

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมสามัญศึกษา. เรื่องนํารู้นในวงการศึกษล. ฉบับที่ : โรงพิมพ์การช่างวุฒศึกษา
แผนกการพิมพ์, 2512.

กลุ่ม วิชาโรมล. แบบเรียนชีววิทยา ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ :
ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

จินดา วงศ์สุวรรณกิต. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องสัตว์มีกระดูกสันหลัง
สำหรับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517. (อัครสำเนา).

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. คำบรรยายวิชา Programmed Instruction, แผนกวิชาโสตทัศน-
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคต้น ปีการศึกษา 2516.
(อัครสำเนา).

เซาว์ - พรรณี ชิโนรักษ์. ชีววิทยาเล่ม 1. พระนคร : อักษรประเสริฐ, 2515.

เตือนใจ ทองสำริต. "บทเรียนสำเร็จรูป." รายงานประกอบการศึกษาวิชา
Individual Study, แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย, 2515. (อัครสำเนา).

นภาพร ภมรบุตร. "บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง พันธุกรรมของเมนเดล สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชา-
มัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. (อัครสำเนา).

ประคอง กรรณสุต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช,
2515.

ประไพรัตน์ ศรีศรีษรชัย. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องเปลือกโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. (อัครสำเนา).

ปรีชา คุณวัลลี. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ." วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515. (อัครสำเนา).

พิเชษฐ ศรีวรวงศ์. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515. (อัครสำเนา).

ยิ่งยง คันมณี. "รายงานการศึกษาเรื่องบทเรียนสำเร็จรูป." รายงานประกอบการศึกษาวิชา Individual Study, แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. (อัครสำเนา).

ลัดดาวัลย์ พรศรีสมุทร. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง กรกและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. (อัครสำเนา).

วิรุฬห์ สุวรรณภิกิ. ชีววิทยา ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย. พระนคร : อักษรเจริญทัศน์, 2517.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. "แบบเรียนชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4." เอกสารประกอบการอบรมครูชีววิทยา, กรุงเทพฯ., 2518.

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ: ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต

เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2516.

สิมปนนท์ เกตุทัต. "บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี." ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา, พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515.

สุวัชก์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515 - 2519), พระนคร.

ภาษาอังกฤษ

Adams, Georgia Sachs. Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance. New York: Holt, Rineheart and Winston Inc., 1964.

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

Dutton, Sherman Sumpter. "An Experimental Study in Programmings of Science Instruction for the Fourth Grade," Dissertation Abstracts, 24 (December, 1963), 2383 - A.

Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement. New Jersey: Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliff, 1965.

- Encyclopedia of Education Research. 4th ed. New York: The Macmillan Company, 1969.
- Fine, Benyamine. Teaching Machines. New York: Sterling Publishing Co., Inc., 1962.
- Fry, Edward B. Teaching Machine and Programmed Instruction. New York: Philosophical Library Inc., 1963.
- Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York: American Book Company, 1959.
- Hedges, William D. "Teaching Science by Programming," Reading on Teaching Children Science. California: Woodsworth Publishing Co., 1969.
- Lawson, Chester A., and Marry Alice Burmester. Programmed Genetics. Boston: D.C. Heath and Company, 1965.
- Leith, G.O.M. "Teaching by Machinery: A Review of Research," A.V. Communication Review, 14(Summer, 1966).
- Meadowcroft, B.A. "Comparison of Two Method of Using Programmed Learning," A.V. Communication Review. 15 (Summer, 1967).
- Nason, Alvin. Textbook of Modern Biology. New York: John Wiley & Sons, Inc., © 1965.
- Nelson, Gideon E., Gerald G. Robinson and Richard A. Boolootian. Fundamental Concept of Biology. 2d ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1970.

- Phillips, Edwin A. Basic Idea in Biology. New York: The Macmillan Company, © 1971.
- Price, Review of Educational Research, 4 June, 1963.
- Schranm, Willbur. Programmed Instruction: Today and Tomorrow. The Fund For the Advancement of Education Library of Congress, 1962.
- Silverman, Robert E. How to Write A Program. New York: Carlisle Publisher Inc., 1970.
- Stolurow, L.M. Teaching by Machine. Washington: United States Government Printing Office, 1961.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trawbridge. Teaching Science by Inquirly in the Secondary School. Columbus Ottio, Charles E. Merrill, 1967.
- Tisana Tiansame. "A Proposal for a Programmed Approach to Teaching Vocabulary Spelling Skill in English as a Second Language for the Fifth Grade in Chulalongkorn Demonstration School, Thailand." Unpublished Master's Thesis, Faculty of Chico State College, California, June, 1970.
- Tisher, R.P., C.N. Power and L. Endean. Fundamental Issues in Science Education. Sydney: John Willey & Sons Australisia Pty. Ltd., 1972.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ก.

วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์ทั่วไป

ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เรื่องการแบ่งเซลล์ในเรื่องเกี่ยวกับ

1. สาเหตุที่ของแบ่งเซลล์
2. ขบวนการในการแบ่งเซลล์
 - 2.1 การแบ่งนิวเคลียส (Karyokinesis)
 - 2.2 การแบ่งไซโทพลาสซึม (Cytokinesis)
3. การแบ่งนิวเคลียสแบบต่าง ๆ
4. ลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงลักษณะของโครโมโซมในการแบ่งเซลล์แบบ

ไมโทซิส

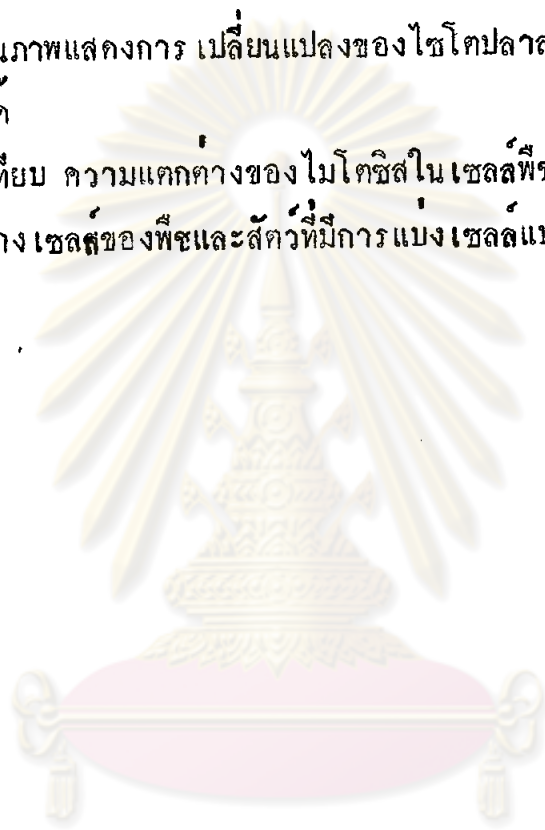
5. การแบ่งไซโทพลาสซึม ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ของเซลล์พืชและสัตว์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักเรียน เรียนบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ให้เหตุผลได้ว่าเหตุใด จึงต้องมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น
2. อธิบายความหมายของศัพท์ทางชีววิทยาซึ่งจำเป็นต้องใช้ใน เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้เช่น Karyokinesis, Cytokinesis, Chromosome, Chromatid, Kinetochore, Spindle fibre, Cell plate, Middle lamella, Primary Cell wall, Interphase, Prophase, Metaphase, Anaphase, และ Telophase เป็นต้น
3. อธิบายและสรุปการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของนิวเคลียสในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ถูกต้อง

4. ให้เหตุผลได้ว่า เหตุใดจึงต้องมีการจำลองคู่แข่งของโครโมโซมเกิดขึ้น โดยให้มีลักษณะเหมือนซุกเคิมทุกประการ
5. เขียนแผนภาพ และจัดเรียง หรือต่อเติมแผนภาพ แสดงการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสระยะต่าง ๆ ได้
6. เขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของไซโทพลาสซึม หลังจากทีนิวเคลียสมีการแบ่งตัวสิ้นสุดลงแล้วได้
7. เปรียบเทียบ ความแตกต่างของไมโทซิสในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
8. ยกตัวอย่าง เซลล์ของพืชและสัตว์ที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





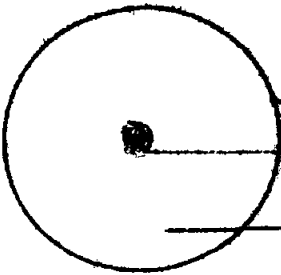
ผนวก ข.

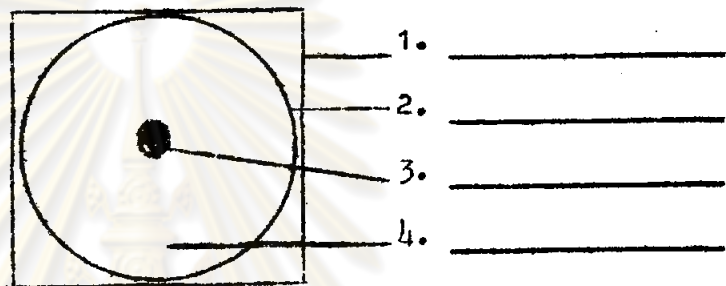
48

บทเรียนแบบโปรแกรม


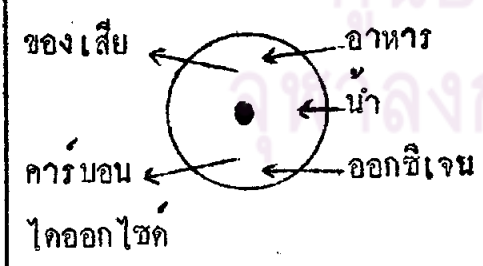
คำแนะนำในการใช้บทเรียน

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ฉบับนี้เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง
2. บทเรียนนี้จัดทำเนื้อหาเป็นลำดับขั้นอย่างง่าย ๆ เพียงแต่นักเรียนตั้งใจอ่านข้อความแต่ละกรอบโดยใช้ความคิด และทำไปตามลำดับทุกกรอบ จะสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ห้ามทำข้ามกรอบเป็นอันขาด มิฉะนั้นอาจทำให้ไม่เข้าใจบทเรียนนี้ได้
3. บทเรียนนี้ มิได้กำหนดเวลาในการทำไว้ นักเรียนจะทำเสร็จช้าหรือเร็วแล้วแต่ความสามารถของนักเรียนเอง และในขณะที่ทำบทเรียนถ้าเกิดความสงสัยให้ถามครูเพื่อขอคำแนะนำได้
4. คำตอบแต่ละกรอบจะอยู่ทางซ้ายมือของกรอบถัดไป เช่นคำตอบของกรอบที่ 1 จะอยู่ทางซ้ายมือของกรอบที่ 2 เป็นต้น
5. ในการทำบทเรียน ให้นักเรียนใช้กระดาษแข็งที่แนบมากับบทเรียนชุดนี้ ปิดคำตอบที่อยู่ทางซ้ายมือของหน้า ที่นักเรียนกำลังทำอยู่ทุกครั้ง
6. อ่านข้อความในบทเรียนแต่ละกรอบให้เข้าใจ แล้วตอบคำถามโดยเติมคำลงในช่องว่างของแต่ละกรอบ
7. เมื่อตอบคำถามกรอบหนึ่งเสร็จแล้ว ให้เลื่อนกระดาษแข็งลง ไปปิดคำตอบในกรอบถัดไป เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่
8. ถ้าตอบถูก ให้นักเรียนทำกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าตอบผิดให้ย้อนกลับไปอ่านข้อความในกรอบที่ผ่านมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง เมื่อเข้าใจดีแล้วจึงทำกรอบต่อไปได้
9. บทเรียนนี้จะได้ผลสมความมุ่งหมายต่อเมื่อนักเรียนมีความ ซื่อสัตย์ต่อตนเอง คือไม่เปิดคำตอบดูก่อนเป็นอันขาด ซึ่งถ้านักเรียนปฏิบัติตามคำสั่ง นักเรียนจะพบว่าตัว ของนักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองอย่างน่าภาคภูมิใจ


1	<p>สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ร่างกายประกอบด้วยหน่วยชีวิตเล็ก ๆ เรียกว่า <u>เซลล์ (cell)</u></p> <p>เซลล์ คือ _____ ซึ่งประกอบอยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต</p>
<p>หน่วยชีวิตเล็ก ๆ</p>	<p>2 เพื่อสะดวกในการศึกษาโปรแกรมนี้ จะกำหนดให้ <u>รูปร่างกลมแทน เซลล์สัตว์</u> และ <u>รูปสี่เหลี่ยมแทนเซลล์พืช</u></p> <p> หมายถึง _____</p> <p> หมายถึง _____</p>
<p>เซลล์สัตว์</p> <p>เซลล์พืช</p>	<p>3 โดยทั่วไปเซลล์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนที่หุ้มเซลล์ไว้โดยรอบเรียกว่า <u>เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane)</u> ส่วนที่ควบคุมการดำเนินชีวิตของเซลล์ เรียกว่า <u>นิวเคลียส (Nucleus)</u> และส่วนที่อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์และนิวเคลียส เรียกว่า <u>ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm)</u></p> <p>เขียนชื่อแสดงส่วนต่าง ๆ ของเซลล์ลงในแผนภาพที่กำหนด</p> <p></p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p>

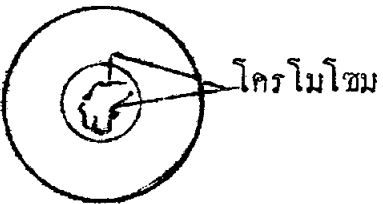
<p>4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เยื่อหุ้มเซลล์ 2. นิวเคลียส 3. ไซโทพลาสซึม 	<p>เซลล์พืชจะมีส่วนหุ้มเซลล์ไว้โดยรอบอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า <u>ผนังเซลล์ (cell wall)</u> เขียนชื่อแสดงส่วนต่าง ๆ ของเซลล์พืช ลงใน แผนภาพที่กำหนด</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
<ol style="list-style-type: none"> 1. ผนังเซลล์ 2. เยื่อหุ้มเซลล์ 3. นิวเคลียส 4. ไซโทพลาสซึม 	<p>5</p> <p>ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไรชีวิทพวกเซลลูโลส ซึ่งเป็น คาร์โบไฮเดรตที่มี โมเลกุลใหญ่มาก และสร้างขึ้นโดย เยื่อหุ้มเซลล์ ผนังเซลล์ทำหน้าที่ ให้ความแข็งแรง ป้องกัน อันตรายและให้ความคงรูปร่างแก่เซลล์ ดังนั้นเซลล์พืชจึงมีรูปร่างคงที่กว่าเซลล์สัตว์ ทั้งนี้เป็นเพราะเซลล์พืชมี _____ บังคับไว้</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

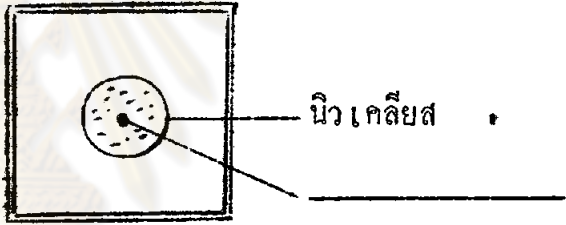

<p>ผนังเซลล์</p> <p>6</p>	<p>โดยปกติสิ่งต่าง ๆ ที่ <u>เข้าและออกจากเซลล์</u> จะต้องผ่านทาง <u>เยื่อหุ้มเซลล์</u></p> <p>อาหาร น้ำ ออกซิเจน ผ่านเข้าสู่เซลล์</p> <p>ทาง _____</p> <p>ของเสีย และคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์</p> <p>ทาง _____</p> <p><u>เท็มหัวลูกศรแสดงทิศทาง</u> ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบเซลล์ลงในแผนภาพข้างล่าง</p> 
<p>เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>7</p> 	<p>เมื่อผนังเซลล์ได้รับอาหาร น้ำ ออกซิเจน และคายของเสียกับคาร์บอนไดออกไซด์ออก เซลล์ก็จะเจริญเติบโตขึ้น มีการสร้างโปรโตพลาสซึม และขยายขนาดใหญ่ขึ้น</p> <p>เพราะฉะนั้น การเจริญเติบโต การสร้างโปรโตพลาสซึม และการขยายขนาดของเซลล์จะเกิดขึ้นหลังจากเซลล์ได้รับ</p> <p>_____ , _____ , _____</p> <p>และคาย _____ กับ _____</p>

<p>อาหาร, น้ำ, ออกซิเจน ของเสีย, คาร์บอนได ออกไซด์</p>	<p>8 สมมุติเซลล์เซลล์หนึ่งเป็นรูปลูกบาศก์ มีขนาดเท่ากันทุกด้าน ด้านละ 1 หน่วย ดังนั้นปริมาตรของเซลล์นี้ = 1^3 หรือ 1 ลูกบาศก์หน่วย พื้นที่ผิวของเซลล์นี้มีทั้งหมด 6 ด้าน ด้านละ 1^2 หรือ 1 ตารางหน่วย รวมพื้นที่ผิวของเซลล์ทุกด้าน = $6 \times 1 = 6$ ตารางหน่วย ดังนั้น อัตราส่วนระหว่าง ปริมาตรของเซลล์ : พื้นที่ผิวของเซลล์ _____ : _____</p>									
<p>1 : 6</p>	<p>9 ศึกษาตัวเลขในตารางพร้อมทั้งเติมค่าคอมที่ถูกต้อง</p> <table border="1" data-bbox="567 874 1426 1160"> <thead> <tr> <th data-bbox="567 874 854 985">ปริมาตรของเซลล์</th> <th data-bbox="854 874 1141 985">พื้นที่ผิวทั้ง 6 ด้าน ของเซลล์</th> <th data-bbox="1141 874 1426 985">อัตราส่วนระหว่าง ปริมาตร พ.ท.ผิว</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="567 985 854 1095">$1^3 = 1$</td> <td data-bbox="854 985 1141 1095">$6 \times 1^2 = 6$</td> <td data-bbox="1141 985 1426 1095">1 : 6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="567 1095 854 1205">$2^3 = 8$</td> <td data-bbox="854 1095 1141 1205">$6 \times 2^2 = 24$</td> <td data-bbox="1141 1095 1426 1205">_____ : _____</td> </tr> </tbody> </table>	ปริมาตรของเซลล์	พื้นที่ผิวทั้ง 6 ด้าน ของเซลล์	อัตราส่วนระหว่าง ปริมาตร พ.ท.ผิว	$1^3 = 1$	$6 \times 1^2 = 6$	1 : 6	$2^3 = 8$	$6 \times 2^2 = 24$	_____ : _____
ปริมาตรของเซลล์	พื้นที่ผิวทั้ง 6 ด้าน ของเซลล์	อัตราส่วนระหว่าง ปริมาตร พ.ท.ผิว								
$1^3 = 1$	$6 \times 1^2 = 6$	1 : 6								
$2^3 = 8$	$6 \times 2^2 = 24$	_____ : _____								
<p>8 : 24 (หรือ 1 : 3)</p>	<p>10 ข้อมูลในตารางรอบที่ 9 พบว่า ปริมาตรของเซลล์เพิ่มจาก 1 ล.บ.หน่วยเป็น 8 ล.บ.หน่วย ปริมาตรของเซลล์เพิ่มขึ้น _____ เท่า พ.ท.ผิวของเซลล์ทั้ง 6 ด้านเพิ่มจาก 6 ตร.ร.หน่วยเป็น 24 ตร.ร.หน่วย พ.ท.ผิวของเซลล์เพิ่มขึ้น _____ เท่า หมายความว่า ปริมาตรของเซลล์เพิ่มมากขึ้นมากกว่า พ.ท.ผิว ของเซลล์ _____ เท่า</p>									

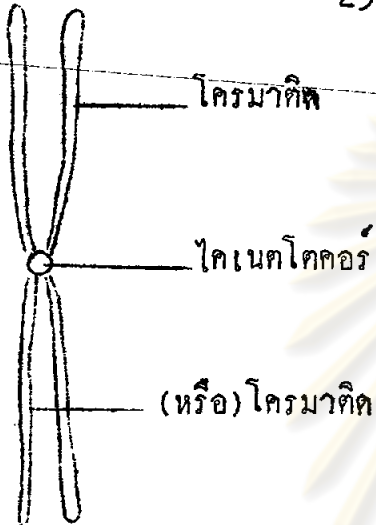
<p>8, 4, 2.</p>	<p>11</p> <p>แสดงให้เห็นว่าเมื่อเซลล์เจริญเติบโต สร้างโปรตีนโพลีลาสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นั้น ปริมาตรของเซลล์และพื้นผิวของเซลล์จะเพิ่มขึ้นอย่างไม่ได้สัดส่วนกันตลอดเวลา คือ _____ จะเพิ่มมากกว่า _____ ซึ่งอาจทำให้การดำรงชีวิตของเซลล์ผิดปกติไป</p>
<p>ปริมาณของเซลล์ พ.ท.ผิวของเซลล์</p>	<p>12</p> <p>เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นทางผ่านเข้าและออกของสารต่างๆ เช่น อาหาร, น้ำ, อากาศ ดังนั้นเมื่อการเพิ่มของ พ.ท.ผิวของเซลล์ไม่ได้สัดส่วนกับการเพิ่มปริมาณของเซลล์จะทำให้เซลล์ดำรงชีวิตได้ (ดีขึ้น, คงเดิม, เลวลง) _____</p>
<p>เลวลง</p>	<p>13</p> <p>เพื่อให้เซลล์มีพื้นที่ผิวเพียงพอในการดำรงชีวิต เซลล์จึงต้องมีการแบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2 เซลล์เกิดขึ้น วิธีการที่เซลล์ใช้ในการปรับตัวให้มีพื้นที่ผิวเพียงพอในการดำรงชีวิต คือ _____</p>
<p>การแบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2 เซลล์</p>	<p>14</p> <p>เซลล์มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ นิวเคลียส และ ไซโทพลาสซึม ดังนั้นในการแบ่งเซลล์จากเซลล์ 1 เซลล์เป็น 2 เซลล์ จึงต้องมีการแบ่ง _____ และ _____ เพื่อไปเป็นส่วนประกอบของเซลล์ใหม่ที่ได้อีก</p>
<p>นิวเคลียส ไซโทพลาสซึม</p>	<p>15</p> <p>นิวเคลียสหรือศูนย์ควบคุมการดำรงชีวิตของเซลล์นี้มีโครโมโซม (Chromosome) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญบนโครโมโซมจะมี จีนส์ (Genes) ซึ่งทำหน้าที่นำลักษณะทางพันธุกรรม</p>  <p>ถ้าเส้นชี้แสดงส่วนประกอบซึ่งเป็นโครโมโซมในรูปที่กำหนดให้</p>

 <p>โครโมโซม</p>	<p>16 โดยปกติใน<u>เซลล์ที่ยังไม่แบ่งเซลล์</u> โครโมโซม มีลักษณะเป็นเส้นบางมองไม่เห็นเพราะอมน้ำไว้เต็มที่ และจะคายน้ำออกพร้อมทั้งหดตัวสั้นเข้าเมื่อจะแบ่งเซลล์ ทำให้มองเห็นโครโมโซมได้ชัดเจนขึ้น แต่เซลล์บางชนิด แม้ว่ากำลังแบ่งตัวอยู่ก็จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของโครโมโซมเลย</p> <p>ในเซลล์ส่วนใหญ่ เราจะเห็นโครโมโซมชัดเจนขึ้นเมื่อเซลล์ (กำลังแบ่งตัว, ไม่แบ่งเซลล์) _____</p>
<p>กำลังแบ่งเซลล์</p>	<p>17 เพราะฉะนั้นถ้าเราใช้การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมเป็นหลักเราจะแบ่งการแบ่งเซลล์ออกเป็น 2 แบบ คือแบบที่โครโมโซมไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ เรียกว่า<u>การแบ่งเซลล์แบบอไมโทซิส</u> (Amitotic cell division) เช่นการแบ่งเซลล์ของเซลล์มะเร็ง หรือเซลล์ที่มีความผิดปกติอื่น ๆ แบบที่ 2 คือแบบที่โครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ ซึ่งเรียกว่า <u>การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส</u> (Mitotic cell division) และการแบ่งเซลล์แบบ<u>ไมโอซิส</u> (Meiotic cell division) เช่นการแบ่งเซลล์ของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ตามลำดับ ดังนั้นการแบ่งเซลล์แบบอไมโทซิสคือการแบ่งเซลล์ที่ _____</p> <p>ส่วนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส คือการแบ่งเซลล์ที่ _____</p>

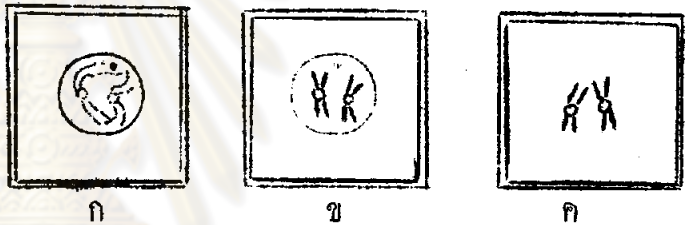
<p>18</p> <ul style="list-style-type: none"> - โครโมโซมไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ - โครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ 	<p>การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสนั้น นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของโครโมโซมในขณะแบ่งเซลล์แล้ว ภายหลังจากได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่เหมือนกันทุกประการแล้ว เซลล์ใหม่ นี้จะต้องมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับและเท่ากับเซลล์เดิมด้วย</p> <p>เพราะฉะนั้นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส คือ _____</p>
<p>19</p> <p>การแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของโครโมโซมและเซลล์ใหม่ที่ได้อาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับและเท่ากับเซลล์เดิมเสมอ</p>	<p>เซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสนั้น นิวเคลียสและไซโทพลาสซึมจะมีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันตลอดเวลา เช่นเดียวกับการแบ่งเซลล์ชนิดอื่น</p> <p>การแบ่งนิวเคลียสที่เกิดขึ้น เรียกว่า <u>คาริโอไคเนซิส (Karyokinesis)</u> ส่วนการแบ่งไซโทพลาสซึมเป็น 2 ส่วนเรียกว่า <u>ไซโตไคเนซิส (Cytokinesis)</u></p> <p>คาริโอไคเนซิส หมายถึง _____</p> <p>ไซโตไคเนซิส หมายถึง _____</p>
<p>20</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแบ่งนิวเคลียส - การแบ่งไซโทพลาสซึม <p>เป็น 2 ส่วน</p>	<p>ในขณะที่เซลล์กำลังแบ่งเซลล์ขบวนการคาริโอไคเนซิส จะเกิดต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา เพื่อความสะดวกในการศึกษานักวิทยาศาสตร์จึงแบ่งขบวนการ คาริโอไคเนซิส ออกเป็น 5 ระยะ เรียงลำดับจากระยะ <u>อินเทอร์เฟส, โพรเฟส, เมตาเฟส, อนาเฟส และ ทีโลเฟส</u></p> <p>ระยะทั้ง 5 ระยะข้างต้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเพื่อแบ่ง _____ ซึ่งเรียกทั้ง 5 ระยะรวมกันว่าขบวนการ _____</p>

<p>นิวเคลียส , คาร์ิโอไคนีซิส</p>	<p>21 ไมโทซิสของเซลล์เริ่มด้วยระยะ <u>อินเทอร์เฟส</u> (Interphase) ในระยะนี้เซลล์มีความสมบูรณ์ที่สุด นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ โครโมโซมหนาไว้มาก ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นบางใส มองเห็นไม่ ชัดภายในนิวเคลียส จะเห็น นิวคลีโอลัส (Nucleolus) ชัดเจน</p>
	<p>รูปข้างล่างแสดงเซลล์ในระยะอินเทอร์เฟส จงเติมชื่อของส่วนประกอบของนิวเคลียส ซึ่งเห็นได้ชัดเจน ในระยะนี้ ลงที่ปลายเส้นชี้ที่กำหนดให้</p>  <p>The diagram shows a rectangular cell containing a circular nucleus. Inside the nucleus is a smaller, darker, spherical nucleolus. Two lines with dots at the end point to the nucleolus and the nucleus. The label 'นิวเคลียส' (Nucleus) is written to the right of the diagram, with a line pointing to the nucleus. There is a blank line below the label for the student to write the name of the nucleolus.</p>
<p>นิวคลีโอลัส</p>	<p>22 ต่อไปจะมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเกิดขึ้นกับโครโมโซม คือมีการสร้างคู่แฝดของโครโมโซม (Duplication of chromosome) เกิดขึ้น คู่แฝดของโครโมโซมแต่ละอัน เรียกว่า <u>โครมาทิด</u> (chromatid) โครมาทิดคู่หนึ่ง ๆ จะต่อกันที่ปม <u>ไคเนโทคอร์</u> (Kinetochore) รูปทางขวามือแสดงคู่แฝดของ โครโมโซม จงชี้แสดง <u>โครมาทิด</u> และ <u>ไคเนโทคอร์</u></p>  <p>The diagram shows a single chromosome consisting of two identical sister chromatids joined together at a central point called the centromere. The two chromatids are drawn as parallel lines that converge at the centromere.</p>

23



ต่อจากระยะอินเทอร์เฟส เซลล์จะผ่านเข้าสู่ระยะโปรเฟส (Prophase) การเปลี่ยนแปลงสำคัญที่เกิดขึ้นในระยะนี้ นอกจากจะมีการสร้างคู่แฝดของโครโมโซมเกิดขึ้นแล้ว จะพบว่าเยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสจะค่อย ๆ จางลงจนหายไป โครโมโซมจะคายน้ำออกและหดตัวสั้นจนเห็นคู่แฝดชัดเจน



รูป 3 รูปข้างบนนี้ แสดงการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสในระยะโปรเฟส ลำดับที่ถูกต้องของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือ (ทำเครื่องหมายวงกลมรอบตัวเลขที่นำหน้าข้อที่ถูกต้อง)

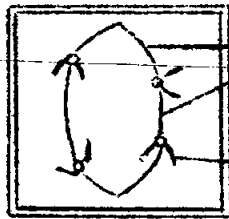
- | | |
|------------|------------|
| 1. ก, ข, ค | 2. ข, ค, ก |
| 3. ค, ก, ข | 4. ก, ค, ข |

ศูนย์วิจัยทั่วไป
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<p>①</p>	<p>24</p> <p>นอกจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ในระยะโปรเฟส นี้มีการสร้างสารชั้น ๆ ขึ้นในไซโทพลาสซึม 2 แห่ง ตรงบริเวณขั้วของเซลล์จากบริเวณนี้มีเส้นใยสี ๆ เรียกว่า <u>เส้นใยสปินเดิล (Spindle fibres)</u> กระจายออกมาและโยงไปสู่ไคเนโทคอร์ของคู่แฝดแต่ละอัน</p>
	<div data-bbox="833 641 1037 829" data-label="Image"> </div> <p>จากรูปที่กำหนดข้างบน จงเขียนเส้นชี้แสดง <u>เส้นใยสปินเดิล</u> และ <u>ไคเนโทคอร์</u> พร้อมทั้งกำกับชื่อข้อแต่ละเส้นด้วย</p>
<div data-bbox="144 1295 344 1508" data-label="Image"> </div> <p>เส้นใยสปินเดิล ไคเนโทคอร์</p>	<p>25</p> <p>ระยะต่อมาจากโปรเฟส เรียกว่าระยะ <u>เมตาเฟส (Metaphase)</u> ระยะนี้โครโมโซมซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาสซึม จะเคลื่อนที่มาเรียงตัวกันในแนวเส้นตรงเดียวกัน ตรงบริเวณ<u>กึ่งกลางของเซลล์ หรือศูนย์สูตรของเซลล์ (Equator of cell)</u></p> <p>จากรูป</p> <div data-bbox="806 1500 1010 1712" data-label="Image"> </div> <p>เส้นศูนย์สูตรของเซลล์</p> <p>ดังนั้นในระยะเมตาเฟส เราจะพบโครโมโซมตรงบริเวณ _____ ของเซลล์โครโมโซมแต่ละคู่ยังคงประกอบด้วย _____ 2 อัน</p>

<p>ศูนย์สูตร , โครมาทิด</p>	<p>26</p> <p>เมื่อโครโมโซมมาเรียงตัวกันตรงศูนย์สูตรของเซลล์จะมี เส้นใยสปินเดิลโยงมายัง โคนโทคอร์แล้ว โคนโทคอร์จะแยกเป็น 2 ส่วน เส้นใยสปินเดิลหดตัวสั้นเข้าดึงโครมาทิดแต่ละเส้นให้เคลื่อนที่แยกจากกันไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์ การเปลี่ยนแปลงระยะนี้เรียกว่า <u>ระยะอนาเฟส (Anaphase)</u></p> <p>เพราะฉะนั้นปรากฏการณ์สำคัญที่พบในระยะอนาเฟสคือโครมาทิด _____ แล้วเคลื่อนที่ไปยัง _____ ของเซลล์</p>
<p>- แยกจากกัน - ขั้วทั้งสอง</p>	<p>27</p> <p>เมื่อกลุ่มโครมาทิดเคลื่อนที่ไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์แล้ว จะหยุดการเคลื่อนที่</p> <p>จากรูปที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ จงลากเส้นชี้แสดงเส้นใยสปินเดิล และ โครมาทิด พร้อมทั้งกำกับชื่อไว้ท้ายวารูปนี้แสดงระยะใด</p> <div data-bbox="762 1257 962 1451" style="text-align: center;"> </div> <p>ระยะ _____</p>

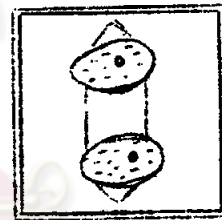
28



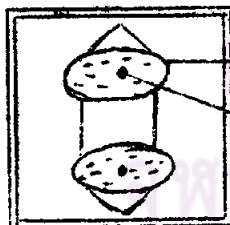
เส้นใย
สปินเดิล
โครมาทิด

ระยะอนาเฟส

เมื่อกลุ่มโครมาทิดหยุดการเคลื่อนที่แล้ว จะมี เยื่อหุ้มนิวเคลียส เกิดขึ้นรอบ ๆ กลุ่มโครมาทิด โครมาทิดแต่ละอันเริ่มม้วนน้ำมากขึ้น และยืกตัวยาวออกมาเป็นเส้นบาง ๆ ใส ๆ กลายเป็นโครโมโซม นิวคลีโอลัส ก็กลับคืนมา ในระยะนี้ควย การเปลี่ยนแปลงระยะสุดท้ายนี้เรียกว่า ระยะทีโลเฟส (Telophase) จากรูปที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ จงลากเส้นชี้แสดง เยื่อหุ้มนิวเคลียส และ นิวคลีโอลัส



29



เยื่อหุ้มนิวเคลียส
นิวคลีโอลัส




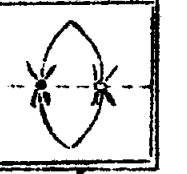
หลังจากสิ้นสุดระยะทีโลเฟส จะได้ นิวเคลียสเกิดขึ้น _____ นิวเคลียสแต่ละนิวเคลียสมีโครโมโซม (เท่ากับ, ครึ่งหนึ่ง) _____ (ของ) เซลล์เดิม

30 จากคอลัมน์ A และ B ที่กำหนดให้ข้างล่าง จงโยงเส้นจับคู่ ลำดับที่และชื่อระยะต่าง ๆ ของการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสที่พบในขบวนการคาร์ิโอไคเนซิส ให้ถูกต้องตามลำดับ

2, เท่ากับ

A	B
ระยะที่ 1	อนาเฟส
ระยะที่ 2	อินเทอร์เฟส
ระยะที่ 3	ทีโลเฟส
ระยะที่ 4	โปรเฟส
ระยะที่ 5	เมทาเฟส

31

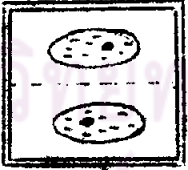





รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 3

รูปที่ 4



รูปที่ 5

จากรูปข้างบน แสดงการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสระยะต่าง ๆ คือ

รูปที่ 1 แสดงระยะ _____

รูปที่ 2 แสดงระยะ _____

รูปที่ 3 แสดงระยะ _____

รูปที่ 4 แสดงระยะ _____

รูปที่ 5 แสดงระยะ _____

ระยะที่ 1 — อนาเฟส


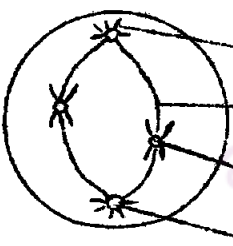
ระยะที่ 2 — อินเทอร์เฟส

ระยะที่ 3 — ทีโลเฟส

ระยะที่ 4 — โปรเฟส

ระยะที่ 5 — เมทาเฟส

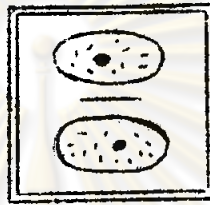
<p style="text-align: right;">32</p> <p>อินเทอร์เฟส อนาเฟส โปรเฟส เมทาเฟส ทีโลเฟส</p>	<p style="text-align: center;"> <u>เซลล์พืช</u> <u>เซลล์สัตว์</u> </p> <p>จากรูปข้างบนแสดงให้เห็นว่า เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกัน คือ โครงสร้างหมายเลข เลข _____, _____ และ _____ ตามลำดับ และ โครงสร้างที่พบในเซลล์พืชแต่ไม่พบในเซลล์สัตว์ เรียกว่า _____ ซึ่งเป็นโครงสร้างหมายเลข _____ ส่วนโครงสร้างที่พบในเซลล์สัตว์ แต่ ไม่พบ ในเซลล์พืชเรียกว่า _____ ซึ่งเป็นโครงสร้าง หมายเลข _____</p>
<p style="text-align: right;">33</p> <p>1, 2, 3 ผนังเซลล์, 4 เซนโทรโซม, 5</p>	<p>การเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียสของเซลล์สัตว์ที่แบ่ง เซลล์แบบไมโทซิส จะเหมือนกับเซลล์พืชคือมีระยะ _____, _____, _____, และ _____ ตามลำดับ</p>

<p>อินเทอร์เฟส โปรเฟส เมตาเฟส อานาเฟส ทีโลเฟส</p>	34	<p>เนื่องจากเซลล์สัตว์มีเซนโทรโซมและภายในเซนโทรโซมมีจุดเล็ก ๆ ของ <u>เซนทริโอล (Centriole)</u> ประกอบด้วย 2 อัน ดังนั้นในระยะโปรเฟสของการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์สัตว์จึงมีการแบ่ง _____ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเซนโทรโซมเกิดขึ้นด้วยเพื่อทำหน้าที่เป็นขั้วของกลุ่มโครมาทิด</p>
<p>เซนทริโอล</p>	35	<p>รวม ๆ เซนทริโอลจะมีเส้นใยสั้น ๆ แยกออกตามแนวรัศมี เรียกว่า <u>รัศมีแอสเตอร์ (Aster ray)</u></p>  <p>จากรูปที่กำหนดให้ จงลากเส้นชี้แสดง <u>รัศมีแอสเตอร์</u> <u>เส้นใยสปินเดิล</u>, <u>โคเนคโตคอร์</u> และ <u>เซนทริโอล</u> ตามลำดับ พร้อมทั้งกำกับชื่อท้ายเส้นด้วย</p>
 <p>รัศมีแอสเตอร์ เส้นใยสปินเดิล โคเนคโตคอร์ เซนทริโอล</p>	36	<p>เมื่อนิวเคลียสแบ่งตัวถึงระยะทีโลเฟสแล้วไซโทพลาสซึมก็จะแบ่งตัวบ้าง การแบ่งไซโทพลาสซึม (ไซโทคิเนซิส) จะพบ (ก่อน/หลัง) _____ การแบ่งนิวเคลียส (คาริโอคิเนซิส)</p>
<p>หลัง</p>	37	<p>เซลล์พืชมีผนังหุ้มเซลล์อยู่ 2 ชั้น คือนั่งเซลล์ซึ่งไม่มีในเซลล์สัตว์และเยื่อหุ้มเซลล์ ส่วนเซลล์สัตว์มีเยื่อหุ้มเซลล์อยู่เพียงชั้นเดียว ดังนั้นเมื่อเซลล์พืชจะแบ่งไซโทพลาสซึม เซลล์พืชจึงต้องมีการสร้าง _____ เพิ่มขึ้นด้วย</p>

ผนังเซลล์

38

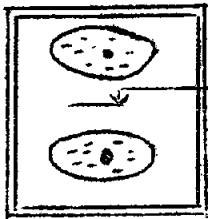
ผนังเซลล์ใหม่นี้เซลล์พืชจะสร้างขึ้นที่บริเวณกึ่งกลางหรือศูนย์สูตรของเซลล์ ทำให้ไซโทพลาสซึมถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยจะพบจุดเล็ก ๆ ที่บริเวณศูนย์สูตรของเซลล์ก่อน แล้วจุดนี้จะขยายออกเป็นเยื่อบาง ๆ ที่เรียกว่า เซลล์เพลต (Cell plate)



จากรูป ชี้แสดง เซลล์เพลต พร้อมทั้งกำกับชื่อไว้ด้วย

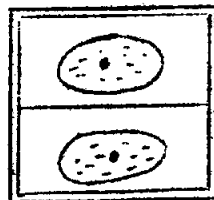
39

เมื่อมีเซลล์เพลตเกิดขึ้นแล้ว เซลล์จะสร้างสารเคมีจำพวกเพคติน (Pectin) มาเคลือบและเกาะที่เซลล์เพลต เซลล์เพลตจะขยายตัวออกไปทั้งสองข้างจนจรดผนังเซลล์เดิม ทำให้เซลล์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน เซลล์เพลตในขณะนี้เรียกชื่อใหม่ว่า มิกเทิล ลามลลา (Middle Lamella) ดังนั้น มิกเทิล ลามลลา คือ _____



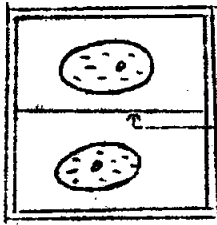
เซลล์เพลต

และจากรูปที่กำหนดให้ จงลากเส้นชี้แสดง มิกเทิล ลามลลา พร้อมทั้งกำกับชื่อไว้ด้วย



40

- เซลล์เพคตินที่ขยายตัวออกไป
จนจวบจนึง เซลล์เดิมแบ่ง
เซลล์เดิมออกเป็น 2 ส่วน
เท่า ๆ กัน



มิกทีล-
ลาเมลลา

เมื่อได้มิกทีลลสแล้ว จะมีสารพวกเซลลูโลส
(Cellulose) มาเกาะทั้ง 2 ข้างของ มิกทีล
ลาเมลลา เกิดเป็น ไพรมารีเซลล์วอลล์
(Primary cell wall)

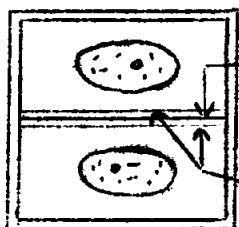
สารพวกเซลลูโลส เมื่อมาเกาะทั้ง 2 ข้าง
ของมิกทีลลาเมลลาแล้วทำให้เกิดเป็น _____
ชั้น และจากรูปจงลากเส้นชี้แสดง มิกทีลลาเมลลา
และ ไพรมารีเซลล์วอลล์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

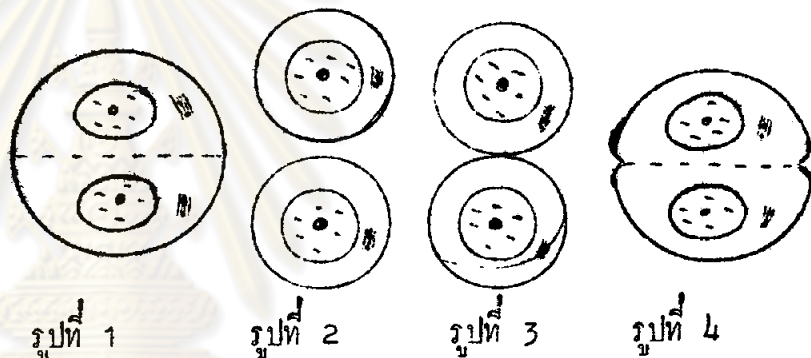
41

ไพรมารีเซลล์วอล



มิกเซลล์-
ลาเมลลา
ไพรมารี-
เซลล์วอล



















ส่วนเซลล์สัตว์เนื่องจากไม่มีผนังเซลล์ การแบ่งไซโทพลาสซึมจึงไม่ยุ่งยาก เริ่มด้วยเยื่อหุ้มเซลล์บริเวณกึ่งกลางหรือศูนย์สูตรของเซลล์จะคอคเข้าหากัน แล้วคอคลึกเข้าไปจนชิดกัน และในที่สุดก็จะขาดออกจากกัน แบ่งไซโทพลาสซึมออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน แต่ละส่วนจะมีนิวเคลียสใหม่บรรจุอยู่หนึ่งนิวเคลียส



พิจารณารูปข้างบนทั้ง 4 รูปแล้ววงกลมทับตัวอักษรที่นำหน้าข้อที่จัดเรียงลำดับการแบ่งไซโทพลาสซึมของเซลล์สัตว์ ใต้ถูกต้องที่สุด

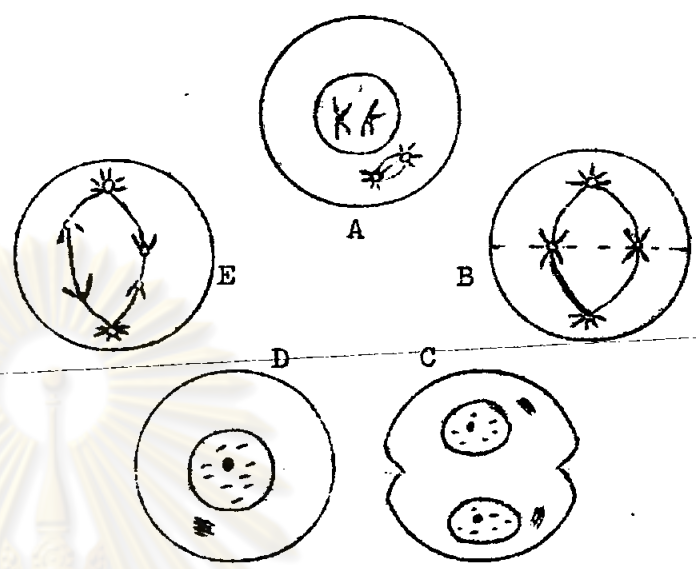
- ก. รูปที่ 1, 2, 3, 4
- ข. รูปที่ 1, 3, 4, 2
- ค. รูปที่ 1, 4, 3, 2
- ง. รูปที่ 1, 4, 2, 3

ศูนย์วิจัยและพัฒนา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<p>๔๒</p> <p>ค</p>	<p>เราทราบว่า การเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์คล้ายกัน ดังนั้นจากรูปที่กำหนดให้ จงโยงเส้นจับคู่ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่มีการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสอยู่ในระยะเดียวกันให้ถูกต้อง พร้อมทั้งกำกับชื่อระยะลงไป ในช่องว่างที่กำหนดให้ด้วย</p>						
	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="705 654 940 817"> <p>ก</p>  </td> <td data-bbox="972 654 1411 817"> <p>1</p>  <p>ระยะ _____</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="705 838 940 1001"> <p>ข</p>  </td> <td data-bbox="972 838 1411 1001"> <p>2</p>  <p>ระยะ _____</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="705 1022 940 1185"> <p>ค</p>  </td> <td data-bbox="972 1022 1411 1185"> <p>3</p>  <p>ระยะ _____</p> </td> </tr> </table>	<p>ก</p> 	<p>1</p>  <p>ระยะ _____</p>	<p>ข</p> 	<p>2</p>  <p>ระยะ _____</p>	<p>ค</p> 	<p>3</p>  <p>ระยะ _____</p>
<p>ก</p> 	<p>1</p>  <p>ระยะ _____</p>						
<p>ข</p> 	<p>2</p>  <p>ระยะ _____</p>						
<p>ค</p> 	<p>3</p>  <p>ระยะ _____</p>						

43

- ก. 1. ระยะโปรเฟส
- ข. 2. ระยะอนาเฟส
- ค. 3. ระยะทีโลเฟส



รูปข้างบนเซลล์ที่กำลังแบ่งตัว เป็นเซลล์ (พืช/สัตว์) _____
จงวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่นำหน้าข้อที่
เรียงลำดับระยะต่าง ๆ ของการแบ่งนิวเคลียสแบบ
ไมโทซิสให้ถูกต้อง

- ก. A B C D E
- ข. C D A E B
- ค. B C D E A
- ง. D A B E C

44

สัตว์

ง

เซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
 สังเกตได้จากต้นไม้มักจะมีการเจริญเติบโตอย่างไม่
 ขอบเขตจำกัด โดยสามารถยืดตัวสูงขึ้นไปได้เรื่อย ๆ
 หรือรากก็สามารถงอไข่ออกไปได้ไกลเรื่อย ๆ เช่น
 กัน จึงแสดงว่าทรงบริเวณปลายยอดและปลายราก
 นั้นจะมีกลุ่มของเซลล์ที่แบ่งตัวแบบ _____
 อยู่ตลอดเวลา

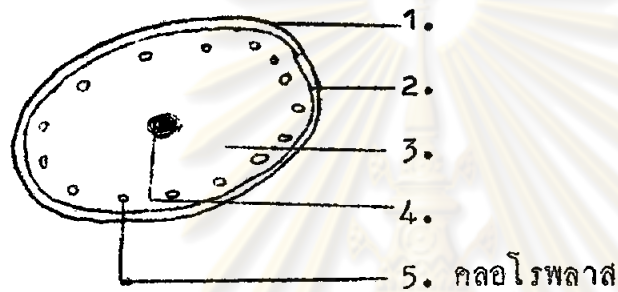
<p>ไมโทซิส</p>	<p>45</p> <p>เราทราบแล้วว่า <u>การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส หมายถึงการแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเกิดขึ้นในนิวเคลียส และภายหลังเมื่อได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์แล้ว เซลล์ใหม่ทั้งสองจะมีจำนวนโครโมโซมภายในนิวเคลียสใหม่เท่าเดิม และเท่ากับเซลล์เดิมด้วย</u> นอกจากนั้นจะพบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ใน <u>เซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตด้วย</u></p> <p>เซลล์เม็ดเลือด, เซลล์ผิวหนัง และ เซลล์กล้ามเนื้อ เป็นเซลล์ร่างกายของสัตว์ ดังนั้นเซลล์เหล่านี้มีการแบ่งเซลล์แบบ _____</p> <p>และถ้าเซลล์เม็ดเลือดชนิดหนึ่งมีโครโมโซมในนิวเคลียสเท่ากับ 20 อัน ภายหลังจากการแบ่งเซลล์แล้ว เซลล์เม็ดเลือดใหม่ที่ไ้แต่ละเซลล์จะมีโครโมโซม _____ อัน</p>
<p>ไมโทซิส ,</p> <p>20</p>	<p>ดังนั้นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จึงเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ที่มีคุณสมบัติเหมือนเดิมทุกประการให้มีจำนวนมากขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ มีการเจริญเติบโตขึ้นได้เรื่อย ๆ</p>

ผนวก ก.

แบบสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียน

ข้อทดสอบวิชาชีววิทยา เรื่อง "การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส"

จงเลือกตัวอักษรที่หน้าหน้าข้อความที่ถูกท้องที่ถูกต้องแต่ละข้อ ทอบลงในกระดาษคำตอบ



รูปข้างบนนี้เป็นรูปเซลล์ของสิ่งมีชีวิต นักเรียนพิจารณาเซลล์นี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-4

1. ถ้าหมายเลข 1 ในรูปคือ "ผนังเซลล์" หมายเลข 2 คือ

- ก. เยื่อหุ้มเซลล์
- ข. ไซโทพลาสซึม
- ค. นิวเคลียส
- ง. คลอโรพลาสต์

2. หมายเลขใดคือโครงสร้างที่ควบคุมการดำรงชีวิตของเซลล์

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

3. เมื่อหมายเลข 1 ในรูปคือ "ผนังเซลล์" เซลล์นี้เป็นตัวแทนของ
- เซลล์สัตว์
 - เซลล์พืช
 - เซลล์สัตว์ทั้งหมกและ เซลล์พืชบางชนิด
 - เซลล์สัตว์และ เซลล์พืช
4. หน้าที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ คือควบคุมเกี่ยวกับ
- ปริมาณของ O_2 ที่เซลล์ต้องการ
 - ทิศทางการไหลเวียนของโปรโตพลาสซึม
 - รูปร่างและการยืดหยุ่นของเซลล์
 - การผ่านเข้า ออก เซลล์ของตัว ถูกละลาย (Solute)
- ✓ 5. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเพราะ
- ทำให้เกิดการเจริญเติบโต
 - ทำให้ได้เซลล์รูปร่างแปลก ๆ
 - ทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สูญพันธุ์
 - ทำให้การถ่ายทอดกรรมพันธุ์ดีขึ้น
- ✓ 6. ถ้าสังเกตเซลล์เซลล์หนึ่งมีนิวเคลียสใหญ่ มองเห็นโครโมโซมไม่ชัด แต่เห็นนิวคลีโอลัสชัดเจน เราควรจัดสภาพของเซลล์นี้ไว้ในระยะใด
- อินเทอร์เฟส
 - โปรเฟส
 - เมตาเฟสกับอนาเฟส
 - ทีโลเฟส

7. การแบ่งเซลล์ระยะที่มองเห็นโครโมโซมหดสั้นเข้าเป็นแท่งเรียงอยู่ใกล้ผิวของนิวเคลียสที่กำลังสลายหายไป ระยะนี้จัดเป็นระยะใด

- ก. เมทคาเฟส
- ข. โปรเฟส
- ค. ทีโลเฟส
- ง. อนาเฟส

8. โครโมโซมจะปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนเป็นครั้งแรกในระยะ

- ก. เมทคาเฟส
- ข. ทีโลเฟส
- ค. อนาเฟส
- ง. โปรเฟส

9. โครโมโซมที่ผ่านการสร้างคู่แยกเป็นเส้นคู่แล้ว เส้นคู่ทั้งสองจะติดกันที่บริเวณใด

- ก. ไคเนโทคอร์
- ข. โครมาทิด
- ค. เซนทริโอล
- ค. เซนโทรโซม

10. ระยะใดของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่โครโมโซมมาเรียงกันเป็นแถวกึ่งกลาง

เซลล์

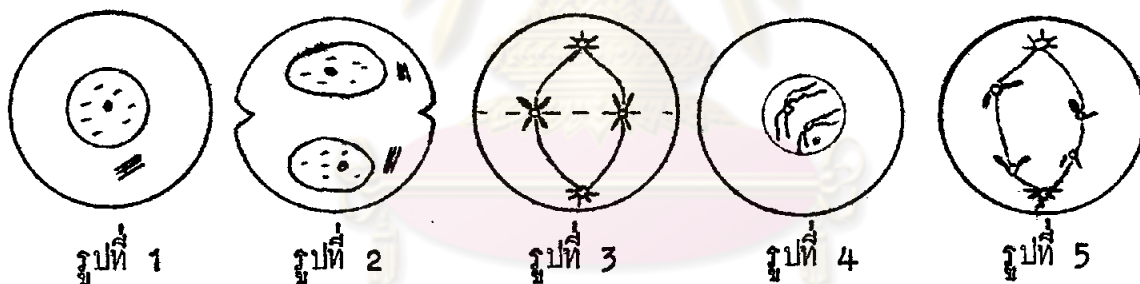
- ก. โปรเฟส
- ข. เมทคาเฟส
- ค. อนาเฟส
- ง. ทีโลเฟส

11. ระยะเวลาหนึ่งของการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสตอนที่กลุ่มโครมาทิด 2 ชุด เคลื่อนที่แยกจากกันคือ

- ก. โพรเฟส
- ข. เมตาเฟส
- ค. อนาเฟส
- ง. ทีโลเฟส

12. ข้อใด "ไม่ใช่" ปรากฏการณ์ที่จะพบในระยะทีโลเฟส

- ก. เกิดเยื่อหุ้มนิวเคลียส หุ้มรอบกลุ่มโครโมโซมที่อยู่บริเวณขั้วของเซลล์
- ข. เกิดนิวคลีโอลัสขึ้นใหม่
- ค. โครโมโซมเริ่มม้วน แล้วยีกตัวยาวออกเรื่อย ๆ
- ง. นิวเคลียสใหม่ที่โคสมบูรณ์พร้อมที่จะแบ่งตัวต่อไปใหม่ทันที



จากรูปข้างบนใช้พิจารณาตอบคำถามข้อ 13 - 14

13. จากรูป ลำดับที่ถูกต้องของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดขึ้นเรียงดังต่อไปนี้

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

14. จากรูปชื่อเรียกระยะต่าง ๆ ของรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 5 จะเรียงลำดับดังต่อไปนี้
- อินเทอร์เฟส, โพรเฟส, เมกตาเฟส, อนาเฟส, ทีโลเฟส
 - อินเทอร์เฟส, ทีโลเฟส, เมกตาเฟส, โพรเฟส, อนาเฟส
 - โพรเฟส, ทีโลเฟส, เมกตาเฟส, อินเทอร์เฟส, อนาเฟส
 - โพรเฟส, ทีโลเฟส, อนาเฟส, เมกตาเฟส, อินเทอร์เฟส

15. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของเซลล์พืชต่างกับเซลล์สัตว์คือ ในเซลล์พืชจะไม่มี
- เส้นใยสปินเดิล
 - โคเนคโตคอร์
 - เซนโทรโซม
 - ไซโทคิเนซิส

16. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสนั้นเราจะพบว่า
- ไซโทคิเนซิสเกิดก่อนคาร์ิโอคิเนซิส
 - ไซโทคิเนซิสเกิดหลังคาร์ิโอคิเนซิส
 - คาร์ิโอคิเนซิสเกิดพร้อม ๆ กับไซโทคิเนซิส
 - จะเกิดปรากฏการณ์ใดก่อนก็ได้

17. การแบ่งไซโทพลาสซึมของเซลล์พืชในระยะทีโลเฟสจะพบโครงสร้างใดเกิดขึ้น
- เซลล์เพลท
 - เส้นใยสปินเดิล
 - รัศมีแอสเตอร์
 - โคเนคโตคอร์

18. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดเป็นจริงเสมอ สำหรับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- ไซโทคิเนซิสจะเกิดก่อนคาร์ิโอคิเนซิสทุกครั้งไป
 - เมื่อสิ้นสุดการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่เกิดขึ้น 4 เซลล์ขนาดเท่ากัน
 - เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม
 - ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเซลล์เดิม

19. ถ้าคนไม้คนหนึ่ง เซลล์มีโครโมโซมเท่ากับ 12 โครโมโซมคือ 1 เซลล์หลังจาก
 ฤา (bud) แบ่งตัวแล้ว เซลล์ใหม่ที่ไ้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ

ก. 6

ข. 12

ค. 18

ง. 24

20. เมื่อ เซลล์หนึ่งแบ่งตัวแบบไมโทซิสแล้ว แต่ละเซลล์ที่ไ้แบ่งตัวเองเรื่อย ๆ
 ไปจนถึงครั้งที่ 4 จะมีเซลล์ทั้งหมดกี่เซลล์ ถ้าบังเอิญครั้งที่ 4 นั้นมีอยู่เซลล์หนึ่งไม่แบ่งตัว

ก. 13

ข. 14

ค. 15

ง. 16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ง .

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการคำนวณ

การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis)

ใช้เทคนิค 25% และสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\text{ระดับความยาก } (p)^1 = \frac{R_u + R_L}{2n}$$

$$\text{อำนาจจำแนก } (d)^2 = \frac{R_u - R_L}{n}$$

R_u = จำนวนคนกลุ่มที่ได้คะแนนสูงที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

R_L = จำนวนคนกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

n = จำนวนคนกลุ่มคะแนนสูงหรือจำนวนคนกลุ่มคะแนนต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

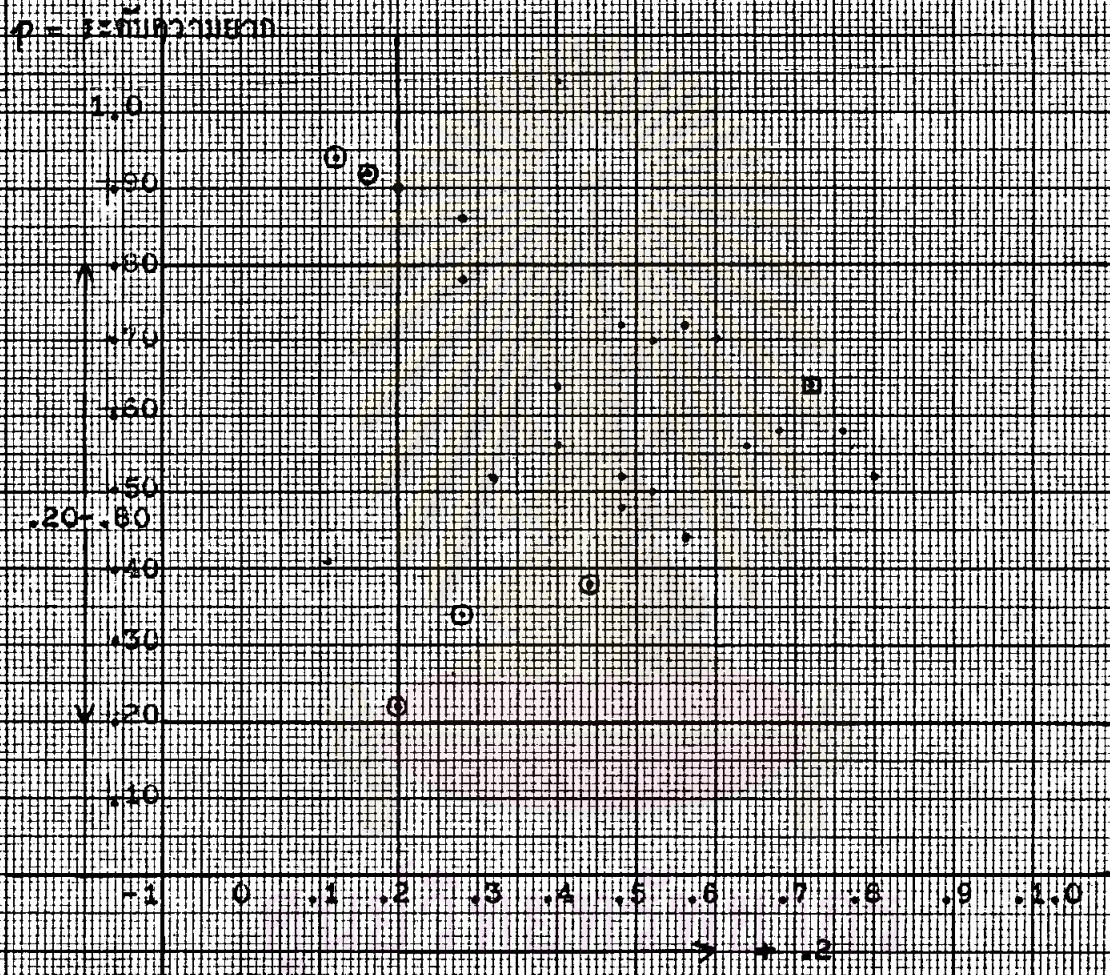
¹Henry E. Garrett, Testing for Teachers, New York :
(American Book Company, 1959), p. 222.

²Garrett, loc.cit.

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อสอบ

ข้อที่	R_H	R_L	$\frac{R_H + R_L}{2n} = p$	$\frac{R_H - R_L}{n} = d$
1	25	20	0.90	0.20
2	25	10	0.70	0.60
3	25	18	0.86	0.28
4	19	6	0.50	0.52
5	18	6	0.48	0.48
6	23	6	0.58	0.68
7	23	3	0.52	0.80
8	18	4	0.44	0.56
9	19	9	0.56	0.40
10	19	7	0.52	0.48
11	8	3	0.22	0.20
12	24	11	0.70	0.52
13	25	11	0.72	0.56
14	12	5	0.34	0.28
15	22	6	0.56	0.64
16	15	4	0.38	0.44
17	23	16	0.78	0.28
18	21	11	0.64	0.40
19	25	21	0.92	0.16
20	25	7	0.64	0.72
21	25	7	0.64	0.72
22	24	12	0.72	0.48
23	25	22	0.94	0.12
24	24	5	0.58	0.76
25	17	9	0.52	0.32

สภาพแสดงภาวะโคโรนา



ค่าความหนา

หมายเหตุ

- - ข้อมูลจาก
- - ข้อมูลที่ส่งมาและคัดลอกไว้
- - ข้อมูลที่คัดลอกไว้

การหาความเที่ยงของแบบสอบ (Reliability)

การหาความเที่ยงของแบบสอบ ใช้สูตรของ Kuder-Richardson 21²

$$r_{KR21} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{M(n-M)}{n(S.D.)^2} \right)$$

M = ค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

n = จำนวนข้อถาม

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

ตารางที่ 4 การหาความเที่ยงของแบบสอบ

X	f	fX	fX ²
9	5	45	405
11	6	66	726
12	4	48	576
13	7	91	1,183
14	1	14	196
15	2	30	450
16	1	16	2,312
17	8	136	2,268
18	7	126	1,805
19	5	95	1,600
20	4	80	
$\Sigma f = 50$		$\Sigma fX = 747$	
			$\Sigma fX^2 = 11,777$

²Georgia Sachs Adams, Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance (New York: Holt, Rineheart and Winston Inc., 1964), p. 87.

$$M = \frac{\sum fX}{N}$$

$$= \frac{747}{30}$$

$$= 14.94$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \left[\frac{\sum fX}{N}\right]^2}$$

$$= \sqrt{\frac{11.777}{50} - \left[\frac{747}{50}\right]^2}$$

$$= 235.54 - 223.20$$

$$= 12.34$$

$$r_{KR21} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{M(n-M)}{n(S.D.)^2} \right)$$

$$= \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{14.94(20-14.94)}{2 \times 12.34} \right)$$

$$= 1.05 \times 0.693$$

$$= 0.728$$

$$= 0.73$$

ตารางที่ 5 การทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน
บทเรียน

d = ผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน
(ครายละเอียดได้จากผลการทดลองภาคสนาม ผนวก จ.)

d	f	fd	fd^2
8	2	16	128
9	4	36	324
10	3	30	300
11	10	110	1,210
12	13	156	1,872
13	16	208	2,704
14	20	280	3,920
15	18	270	4,050
16	7	112	1,792
17	6	102	1,734
18	1	18	324
$N = 100$		$\sum fd = 1338$	$\sum fd^2 = 18,358$

H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน

H_1 : มีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน

$$\begin{aligned}\bar{d} &= \frac{\sum fd}{N} \\ &= \frac{1338}{100} = 13.38\end{aligned}$$

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

$$= \sqrt{4.56}$$

$$= 2.14$$

$$\sigma_{\bar{d}} = \frac{S.D._d}{\sqrt{N-1}}$$

$$= \frac{2.14}{\sqrt{99}}$$

$$= 0.22$$

แทนค่าในสูตร

$$z^3 = \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}}$$

\bar{d} = มัชฌิมเลขคณิตของผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียน

$\sigma_{\bar{d}}$ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แท้จริงของผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนและ
-หลัง เรียนบทเรียน

$$= \frac{13.38}{0.22} = 60.81$$

ที่ระดับนัยสำคัญ .01 z มีค่า 2.58 แทนค่า z ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 60.81 แสดง
ว่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผนวก จ.

ตารางแสดงผลการทดสอบ

ตารางที่ 6 ผลการทดลองชั้นหนึ่งต่อไปนี้

เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส วันที่ 20 มกราคม 2519

เริ่ม ทดลองเวลา 9.00 น. เลิกทดลองเวลา 10.45 น.

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของ เด็ก	ความเห็นของ เด็ก	กรอบที่ต้อง ปรับปรุง	หมายเหตุ
1	30 วินาที	ตอบได้ทันที	รู้ดีกว้างง่าย		
2	1 นาที	ตอบได้ทันที	ง่ายและสนุกดี		2 คำตอบ
3	1 นาที	ตอบได้ทันที	ง่ายและสนุกดี		3 คำตอบ
4	2 นาที	ตอบได้ทันที	ง่าย		4 คำตอบ
5	1.25 นาที	อ่านซ้ำ 1 ครั้งแล้ว จึงตอบ	รู้ดีถึง	✓	
6	2.30 นาที	อ่านซ้ำ 2 ครั้งยังไม่ เข้าใจว่าจะให้ตอบ อย่างไร	คำสั่งเกี่ยวกับรูป รูปเข้าใจยาก	✓	7 คำตอบ
7	1 นาที	ตอบทันที	เข้าใจดีและง่าย		5 คำตอบ
8	20 วินาที	ตอบทันที	ง่าย		

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การทบทวนของ เด็ก	ความเห็นของเด็ก	กรอบที่ของ ปรับปรุง	หมายเหตุ
9	3 นาที	อ่าน 2 ครั้งแต่เติม คำทบทวนสุดท้ายผิด	ไม่เห็นรูปแล้วจึง ขอให้เติมรูปท้าย	✓	3 คำตอบ
10	50 วินาที	ตอบได้ทันที	ง่าย		2 คำตอบ
11	5 นาที	อ่านหลายครั้งและซัก ถามแต่ก็ยังตอบผิด	คำพูดที่ใช้เข้าใจ ยาก ไม่รู้เรื่อง	✓	4 คำตอบ
12	3 นาที	อ่านหลายครั้งแล้ว จึงตอบ	เข้าใจยาก	✓	5 คำตอบ
13	1.50 นาที	อ่าน 2 ครั้งและซักถาม แล้วจึงตอบได้ถูก	ค่อนข้างงง	✓	2 คำตอบ
14	50 วินาที	ตอบได้ทันที	ง่าย		
15	35 วินาที	อ่านย้อน 1 ครั้งแล้วจึง ตอบ	ซับซ้อนเข้าใจยาก	✓	2 คำตอบ
16	3 นาที	อ่านซ้ำอยู่หลายครั้ง	คำถามมากและ ยาวไป	✓	4 คำตอบ
17	25 วินาที	ตอบได้ทันที	เริ่มรู้ดีกว่าคำตอบ มักจะขีดเส้นใต้ไว้		3 คำตอบ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของเด็ก	ความเห็นของเด็ก	กรอบที่คงปรับปรุง	หมายเหตุ
18	1 นาที	อ่าน 1 ครั้งแล้วตอบ ไคท์ทันที	ง่ายขึ้น		3 คำตอบ
19	50 วินาที	หาบริเวณที่ขีดเส้นใต้ แล้วยกมาตอบ	ง่ายดี		
20	50 วินาที	ยกที่ขีดเส้นใต้มาตอบ	ง่ายดี		
21	2.30 นาที	อ่านแล้วชักถามก่อน ตอบ	คำถามแรกงงไม่ แน่ใจว่าจะใช้คำ พูดเช่นไร	✓	2 คำตอบ
22	30 วินาที	ตอบได้โดยไม่ชักถาม			
23	30 วินาที	ตอบได้ทันที	คำถามน้อยไป		
24	1.30 นาที	อ่านซ้ำอีก 1 ครั้ง แล้วจึงตอบ	เป็นกรอบที่น่าสนใจ		3 คำตอบ
25	2 นาที	อ่านทบทวนและแก้ คำตอบหลายครั้ง	ไม่แน่ใจว่าตอบครบ หรือไม่	✓	
26	1.30 นาที	ลอกถามที่ขีดเส้นใต้	ง่ายดี		



ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การ ทอบสนองของ เด็ก	ความเห็นของ เด็ก	กรอบที่ ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
27	50 นาที	ตอบทันที			
28	2 นาที	ตอบผิดและไม่ซักถาม	คำถามงงและเริ่มเบื่อ	✓	2 คำตอบ
29	2.30 นาที	อ่านย้อนหลายครั้ง จึงตอบ	เนื้อหายาวไปต้องทำความเข้าใจนาน	✓	
30	1.30 นาที	อ่าน 2 ครั้งแล้ว จึงตอบ	คำถามค่อนข้างงง	✓	
31	1.20 นาที	ตอบทันทีที่อ่านจบ	เริ่มสนุก		3 คำตอบ
32	1 นาที	ตอบทันที			2 คำตอบ
33	1 นาที	ตอบทันที			2 คำตอบ
34	3 นาที	ย้อนกลับไปดูกรอบอื่น ๆ ก่อนแล้ว จึงตอบ		✓	3 คำตอบปรับปรุงโดยตัดคำศัพท์ว่า"โพลีแคป" ออก
35	1.35 นาที	ตอบทันที			2 คำตอบ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของเด็ก	ความเห็นของเด็ก	กรอบที่ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
36	2 นาที	ยื่นคุกำแหน่งของ โครมาติกก่อนแล้ว จึงตอบ		✓	2 คำตอบ
37	2 นาที	ตอบได้			
38	4 นาที	เปิดยื่นคุเรื่องระยะ ทาง ๆ หลายครั้ง แล้วจึงตอบ	ชักมือเพราะ ศัพทมาก	✓	4 คำตอบ
39	3 นาที	ยื่นไปอ่านกรอบ แรก ๆ ก่อนหลายครั้ง	เนื้อหาขวกไป	✓	3 คำตอบ
40	1.30 นาที	ตอบได้			2 คำตอบ
41	1.30 นาที	ยื่นไปหาขอมูลจาก กรอบแรก ๆ			4 คำตอบ
42	2 นาที	งกกับศัพทที่เพิ่มขึ้น และไม่สนใจรูป		✓	
43	4 นาที	อ่านขำเพราะง เรื่องคำแหน่งของ โครโมโซมและเซนทีโอล		✓	3 คำตอบ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของเด็ก	ความเห็นของเด็ก	กรอบที่ตรง ปรับปรุง	หมายเหตุ
44	50 วินาที	ตอบได้ทันที			3 คำตอบ
45	10 วินาที	ตอบได้ทันที			
46	1.50 วินาที	ยื่นคู่มือรอบคัน ๆ หลาย ๆ ครั้งและ ซักถาม	หาคำตอบที่ 2 ไม่เจอ	✓	2 คำตอบ
47	40 วินาที	ตอบได้ทันที	คำตอบน้อยไป		
48	1.10 วินาที	อ่านซ้ำอีกครั้งแล้วจึง หาคำตอบได้		✓	
49	1.20 นาที	อ่านบททวนหลายครั้ง	งงรูป		2 คำตอบ
50	20 วินาที	ตอบได้ทันที			
51	3 นาที	ยื่นไปคู่มือรอบคัน ๆ หลายครั้ง	บทเรียนยาวจึงลืม รูประยะต่าง ๆ	✓	2 คำตอบ
52	3.30 นาที	ยื่นคู่มือรอบคัน ๆ		✓	4 คำตอบ

ตารางที่ 7 ผลการทดลองกลุ่มเล็ก

เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2519

อายุเฉลี่ยของนักเรียน 17 ปี เวลาทดลอง 13.00-14.35 น.

นักเรียน คนที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนน ความก้าวหน้า	คะแนนบทเรียน
1	95	2	17	15	121
2	80	2	17	15	143
3	75	0	16	16	97
4	110	2	12	10	124
5	105	1	12	11	137
6	80	2	11	9	117
7	95	2	10	8	136
8	110	2	10	8	124
9	85	0	8	8	138
10	115	3	16	13	110
รวม	950	16	129	113	1,247
เฉลี่ย	95.0	1.60	12.90	11.30	12.47
คะแนน เฉลี่ยร้อยละ	-	8.00	64.50	56.50	87.20

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนของการทดลองกลุ่มเล็ก

ผลการทดสอบก่อนเรียนบทเรียน

ข้อที่ นักเรียน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	คะแนน
1	✓	✓																			2
2	✓	✓																			2
3																					0
4						✓	✓														2
5		✓																			1
6	✓	✓																			2
7	✓	✓																			2
8	✓	✓																			2
9																					0
10	✓	✓																	✓		3

ผลการทดสอบหลังเรียนบทเรียน

ข้อที่ นักเรียน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	คะแนน
1	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		17
2	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	17
3	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	16
4	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓		✓	12
5	✓	✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓			12
6	✓	✓				✓	✓			✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓	11
7	✓	✓		✓	✓	✓				✓						✓	✓	✓	✓		10
8	✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓					10
9		✓	✓	✓							✓	✓		✓		✓	✓				8
10	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16

หมายเหตุ

✓ = ข้อที่นักเรียนตอบถูกต้อง

ตารางที่ 9 ผลการทดลองภาคสนาม

เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2519

อายุเฉลี่ยของนักเรียน 17 ปี เวลาทดลอง 10.00-11.00 น.

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า (a)	คะแนนบทเรียน
1	55	17	12	104
2	22	16	14	98
3	44	18	14	93
4	33	20	17	108
5	33	18	15	105
6	33	18	15	104
7	22	20	18	103
8	11	16	15	105
9	44	18	14	105
10	33	19	16	106
11	44	18	14	107
12	44	19	15	108
13	44	16	12	105
14	44	15	11	107
15	33	16	13	103
16	22	15	13	97
17	33	14	11	99
18	33	15	12	108
19	22	15	13	107
20	33	11	8	87
21	44	15	11	100
22	33	18	15	84
23	3	19	16	109
24	4	16	12	106
25	2	17	15	105

ตารางที่ 9 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า (a)	คะแนนบทเรียน
26	4	16	12	95
27	3	16	13	75
28	2	16	14	88
29	2	17	15	102
30	2	17	15	98
31	3	17	14	105
32	2	15	13	106
33	3	16	13	104
34	2	16	14	100
35	2	18	16	107
36	2	16	14	102
37	3	16	13	108
38	4	16	12	105
39	2	19	17	107
40	2	15	13	99
41	2	17	15	97
42	1	16	15	102
43	0	17	17	109
44	4	15	11	109
45	3	12	9	101
46	3	16	13	100
47	3	18	15	100
48	4	16	12	107
49	1	18	17	107
50	5	16	11	66
51	1	18	17	99
52	3	16	13	109
53	2	17	15	98

ตารางที่ 9 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า (a)	คะแนนบทเรียน
54	5	19	14	97
55	3	17	14	108
56	2	18	16	81
57	2	17	15	107
58	4	17	13	108
59	5	17	12	99
60	1	16	15	94
61	2	19	17	107
62	1	17	16	91
63	1	17	16	105
64	5	15	10	107
65	8	16	8	105
66	1	16	15	109
67	4	17	13	105
68	8	17	9	95
69	2	16	14	108
70	3	16	13	109
71	2	14	12	107
72	4	17	13	107
73	5	17	12	107
74	4	16	12	103
75	2	16	14	106
76	2	17	15	102
77	4	18	14	106
78	3	18	15	102
79	4	17	13	106
80	3	16	13	109
81	2	14	12	80

ตารางที่ 9 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า (d)	คะแนนบทเรียน
82	3	17	14	107
83	3	17	14	94
84	4	16	12	101
85	2	16	14	105
86	5	15	10	106
87	3	13	10	104
88	7	16	9	104
89	4	13	9	87
90	3	17	14	86
91	5	16	11	102
92	2	17	15	97
93	5	16	11	105
94	2	18	16	107
95	4	16	12	109
96	5	16	11	109
97	2	16	14	106
98	5	16	11	109
99	3	14	11	98
100	3	17	14	109
รวมคะแนน ทั้งหมด	310	1,648	1,338	10,183
คะแนนเฉลี่ย	3.10	16.48	13.38	101.83
คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ	15.50	82.40	66.90	93.42

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์หมตเรียน

ค.มท. กรอมท.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1		X	X						X		X									X	X			
2.1																								
2.2																								
3.1																								
3.2																								
3.3																								
4.1																	X	X						
4.2																	X	X						
4.3																								
4.4																								
5				X					X											X		X		
6.1																								
6.2																								
6.3			X																		X	X	X	X
6.4			X																		X	X	X	X
6.5			X																		X	X	X	X
6.6			X																		X	X	X	X
6.7			X																		X	X	X	X
7.1																								
7.2																								
7.3																								
7.4																								
7.5																								
8.1																								
8.2																X		X						
9.1																X		X						
9.2																X		X						
10.1			X																			X		
10.2			X																			X	X	X
10.3		X	X																		X	X	X	X
11.1		X	X																		X	X	X	X
11.2		X	X																		X	X	X	X
12			X					X							X					X	X	X	X	X
13																					X	X	X	X
14.1			X																					
14.2			X																					
15																								
16																	X	X	X					
17.1	X																X	X	X		X	X	X	X
17.2	X	X															X	X	X		X	X	X	X

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ค.พ.ที่ กรอบค.พ.	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
1																				
2.1																X				
2.2																X				
3.1																				
3.2																				
3.3																				
4.1																X				
4.2																X				
4.3																				
4.4																				
5												X								
6.1																X				
6.2																X				
6.3																X		X	X	
6.4																X		X	X	
6.5																X		X	X	
6.6																X		X	X	
6.7																X		X	X	
7.1																X				
7.2																X				
7.3																X				
7.4																X				
7.5																X				
8.1																X				
8.2		X														X		X		
9.1																X			X	
9.2																X			X	
10.1			X													X				
10.2			X						X							X				
10.3			X													X				
11.1																X				
11.2																X				
12		X														X				X
13																X				
14.1																				
14.2																				
15										X										
16																X			X	
17.1																X			X	
17.2																X			X	

ตารางที่ 10 (ต่อ)

กรณณ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
33.1																						X	X	
33.2																X	X					X	X	
33.3																X	X					X	X	
33.4																X	X					X	X	
33.5																								
34																								
35.1						X	X																	
35.2						X	X																	
35.3						X	X																	
35.4						X	X																	
36																X	X							
37						X										X	X							
38													X			X	X					X	X	
39.1		X	X										X			X	X							
39.2																		X	X					
40.1		X																X	X					
40.2																		X	X					
40.3																		X	X					
41																								
42.1																								
42.2																								
42.3																								
42.4																								X
42.5						X																		X
42.6																								X
43.1	X																							
43.2																								
44.1																								
45.1																								
45.2																								
กรณณ์	104	98	93	108	105	104	103	105	105	106	107	108	105	107	103	97	99	108	107	87	100	84	109	106

ตารางที่ 10 (ต่อ)

จุดตัด	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
33.1																						
33.2				X																		
33.3				X																		
33.4				X																		
33.5																						
34																						
35.1			X																			
35.2			X																			
35.3			X																			
35.4			X																			
36																						
37																						
38																						
39.1	X	X	X					X		X		X				X						
39.2						X										X						
40.1					X											X						
40.2					X											X	X					
40.3			X			X										X						
41																						
42.1			X													X	X					
42.2			X													X	X					
42.3			X													X	X					
42.4			X													X	X					
42.5			X													X	X					
42.6			X													X	X					
43.1	X	X	X										X	X		X						
43.2		X																				
44																						
45.1																						
45.2		X																				
รวม คะแนน	105	95	75	88	102	98	105	106	104	100	107	102	108	105	107	99	97	102	109	109	101	



ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนไข้	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
33.1					X										X					
33.2					X										X					
33.3					X										X					
33.4					X										X					
33.5					X															
34																				
35.1																				
35.2											X									
35.3											X									
35.4												X								
36	X								X			X			X				X	
37					X				X											
38			X																	X
39.1	X				X						X									
39.2											X									
40.1	X														X					
40.2					X												X			
40.3					X												X			
41																				
42.1						X			X						X				X	
42.2						X			X						X				X	
42.3						X			X						X				X	
42.4	X	X			X	X			X						X				X	
42.5	X	X			X	X			X						X				X	
42.6	X	X			X	X			X						X				X	X
43.1		X								X				X						X
43.2		X							X					X						X
44																				
45.1																				
45.2																				
รวมคะแนน	100	100	107	107	66	99	109	98	97	108	81	107	108	99	94	107	91	105	107	105

ตารางที่ 10 (ต่อ)

พื้นที่	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
33.1																				
33.2																				
33.3																				
33.4																				
33.5													X							
34																				
35.1																				
35.2																				
35.3																				
35.4												X	X	X						
36																				
37			X																	
38											X	X					X			
39.1			X																	
39.2																				
40.1														X						
40.2																				
40.3																				
41																				
42.1																				
42.2																				
42.3												X								
42.4																			X	X
42.5												X							X	X
42.6			X																X	X
43.1							X													
43.2																				
44															X					
45.1																				
45.2																				
พื้นที่ ละเล็กละน้อย	109	105	95	108	109	107	107	107	103	106	102	106	102	106	109	80	107	84	101	105

ตารางที่ 10 (ต่อ)

กลุ่มที่	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	คะแนน แต่ละกลุ่ม
33.1				X			X									96
33.2				X	X		X									93
33.3				X	X		X									93
33.4				X	X		X									92
33.5				X			X									97
34																99
35.1					X											97
35.2					X											97
35.3					X											96
35.4					X											97
36														X		94
37																90
38																97
39.1			X													70
39.2						X										96
40.1				X												92
40.2				X												92
40.3				X												100
41																91
42.1					X											89
42.2					X											89
42.3					X											82
42.4								X						X		81
42.5					X							X		X		81
42.6					X											80
43.1				X	X											96
43.2																99
44																100
45.1													X			98
45.2																10,183
รวม	106	104	104	87	86	102	97	105	107	109	109	106	109	98	109	101,83
คะแนนเฉลี่ย																101.83
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ																93.42

หมายเหตุ

☒ = กรอบที่นักเรียนตอบผิด

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสาว อารีย์ โพธิ์พัฒนชัย

วุฒิการศึกษา คุรุศาสตรบัณฑิต ปีการศึกษา 2515



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย