Rowe, Mary Budd, Teaching Science As Continuous Inquiry. New York: Mc Graw-Hill Book Company, [C 1973]

Russell, David H. Children's Thinking. Boston: Ginn and Company, 1956.

Sax, Gilbert. "Concept Formation," Encyclopedia of Educational Research. 4th ed. [C 1969] , pp. 196 - 201.

Tisher, R.P, C.N. Power and L. Endean. Fundamental Issues in Science Education. Sydney : John Wiley and Sons Australasia Pty Ltd., 1972.

Victor, Edward and Majorie S. Lerner. Reading in Science Education for the Elementary School. London: the Macmillan Company, 1967.

Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. 2d ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1962.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

วิธีสอนมโนทัศน์ และตัวอย่างการสอนให้เกิดมโนทัศน์

วิธีสอนมโนทัศน์

1. ในการสอนต้องมีตัวอย่างประกอบให้มาก และใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสม

2. พยายามให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง และบางครั้งก็จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์รองมาใช้ในการสอน เช่น ในกรณีที่ไม่สามารถให้ดูของจริงได้ อาจจะสร้างแบบจำลองแทนได้ หรือในกรณีที่เป็นเรื่องนามธรรม การอธิบายให้เกิดมโนทัศน์ จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์รอง คือ สัญญลักษณ์ ใช้แทนสิ่งที่ไม่สามารถจับต้องได้

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมตามลำพังให้มากที่สุด

4. ส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผลอยู่เสมอ

ขบวนการเกิดมโนทัศน์

จะต้องเกิดมโนภาพ (image) ขึ้นในความคิดเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ความจริง (facts)

สังเกต ⟶ หลักการ (principles) ⟶ แยกแยะลักษณะ ⟶ มโนทัศน์

(observation) นัยทั่วไป (generalizations)(discrimination)(concepts)

ตัวอย่าง การเกิดมโนทัศน์ : สมมุติว่า ครั้งแรกนักเรียนพบว่า ถ้าเทน้ำร้อนลงในแก้วใบหนึ่ง ปรากฏว่าแก้วแตก แต่พอเอาช้อนโลหะอันหนึ่งใส่ไว้ในแก้วเสียก่อน ปรากฏว่าแก้วไม่แตก ก่อนที่เด็กจะเกิดมโนทัศน์ในเรื่องนี้ได้ จะต้องผ่านขบวนการดังนี้คือ

ครั้งแรก "แก้วแตก" เด็กจะเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดของตนดังนี้

1. สสารทุกชนิด เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว (ความจริง หลักการ นัยทั่วไป)

2. แก้วเป็นสสารชนิดหนึ่ง แต่มีคุณสมบัติต่างจากโลหะ คือขยายตัวได้ไม่มากและร้วดเร็วเหมือนโลหะ (แยกลักษณะเฉพาะ)

3. จึงสรุปได้ว่า เมื่อแก้วได้รับความร้อน ต้องขยายตัว แต่ขยายตัวได้ไม่ทันแก้วจึงแตก (เกิดมโนทัศน์)

ครั้งที่สอง "ใส่ช้อนโลหะแล้วแก้วไม่แตก"

4. ทำไมจึงต้องเอาช้อนโลหะใส่ในแก้วก่อนเทน้ำร้อน เกิดความประหลาดใจเป้าสังเกต สิ่งซึ่งจะเกิดขึ้น

5. เมื่อเทน้ำร้อน (สังเกต) เห็นว่า ต้องเทน้ำร้อนให้กระทบกับช้อนเสียก่อนปรากฏผลออกมาว่า แก้วไม่แตก

6. เนื่องจากโลหะเป็นตัวนำความร้อนที่ดี (ความจริง หลักการ นัยทั่วไป)

7. เมื่อน้ำร้อนกระทบช้อนโลหะช่วยนำความร้อนไปสู่อากาศ ช่วยระบายความร้อนและอุณหภูมิ และปริมาณลดลง (แยกลักษณะเฉพาะ)

8. เมื่อแก้วไม่ได้รับความร้อนทันทีทันใด จึงไม่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วแก้วจึงไม่แตก (เกิดมโนทัศน์)[1]

---

[1] จำนง พรายแย้มแข, เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2516) หน้า 47 - 49.

ภาคผนวก ข.

บทเรียนที่ 1

มโนทัศน์ : นอกจากลิสมัส กรดและด่าง สามารถเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์อื่น ๆ ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า กรดและด่าง เปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์ แต่ละชนิดได้แตกต่างกัน
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปทดสอบความเป็น กรดและด่าง ของสารละลายชนิดอื่น ๆ ได้

เนื้อเรื่องที่สอน

1. อินดิเคเตอร์ หรือตัวชี้ หมายถึงสารเคมีที่เมื่อทำปฏิกริยากับสารละลายชนิดใดชนิดหนึ่ง แล้วเปลี่ยนสีเพื่อชี้ว่าสารละลายนั้น เป็น กรด หรือด่าง
2. กรด เปลี่ยนสีกระดาษลิสมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แต่ด่างจะไม่เปลี่ยนสี
3. กรด ไม่เปลี่ยนสีฟีนอลฟทาลีน แต่ด่างจะเปลี่ยนสีฟีนอลฟทาลีนเป็นสีชมพู
4. กรด เปลี่ยนสี เมธิว เรด (Methyl Red) เป็นสีแดง
   ด่าง เปลี่ยนสี เมธิว เรด (Methyl Red) เป็นสีเหลือง

ขั้นดำเนินการสอน

1. ผู้วิจัยเทกรดและด่างใส่หลอดทดลองอย่างละ 1 หลอด สาธิตการทดสอบความเป็นกรดและด่างด้วยกระดาษลิสมัส ย้ำความรู้เดิมของนักเรียนโดยการซักถาม และสรุปสมบัติของกระดาษลิสมัส ดังนี้

   สารละลายในหลอดที่ทำให้กระดาษลิสมัสสีน้ำเงิน เปลี่ยนเป็นสีแดง คือ กรด

   สารละลายในหลอดที่ทำให้กระดาษลิสมัสสีน้ำเงิน เป็นสีเดิม คือ ด่าง

   โดยเขียนสรุปนี้ไว้บนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบระหว่างทำการทดลองด้วยตนเอง

2. แบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน ทุกคนจะได้รับบทปฏิบัติการ
3. นักเรียนทำการทดลองโต๊ะละกลุ่มด้วยอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้ ตามบทปฏิบัติการ ในเวลา 20 นาที
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเขียนผลสรุปบนกระดานดำ และทำการอภิปรายร่วมกับผู้วิจัย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง
5. ทำการทดสอบ ภายในเวลา 10 นาที
6. เฉลย และอธิบายข้อสงสัยของนักเรียนเป็นรายบุคคล (นอกเวลาทดลองสอน)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน

1.	หลอดทดลอง 60 หลอด	กลุ่มละ	12 หลอด
2.	กระดาษลิสมัสสีน้ำเงิน	กลุ่มละ	1 ห่อ (ประมาณ 8 แผ่น)
3.	สารละลายฟีนอลฟทาลีน	กลุ่มละ	1 บีกเกอร์
4.	เมทธิว เรด	กลุ่มละ	1 บีกเกอร์
5.	หลอดหยด 10 อัน	กลุ่มละ	2 อัน
6.	ที่วางหลอดทดลอง 10 อัน	กลุ่มละ	2 อัน

การทดสอบ

1. แจกแบบทดสอบคนละ 1 แผ่น ให้เวลานักเรียนทำข้อ 1 พร้อมกันทุกคน และเสร็จภายใน 5 นาที
2. ผู้วิจัยสาธิต โดยหยดอินดิเคเตอร์ต่าง ๆ ลงในสารละลายกรด ด่าง 3 หลอด ดังนี้

   หลอดที่ 1(ใส่กรดซัลฟุริค)หยด ฟีนอลฟทาลีน ผลเป็นสีขาวขุ่น
   หลอดที่ 2(ใส่กรดไนตริค)หยด เมทธิว เรด ผลเป็นสีแดง
   หลอดที่ 3(ใส่น้ำปูนใส) หยด ฟีนอลฟทาลีน ผลเป็นสีบานเย็น

ขณะที่ผู้วิจัยหยดอินดิเคเตอร์ ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และสรุปว่าสารละลายแต่ละหลอดเป็น กรด หรือ ด่าง โดยกาเครื่องหมายลงในช่องที่ถูกต้อง

หนังสืออ้างอิง

ยงสุข รัศมิมาศ. เคมีปฏิบัติ พระนคร: สำนักพิมพ์ประสานมิตร, 2517, หน้า 2— 3.

Meyer, Lillian Hoagland. Introductory Chemistry 3d ed. New York: The Macmillan Company, 1959. p. 227 - 229.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทปฏิบัติการที่ 1

คุณสมบัติของอินดิเคเตอร์

ชื่อ ..... ชั้น .....

คำนำ

อินดิเคเตอร์ (indicator) หรือตัวชี้ หมายถึง สารเคมีที่เมื่อทำปฏิกริยากับสารละลายชนิดหนึ่งแล้วเปลี่ยนสีเพื่อชี้ว่าสารละลายนั้นเป็นกรดหรือด่าง

ตัวอย่างอินดิเคเตอร์ ลิสมัส (กระดาษลิสมัส), ฟีนอลฟทาลีน, เมทธิว เรด, เมทธิวออเร็นจ์

อุปกรณ์

1. สารละลายในหลอดทดลอง 6 หลอด
2. หลอดทดลองเปล่า 6 หลอด
3. หลอดหยด (dropper)
4. กระดาษลิสมัสสีน้ำเงิน
5. ฟีนอลฟทาลีน (phenolphathalein)
6. เมทธิว เรด (methyl red)
7. เทปกระดาษ

วิธีทดลอง

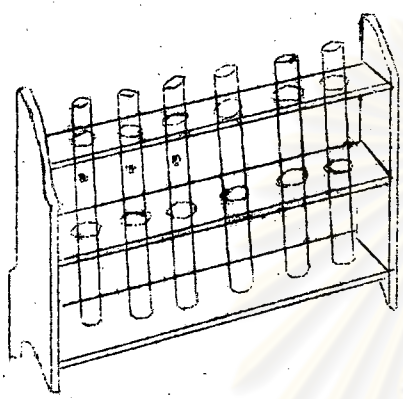
1. ใส่กระดาษลิสมัสสีน้ำเงินลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายทั้ง 6 หลอด และใช้เทปกระดาษติดข้างหลอดที่แสดงฤทธิ์เป็นกรด ส่วนหลอดที่เป็นด่างไม่ต้องติด

2. แบ่งสารละลายประมาณครึ่งหลอดใส่ในหลอดทดลองที่ว่างอีก 6 หลอด แล้วทำเครื่องหมายเช่นเดียวกับ ข้อ 1 เพื่อแสดงให้เห็นว่าหลอดใดเป็นกรดและหลอดใดเป็นด่าง

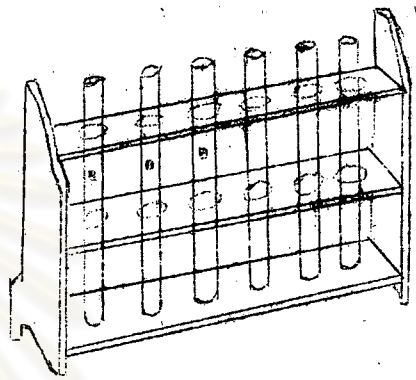
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. จัดหลอดทดลองวางในที่วาง (rack) ที่วาง (rack) ละ 6 หลอด ดังรูป

ชุดที่ 1



ชุดที่ 2



ชุดที่ 1 หยดฟีนอลฟทาลีน ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด หลอดละ 2 หยด

ชุดที่ 2 หยดเมทธิว เรด ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด หลอดละ 2 หยด

4. สังเกตและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ผลการทดลอง

อินดิเคเตอร์	กรด			ดาง		
	หลอดที่ 1	หลอดที่ 2	หลอดที่ 3	หลอดที่ 1	หลอดที่2	หลอดที่ 3
ฟีนอลฟทาลีน						
เมทธิว เรด						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผล

1. ถ้าสารละลายนั้นเป็นกรด จะเปลี่ยนฟีนอลฟทาลีน จากสี____ เป็นสี ____
   ถ้าสารละลายนั้นเป็นด่าง จะเปลี่ยนฟีนอลฟทาลีน จากสี____ เป็นสี ____
2. ถ้าสารละลายนั้นเป็นกรด จะเปลี่ยนเมทธิวเรด จากสี____ เป็นสี____
   ถ้าสารละลายนั้นเป็นด่าง จะเปลี่ยนเมทธิวเรด จากสี____ เป็นสี ____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนที่ 2

มโนทัศน์ : ใบไม้ไม่ว่าสีใดต่างก็มีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า รงควัตถุในใบไม้มีหลายชนิด แม้จะเป็นใบไม้สีเขียวก็ยังมีรงควัตถุชนิดอื่นปนอยู่
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลได้ว่า ใบไม้สีต่าง ๆ สามารถสังเคราะห์แสงได้ เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์แฝงอยู่

เนื้อเรื่องที่สอน

1. ใบไม้ทุกชนิดประกอบด้วยรงควัตถุหลายอย่าง ส่วนมากจะเป็นพวกคลอโรฟิลล์ (สีเขียว), แซนโทฟิลล์ (สีเหลือง) และคาโรทีน (สีแดงหรือสีส้มเข้ม)
2. ใบไม้สีอื่น ๆ แม้จะไม่ใช่สีเขียว ก็สามารถสังเคราะห์แสงได้ เพราะมีคลอโรฟิลล์แฝงอยู่ แต่เนื่องจากมีปริมาณของคลอโรฟิลล์อยู่น้อยกว่ารงควัตถุชนิดอื่น จึงทำให้ใบไม้มีสีอื่น เช่น สีแดง

ขั้นดำเนินการสอน

1. ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนทดลองว่า สิ่งที่ต้องการจากนักเรียนคือ การสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด และสาเหตุที่ผลการทดลองเป็นเช่นนั้น ให้คำอธิบายอย่างมีเหตุผล
2. แบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน และทำการทดลองตามโต๊ะที่ผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์ไว้ โต๊ะละ 1 กลุ่ม

3. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามบทปฏิบัติการ กำหนดให้เสร็จภายใน 25 นาที พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองและสรุปผล
4. สุ่มตัวแทนนักเรียนจาก 3 กลุ่ม ออกรายงานผลการทดลอง
5. อภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนและผู้วิจัย ผู้วิจัยอธิบายและบอกชื่อของรงควัตถุที่สำคัญ แต่ละชนิดมีสีอย่างไร และหน้าที่สำคัญของรงควัตถุ เน้นหน้าที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ในการสังเคราะห์แสงของพืช
6. ทำการทดสอบ เพื่อตรวจสอบว่า นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ในเรื่องนี้หรือไม่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน

1. ใบไม้สีเขียว (ใบพู่ระหง) 15 ใบ กลุ่มละ 2 ใบ
2. ใบไม้สีแดง (ใบหางปลาช่อนแดง) 15 ใบ กลุ่มละ 2 ใบ
3. เอทธิล แอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 1 ขวด
4. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbontetrachloride) 1 ขวด
5. โกร่งบดยา (mortar) 5 ใบ กลุ่มละ 1 ใบ
6. กระบอกตวง 10 ใบ กลุ่มละ 2 ใบ
   (ที่กระบอกตวงจะเขียนกำกับไว้ว่า เอทธิล แอลกอฮอล์ หรือ คาร์บอนเตตระคลอไรด์)
7. หลอดทดลอง (test tube) 10 หลอด กลุ่มละ 2 หลอด
8. ที่วางหลอดทดลอง 5 อัน กลุ่มละ 1 อัน
9. ที่วางพร้อมหลอดทดลอง 3 หลอด เพื่อใช้ทำการทดสอบ

การทดสอบ

1. แจกแบบทดสอบคนละ 1 แผ่น ให้นักเรียนตอบข้อ 1 ในเวลา 5 นาที
2. สำหรับข้อทดสอบข้อ 2 ให้นักเรียนสังเกตจากหลอดทดลอง 3 หลอด ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ก่อนทำการทดลองสอน โดยทำเช่นเดียวกับแสดงในบทปฏิบัติการทุกอย่าง แต่ทำกับใบไม้ 3 ชนิด คือ

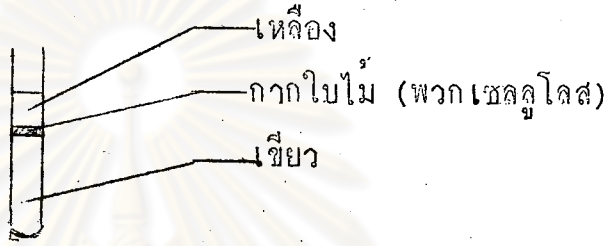
หลอดที่ 1 ใช้ใบมะม่วง จะมีของเหลวสี เขียว เหลือง

หลอดที่ 2 ใช้ใบเล็บครุฑ จะมีของเหลวสี เหลือง เขียว ขาว

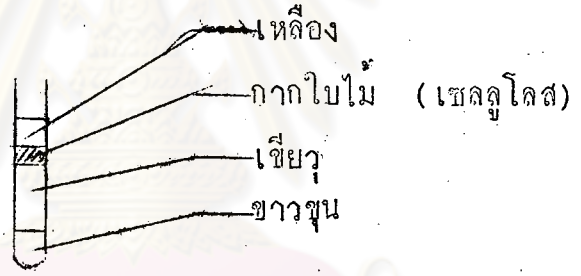
หลอดที่ 3 ใช้ใบหางปลาช่อนแดง จะมีของเหลวสี เขียว แดง

ดังรูป

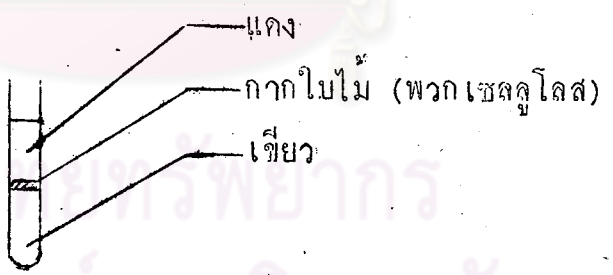
หลอดที่ 1



หลอดที่ 2



หลอดที่ 3



หนังสืออ้างอิง

คลุ้ม วัชโรบล. แบบเรียนชีววิทยาสำหรับประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย, พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2511, หนา 73.

วิรุฬห์ สุวรรณกิตติ. ชีววิทยา ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. พิมพ์ครั้งที่ 10. พระนคร: อักษรเจริญทัศน์, 2517. หนา 20 – 21.

Meyer, Bernard S. and Donald B. Anderson. Plant Physiology. New York: D. Van Nostrand Company, Inc., 1952, pp. 304 - 306.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทปฏิบัติการที่ 2

รงควัตถุของใบไม้

ชื่อ ..... ชั้น .....

คำนำ

รงควัตถุ หมายถึง สารที่ทำให้เกิดสี ซึ่งอยู่ในเซลต่าง ๆ ของสิ่งที่มีชีวิต เช่น สีตาที่เป็นสีดำบ้าง, ฟ้าบ้าง, น้ำตาลบ้าง เป็นเพราะรงควัตถุภายในเซลนั่นเอง

ในการทดลองนี้ จะพิจารณาเฉพาะรงควัตถุในใบไม้ เท่านั้น

อุปกรณ์

1. ใบไม้สีเขียว และสีแดง อย่างละ 2 ใบ
2. เอทิล แอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)
3. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride)
4. โกร่งบดยา (Mortar)
5. หลอดทดลอง 2 หลอด
6. กระบอกตวง 2 ใบ

วิธีทดลอง

1. ฉีกใบไม้สีเขียว 2 ใบ ให้ละเอียดที่สุด แล้วบดในโกร่งบดยาให้แหลก
2. ตวงแอลกอฮอล์ 10 ลบ.ซม. เทลงในโกร่งบดยา คลุกเคล้ากับใบไม้ที่ตำให้ทั่ว จากนั้นเทเฉพาะแอลกอฮอล์ลงในกระบอกตวงเพียง 5 ลบ.ซม.
3. เทแอลกอฮอล์จากกระบอกตวงลงในหลอดทดลอง
4. ตวงคาร์บอนเตตระคลอไรด์ในกระบอก 5 ลบ.ซม. แล้วเทลงในหลอดทดลองที่มีแอลกอฮอล์ เขย่า แล้ววางทิ้งไว้

5. ทำตั้งแต่ข้อ 1 – 4 กับใบไม้สีแดง

6. สังเกตผลที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด และบันทึกผลที่ได้

ผลการทดลอง

สำหรับใบไม้สีเขียว

สำหรับใบไม้สีแดง

.....

.....

สรุปผล

.....

.....

เพราะเหตุใดผลการทดลองจึงเป็นเช่นนั้น (ตอบตามความคิดเห็นส่วนตัวของนักเรียน)

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนที่ 3

มโนทัศน์ : ความตึงผิวของ ๆ เหลว เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ที่เรียกว่า แรงแวนเดอวาล (Van der Waals forces)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเกี่ยวกับความตึงผิวของ ๆ เหลว
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถนำหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับความตึงผิวของ ๆ เหลว ไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล

เนื้อเรื่องที่สอน

1. การที่โมเลกุลต่าง ๆ มารวมกันเป็นของแข็ง ของเหลว ได้นั้นเนื่องจากแรงที่คอยยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน
2. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลนี้ เรียกว่า แรงแวนเดอวาล
3. สำหรับของเหลวจะมีคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่บริเวณผิวของของเหลวจะมีลักษณะเหมือน elastic ที่จะทำหน้าที่ป้องกันมิให้อะไรผ่านเข้าออกได้ คุณสมบัติข้อนี้ของ ๆ เหลวเราเรียกว่า ความตึงผิวของ ๆ เหลว (Surface Tension)
4. ความตึงผิวของ ๆ เหลวนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากแรงแวนเดอวาล แรงแวนเดอวาลนี้จะถูกทำลายลงได้ด้วยพลังงานเพียงเล็กน้อย จะเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานเนื่องจากปฏิกริยาเคมีก็ได้
5. การทำลายแรงแวนเดอวาลเท่ากับทำลายความตึงผิวของ ๆ เหลวนั้นด้วย

ขั้นดำเนินการสอน

1. ผู้วิจัยกล่าวนำบทเรียนโดยการกล่าวถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เช่น โต๊ะ ปากกา และอากาศ

2. ถามนักเรียนถึงสาเหตุที่ทำให้สิ่งต่าง ๆ มีสภาพอยู่เช่นนั้น และสาเหตุสำคัญที่แบ่งสสารออกเป็น 3 สถานะ

ถาม "เรามีเกณฑ์อย่างไรในการแบ่งสสารออกเป็น 3 สถานะ ? "

คำตอบ "เนื่องจากการศึกษาถึงโมเลกุลของสสารต่าง ๆ พบว่า จะมีการเรียงตัวกัน ชิดและห่าง แตกต่างกัน"

ถาม "ที่เป็นเช่นนั้น เพราะเหตุใด? "

คำตอบ "เพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล" – แรงนี้เรียกว่าแรงแวนเดอวาล

ทุกคำถามให้นักเรียน ได้พยายามแสดงความคิดก่อน นำมารวบรวมและอาจสรุปด้วยการอธิบายเพิ่มเติมจากผู้วิจัย

3. ให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองพร้อมกับการสาธิตของผู้วิจัย โดยจัดอุปกรณ์แก่นักเรียน กลุ่มละ 2 คน โต๊ะละ 3 กลุ่ม (โต๊ะปฏิบัติการ)

4. นักเรียนทำการทดลองโดยให้ทุกคนพยายามวางคลิปลงบนน้ำเบา ๆ (คลิปจะลอย)

5. ผู้วิจัยจะตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิดถึงสาเหตุ

"เพราะเหตุใดคลิปจึงลอยน้ำได้ ? "

อาจจะมีคำตอบจากนักเรียนดังนี้

"คลิปเบา"

"แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำทำให้คลิปลอยอยู่ได้"

ผู้วิจัย สรุปในช่วงนี้ ให้นักเรียนเข้าใจอย่างแท้จริงว่าที่เป็นเช่นนั้นเพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลบริเวณผิวน้ำจะมีมากกว่าส่วนอื่นจนสามารถรับวัตถุเบา ๆ ได้ คุณสมบัติของผิวน้ำในข้อนี้ เรียกว่า ความตึงผิวของน้ำ ของเหลวชนิดอื่นก็เช่นกัน

6. ให้นักเรียนทำการทดลองต่อ โดยการหยดน้ำสบู่ลงข้าง ๆ คลิป อย่าให้ถูกคลิป (คลิปจะจม)

"เพราะเหตุใดคลิปจึงจม ? "

อาจจะมีคำตอบจากนักเรียนดังนี้

"เพราะกระเทือนทำให้คลิปตก"

"น้ำสบู่ทำให้ความตึงผิวของน้ำลดลง จึงทำให้คลิปหล่น"

7. ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติม และให้นักเรียนทำแบบทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน

1. ถ้วยปากกว้าง (ในที่นี้ใช้ถ้วยพลาสติคใส่นมเปรี้ยว ล้างให้สะอาด) 16 ใบ
2. คลิป กลุ่มละ 2 ตัว
3. น้ำสบู่ (จัดใส่หลอดใส่ปากกาบิด) กลุ่มละ 1 หลอด

การทดสอบ

สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนขณะสอน เพื่อให้แน่ใจก่อนว่านักเรียนได้เกิดมโนทัศน์ แล้วจึงแจกแบบทดสอบแก่นักเรียนคนละแผ่นให้ทำภายใน 10 นาที

หนังสืออ้างอิง

พิมล กลกิจ. คู่มือการสอนวิชาวิทยาศาสตร์. (แปลจาก Source Book For Science Teaching โดย Unesco) สำนักเลขาธิการคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ, กระทรวงศึกษา, 2508, หน้า 166-167

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่. แบบเรียนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย (เล่ม 2), 2517, หน้า 167 – 171.

Freeman, Mae and Ira Freeman. Fun With Scientific Experiments. New York: Random House, C 1960 pp. 32 - 35.

Meyer, Lillian Hoaglan. Introductory Chemistry. 3d ed. New York: The Macmillan Company, 1959, pp. 84 - 85.

บทเรียนที่ 4

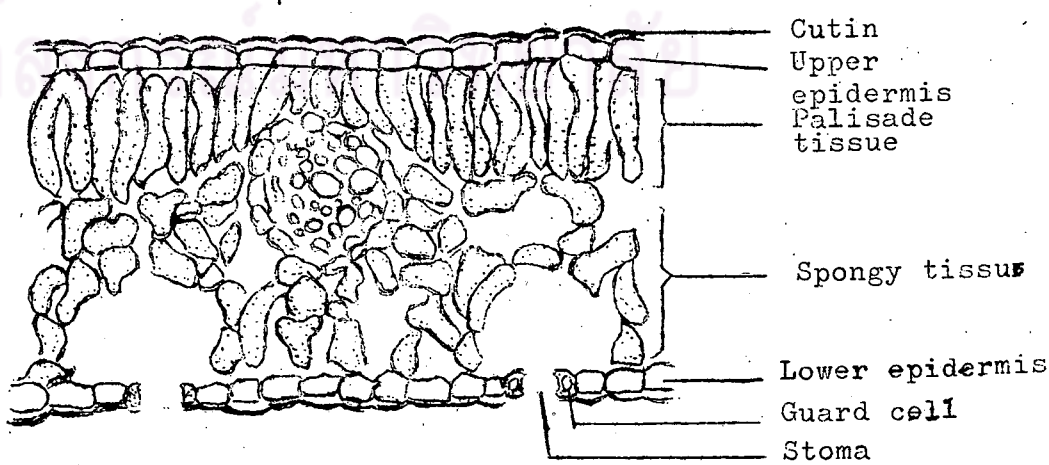
มโนทัศน์ : ใบไม้ของพืชซึ่งขึ้นในที่ ๆ มีน้ำพอสมควร พบว่าด้านท้องใบจะมีการคายน้ำมากกว่าด้านหลังใบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบ และสรุปได้ว่า ด้านท้องใบของใบไม้คายน้ำได้มากกว่าด้านหลังใบ
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ว่า เพราะเหตุใดด้านท้องใบจึงคายน้ำได้มากกว่า
3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้นี้ไปดัดแปลงใช้กับเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

เนื้อเรื่องที่สอน

1. หลังใบของใบไม้ (Dorsal side of leaf) คือส่วนของใบด้านที่ได้รับแสงแดด
2. ท้องใบของใบไม้ (Ventral side of leaf) คือส่วนของใบด้านที่ไม่ได้รับแสงแดด
3. ส่วนประกอบภายในของใบ เน้นที่ผิวใบ (epidermis) ผิวใบด้านท้องใบจะมีเซลคุมและปากใบมากกว่าด้านหลังใบ



4. คุณสมบัติของโคบัลต์คลอไรด์ ($CoCl_2$)

ถ้าทำปฏิกริยากับน้ำจะมีสีแดง ($CoCl_2\ 6H_2O$)

ถ้าอยู่ในลักษณะที่ไม่มีน้ำ (dehydrate) หรือเป็น $CoCl_2$ จะมีสีน้ำเงิน

ขั้นดำเนินการสอน

1. ผู้วิจัยจะ เปิดการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานในเรื่อง "การคายน้ำ" ว่าปกติใบไม้จะมีการคายน้ำ เพื่อปรับอุณหภูมิในต้นไม้ให้ปกติ
2. ให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับการเรียกชื่อด้านของใบที่เป็นสากลนิยม ดังนี้

ด้านของใบที่หันเข้ารับแสงเรียกว่า หลังใบ

ด้านของใบที่หันหลบแสง เรียกว่า ท้องใบ

3. ผู้วิจัยอธิบายถึงจุดประสงค์ของการทดลองในชั่วโมงนี้ และแนะนำให้นักเรียนรู้จัก กระดาษโคบัลต์คลอไรด์ และคุณสมบัติ
4. ทำการตกลงกับนักเรียนก่อนที่จะนำนักเรียนออกปฏิบัติการนอกห้องเรียนรอบ ๆ โรงเรียน ในเรื่องเวลาโดยผู้วิจัยจะกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองให้เสร็จ และพร้อมกันที่ห้องเรียนอีกครั้งหนึ่งภายใน 15 นาที
5. แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน แต่ละกลุ่มอยู่ในการควบคุมของนิสิตส่งเกตการสอน 1 คน (ผู้วิจัยมีนิสิตเข้าทำการสังเกตการสอน 4 คน)

ผู้วิจัยแบ่งอุปกรณ์การสอนครั้งนี้ออกเป็น 3 ชุด ให้แก่นิสิตผู้ดูแลนักเรียนแต่ละกลุ่ม

6. ผู้ควบคุมดูแลนักเรียนแต่ละกลุ่ม จะแจกบทปฏิบัติการแก่นักเรียนคนละแผ่น และอุปกรณ์ทดลองคนละชุดซึ่งประกอบไปด้วย

1. เทปใสยาวประมาณ 3 นิ้ว
2. กระดาษโคบอลด์คลอไรด์เล็ก ๆ 2 แผ่น

ให้นักเรียนจัดอุปกรณ์ดังรูป

7. นักเรียนทำการทดลองตามบทปฏิบัติการ และบันทึกผล สรุปผลอย่างละเอียดลงในบทปฏิบัติการ
8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกล่าวถึงผลการทดลอง และสรุปผล
9. นักเรียนและผู้วิจัยร่วมอภิปรายผลการทดลอง และสาเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลองเช่นนั้น และให้นักเรียนช่วยกันสรุป

<u>อุปกรณ์การสอน</u>

1. เทปใส
2. กระดาษโคบอลด์คลอไรด์ แยกใส่หลอดทดลอง 3 หลอดแล้วปิดจุก (เพื่อไม่ให้สัมผัสกับไอน้ำในอากาศ)

<u>การทดสอบ</u>

พิจารณาจากการบันทึกผลการทดลอง เหตุผล สรุปผลในบทปฏิบัติการแต่ละคน และสังเกตจากการอภิปรายท้ายชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสืออ้างอิง

คลุ้ม วัชโรบล แบบเรียนชีววิทยาสำหรับประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2511 หน้า 90 – 94.

วิรุฬห์ สุวรรณกิตติ. ชีววิทยา ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. พิมพ์ครั้งที่ 10. พระนคร:. อักษรเจริญทัศน์, 2517, หน้า 103 , 127 – 132.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบเรียนชีววิทยา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 2517, หน้า 8/3 , 14/1 – 14/5 .

Phillip, Edwin A. Basic Idea in Biology. New York: The Macmillan Company, 1971, pp. 62 - 65.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทปฏิบัติการที่ 4

การวัดปริมาณการคายน้ำ

ชื่อ..... ชั้น.....

คำนำ

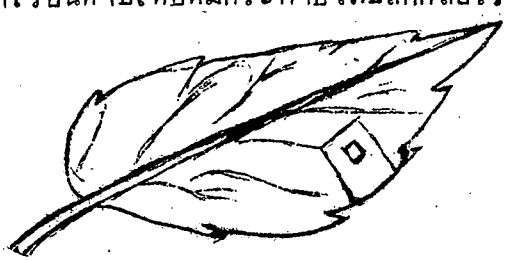
การคายน้ำ คือ ปรากฏการณ์ที่ใบไม้ปล่อยให้น้ำภายในใบไม้และส่วนต่าง ๆ ของพืช ระเหยเป็นไอ

อุปกรณ์

1. ต้นไม้ และ ใบไม้
2. เทป ที่มีกระดาษโคบัลต์คลอไรด์ ชิ้นเล็ก ๆ ติดอยู่ที่ปลายเทป (ดังรูป)

วิธีทดลอง

1. ให้นักเรียนทุกคนกระจายกันออกวัดอัตราการคายน้ำของใบไม้ตามต้นไม้ต่างๆ ที่อยู่ภายในบริเวณโรงเรียน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ กลุ่มละประมาณ 10 คน ตามจุดต่าง ๆ ดังนี้
   1. สนามฟุตบอลหน้าโรงเรียน
   2. สนามข้างเรือนกล้วยไม้
   3. สนามฟุตบอลหน้าเสาธง
2. ให้นักเรียนทาบเทปที่มีกระดาษโคบัลต์คลอไรด์อยู่กับใบไม้ ตามรอยพับ(ดังรูป)



สังเกตการเปลี่ยนแปลงและสิ่งที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลองลงในช่องว่าง

ผลการทดลอง

สรุปผล

สาเหตุที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้เพราะ (ตอบตามความรู้เดิมเท่าที่นักเรียนมี)

ประโยชน์ของกระดาษโพลีคาร์บอเนต (นอกเหนือจากใช้วัดอัตราการคายน้ำ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนที่ 5

มโนทัศน์ : เลือดต่างหมู่ จะทำปฏิกริยากันจนเกิดการจับกลุ่มตกตะกอน แต่เลือดหมู่เดียวกันจะไม่เกิดปฏิกริยาดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายถึงลักษณะของเลือดแต่ละกรุ๊ป และสาเหตุที่ทำให้เม็ดเลือดแดงจับกลุ่มตกตะกอน
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะหรือวิเคราะห์ได้ว่าลักษณะเลือดหลังทำปฏิกริยากับ antibody a , b ลักษณะใดควรเป็นเลือดกรุ๊ปใด

เนื้อเรื่องที่สอน

1. เลือดประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ เม็ดเลือด และน้ำเลือด
2. เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นโปรตีนชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าไปในร่างกายหรือกระแสเลือดของคนหรือสัตว์ จะไปมีผลทำให้ร่างกายสร้างสารเคมีพิเศษชนิดหนึ่งขึ้นภายในน้ำเลือดเพื่อทำปฏิกริยา (ทำลาย) สิ่งที่แปลกปลอมแต่ละชนิดที่เข้ามา

   โปรตีนที่แปลกปลอมเข้าไปนี้ เรียกว่า แอนติเจน (Antigen) และสารพิเศษที่ร่างกายสร้างขึ้นภายในน้ำเลือด เรียกว่า แอนตี้บอดี้ (Antibody)
3. ในเม็ดเลือดแดงของคนมี antigen A และ B

   ในน้ำเลือด มี antibody a และ b

   จากลักษณะของ antigen ในเม็ดเลือดแดงและลักษณะของ antibody ในน้ำเลือด Landsteiner แบ่งเลือดคนออกเป็น 4 หมู่

4. หมู่เลือด 4 หมู่

เลือดหมู่ O ไม่มี antigen อยู่ในเม็ดเลือดแดง
แต่มี antibody a และ b ในน้ำเลือด

เลือดหมู่ A มี antigen A อยู่ในเม็ดเลือดแดง
antibody b อยู่ในน้ำเลือด

เลือดหมู่ B มี antigen B อยู่ในเม็ดเลือดแดง
antibody a อยู่ในน้ำเลือด

เลือดหมู่ AB มี antigen A และ B อยู่ในเม็ดเลือดแดง
แต่ไม่มี antibody ในน้ำเลือด

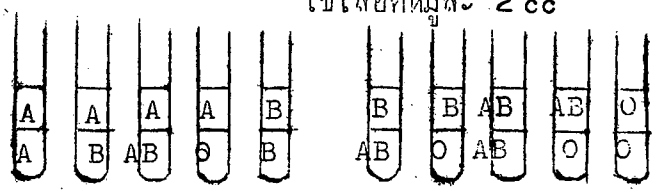
5. <u>การถ่ายเลือด</u>

ถ้าเลือดของคนหนึ่งมี antigen ในเม็ดเลือดแดงเป็นชนิดเดียวกันกับ antibody ในน้ำเลือดของอีกคนหนึ่ง เมื่อถ่ายเลือดให้แก่กันก็จะมีการจับกลุ่มตกตะกอนเกิดขึ้น

<u>ขั้นดำเนินการสอน</u>

1. นำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการซักถามถึง หมู่เลือดของนักเรียน และความแตกต่างของหมู่เลือดแต่ละหมู่ ตลอดจนอันตรายจากการถ่ายเลือด
2. ผู้วิจัยนำนักเรียนให้รู้จัก "เลือด" antibody antigen และการแบ่งหมู่เลือด (ลักษณะของเลือดแต่ละหมู่) อธิบายด้วย chart
3. ผู้วิจัยสาธิตการถ่ายเลือด โดยผสมเลือดต่างหมู่หรือหมู่เดียวผสมกัน และวางเลือดที่ผสมกันนั้นบนโต๊ะของนักเรียนโต๊ะละ 5 หลอด

ใช้เลือดหมู่ละ 2 cc

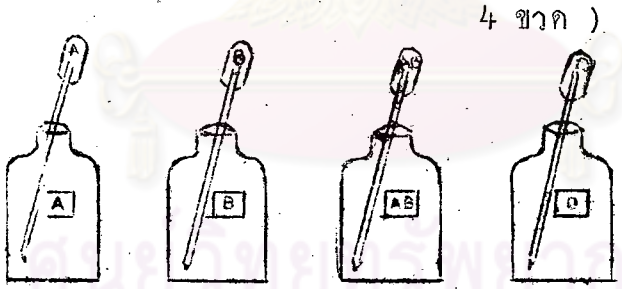


ให้นักเรียนสังเกต บันทึกผล และสรุป

4. นำผลสรุปของนักเรียน และสาเหตุของการตกตะกอนของเลือดแต่ละหลอดมาอภิปรายร่วมกัน จนเกิดข้อสรุปที่ว่า "ถ้าเลือดของคนหนึ่งถ่ายให้คนหนึ่งโดย antigen ในเม็ดเลือด และ antibody ในน้ำเลือดเป็นชนิดเดียวกัน จะทำให้เม็ดเลือดเกิดการจับกลุ่มตกตะกอน เป็นอันตรายต่อชีวิต"
5. ทดสอบมโนทัศน์ในเรื่องกลุ่มเลือด โดยพิจารณาจากหลักการถ่ายเลือด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน

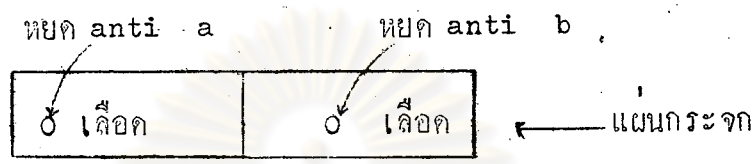
1. เลือด 4 หมู่ หมู่ละ 35 ลบ.ซม. ใส่ขวดที่มีฉลากปิดไว้เรียบร้อย
2. antibody a 1 ขวด (ในที่นี้เป็นสีฟ้า)
3. antibody b 1 ขวด (ในที่นี้เป็นสีเหลือง)
4. หลอดทดลองเล็ก ๆ 10 หลอด พร้อมที่วาง 2 อัน
5. แผ่นกระจก (slide) 4 แผ่น
6. เข็มเขี่ย
7. หลอดหยด (dropper) 4 อัน (สำหรับดูดเลือดจากขวดใส่เลือด 4 ขวด)



การทดสอบ

1. แจกแบบทดสอบนักเรียนคนละ 1 แผ่น และให้ใช้เวลาทำ 5 นาที ขณะที่นักเรียนทำข้อ 1 ผู้วิจัยจะเตรียมอุปกรณ์เพื่อการทดสอบ ข้อ 2 โดยหยดเลือดแต่ละหมู่ลงบนแผ่นกระจก แผ่นละ 2 หยด แผ่นละหมู่ (ต้องคอยระวังมิให้นักเรียนทราบว่า เลือดบนแผ่นกระจกแต่ละแผ่นดูดมาจากขวดใด)

2. ผู้วิจัยสาธิต โดยการหยด antibody a และ b อย่างละ 2 หยด ลงบนแผ่นกระจกแต่ละแผ่น และใช้เข็มเขี่ยให้เลือดผสมกับ antibody a และ b



ในการหยดเลือดกำหนดให้

แผ่นที่ 1	ใช้เลือดหมู	AB
แผ่นที่ 2	ใช้เลือดหมู	A
แผ่นที่ 3	ใช้เลือดหมู	B
แผ่นที่ 4	ใช้เลือดหมู	O

3. ให้นักเรียนออกมาสังเกตจากของจริงที่โต๊ะหน้าชั้น และตอบลงในแบบทดสอบ (ข้อนี้นักเรียนต้องอาศัยมโนทัศน์ที่ได้ก่อนทำการทดสอบมาเป็นแนวทางในการที่จะสรุปว่า เลือดบนแผ่นกระจกแต่ละแผ่นเป็นเลือดหมู่ใด)

หนังสืออ้างอิง

คลุ้ม วัชโรบล แบบเรียนชีววิทยาสำหรับประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2511, หน้า 272.

เชาวน์ ชีโนรักษ์ และพรรณี ชีโนรักษ์ ชีววิทยา เล่ม 1 พระนคร: โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ, 2509, หน้า 349 – 358.

วิรุฬห์ สุวรรณกิตติ. ชีววิทยา ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. พิมพ์ครั้งที่ 10. พระนคร: อักษรเจริญทัศน์, 2517, หน้า 408 – 411.

ปฏิบัติการที่ 5

กลุ่มเลือดและการถ่ายเลือด

คำนำ เลือดประกอบด้วย เม็ดเลือดและน้ำเลือด ภายในเม็ดเลือดจะมี antigen A และ B ส่วนน้ำเลือดจะมี antibody a และ b จากลักษณะของ antigen A และ B ที่มีอยู่ในเม็ดเลือดแดง และลักษณะของ antibody a และ b ที่มีอยู่ในน้ำเลือด Landsteiner ได้แบ่งเลือดออกเป็น 4 หมู่ คือ หมู่ O, หมู่ A, หมู่ B, หมู่ AB

อุปกรณ์ 1. หลอดทดลอง 10 หลอด

2. เลือด 4 หมู่

การทดลอง จากการทดลองของผู้วิจัยโดยผสมเลือดหมู่ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน 10 หลอด ให้นักเรียนพิจารณาหลอดทดลองทั้ง 10 หลอด บนโต๊ะ สังเกต และบันทึกผล

ผลการทดลอง

หลอดที่	แต่ละหลอดประกอบด้วย		สิ่งที่สังเกตเห็น
	antigen	antibody	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

สรุปผลการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ชื่อ _____ ชั้น _____

แบบทดสอบ 1

๑. ท่านจะมีวิธีการอย่างไรในการตรวจสอบว่า สารละลายนั้นเป็นกรดหรือด่าง ให้อธิบายวิธีการที่ต้องใช้อินดิเคเตอร์ให้มากที่สุด (๕ นาที)

_____

_____

_____

_____

_____

_____

๒. จากการสาธิตต่อไปนี้ ท่านจะสรุปได้หรือไม่ว่า สารละลายนั้นเป็นกรดหรือด่าง ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

	กรด	ด่าง
สารละลายที่ ๑.	☐	☐
สารละลายที่ ๒.	☐	☐
สารละลายที่ ๓.	☐	☐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบ 2

(๑๐ นาที)

๑. ใบไม้สีแดง เช่น ใบโกสน สังเคราะห์แสงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด? จงให้เหตุผล

_____

_____

_____

๒. ให้นักเรียนพิจารณาหลอดทดลอง ๓ หลอด บนโต๊ะ และเติมเหตุผลลงในช่องว่างข้างล่าง

	ชนิดของรงควัตถุ	ใบไม้ควรจะมีสีใดบ้าง
หลอดที่ ๑	_____	_____
หลอดที่ ๒	_____	_____
หลอดที่ ๓	_____	_____

_____

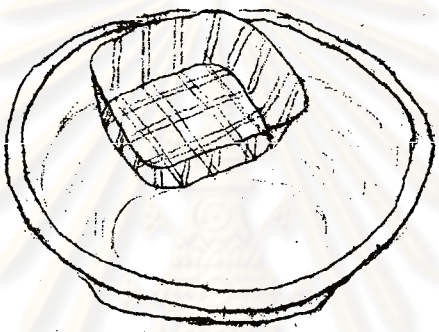
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบ 3

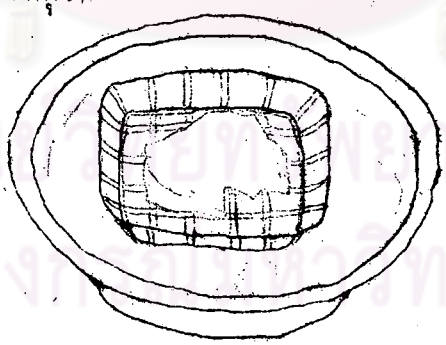
เพราะเหตุใดสัตว์บางชนิด เช่น จิงโจ้น้ำ จึงสามารถเดินบนน้ำได้ อธิบายและให้เหตุผล

จงให้เหตุผลจากภาพ 2 ภาพ

ภาพที่ 1 วางตะแกรงผงไม้ลงบนน้ำ ตะแกรงจะลอยอยู่ได้ เพราะเหตุใด



ภาพที่ 2 เมื่อใส่กระดาษทิชชูลงในตะแกรง ปรากฏว่าตะแกรงจะค่อย ๆ จมลง เพราะเหตุใด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

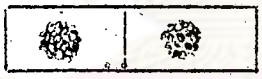
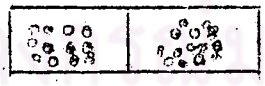
แบบทดสอบ 5

ชื่อ..... ชั้น.....

จงเติมคำลงในช่องว่าง

หมู่เลือด	ในเม็ดเลือด	ในน้ำเลือด
A	___	___
B	___	___
AB	___	___
O	___	___

2. ถ้าสกัด antibody a และ b ออกจากเลือก แล้วผสมกับเลือดปกติ ให้นักเรียนพิจารณาว่าแต่ละสไลด์ควรจะเป็นเลือดกลุ่มใด

สไลด์ที่		หมู่เลือด
1.	Antia a Anti b 	___
2.	Anti a Anti b	___
3.	Anti a Anti b	___
4.	Anti a Anti b 	___

(ให้นักเรียนพิจารณาจากของจริงประกอบ)

อธิบายรูป = ตกตะกอน

= ไม่ตกตะกอน

ภาคผนวก ง.

ตารางเวลาที่ทำการทดลองสอน

สัปดาห์ที่ 1 10 – 14 กุมภาพันธ์ 2518

เวลา / วัน	8.30–9.20	9.20–10.10	10.10 – 10.20	10.10–11.00 / 10.20–11.10	11.00–12.00 / 11.10–11.10	12.00–12.55	12.55–13.50	13.50 – 14.05	14.05–15.00 / 13.50–14.45	14.45 – 15.45
จันทร์			พักเที่ยง					พักเที่ยง		
อังคาร										
พุธ										
พฤหัสบดี		(1)			△1					
ศุกร์										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัปดาห์ที่ 2 17 – 21 กุมภาพันธ์ 2518

เวลา / วัน	8.30–9.20	9.20–10.10	10.10–10.20	10.10–11.00 / 10.20–11.10	11.00–12.00 / 11.10–12.00	12.00–12.55	12.55–13.50	13.50–14.05	14.05–15.00 / 13.50–14.45	14.45–15.45
จันทร์			4 คาบ					4 คาบ		
อังคาร										
พุธ		[1]								
พฤหัสบดี							△2			
ศุกร์							(2)			

สัปดาห์ที่ 3 24 – 28 กุมภาพันธ์ 2518

เวลา / วัน	8.30–9.20	9.20–10.10	10.10–10.20	10.10–11.00 / 10.20–11.10	11.00–12.00 / 11.10–12.00	12.00–12.55	12.55–13.50	13.50–14.05	14.05–15.00 / 13.50–14.45	14.45–15.45
จันทร์			4 คาบ		△3		(3)	4 คาบ		
อังคาร										
พุธ										
พฤหัสบดี				[2]						
ศุกร์				(4)						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัปดาห์ที่ 4 3 – 7 มีนาคม 2518

วัน \ เวลา	8.30–9.20	9.20–10.10	10.10–10.20	10.10–11.00 10.20–11.10	11.00–12.00 11.10–12.00	12.00–12.55	12.55–13.50	13.50–14.05	14.05–15.00 13.50–14.45	14.45–15.45
จันทร์										
อังคาร										
พุธ			สนาม	(4)	(5)		[5]	คณิตฯ	(5)	
พฤหัสบดี										
ศุกร์										

สัปดาห์ที่ 5 10 – 14 มีนาคม 2518

วัน \ เวลา	8.30–9.20	9.20–10.10	10.10–10.20	10.10–11.00 10.20–11.00	11.00–12.00 11.10–12.00	12.00–12.55	12.55–13.50	13.50–14.05	14.05–15.00 13.50–14.45	14.45–15.45
จันทร์										
อังคาร										
พุธ			สนาม					คณิตฯ		
พฤหัสบดี										
ศุกร์							[3]		[4]	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ

= มัธยมศึกษาปีที่ 1 ข

= มัธยมศึกษาปีที่ 2 ข

= มัธยมศึกษาปีที่ 3 จ

= มโนทัศน์ที่ 1 สอนมัธยมศึกษาปีที่ 1

= มโนทัศน์ที่ 1 สอนมัธยมศึกษาปีที่ 2

= มโนทัศน์ที่ 1 สอนมัธยมศึกษาปีที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสอนและทดสอบ

1. ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของแต่ละมโนทัศน์ ทำการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้สูตร

หามัชฌิมเลขคณิต

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

$\bar{X}$ = มัชฌิมเลขคณิต

ΣX = คะแนนรวม

N = จำนวนนักเรียน

หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้สูตร

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

2. ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาอัตราส่วนวิกฤต (Critical Ratio, t - test) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p^2 = \frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$\bar{X}_1$ = มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

$\bar{X}_2$ = มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

μ_1 = มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งระดับ

μ_2 = มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งระดับ

S_p^2 = pooled variance

n_1 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

n_2 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

S_1^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

S_2^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตั้งสมมติฐานให้ $\mu_1 = \mu_2$ หรือ $\mu_1 - \mu_2 = 0$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มโนทัศน์ที่	n_1	n_2	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	s_1^2	s_2^2	s_p^2	$\sqrt{s_p^2(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2})}$	t	d.f
1	15	33	7.7	7.045	10.232	77.355	8.643	.915	.716	46
2	29	33	5.758	5.409	3.976	2.663	3.386	.469	.744	60
3	29	19	7.655	11.105	24.920	11.042	20.271	1.327	-2.60	46
4	29	11	6.862	6.818	1.498	6.693	3.081	.620	.071	38
5	29	15	7.345	8.333	25.604	8.088	20.567	1.441	.686	42

ตัวอย่างการคำนวณเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบ การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ 1 ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

$$H_o: \quad \mu_1 - \mu_2 = 0$$

จากสูตร

$$t = \frac{(\bar{X}_2 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2 (\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$t = \frac{7.7 - 7.045}{\sqrt{8.643\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{33}\right)}}$$

$$= \frac{.655}{\sqrt{.838}}$$

$$= \frac{.655}{.915}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = .716$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 degree of freedom = 46 เปิดตารางหาค่า t

$$2.000 < t_{\text{จากตาราง}} < 2.021$$

$$t_{\text{คำนวณ}} < t_{\text{จากตาราง}}$$

ดังนั้นมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบการเรียนบทที่ 1 ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

สำหรับบทที่เหลือ ๆ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์เช่นเดียวกับบทที่ 1

3. ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาค่าอัตราส่วนวิกฤต (Critical Ratio, t-test) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบ การเรียนรู้โนที่ต่าง ๆ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการในข้อ 2 และอาศัยข้อมูลจากตารางต่อไปนี้

โนที่	n_2	n_3	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	s_2^2	s_3^2	s_p^2	$\sqrt{s_p^2(\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3})}$	t	d.f
1	33	29	7.045	9.517	7.355	10.176	8.964	.763	3.24	60
2	33	29	5.409	5.0	2.663	3.312	3.065	.446	0.917	60
3	19	19	11.105	12.421	11.042	15.484	14.00	1.212	- 1.086	36
4	11	10	6.818	6.55	6.692	3.621	5.781	1.051	.255	19
5	15	13	8.333	10.0	8.088	0	4.666	.817	2.040	26

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาค่าอัตราส่วนวิกฤต (Critical Ratis , t - test) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบ ความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบการเรียนรู้มโนทัศน์ต่าง ๆ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการในข้อ 2 และอาศัยข้อมูลจากตารางต่อไปนี้

มโนทัศน์ที่	n_1	n_3	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_3$	S_1^2	S_3^2	S_p^2	$\sqrt{S_p^2(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_3})}$	t	d.f
1	15	29	7.7	9.517	10.323	10.176	10.713	1.040	-1.747	42
2	29	29	5.758	5.0	3.976	3.312	3.774	.510	1.486	56
3	29	19	7.655	12.421	24.920	15.484	22.106	1.387	-3.436	46
4	29	10	6.862	6.55	1.498	3.621	2.153	.537	.581	37
5	29	13	7.345	10.0	25.604	0	18.563	1.435	-1.850	40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา

ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ : นางสาว รัชนี ศานติยานนท์

วุฒิการศึกษา : ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ปีการศึกษา 2515

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย