



บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ พวงเกษม. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง แรงลมและแรงน้ำ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนก วิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๕. (อัครสำเนา)
- จัญญ วงศ์สายัณห์. "คำนำ" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๑๕.
- จุมพล รัตนบุญประการ. "การสร้างบทเรียนบทวนแบบโปรแกรม เรื่อง ชนิดของมุม สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชา ประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗. (อัครสำเนา)
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เอกสารการบรรยายวิชา Programmed Instruction. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ภาคต้น ปีการศึกษา ๒๕๑๖.
- นภาพร ภมรบุตร. "บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง กรรณิพัทธ์ตามหลักของเมนเคด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗. (อัครสำเนา)
- บรรณา รัตนวิชัย. "การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, ๒๕๑๖. (อัครสำเนา)
- ประคอง กรรณสุต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๑๕.

ประทีป สยามชัย. "บทเรียนสำเร็จรูป," ชุมนุมทางวิชาการ รายงานการประชุม
ทางวิชาการครั้งที่หนึ่ง, ๑ - ๕ สิงหาคม, พระนคร : สหกรณ์ชายสง,
๒๕๑๐.

ประไพรัตน์ ศิริศรีราชชัย. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง เป็ดโลก สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนก
วิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ๒๕๑๖ (อัครสำเนา)

เปื้อง กุญท. "การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป" คู่มือการเรียนวิชา Multi-Media
Approach for Programmed Instruction. ของนิสิตปริญญาโท
สาขาโสตทัศนศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, ๒๕๑๕.

ภาวนา สันชนะสุข. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง อุดมภูมิและเทอร์โมมิเตอร์
สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนก
วิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๖.
(อัครสำเนา)

ลัดดาวัลย์ พรศรีสมุทร. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง กรดและเบส สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนก
วิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๓. (อัครสำเนา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิจิตร ศรีสะอาน. "เทคนิควิทยาทางการศึกษา", ศูนย์ศึกษา. ๑๖ (กันยายน - ตุลาคม, ๒๕๑๒), ๒๘.

_____ "สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการทางการศึกษา," เอกสารประกอบการสัมมนาการวางแผนการศึกษาระดับชาติ ๗ - ๑๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๒.
พระนคร : สำนักงานสภาการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี, ๒๕๑๕.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. บทคัดย่องานวิจัยทางการศึกษา. พระนคร : โรงพิมพ์
คุรุสภา, ๒๕๑๓.

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. "โปรแกรมการสอนเรื่องการจัดวัตถุประสงค์ประสงค์ของการสอนเชิงพฤติกรรม." หนังสือชุดปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
เจริญพัฒนา, ๒๕๑๘.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BIBLIOGRAPHY

๕๒

- Barlow, John A. "Programmed Instruction in Perspective Yesterday, Today and Tomorrow," Perspective in Programming.
New York : The Macmillan Company, 1963.
- Deterline, William A. An Introduction to Programmed Instruction.
Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, Inc., 1962.
- Dutton, Skerman Sumpter. "An Experimental Study in the programming of science Instruction for the Fourth Grade". Dissertation Abstracts . 24 : 2382 - A, December, 1963.
- Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1955.
- Espich, James E., and William, Bill. Developing Programmed Instructional Materials : A Handbook for Program Writing.
Belmont, Calif, : Fearson Publishing, Inc., 1967.
- Fine, Benjamin. Teaching Machine. New York: Sterling Publishing Co., Inc., 1961.
- Fry, Edward B. Teaching Machines and Programmed Instruction.
New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1963.
- Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York : American Book Company, 1965.
- Gronlund, Norman E. Constructing Achievement Tests. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1968.
- Leith, G.O.M. "Teaching by Machinery : A Review of Research," A.V. Communication Review, 14 (Summer, 1966).
- Patel, I.J., and Others. A Handbook of Programmed Learning.
Gujarat States: Anand Press, n.d., 1970.

Pereira, P.D. Introduction to Programmed Learning.

Geneva : Management Development Bank Human Resources
Department, 1971.

Roe, Arnold, "A Comparison of Branching Methods for Programmed
Learning," Journal of Educational Research.
55 (1962), 407-16.

Schramm, Wilbur. Programmed Instruction: Today and Tomorrow.
New York: The Fund for the Advancement of Education, 1962.
. The Research on Programmed Instruction: Annotated
Bibliography. Washington: United States Government
Printing Office, 1964.

Smith, Wendell I., and Mocre. Programmed Learning. Theory and
Research D. Van Nostrand Company, Inc., 1968.

Stolurow, Lawrence M. Teaching by Machine. Washington: United
States Government Printing Office, 1961.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์ทั่วไป

ให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่อง "การสังเคราะห์แสง" ดังต่อไปนี้

๑. ความหมายของการสังเคราะห์แสง
๒. สิ่งจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงและผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง
๓. แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์แสงในพืชสีเขียว
๔. การสังเคราะห์แสงแบ่งออกเป็น ๒ ขบวนการใหญ่ เกิดต่อเนื่องกันคือ Light reaction และ Dark reaction
๕. สมการของการสังเคราะห์แสง
๖. การสังเคราะห์แสงในมักเตริบางชนิด
๗. ความสำคัญของการสังเคราะห์แสง
๘. การทดลองต่าง ๆ เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วผู้เรียนควรจะสามารถ

๑. อธิบายความหมายของการสังเคราะห์แสงได้ว่าเป็นขบวนการที่พืชสีเขียวเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีสะสมไว้ภายในโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)
๒. บอกสิ่งจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงได้ว่าประกอบด้วย คลอโรฟิลล์, แสงสว่าง, คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ
๓. บอกผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงได้ว่าประกอบด้วย น้ำตาล - hexose ($C_6H_{12}O_6$), น้ำ และก๊าซออกซิเจน

๔. อธิบายได้ว่าเหตุใดพืชสีเขียวจึงสามารถสังเคราะห์แสงได้ แต่พืชซึ่งไม่มีสีเขียวไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้

๕. อธิบายขั้นตอนและบอกตำแหน่งที่เกิดของขบวนการ Light reaction และ Dark reaction ใ้โดยย่อ ๆ

๖. เขียนสมการของการสังเคราะห์แสงได้

๗. สามารถบอกได้ว่าในการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวนั้น ก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นมาจากโมเลกุลของน้ำ และธาตุที่เป็นองค์ประกอบของ $C_6H_{12}O_6$ คือ C มาจาก CO_2 , H มาจาก H_2O , O มาจาก CO_2

๘. อธิบายความแตกต่างระหว่างการสังเคราะห์แสงในพืชสีเขียวและแบคทีเรียไวโอวัลทีเลีย และได้อธิบายต่างกันอย่างไร

๙. ให้เหตุผลได้ว่า การสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวมีความสำคัญต่อพืชอื่น ๆ และสัตว์อย่างไร

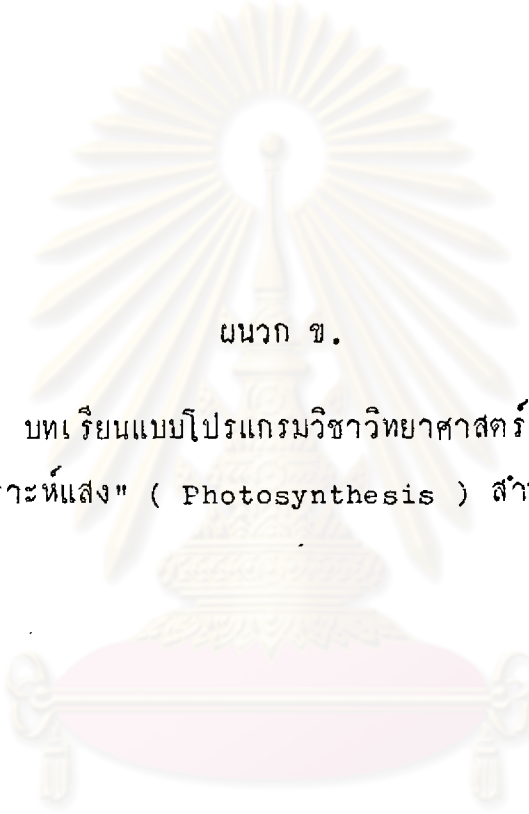
๑๐. อธิบายวิธีทดสอบเพื่อแสดงว่า พืชทำการสังเคราะห์แสงโดยทดสอบว่ามีแป้งเกิดขึ้นได้อย่างไรน้อยที่สุด ๑ วิธี

๑๑. อธิบายได้ว่าเหตุใดในการทดสอบว่าพืชสังเคราะห์แสงหรือไม่โดยใช้ใบไม้คางคางส่วนที่มีสีเขียวจึงไม่มีแป้งเกิดขึ้น

๑๒. อธิบายได้ว่า เหตุใดในการทดลองว่าพืชสังเคราะห์แสงหรือไม่โดยใช้ใบไม้ซึ่งมีแผ่นคีมปิดไว้กลางใบทั้งด้านบนและด้านล่างของใบตรงส่วนที่มีแผ่นคีมปิดไว้ จึงไม่มีแป้งเกิดขึ้น

๑๓. อธิบายได้ว่าเหตุใดในการทดลองว่าพืชสังเคราะห์แสงหรือไม่ โดยใช้ใบไม้จากต้นไม้มืดใส่ไว้ในขวดโหล ซึ่งถูกเอา CO_2 ออกหมดแล้ว จึงไม่มีแป้งเกิดขึ้น

๑๔. อธิบายได้ว่าเหตุใดเมื่อนำก๊าซที่เก็บได้จากการสังเคราะห์แสงของต้นสาหร่ายทางกระจกไปทดสอบดู ปรากฏว่า ก๊าซนั้นช่วยให้ไฟคือ



ผนวก ข.

บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง "การสังเคราะห์แสง" (Photosynthesis) สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



คำแนะนำในการใช้บทเรียน

๑. สิ่งที่อยู่ตรงหน้านักเรียนนี้เรียกว่า " บทเรียนแบบโปรแกรม " ซึ่งจะสอนให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง การสังเคราะห์แสง โดยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ไม่ใช่ข้อสอบ ไม่มีกาให้คะแนน
๒. ในการทำบทเรียน ให้นักเรียนใช้กระดาษแข็งเปิดคำตอบซึ่งอยู่ทางด้านล่างซ้ายมือของบทเรียนที่นักเรียนกำลังทำอยู่ทุกครั้ง
๓. อ่านข้อความในบทเรียน แต่ละกรอบให้เข้าใจ แล้วตอบคำถามโดยเติมคำ หรือเลือกคำตอบโดยขีดเครื่องหมาย ✓ ลงหน้าตัวอักษรข้อที่ถูก
๔. เมื่อตอบคำถามเสร็จแล้วให้เลื่อนกระดาษแข็งลงไปเปิดคำตอบในกรอบถัดไป เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด
๕. ถ้าตอบผิด ให้ย้อนกลับไปอ่านข้อความในกรอบที่ผ่านมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง ถ้าไม่เข้าใจให้ถามครูเพื่อขอคำแนะนำได้
๖. ถ้าตอบถูก ให้นักเรียนทำกรอบต่อไปได้
๗. อย่าอ่านข้ามกรอบเป็นอันขาด มิฉะนั้น จะทำให้ไม่เข้าใจบทเรียนนี้ได้
๘. ตั้งใจอ่าน คิด และเขียนตอบ ไม่ต้องรีบร้อน
๙. บทเรียนนี้จะไ้ยลสมความมุ่งหมาย ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เปิดดูคำตอบ นักเรียนจะไ้ยได้รับความรู้ความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองอย่างนาคาภูมิใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	<p>ก.๑ โลกเรานี้ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ แสงอาทิตย์เป็นแหล่งที่พืชพลังงานแก๊สมีชีวิต และในบรรดาสัตว์ที่มีชีวิตทั้งหลายนั้น พืชสีเขียว (Green plant) สามารถนำพลังงานแสงมาใช้ได้โดยตรง เพราะมีสารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ดูดพลังงานแสงเอาไว้</p> <p>คนและสัตว์ไม่สามารถนำพลังงานแสงมาใช้ได้โดยตรง เพราะไม่มี _____</p>
<p>คลอโรฟิลล์</p>	<p>ก.๒ พืชสีเขียวใช้คลอโรฟิลล์ ดูดพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ มาช่วยให้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) ทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นคาร์โบไฮเดรตขึ้น โดยเกิดขบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีสะสมไว้ในโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตที่สร้างขึ้นขบวนการนี้เรียกว่า การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)</p> <p>สิ่งที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงในพืชสีเขียว</p> <p>ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> ๑. คลอโรฟิลล์ ๒. _____ ๓. _____ ๔. _____

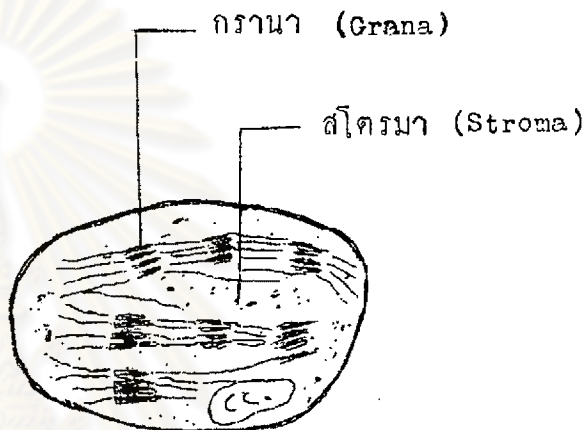
<p>พลังงานแสง คาร์บอนได- ออกไซด์ (CO₂) น้ำ (H₂O)</p>	<p>ก.๓</p> <p>ในการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว นอกจากได้ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นน้ำตาล <u>hexose</u> (C⁶ H¹² O⁶) และก๊าซออกซิเจน (O₂) แล้ว ได้น้ำเกิดขึ้นด้วย ต่อไปนี้เป็นแผนภาพแสดงการสังเคราะห์แสงของ พืชสีเขียว จงเติมชื่อหรือสูตรของสารลงในช่องว่าง ในแผนภาพให้ครบ</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"> <input type="text"/> + <input type="text"/> $\xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}}$ <input type="text"/> + <input type="text" value="น้ำ"/> + <input type="text" value="ออกซิเจน"/> </p> </div>
--	---

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คาร์บอนไดออกไซด์
 (CO_2)
 น้ำ (H_2O)
 น้ำตาล hexose
 $(C_6H_{12}O_6)$

ก.๘

การสังเคราะห์แสงในพืชสีเขียวทุกชนิด (ยกเว้นสาหร่าย
 สีน้ำเงินแกมเขียว) เกิดได้ทุกเซลล์ที่มีเม็ด คลอโรพลาสต์
 (Chloroplast)



คลอโรพลาสต์ (chloroplast) ประกอบด้วย
 โครงสร้างที่สำคัญ ๒ ส่วน (ดังรูป) คือ กรานา (Grana)
 มีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว เพราะมีคลอโรฟิลล์ประกอบอยู่
 เป็นชั้น ๆ และ สโตรมา (Stroma) เป็นของเหลว
 ใส ๆ ออกรอบ ๆ กรานา (grana)
 ส่วนประกอบของคลอโรพลาสต์ ซึ่งมีคลอโรฟิลล์
 ประกอบอยู่ เรียกว่า _____ และ
 ส่วนที่เป็นของเหลวใส ๆ รอบ ๆ แผ่นสีเขียว
 เรียกว่า _____

<p>กรานา (Grana) สโตรมา (Stroma)</p>	<p>ก. ๕</p> <p>ปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์พบว่า การสังเคราะห์แสงประกอบด้วยขั้นตอนการใหญ่ ๒ ขั้นตอนการเกิดต่อเนื่องกัน</p> <p>ขั้นตอนการแรกเป็นขั้นตอนการที่ของ การแสงสว่าง เรียกว่า <u>Light reaction</u> เกิดขึ้นที่กรานา (grana)</p> <p>ขั้นตอนการที่สองเป็นขั้นตอนการที่ไม่ของ การแสงสว่าง เรียกว่า <u>Dark reaction</u> เกิดที่ Stroma</p> <p>Light reaction เกิดขึ้นที่ _____</p> <p>Dark reaction เกิดขึ้นที่ _____</p> <p>ของคลอโรพลาสต์ (Chloroplast)</p>
<p>กรานา (Grana) สโตรมา (Stroma)</p>	<p>ก. ๖</p> <p>Light reaction เริ่มขึ้นโดย Chlorophyll</p> <p>ดูดพลังงานแสงเกิดเป็น <u>Activated chlorophyll</u></p> <p>ซึ่งเป็น Chlorophyll ที่มีพลังงานมาก</p> <p>จึงเติมโคอะแฟรมต่อไปนี้ให้ครบ</p> <p>Chlorophyll + แสง → _____</p>
<p>Activated - Chlorophyll</p>	<p>ก. ๗</p> <p>พืชสีเขียวนำพลังงานจาก Activated chlorophyll ไปทำให้โมเลกุลของน้ำสลายออกเป็น <u>Hydrogen-ion (H⁺)</u> และ <u>Hydroxyl ion (OH⁻)</u></p> <p>จึงเติมสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์</p> <p>H₂O → H⁺ + _____</p>

$\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$	<p>ก.๘</p> <p>Hydroxyl ion (OH^-) ที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันเอง ได้ H_2O และก๊าซออกซิเจน (O_2) ซึ่งจะถูกขับออกสู่ภายนอกโดยทันที</p> <p>จงเติมสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์</p> $4 \text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{-----}$
$4\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	<p>ก.๙</p> <p>ตั้งนั้นออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงได้มาจาก _____</p>
<p>โมเลกุลของ H_2O</p>	<p>ก.๑๐,</p> <p>ส่วน Hydrogen ion (H^+) ที่เกิดขึ้นมีพลังงานอยู่มากจะรวมกับสารเคมีชนิดหนึ่งมีชื่อย่อว่า <u>N A D P</u> (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) สารนี้จะทำปฏิกิริยากับ H^+ ที่เกิดขึ้น ได้เป็น <u>N A D P H₂</u> เพื่อไปทำปฏิกิริยากับ CO_2 ต่อไป</p> <p>จงเติมสมการต่อไปนี้ให้สมบูรณ์</p> $2\text{H}^+ + \text{N A D P} \longrightarrow \text{-----}$
$2\text{H}^+ + \text{NADP} \longrightarrow \text{NADPH}_2$	<p>ก.๑๑</p> <p>จาก ก.๑๐ สารที่เป็นตัวพาไฮโดรเจนไปทำปฏิกิริยากับ CO_2 คือ _____</p>

<p>NADPH₂</p>	<p>ก.๖๖ ขบวนการ <u>Dark reaction</u> เกิดต่อจาก Light reaction ในขบวนการนี้ NADPH₂ จะทำปฏิกิริยากับ CO₂ เกิดเป็น <u>C₆H₁₂O₆</u> และ <u>H₂O</u> ดังสมการ</p> $12 \text{ NADPH}_2 + 6 \text{ CO}_2 \longrightarrow 12 \text{ NADP} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ <p>จากสมการสารที่ได้จากขบวนการ Dark reaction ได้แก่</p> <p>๑. _____ ๒. _____</p> <p>๓. _____</p>
<p>NADP C₆H₁₂O₆ H₂O</p>	<p>ก.๖๗ จาก Light reaction พบว่า</p> $24 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{แสง}} 24 \text{ H}^+ + 24 \text{ OH}^- \text{----- (1)}$ <p style="text-align: center;">Chlorophyll</p> $24 \text{ OH}^- \longrightarrow 12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2 \text{----- (2)}$ $24 \text{ H}^+ + 12 \text{ NADP} \longrightarrow 12 \text{ NADPH}_2 \text{----- (3)}$ <p>จาก Dark reaction พบว่า</p> $12 \text{ NADPH}_2 + 6 \text{ CO}_2 \longrightarrow 12 \text{ NADP} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O} \text{--- (4)}$ <p>เมื่อทำให้สมการทุกสมการสมดุลต่อกัน แล้วรวมสมการทั้งหมดเข้าด้วยกัน จะได้ดังนี้</p> $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{แสง}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2$ <p style="text-align: center;">chlorophyll</p> <p>ดังนั้นจากสมการที่ได้พบว่า</p> <p>CO₂ _____ โมเลกุลทำปฏิกิริยาพอดีกับ H₂O _____ โมเลกุล โค C₆H₁₂O₆ _____ โมเลกุล H₂O _____ โมเลกุล และ O₂ _____ โมเลกุล</p>



<p>CO₂ 6 โมเลกุล</p> <p>H₂O 12 โมเลกุล</p> <p>C₆H₁₂O₆ 1 โมเลกุล</p> <p>H₂O 6 โมเลกุล</p> <p>O₂ 6 โมเลกุล</p>	<p>ก.๑๘</p> <p>จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์โดยใช้ไอโซโทปของ ออกซิเจน (O¹⁸) ยืนยันว่า ถ้าซอกลคลซิเจนที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์แสงมาจากโมเลกุลของ H₂O ไม่ใช่มาจาก CO₂ ดังนั้นจึงเขียน<u>เครื่องหมาย</u> * ไว้บนอะตอมของออกซิเจนที่เกิดขึ้นและที่เป็นองค์ประกอบของ H₂O ดังนี้</p> $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}^* \xrightarrow[\text{chlorophyll}]{\text{แสง}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2^*$ <p>จากสมการแสดงว่า O₂ ที่เกิดขึ้นมาจาก _____</p> <p>O ที่ประกอบอยู่ในโมเลกุลของ C₆H₁₂O₆ มาจาก _____</p> <p>H ที่ประกอบอยู่ในโมเลกุลของ C₆H₁₂O₆ มาจาก _____</p> <p>C ที่ประกอบอยู่ในโมเลกุลของ C₆H₁₂O₆ มาจาก _____</p>
---	---

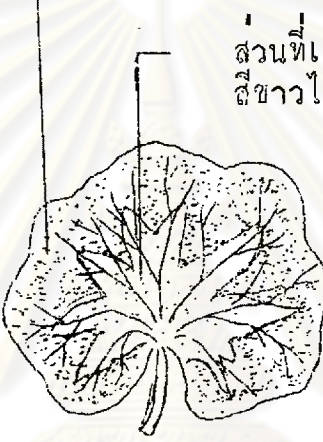
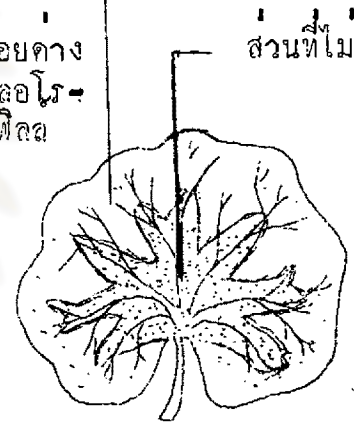
ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<p>H₂O</p> <p>CO₂</p> <p>H₂O</p> <p>CO₂</p>	<p>ก. ๑๕</p> <p>มักเตรินบางชนิดสามารถสังเคราะห์แสงได้โดยใช้ไฮโดร- <u>เจนซัลไฟด์</u> (H₂S) เป็นแหล่งของไฮโดรเจนแทนน้ำซึ่ง ใช้ในพืชสีเขียว ไฮโดรเจนจะไปทำปฏิกิริยา กับ CO₂ ไดคาร์โบไฮเดรต และ <u>เกิดกำมะถัน (S)</u> ขึ้น แทนก๊าซ ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว การสังเคราะห์แสงของมักเตรินแสดงได้ดังสมการ ต่อไปนี้</p> $6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$ <p>ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการสังเคราะห์แสงในมักเตริน ซึ่ง ประกอบอยู่ในโมเลกุลของ C₆H₁₂O₆ มาจาก _____ และ O ที่ประกอบอยู่ในโมเลกุลของ C₆H₁₂O₆ มาจาก _____ ส่วน C ที่ประกอบอยู่ในโมเล- กุลของ C₆H₁₂O₆ มาจาก _____</p>						
<p>H₂S</p> <p>CO₂</p> <p>CO₂</p>	<p>ก. ๑๖</p> <p>ตารางต่อไปนี้แสดงความแตกต่างการสังเคราะห์แสง ในพืชสีเขียวและมักเตริน จงเติมชื่อหรือสูตรของสารลง ในช่องว่างให้ถูกต้อง</p> <table border="1" data-bbox="739 1532 1270 1824"> <thead> <tr> <th data-bbox="739 1532 970 1622">วัตถุดิบที่ใช้</th> <th data-bbox="970 1532 1270 1622">ผลิตภัณฑ์ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="739 1622 970 1723">พืชสีเขียว</td> <td data-bbox="970 1622 1270 1723">, ,</td> </tr> <tr> <td data-bbox="739 1723 970 1824">มักเตริน</td> <td data-bbox="970 1723 1270 1824">, ,</td> </tr> </tbody> </table>	วัตถุดิบที่ใช้	ผลิตภัณฑ์ได้	พืชสีเขียว	, ,	มักเตริน	, ,
วัตถุดิบที่ใช้	ผลิตภัณฑ์ได้						
พืชสีเขียว	, ,						
มักเตริน	, ,						

<p>พืชสีเขียว</p> <p>แบคทีเรีย</p>	<p>วัตถุดิบที่ใช้</p> <p>H_2O, CO_2</p> <p>H_2S, CO_2</p>	<p>ผลิตภัณฑ์ที่ได้</p> <p>$C_6H_{12}O_6, H_2O, O_2$</p> <p>$C_6H_{12}O_6, H_2O, S$</p>	<p>ก. ๑๓</p> <p>เมื่อพืชสีเขียวทำการสังเคราะห์แสงแล้ว พลังงานจากแสงอาทิตย์ก็สะสมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาล hexose ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นอินทรีย์สารที่พืชสีเขียวสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสง</p> <p>ดังนั้นน้ำตาล hexose ($C_6H_{12}O_6$) ที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงเป็นสารที่มี _____ สะสมอยู่</p>
<p>พลังงานจากแสงอาทิตย์</p>	<p>ก. ๑๔</p> <p>พืชสีเขียวใช้น้ำตาล hexose ($C_6H_{12}O_6$) ที่สร้างขึ้นไปใช้สังเคราะห์อินทรีย์สารอื่น ๆ เช่น โปรตีน ไขมัน แป้ง น้ำมัน การสังเคราะห์สารเหล่านี้ไม่ต้องใช้พลังงานแสงเรียกว่า <u>การสังเคราะห์เคมี</u></p> <p>การสังเคราะห์แสงเกิดเฉพาะเซลล์ที่มีสีเขียวและเกิดเวลากลางวันเพราะต้องใช้ _____</p> <p>การสังเคราะห์เคมีเกิดได้ทุกเซลล์และเกิดได้ทุกเวลาเพราะไม่ต้องการใช้ _____</p>		

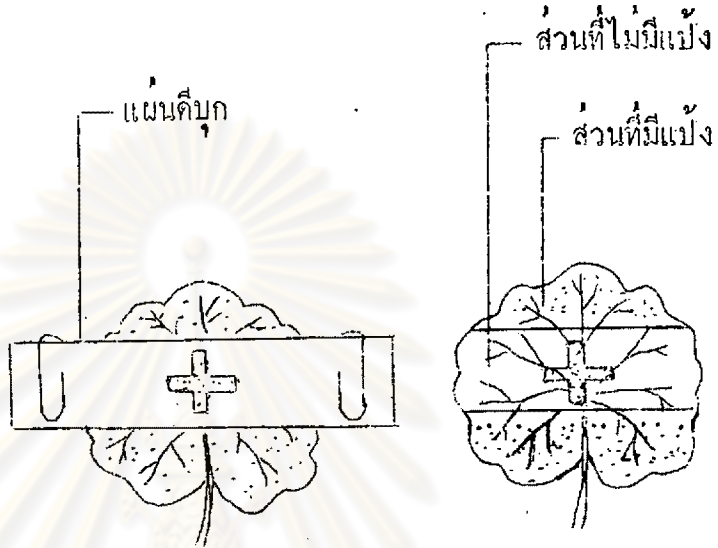
<p>พลังงานแสง</p> <p>พลังงานแสง</p>	<p>ก. ๖๘</p> <p>การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดขึ้นอยู่กับ การสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม เพราะเป็นขบวนการที่สะสมพลังงานจากแสงอาทิตย์ไว้ในโมเลกุลของอินทรีย์สารที่พืชสีเขียวสร้างขึ้น อินทรีย์สารเหล่านี้เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกจากนั้นเมื่อยพืชสีเขียวสังเคราะห์แสงใคกชออกซิเจนเกิดขึ้น ทำให้บรรยากาศของโลก มีก๊าซออกซิเจนคงที่อยู่ตลอดเวลา</p> <p>การสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวมีความสำคัญคือ</p> <p>๑. _____</p> <p>_____</p> <p>๒. _____</p> <p>_____</p>
<p>๑. เป็นขบวนการที่สะสมพลังงานจากแสงอาทิตย์ไว้ในโมเลกุลของอินทรีย์สารที่พืชสร้างขึ้น และสิ่งมีชีวิตอื่นนำไปใช้เป็นอาหารต่อไป</p> <p>๒. ทำให้บรรยากาศของโลกมีออกซิเจนคงที่อยู่ตลอดเวลา</p>	<p>ก. ๖๙</p> <p>ในเวลากลางวันเมื่อพืชทำการสังเคราะห์แสง พืชจะเปลี่ยนน้ำตาล hexose ($C_6H_{12}O_6$) เป็นแป้ง เก็บไว้ตรงส่วนที่ทำการสังเคราะห์แสง ดังนั้นในการทดสอบว่าพืชทำการสังเคราะห์แสงหรือไม่จึงทดสอบว่ามีแป้งเกิดขึ้นหรือไม่ ในการทดสอบว่าพืชสังเคราะห์แสงหรือไม่เราไม่ทดสอบว่ามีน้ำตาลเกิดขึ้นแต่ทดสอบว่ามี _____ เกิดขึ้น เพราะเวลากลางวันพืชจะเปลี่ยน _____ เป็น _____</p>

<p>แป้ง น้ำตาล แป้ง</p>	<p>ก.๒๑</p> <p>วิธีทดสอบว่ามีแป้งเกิดขึ้นหรือไม่ทำได้ตามลำดับ คือ เคี้ยวใบไม้ที่ถูกแสงแดดมาแล้วประมาณ ๕ - ๖ ชั่วโมงมาต้มในน้ำ เพื่อให้เซลล์ตาย และแตก ทำให้แป้งสุก และเพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นภายในเซลล์เหมือนกับเมื่อเซลล์ยังมีชีวิตอยู่ แล้วนำใบไม้ที่ต้มไปแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ร้อน ๆ เพื่อละลายคลอโรฟิลล์ออกจากใบไม้ที่แช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ไปล้างน้ำ แล้วไปแช่ในสารละลายไอโอดีน ปรากฏว่าใบไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่ามีแป้งเกิดขึ้น ถ้าใบไม้ที่นำมาทดสอบไม่เปลี่ยนสีแสดงว่า _____</p>
<p>ไม่มีแป้งเกิดขึ้น</p>	<p>ก.๒๒</p> <p>จากการทดลองใน ก. ๒๑ เพราะเหตุใดจึงต้องนำใบไม้ที่ต้มในน้ำแล้วไปแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ให้ซึบ _____ ✓</p> <p>ลงหน้าที่ข้อที่ถูกที่สุด</p> <p>_____ ก. เพื่อให้เซลล์ตาย</p> <p>_____ ข. เพื่อละลายคลอโรฟิลล์ออกจากใบ</p> <p>_____ ค. เพื่อให้แป้งในใบสุก</p> <p>_____ ง. เพื่อให้เซลล์แตก</p>

<p>ก. <input type="checkbox"/></p> <p>ข. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>ค. <input type="checkbox"/></p> <p>ง. <input type="checkbox"/></p>	<p>ก. ๖๓</p> <p>ถ้าตัดใบไม้ที่รอยกางสีเขียวจากต้นที่ได้รับแสงแดดมาแล้วประมาณ ๒ ชั่วโมง มาวางครูปแสดงส่วนต่าง ๆ ไว้ดังรูปที่ ๑ แลวนำใบไม้ไปทดสอบหาแป้งปรากฏว่าได้อผลออกมา ดังแสดงในรูปที่ ๒</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ส่วนที่เป็นสีเขียวมีคลอโรฟิลล์</p>  <p>รูปที่ ๑</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ส่วนที่มีแป้ง</p>  <p>รูปที่ ๒</p> </div> </div> <p>ใบไม้ตรงส่วนที่มีคลอโรฟิลล์ มีการสังเคราะห์แสงเพราะมีแป้งเกิดขึ้น ส่วนใบไม้ตรงรอยกางสีเขียวไม่มี _____ จึงไม่มี _____ เพราะไม่มีแป้งเกิดขึ้น</p>
<p>คลอโรฟิลล์</p> <p>การสังเคราะห์แสง</p>	<p>ก. ๖๔</p> <p>ดังนั้นการสังเคราะห์แสงของพืชจะเกิดขึ้นในส่วนที่มี _____ เท่านั้น</p>

กลอโรซิลล์

ก.๒๕



รูปที่ ๑

รูปที่ ๒

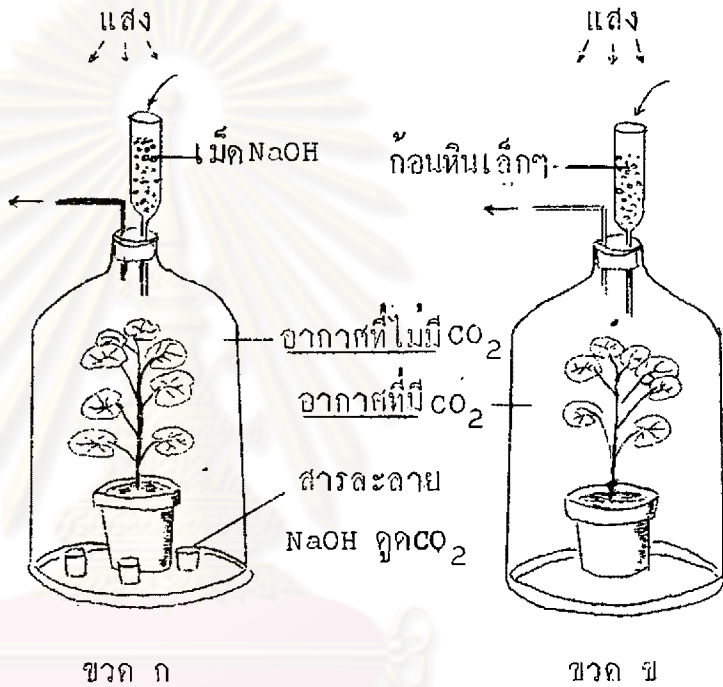
เมื่อนำต้นไม้มากวางหนึ่ง ตั้งทิ้งไว้ในที่มีคประมาณ ๒๔ ชั่วโมง. เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแป้งเหลืออยู่ในใบเลย นำแผ่นคีมกวาง ๆ ปิดใบไม้วีทั้ง ๒ ด้าน ดังรูปที่ ๑ แล้วนำกระดางต้นไม้มากตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดดประมาณ ๖ ชั่วโมง เด็ดใบไม้ออกมาแกะแผ่นคีมกออก แล้วนำใบไม้มากดสองหาแบ่ง โดยคดังรูปที่ ๒ ใบไม้อส่วนที่ถูกแสงมีการสังเคราะห์แสงเพราะมีแป้งเกิดขึ้น ใบไม้อส่วนที่ _____ ไม่มี _____ เพราะไม่มีแป้งเกิดขึ้น

<p>ไม่ถูกแสง การสังเคราะห์แสง</p>	<p>ก.๒๒</p> <p>จากการทดลองใน ค. ๒๕ สนับสนุนความจริงเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงในเรื่องใดมากที่สุด</p> <p>ให้ชี้ค <input checked="" type="checkbox"/> ลงหน้าข้อที่ถูก</p> <p><input type="checkbox"/> ก. การสังเคราะห์ต้องการน้ำ</p> <p><input type="checkbox"/> ข. การสังเคราะห์แสงต้องการออกซิเจน</p> <p><input type="checkbox"/> ค. การสังเคราะห์แสงต้องการแสงสว่าง</p> <p><input type="checkbox"/> ง. การสังเคราะห์แสงต้องการคาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p>
---------------------------------------	---

ก.๒๗

จงศึกษาการทดลองในรูปต่อไปนี้ให้ละเอียด

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.



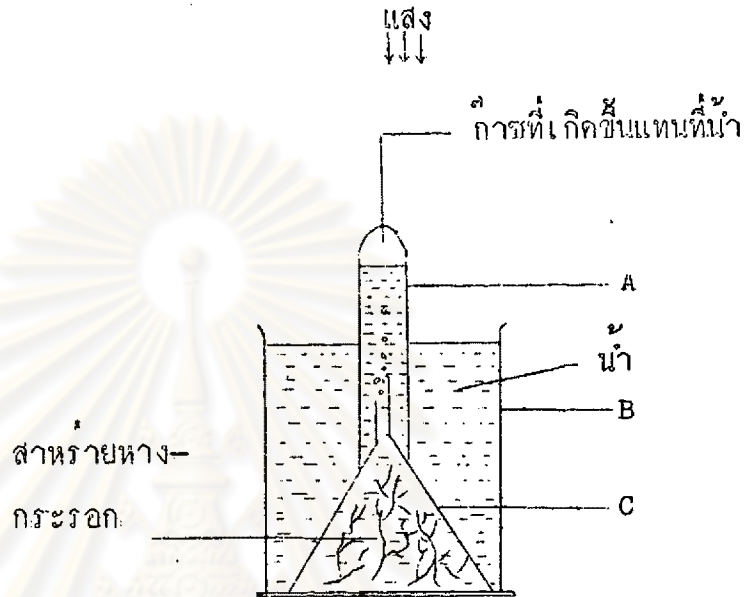
ต้นไม้ในขวด ก. และ ข. ก่อนที่จะนำมาทดลองตั้งรูปข้างบนให้นำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ ๒๔ ชั่วโมง เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแป้งเหลืออยู่ที่ใบเลย แล้วนำมาทดลองตั้งรูปข้างบน โดยตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดดประมาณ ๒ ชั่วโมง เมื่อตัดใบไม้จากต้นในขวด ก. และ ขวด ข. ไปทดสอบหาแป้งปรากฏว่าใบไม้จากต้นในขวด ก. ไม่มีแป้งเกิดขึ้น ส่วนใบไม้จากต้นในขวด ข. มีแป้งเกิดขึ้น

จากการทดลองนี้แสดงว่าพืชจะสังเคราะห์แสงไม่ได้ถ้าไม่มี _____

<p>คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)</p>	<p>ก.๖๘</p> <p>จากการทดลองดังรูปใบก. ๒๗ เพราะเหตุใดจึงต้องใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ไว้ในถ้วยแก้วในขวด ก.</p> <p>ให้ขีด <input checked="" type="checkbox"/> ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด</p> <p><input type="checkbox"/> ก. เพื่อกดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ</p> <p><input type="checkbox"/> ข. เพื่อกดก๊าซออกซิเจนที่พืชปล่อยออกมา</p> <p><input type="checkbox"/> ค. เพื่อกดน้ำที่พืชปล่อยออกมา</p> <p><input type="checkbox"/> ง. เพื่อเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น</p> <p>ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p>
--	---

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

ก. ๒๕.



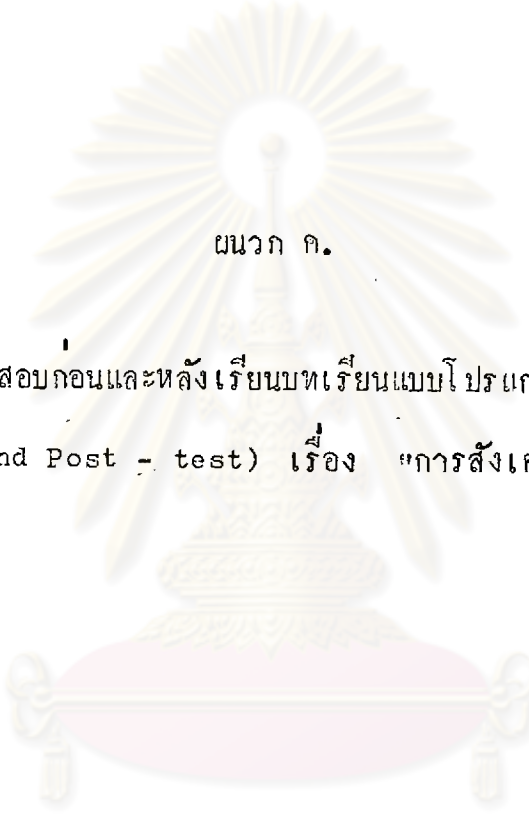
การทดลองที่แสดงถึงรูปข้างบนทำได้ตามลำดับดังนี้
 นำสาหร่ายหางกระรอกใส่ในถ้วยแก้ว B ซึ่งมีน้ำที่มี CO_2
 ละลายอยู่ เอากววยแก้ว C มาครอบสาหร่ายหาง
 กระรอกไว้แล้วนำหลอดทดลอง A ซึ่งมีน้ำอยู่เต็มมาครอบ
 บนกรวยแก้ว C นำเครื่องมือที่จัดไว้ตั้งไว้กลาง
 แดดประมาณ ๕ - ๖ ชั่วโมง จะมีฟองก๊าซเกิดขึ้น เมื่อนำ
 ก๊าซที่ได้ไปทดสอบด้วยปรากฏว่า ก๊าซนั้นช่วยให้ไฟติด
 และเมื่อนำใบของสาหร่ายหางกระรอกมาทดสอบหาแป้ง
 ปรากฏว่ามีแป้งเกิดขึ้น

ดังนั้นการทดลองนี้แสดงว่าก๊าซที่เกิดขึ้นจากการ
 สังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวคือ _____

<p>ก๊าซออกซิเจน</p>	<p>ก.๓๐</p> <p>ถ้าจะให้ ผลการทดลองในก. ๒๘ มีน้ำหนักมากขึ้นควรปฏิบัติอย่างไร ให้ขีด <input checked="" type="checkbox"/> ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด</p> <p>_____ ก. ผ่านก๊าซ O_2 ลงไปในน้ำให้มากขึ้น</p> <p>_____ ข. ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้แต่เติมน้ำลงไปให้มากขึ้น</p> <p>_____ ค. ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้แต่ใช้พืชต่างชนิดกันแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน</p> <p>_____ ง. ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้แต่นำไปตั้งไว้ในที่มืด แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน</p>
<p>_____ ก.</p> <p>_____ ข.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ค.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ง.</p>	<p>ก.๓๑</p> <p>การสังเคราะห์แสงในพืชสีเขียวจะเกิดขึ้นได้ต้องมีสิ่งที่จำเป็น ๔ อย่าง คือ</p> <p>๑. น้ำ _____</p> <p>๒. _____</p> <p>๓. _____</p> <p>๔. _____</p>

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<p>แสงสว่าง คลอโรฟิลล์ คาร์บอนไดออกไซด์</p>	<p>ก.๓๒</p> <p>ในการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวประกอบด้วยขบวนการใหญ่ ๆ ๒ ขบวนการเกิดต่อเนื่องกันคือ Light reaction และ Dark reaction ปฏิกริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขบวนการทั้งสองนี้เขียนเป็นสมการสรุปได้ดังนี้</p> $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2^*$ <p>จากสมการ ผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงคือ</p> <p>๑. _____</p> <p>๒. _____</p> <p>๓. _____</p>
<p>C H O 6 12 6 H₂O O₂</p>	<p>การสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม เพราะเป็นขบวนการที่สะสมพลังงานจากแสงอาทิตย์ไว้ในโมเลกุลของอินทรีย์สารที่พืชสีเขียวสร้างขึ้น ซึ่งอินทรีย์สารเหล่านี้ เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกจากนี้เมื่อพืชสีเขียวสังเคราะห์แสง จะได้ออกซิเจนเกิดขึ้น ทำให้บรรยากาศของโลกมีก๊าซออกซิเจนคงที่ตลอดเวลา</p>



ผนวก ก.

แบบสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

(Pre-test and Post - test) เรื่อง "การสังเคราะห์แสง"

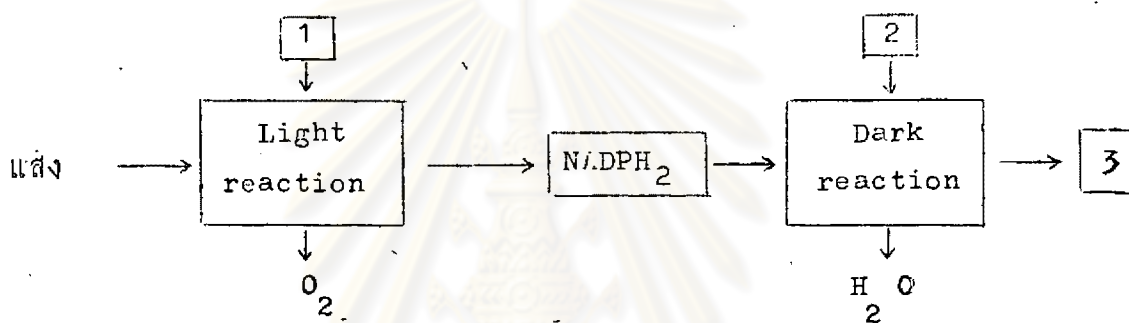
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑. โครงสร้างอะไรที่พบในเซลล์พืช แต่ไม่พบในเซลล์สัตว์
- เซลล์เมมเบรน (Cell Membrane)
 - ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria)
 - พลาสติค (Plastid)
 - โครโมโซม (Chromosome)
๒. พลังงานจากแสงอาทิตย์ เปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีสะสมไว้ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้โดยกระบวนการ
- Chemosynthetic
 - Photosynthesis
 - Osmosis
 - Respiration
๓. การสังเคราะห์แสงในพืชสีเขียว จะเกิดขึ้นใต้ออร์แกเนลล์สำคัญอะไรบ้าง
- แสงสว่าง Chlorophyll น้ำ และออกซิเจน
 - แสงสว่าง คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน
 - แสงสว่าง Chlorophyll น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์
 - แสงสว่าง Chlorophyll และคาร์บอนไดออกไซด์
๔. อินทรีย์สารซึ่งพืชสีเขียวสร้างขึ้นเป็นครั้งแรก จากการสังเคราะห์แสง คือ
- โปรตีน (Protein)
 - ไขมัน (Fat)
 - น้ำตาลเฮกโซส (Hexose Sugar)
 - น้ำตาลซูโครส (Sucrose Sugar)

๕. คลอโรฟิลล์ พบอยู่ในส่วนของ คลอโรพลาสต์ (Chloroplast)
- กรานา (Grana)
 - สโตรมา (Stroma)
 - เม็ดแป้ง (Starch grain)
 - กรานา (Grana) และสโตรมา (Stroma)



จงศึกษาแผนภาพของการสังเคราะห์แสงต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ ๖ - ๘



๖. หมายเลขใดควรเป็น CO_2

- ๑
 - ๒
 - ๓
 - ๒ และ ๓
๗. หมายเลข ๑ ควรเป็นอะไร

- O_2
 - H_2O
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 - CO_2
๘. หมายเลข ๓ ควรเป็น อะไร
- CO_2
 - H_2O
 - O_2
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

๘. จากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ โดยใช้ไอโซโทปของออกซิเจน (O^{18}) ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงพบว่า
- ก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมาจากโมเลกุลของ CO_2
 - ก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมาจากโมเลกุลของ H_2O
 - น้ำทุกโมเลกุลถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต
 - ก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมาจากโมเลกุลของ CO_2 และ H_2O
๑๐. ข้อใดเป็นสมการของการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว ที่ถูกต้องในปัจจุบัน
- $6 CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + H_2O + 6 O_2^*$
 - $6CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + O_2$
 - $6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2^*$
 - $CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$
๑๑. ในการสังเคราะห์แสงของแบคทีเรียบางชนิด ไฮโดรเจนซึ่งประกอบอยู่ในโมเลกุลของ $C_6H_{12}O_6$ ได้มาจาก
- น้ำ (H_2O)
 - ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)
 - ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)
 - แอมโมเนีย (NH_3)
๑๒. ถ้าพืชสีเขียวหยุดทำการสังเคราะห์แสง ท่านคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้น
- O_2 และ CO_2 ลดลง
 - O_2 เพิ่มขึ้น CO_2 ลดลง
 - CO_2 เพิ่มขึ้น O_2 ลดลง
 - ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

๑๓. พืชสีเขียวมีความสำคัญมากที่สุดเพราะเหตุว่า
- เป็นพืชเพียงชนิดเดียวที่มีอยู่ในโลก
 - สามารถเพิ่ม CO_2 เขาสูบรรยากาศได้
 - เป็นพืชที่มีหลายเซลล์
 - ผลิตอาหารซึ่งพืชและสัตว์อื่นนำไปใช้ได้

จงศึกษาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ ๑๔ - ๑๗

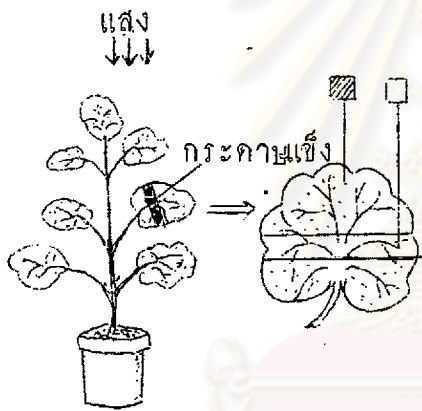
ในการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงของพืช ตองนำใบไม้ที่ได้รับแสงมาแล้ว อย่างน้อย ๕ - ๖ ชั่วโมง ไปต้มในน้ำ ๑ - ๕ นาที แล้วนำไปแช่ใน เอทิล แอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ร้อน ๆ นำใบไม้ที่แช่ในแอลกอฮอล์ไปล้างน้ำ แล้วนำไปแช่สารละลายไอโอดีน ใบไม้จะมีสีน้ำเงินเกิดขึ้น

๑๔. เหตุผลที่ต้องเลือกใบไม้ที่ถูกแสงแดดมาแล้ว ๕ - ๖ ชั่วโมงเพื่อให้แน่ใจว่า
- เกิด Chlorophyll ขึ้นพอสมควรแล้ว
 - น้ำตาลกระจายไปทั่วใบไม้แล้ว
 - มีการสังเคราะห์แสงมากพอสมควรแล้ว
 - มีการลำเลียงน้ำและเกลือแร่ได้ทั่วถึงแล้ว
๑๕. ข้อใดเป็นเหตุผลสำคัญที่ต้องนำใบไม้ที่ได้รับแสงแดดมาแล้ว ๕ - ๖ ชั่วโมงไปต้มในน้ำ
- เพื่อสกัด Chlorophyll ออกจากใบ
 - เพื่อให้น้ำตาลละลายออกจากใบ
 - เพื่อฆ่าเซลล์ต่าง ๆ ในใบ
 - เพื่อทำลายเม็ด Chlorophyll ให้แตก
๑๖. ข้อใดเป็นเหตุผลสำคัญที่ต้องนำใบไม้ที่ต้มในน้ำแล้วไปแช่ใน Ethyl Alcohol ร้อน ๆ
- เพื่อฆ่าเซลล์ให้ตาย
 - เพื่อทำให้แข็งสุก
 - เพื่อสกัดน้ำตาลออกจากใบ
 - เพื่อละลาย Chlorophyll ออกจากใบ

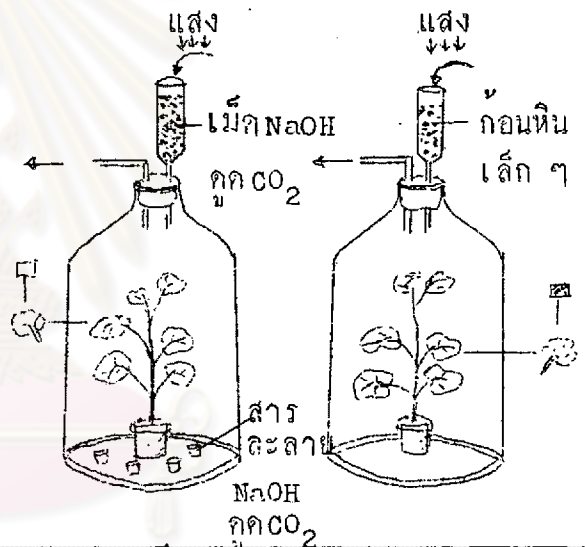
๑๗. การที่ใบไม้มีสีน้ำเงินเข้มเมื่อนำไปแช่ในสารละลายไอโอดีน แสดงว่าใบไม้มี
- แป้ง
 - น้ำตาล
 - โปรตีน
 - ไขมัน

จงศึกษาภาพ และข้อความข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ ๑๘ - ๒๑

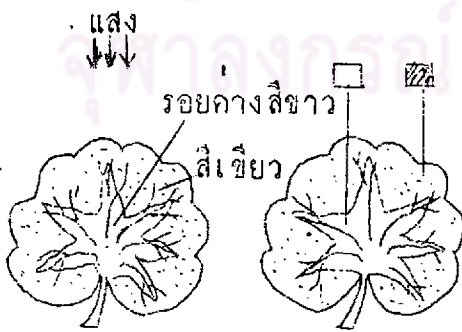
การทดลองที่ ๑



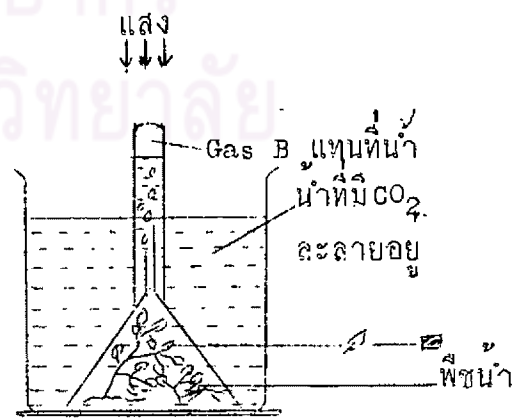
การทดลองที่ ๓



การทดลองที่ ๒



การทดลองที่ ๔



(นำ Gas B ไปทดสอบปรากฏว่าเป็นออกซิเจน)

- หมายเหตุ; คือส่วนของใบที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเมื่อทดสอบกับสารละลายไอโอดีน
 คือส่วนของใบที่ไม่เปลี่ยนสีเมื่อทดสอบกับสารละลายไอโอดีน

๑๘. การทดลองที่ ๑ ตรงกับวัตถุประสงค์ใดมากที่สุด
- สีเขียวในใบไม้สัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสง
 - สิ่งที่ได้จาก การสังเคราะห์แสงควรเป็นแป้ง
 - แสงเป็นแหล่งของพลังงานสำหรับสิ่งมีชีวิต
 - แสงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการสังเคราะห์แสง
๑๙. การทดลองใดที่แสดงว่าส่วนที่มีสีเขียวของพืชเท่านั้นที่สร้างอาหารได้
- การทดลองที่ ๒
 - การทดลองที่ ๓
 - การทดลองที่ ๔
 - ไม่มีการทดลองใด
๒๐. การทดลองที่ ๓ ตรงกับวัตถุประสงค์ใดมากที่สุด
- แสงแดดเท่านั้นที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง
 - พืชได้รับแสงจะปล่อย CO_2 และ O_2 ออกมา
 - พืชที่มีสีเขียวเท่านั้นที่จะทำการสร้างอาหารได้
 - CO_2 จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช
๒๑. การทดลองที่ ๔ ถ้าจะให้ผลของการทดลองมีน้ำหนักมากขึ้นควรจะทำอย่างไร
- ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้กับพืชชนิดอื่นแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน
 - ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้แต่นำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มืด แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน
 - ผ่าน O_2 เข้าไปในน้ำให้มากขึ้น
 - ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้ แต่ใส่สารละลาย NaOH ลงไปเพื่อดูดก๊าซที่เกิดขึ้น

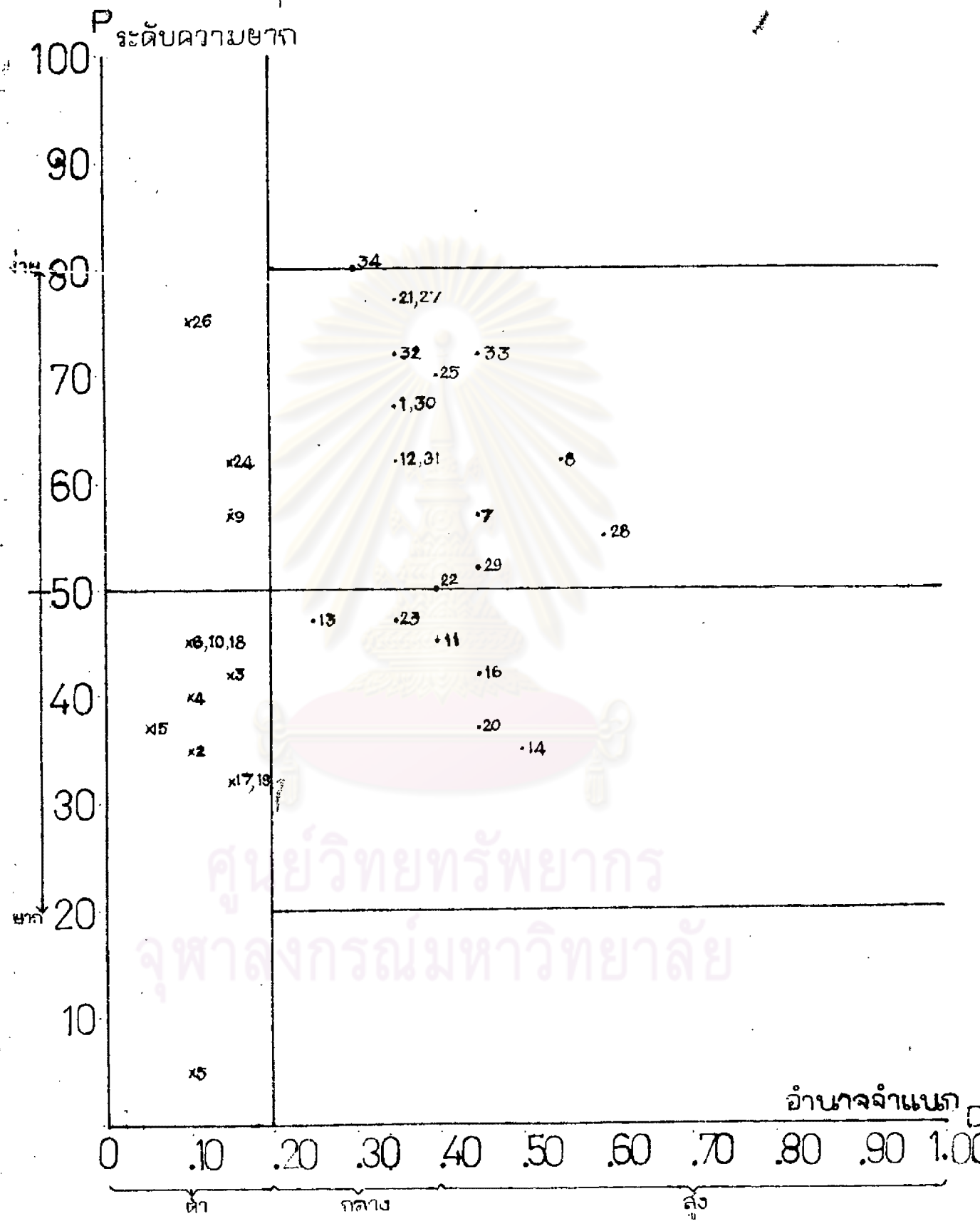
ตารางที่ ๕ ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าระดับความยาก (P) ของแบบสอบ

ข้อที่	U	L	$D = \frac{U-L}{n}$	$P = \frac{U+L}{2n} \times 100$	ข้อที่เป็นแบบสอบ
๑	๑๓	๑๐	.๓๕	๖๓	✓
๒	๙	๖	.๓๐	๓๕	
๓	๑๐	๖	.๑๕	๓๒	
๔	๙	๖	.๑๐	๓๐	
๕	๒	๐	.๑๐	๕	
๖	๑๐	๙	.๑๐	๙๕	
๗	๑๖	๖	.๕๕	๕๓	✓
๘	๑๙	๖	.๕๕	๖๒	✓
๙	๑๓	๑๐	.๑๕	๕๓	
๑๐	๑๐	๙	.๑๐	๙๕	
๑๑	๑๓	๙	.๒๐	๙๕	✓
๑๒	๑๖	๙	.๓๕	๖๒	✓
๑๓	๑๒	๖	.๒๕	๙๓	✓
๑๔	๑๒	๒	.๕๐	๓๕	✓
๑๕	๙	๖	.๐๕	๓๓	
๑๖	๑๓	๙	.๒๕	๖๒	✓
๑๗	๙	๙	.๑๕	๓๒	
๑๘	๑๐	๙	.๑๐	๙๕	
๑๙	๙	๙	.๑๕	๓๖	
๒๐	๑๒	๖	.๕๕	๓๓	✓

ตารางที่ ๕(ตค)

ข้อที่	U	L	$D = \frac{U-L}{n}$	$P = \frac{U+L}{2n} \times 100$	ข้อที่เป็นแบบสอบ
๒๑	๑๔	๑๒	.๓๕	๓๓	✓
๒๒	๑๔	๖	.๔๐	๕๐	✓
๒๓	๑๓	๖	.๓๕	๔๓	✓
๒๔	๑๔	๑๑	.๑๕	๖๒	✓
๒๕	๑๔	๑๐	.๒๐	๓๐	✓
๒๖	๑๖	๑๔	.๑๐	๓๕	✓
๒๗	๑๕	๑๒	.๓๕	๓๓	✓
๒๘	๑๓	๕	.๖๐	๕๕	✓
๒๙	๑๕	๖	.๔๕	๕๒	✓
๓๐	๑๓	๑๐	.๓๕	๖๓	✓
๓๑	๑๖	๘	.๓๕	๖๒	✓
๓๒	๑๔	๑๑	.๓๕	๓๒	✓
๓๓	๑๕	๑๐	.๒๕	๓๒	✓
๓๔	๑๕	๑๓	.๓๐	๔๐	✓

จุดกราฟแสดงระดับความยากและอำนาจจำแนกของแบบลยบจำนวน 34 ข้อ.



หมายเหตุ :- x คือ ข้อที่หลุดออก.

ตารางที่ ๖ ตารางวิเคราะห์หาความเที่ยง (reliability) ของแบบสอบ

คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX ²
๗	๒	๑๔	๙๘
๘	๕	๔๐	๓๒๐
๙	๙	๘๑	๗๒๙
๑๐	๘	๘๐	๘๐๐
๑๑	๑๐	๑๑๐	๑๒๑๐
๑๒	๘	๙๖	๑๑๕๒
๑๓	๕	๕๒	๖๗๖
๑๔	๖	๘๔	๑๑๗๖
๑๕	๕	๗๕	๑๑๒๕
๑๖	๙	๑๔๔	๒๓๐๔
๑๗	๖	๑๐๒	๑๗๖๔
๑๘	๘	๑๔๔	๒๕๙๒
๑๙	๑๑	๒๐๙	๓๙๗๑
๒๐	๕	๘๐	๑๖๐๐
๒๑	๓	๖๓	๑๓๒๓
ผลรวม (Σ)	๑๐๐	๑๕๐๕	๒๑๒๙๕

วิธีคำนวณหาความเที่ยงของแบบสอบถาม

มัธยิมเลขคณิต (X̄)

สูตร $\bar{X} = \frac{\sum fX}{N}$

$\sum fX = 1405$

$N = 100$

แทนค่า $\bar{X} = \frac{1405}{100} = 14.05$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

สูตร $S.D = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \left(\frac{\sum fX}{N}\right)^2}$

$\sum fX^2 = 21295$

$\sum fX = 1405$

$N = 100$

แทนค่า $S.D = \sqrt{\frac{21295}{100} - \left(\frac{1405}{100}\right)^2}$
 $= \sqrt{212.95 - 197.40}$

$= \sqrt{15.55}$

$S.D^2 = 15.55$

การหาค่าความเที่ยงของแบบสอบ

ความเที่ยง (Kr_{21})

$$\text{สูตร } Kr_{21} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{M(K-M)}{K\sigma^2} \right]$$

K = จำนวนข้อสอบของแบบสอบ (21)

M = คะแนนเฉลี่ย (14.05)

σ^2 = ความแปรปรวนของคะแนน (15.55)

$$\text{แทนค่า } Kr_{21} = \frac{21}{21-1} \left[1 - \frac{14.05(21-14.05)}{21 \times 15.55} \right]$$

$$= \frac{21}{20} \left[1 - \frac{14.05(6.95)}{326.55} \right]$$

$$= 1.05 \left[1 - \frac{97.64}{326.55} \right]$$

$$= 1.05 (1 - .299)$$

$$= 1.05 (.70)$$

$$= .73$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ง.

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ ๙ ผลการทดลองชั้นหนึ่งตอนหนึ่ง

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของ ผู้เรียน	ความเห็นของ ผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
๑	๑	อ่านซ้ำแล้วตอบ	เห็นว่าง่าย	-
๒	๒.๕ นาที	อ่านซ้ำหลายครั้ง	อ่านแล้วงง	✓
๓	๒ นาที	อ่านหลายครั้ง	เห็นว่ายาก	✓
๔	๑.๕ นาที	ตอบได้ใกล้เคียง	ไม่ค่อยเข้าใจ	✓
๕	๑.๕ นาที	ตอบถูก	-	-
๖	๒ นาที	ตอบถูก	กรอบยาวไป	✓
๗	๒ นาที	ตอบถูก	ให้เขียนคำ	✓
๘	๑.๕ นาที	ตอบถูก	ตอบยาวไป	-
๙	๒.๕ นาที	อ่านซ้ำแล้วตอบ ถูกทุกคำตอบ	ง่าย ค่อนข้างยาก	✓
๑๐	๑.๕ นาที	ตอบถูก	เข้าใจดี	-
๑๑	๒ นาที	อ่านซ้ำแล้วตอบ	ภาพไม่ชัดเจน	✓
๑๒	๑.๕ นาที	อ่านซ้ำแล้วตอบ ถูก	ยากเพราะมีศัพท์ ภาษาอังกฤษมาก เกินไป	✓

ตารางที่ ๗(ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของ ผู้เรียน	ความเห็นของ ผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
๑๓	๑.๕ นาที	ตอบถูก	ง่าย	-
๑๔	๑.๕ นาที	ตอบถูก	ง่าย	-
๑๕	๒ นาที	อ่านซ้ำแล้วตอบ	ควรใช้สูตรหรือ สัญลักษณ์แทน ชื่อเต็ม	✓
๑๖	๑.๕ นาที	ตอบถูก	ไม่คอยยาก	-
๑๗	๒ นาที	ตอบผิดบางคำ ตอบ	ไม่คอยเข้าใจ	✓
๑๘	๒ นาที	ตอบผิด	อ่านแล้วยังไม่ คอยเข้าใจ	✓
๑๙	๒ นาที	ตอบผิดบางคำ ตอบ	คำถามมากเกินไป	✓
๒๐	๒ นาที	ไม่คอยรู้เรื่อง	ยาก	✓
๒๑	๑ นาที	ตอบถูก	ง่าย	-
๒๒	๒.๕ นาที	สับสนและงง	ไม่เข้าใจ แผนภาพ	✓
๒๓	๒.๕ นาที	เสียเวลาอ่าน กรอบนานแต่	กรอบยาวเกินไป จึงอ่านนาน	✓
๒๔	๑ นาที	ตอบถูก	ง่าย	-
๒๕	๑.๕ นาที	ตอบถูก	ง่าย	-
๒๖	๒.๕ นาที	อ่านกรอบนาน ไม่คอยเข้าใจ	ยาก	✓

ตารางที่ ๖ (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของ ผู้เรียน	ความเห็นของ ผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
๒๗	๑.๕ นาที	ตอบผิด	คำพ้องไม่ชัดเจน	✓
๒๘	๑.๕ นาที	ตั้งใจทำ	เข้าใจดี	—
๒๙	๑ นาที	ตอบถูก	ง่าย	—
๓๐	๑ นาที	อ่านแล้วตอบ ไค้ทันที	ง่าย	—
๓๑	๒ นาที	อ่านซ้ำ ๒ ครั้ง	คำพ้องไม่ชัดเจน	✓
๓๒	๒ นาที	ตอบถูก	กรอบยาวเกินไป ใช้เวลาอ่านนาน	✓
๓๓	๑.๕ นาที	ตอบถูก	เข้าใจดี	—
๓๔	๑.๕ นาที	ตอบถูก	ง่าย	—
๓๕	๑.๕ นาที	ตอบถูก	เข้าใจดี	—
๓๖	๑ นาที	ตอบถูก	—	—

ตารางที่ ๒ ผลการทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

นักเรียน คนที่	อายุ	เพศ	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบท เรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบท เรียน	คะแนนบท เรียนเป็น รอยละ	เวลาที่ ใช้ (นาที)
๑	อายุเฉลี่ย ๑๓.๕	หญิง	๖	๑๕	๘๖	๓๕
๒		ชาย	๕	๑๔	๘๖	๔๐
๓		หญิง	๗	๑๗	๘๘	๓๐
๔		หญิง	๖	๑๖	๘๐	๓๕
๕		หญิง	๖	๑๘	๘๒	๖๕
๖		ชาย	๖	๑๘	๘๒	๔๒
๗		หญิง	๘	๑๕	๘๖	๔๐
๘		หญิง	๖	๑๖	๘๔	๖๔
๙		ชาย	๘	๑๗	๘๖	๖๓
๑๐		ชาย	๕	๑๒	๘๔	๘๕
เฉลี่ย			๖.๕๐	๑๕.๘๐	๘๑.๔๐	๓๕.๓๐

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

กรณที่ นุกระเบียบ	นุกระเบียบ																																						
	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖	๑๗	๑๘	๑๙	๒๐	๒๑	๒๒	๒๓	๒๔	๒๕	๒๖	๒๗	๒๘	๒๙	๓๐	๓๑	๓๒	๓๓	๓๔	๓๕	๓๖			
ก.๒๗	X			X								X	X																										
ก.๒๘			X												X							X	X																
ก.๒๙																																							
ก.๓๐	X			X	X	X									X																				X				
ก.๓๑																																							
๓๑.๑																																							
๓๑.๒																																							
๓๑.๓																																							
ก.๓๒																																							
๓๒.๑																																							
๓๒.๒																																							
๓๒.๓																																							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓ (ต่อ)

กรอบที่	นักเรียนคนที																													
	๓๗	๓๘	๓๙	๔๐	๔๑	๔๒	๔๓	๔๔	๔๕	๔๖	๔๗	๔๘	๔๙	๕๐	๕๑	๕๒	๕๓	๕๔	๕๕	๕๖	๕๗	๕๘	๕๙	๖๐	๖๑	๖๒	๖๓	๖๔	๖๕	
ก.๒๗																														
ก.๒๘	×																													
ก.๒๙																														
ก.๓๐				×											×	×														
ก.๓๑																														
๓๑.๑																														
๓๑.๒																														
๓๑.๓																														
ก.๓๒																														
๓๒.๑																														
๓๒.๒																														
๓๒.๓																														

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

กรณที่ นักเรียนคนใด	นักเรียนคนใด																จำนวน ค่าตอบแทน ที่ถูกต้อง		
	๓๓	๓๔	๓๕	๓๖	๓๗	๓๘	๓๙	๔๐	๔๑	๔๒	๔๓	๔๔	๔๕	๔๖	๔๗	๔๘		๔๙	๕๐
ก.๒๗	X					X			X		X							X	๕๖
ก.๒๘																		X	๕๓
ก.๒๙																			๑๐๐
ก.๓๐	X					X												X	๘๘
ก.๓๑																			—
๓๑.๑																			๑๐๐
๓๑.๒																		X	๕๘
๓๑.๓			X															X	๕๗
ก.๓๒																			—
๓๒.๑																			๑๐๐
๓๒.๒																			๑๐๐
๓๒.๓																	X		๕๘
<p>จำนวนค่าตอบแทนที่ถูกต้อง ๖๔.๕๘</p> <p>ค่าเฉลี่ยของค่าตอบแทนที่ถูกต้อง ๖๔.๕๘</p> <p>ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าตอบแทนที่ถูกต้อง ๕๕.๕๗</p>																			

ศูนย์วิทยุโทรพวง
 หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึงค่าตอบแทนนักเรียนตามผิด
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๐ ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทำแบบสอบ
ก่อนและหลังเรียนบทเรียนในการทดลองภาคสนาม

นัก เรียน คนที	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความ ก้าวหน้า (d)	d ²
๑	๑๐	๑๓	๓	๙
๒	๗	๒๐	๑๓	๑๖๙
๓	๖	๑๒	๕	๒๕
๔	๙	๒๐	๑๑	๑๒๑
๕	๙	๑๘	๙	๘๑
๖	๖	๑๒	๕	๒๕
๗	๙	๑๕	๖	๓๖
๘	๙	๑๘	๙	๘๑
๙	๑๐	๑๘	๘	๖๔
๑๐	๖	๑๕	๙	๘๑
๑๑	๑๐	๒๑	๑๑	๑๒๑
๑๒	๙	๑๘	๙	๘๑
๑๓	๖	๑๓	๗	๔๙
๑๔	๙	๑๘	๙	๘๑
๑๕	๖	๑๕	๙	๘๑
๑๖	๑๐	๒๐	๑๐	๑๐๐
๑๗	๑๐	๑๘	๘	๖๔
๑๘	๖	๑๕	๙	๘๑

ตารางที่ ๑๐ (ก๑)



นักเรียน หน้า	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความ ก้าวหน้า(a)	d ²
๑๘	๕	๑๕	๖	๓๖
๒๐	๖	๑๕	๕	๘๖
๒๑	๑๐	๑๕	๕	๘๑
๒๒	๖	๑๓	๖	๔๕
๒๓	๕	๑๕	๕	๘๑
๒๔	๗	๑๕	๕	๖๕
๒๕	๕	๑๖	๕	๖๕
๒๖	๕	๑๔	๕	๒๕
๒๗	๑๐	๑๗	๖	๔๕
๒๘	๑๐	๑๕	๕	๖๕
๒๙	๑๑	๑๕	๖	๔๕
๓๐	๕	๒๐	๑๑	๑๒๑
๓๑	๕	๑๖	๕	๖๕
๓๒	๕	๒๑	๑๓	๑๖๕
๓๓	๕	๑๕	๑๑	๑๒๑
๓๔	๑๐	๒๑	๑๑	๑๒๑
๓๕	๕	๑๕	๑๓	๑๖๕
๓๖	๑๐	๑๕	๕	๖๕
๓๗	๗	๑๕	๕	๖๕
๓๘	๗	๑๗	๑๐	๑๐๐
๓๙	๑๒	๒๐	๕	๖๕
๔๐	๗	๑๕	๑๑	๑๒๑

ตารางที่ ๑๐ (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนน ความก้าวหน้า (d)	d ²
๔๑	๓	๑๖	๑๐	๑๐๐
๔๒	๓	๑๗	๑๔	๑๙๖
๔๓	๖	๑๖	๑๐	๑๐๐
๔๔	๑๑	๒๐	๙	๘๑
๔๕	๑๐	๑๘	๘	๖๔
๔๖	๓	๑๗	๑๔	๑๙๖
๔๗	๖	๑๖	๑๐	๑๐๐
๔๘	๖	๑๕	๙	๘๑
๔๙	๖	๑๖	๑๐	๑๐๐
๕๐	๑๒	๑๖	๔	๑๖
๕๑	๖	๑๕	๙	๘๑
๕๒	๖	๒๐	๑๓	๑๖๙
๕๓	๖	๑๘	๑๑	๑๒๑
๕๔	๖	๑๖	๑๐	๑๐๐
๕๕	๓	๑๘	๑๕	๒๒๕
๕๖	๑๒	๑๖	๔	๑๖
๕๗	๑๔	๑๓	-๑	๑
๕๘	๑๐	๒๐	๑๐	๑๐๐
๕๙	๓	๑๖	๑๓	๑๖๙
๖๐	๓	๑๖	๑๓	๑๖๙
๖๑	๑๔	๑๖	๒	๔
๖๒	๖	๑๕	๙	๘๑
๖๓	๑	๒๐	๑๙	๓๖๑

ตารางที่ ๑๐ (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบก่อน เรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนน ความก้าวหน้า(a)	d^2
๖๔	๙	๖๖	๗	๔๘
๖๕	๑๐	๒๑	๑๑	๑๒๑
๖๖	๙	๑๕	๓	๙
๖๗	๓	๑๒	๕	๒๕
๖๘	๑๐	๒๐	๑๐	๑๐๐
๖๙	๙	๑๙	๑๐	๑๐๐
๗๐	๑๐	๑๕	๕	๒๕
๗๑	๙	๑๕	๓	๙
๗๒	๙	๑๕	๓	๙
๗๓	๖	๑๖	๑๐	๑๐๐
๗๔	๖	๑๔	๗	๔๙
๗๕	๙	๑๙	๖	๓๖
๗๖	๖	๑๒	๑๒	๑๔๔
๗๗	๙	๑๙	๑๔	๑๙๖
๗๘	๙	๑๔	๕	๒๕
๗๙	๖	๑๙	๑๒	๑๔๔
๘๐	๙	๑๘	๙	๘๑
๘๑	๑๑	๑๘	๗	๔๙
๘๒	๖	๑๒	๕	๒๕
๘๓	๙	๑๘	๑๐	๑๐๐

ตารางที่ ๑๐ (คช)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบหลัง เรียนบทเรียน	คะแนนความ ก้าวหน้า (d)	d ²
๘๔	๙	๑๕	๖	๓๖
๘๕	๓	๑๔	๑๑	๑๒๑
๘๖	๖	๒๐	๑๔	๑๙๖
๘๗	๕	๑๓	๘	๖๔
๘๘	๖	๑๙	๑๓	๑๖๙
๘๙	๖	๑๙	๑๓	๑๖๙
๙๐	๓	๑๖	๑๓	๑๖๙
๙๑	๑๐	๑๙	๙	๘๑
๙๒	๑๑	๑๖	๕	๒๕
๙๓	๓	๑๕	๑๒	๑๔๔
๙๔	๙	๑๔	๕	๒๕
๙๕	๙	๑๕	๖	๓๖
๙๖	๙	๑๕	๖	๓๖
๙๗	๙	๑๖	๗	๔๙
๙๘	๙	๑๖	๗	๔๙
๙๙	๙	๑๖	๗	๔๙
๑๐๐	๓	๑๗	๑๔	๑๙๖
ผลรวม	๓๙๖	๑๓๐๓	๙๐๗	๘๗๔๘
ค่าเฉลี่ย	๓.๙๖	๑๓.๐๓	๙.๐๗	-
ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	๓๙.๙๐	๘๑.๐๙	๙๓.๑๙	-

วิธีทดสอบความมีนัยสำคัญ

สมมติฐาน : คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนไม่แตกต่างกัน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

มัถุณิมเลขคณิตของผลต่าง

$$\begin{aligned} \text{สูตร } \bar{d} &= \frac{\sum d}{N} \\ \sum d &= 907 \\ N &= 100 \\ \text{แทนค่า } \bar{d} &= \frac{907}{100} \\ &= 9.07 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

$$\begin{aligned} \text{สูตร } S.D_d &= \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2} \\ \sum d^2 &= 8749 \\ \sum d &= 907 \\ N &= 100 \\ \text{แทนค่า } S.D_d &= \sqrt{\frac{8749}{100} - \left(\frac{907}{100}\right)^2} \\ &= \sqrt{87.49 - 82.26} \\ &= \sqrt{5.23} \\ &= 2.28 \end{aligned}$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลทาง

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } \sigma_{\bar{d}} &= \frac{S.D_d}{\sqrt{N-1}} \\
 &= \frac{2.28}{\sqrt{100-1}} \\
 &= \frac{2.28}{9.94} \\
 &= 0.229
 \end{aligned}$$

อัตราส่วนวิกฤติ

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } z_1 &= \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}} \\
 \bar{d} &= 9.07 \\
 \sigma_{\bar{d}} &= 0.229 \\
 \text{แทนค่า } z &= \frac{9.07}{0.229} \\
 &= 39.60
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๑ ค่า z จากตารางมีค่า ๒.๕๘

z จากการคำนวณ ๓๙.๖๐ > ๒.๕๘

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
 บดเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ และระดับอื่นที่ต่ำกว่า

ประวัติการศึกษา

ชื่อ

นางทัศนีย์ ศรีเพชรพันธุ์

วุฒิการศึกษา



การศึกษบัณฑิต (เคมี - ชีววิทยา)
 วิทยาลัยศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ปีการศึกษา ๒๕๑๒

ตำแหน่ง และ สถานที่ทำงาน

ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งครูโท
 โรงเรียนวัดสังเวช กรุงเทพมหานคร
 กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย