บรรณานุกรม

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ภาษาไทย

หนังสือ

ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 3. พระนคร : ไทยวัฒนาพรนิช, 2515.

อาชีวศึกษา, กรม. คู่มือครูสำหรับผู้ใช้หนังสือฝึกเรียนด้วยตนเอง กรกฎาคม, 2515.

บทความ

วิจิตร ศรีสะอ้าน. "เทคนิควิทยาทางการศึกษา," ประมวลบทความเกี่ยวกับนวกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2515.

วิทยานิพนธ์

นภาพร ภมรบุตร. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรรมพันธุ์ตามหลักของเมนเดล สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร-มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

บรรชา รัตนวัย. "การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516.

พวงเพ็ญ ทองลงยา. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง การย่อยอาหาร สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

ยิ่งยง ศันมณี. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง ปลา สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

วรรณจรีย์ มังสิงห์. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง รา สำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

สุภาวดี ปัญญาภาส. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง ตัวหารร่วม สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." วิทยสนิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

เอกสารอื่น ๆ

เตือนใจ ทองสำริต. "บทเรียนสำเร็จรูป" รายงานประกอบการศึกษา แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.

เปรื่อง กุมุท. การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป. คู่มือประกอบการเรียนวิชา Multi-Media Approach for Programmed Instruction วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515.

ภาษาอังกฤษ

Books

Ebel, Robert L. Essential of Educational Measurement. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1972.

Epstein, Beryl, Sam. The First Book of Teaching Machines. New York: Frankin Walts Inc., 1961.

Fry, Edward B. Teaching Machine and Programmed Instruction. New York: McGraw-Hill Book Company, 1963.

Gronlind, Norman E. Constructing Achievement Tests. Englewood Cliff, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1968.

Jacobs, Paul I., and Others. A Guide to Eveluating Self - Instructional Programs. Bloomington: Indiana University Press, 1969.

Kenneth, Richard W. The Concept of Educational Technology London: Weidenfield and Nicolsin 5 Winsley Street, 1970.

Krishmamurthy, V. "Style in Programming," A Handbook of Programmed Learning. Indian Association for Programmed Learning Baroda - 2, Gamdi - Anand, Gujurat State, India: Anand Press, n.d.

Mager, Robert F. Preparing Objectives for Programmed Instruction SanFrancisco, California: Fearon, 1961.

Thomas, C.A., and Others. Programmed Learning in Perspective. Chicago, Educational Methods, Inc., 1964.

Articles

Francis, George Harold, "An Experimental Study of the Effectiveness of Self-Instruction Versus the Lecture Demonstration Method of Teaching Selected Phase of Eledtricity," Dissertation Abstracts, 1967.

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

Journals

Day, Jesse H. "Teaching Machines," J. Chem Educ., 1959.

Moriber, George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non - Science Students," Journal of Research in Science Teaching. Vol. 6, No. 3, 1969.

Powell, Virgina P. "Programmed Instruction in High School Chemistry," J. Chem. Educ., Vol. 40, 1963.

Other Materials

Schramm, Wilbur. Programmed Instruction : Today and Tomorrow. The Fund for the Advancement of Education Library of Congress, 1962.

Thomas, C.A. and Others. Programmed Learning in Perspective. Chicago, Educational Methods, Inc., 1964.

Tobias, Sigmund. "The Effects of Sequence and Familiarity with Subject Malter in Achievement from Programmed Instruction," 1972.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง พลังงาน

ผนวก ก.

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง "พลังงาน"

หลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "พลังงาน" นี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของงานได้

2. บอกความหมายของพลังงานได้

3. บอกได้ว่าพลังงานแบ่งออกเป็น 2 ชนิดที่สำคัญ คือ พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์

4. บอกความแตกต่างระหว่างพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ได้

5. อธิบายได้ว่าพลังงานจลน์และพลังงานศักย์เปลี่ยนรูปกันได้

6. อธิบายหลักการคงที่ของพลังงานได้ว่า พลังงานจะเกิดขึ้นใหม่หรือจะสูญหายไปไหนไม่ได้ แต่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้

7. สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของเทหวัตถุหรือสาร เช่น เปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนรูปร่าง หรือเปลี่ยนสถานะ ต้องใช้พลังงาน

8. บอกได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของเทหวัตถุหรือสารนั้น ๆ เป็นประเภทคายพลังงาน หรือดูดพลังงาน

9. อธิบายได้ว่า พลังงานที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีวิตมาจากพลังงานซึ่งอยู่ในโมเลกุลของสารที่เป็นอาหารที่บริโภคเข้าไป

10. สรุปลำดับการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวต โดยเริ่มต้นจากดวงอาทิตย์มาสู่ผู้ผลิต (producer) ไปสู่ผู้บริโภค (consumer) และผู้ย่อยอินทรีย์สาร (decomposer) ได้

ภาคผนวก ข.

บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง พลังงาน

ผนวก ข.

บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "พลังงาน" (Energy) สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

1. สิ่งที่นักเรียนกำลังถืออยู่นี้เรียกว่า "บทเรียนแบบโปรแกรม" ซึ่งจะสอนนักเรียนให้มีความรู้เรื่อง "พลังงาน" โดยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ไม่ใช่ข้อสอบ

2. บทเรียนนี้จัดเนื้อหาเป็นลำดับขั้นอย่างง่าย ๆ เพียงแต่ผู้เรียนตั้งใจอ่านข้อความแต่ละกรอบโดยใช้ความคิดและทำไปตามลำดับกรอบ ทุก ๆ กรอบ จะสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ห้ามทำข้ามกรอบเป็นอันขาด มิฉะนั้นอาจทำให้ไม่เข้าใจบทเรียนนี้ได้

3. บทเรียนนี้มิได้กำหนดเวลาในการทำเอาไว้ ผู้เรียนจะทำเสร็จช้าหรือเร็วแล้วแต่ความสามารถของผู้เรียนเอง และในขณะทำบทเรียนถ้าเกิดความสงสัยให้ถามครูเพื่อขอคำแนะนำ

4. คำตอบ แต่ละกรอบจะอยู่ทางซ้ายมือของกรอบถัดไป เช่น คำตอบของกรอบที่ 1 จะอยู่ทางซ้ายมือของกรอบที่ 2 เป็นต้น

5. ในการทำบทเรียน ให้ผู้เรียนใช้กระดาษขาวที่แจกให้ปิดคำตอบซึ่งอยู่ทางด้านล่างซ้ายมือของบทเรียนที่นักเรียนกำลังทำอยู่ทุกครั้ง

6. อ่านข้อความในบทเรียนแต่ละกรอบให้เข้าใจ แล้วตอบคำถามโดยเติมคำลงในช่องว่างของแต่ละกรอบ หรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องมาใส่ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้

7. เมื่อตอบคำถามกรอบหนึ่งเสร็จแล้ว ให้เลื่อนกระดาษขาวลงไปปิดคำตอบในกรอบถัดไป เพื่อตรวจดูว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด

8. ถ้าตอบถูก ให้นักเรียนทำกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าตอบผิดให้ย้อนกลับไปอ่านข้อความในกรอบที่ผ่านมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง ถ้าไม่เข้าใจให้ถามครูเพื่อขอคำแนะนำได้ เมื่อเข้าใจดีแล้วจึงทำกรอบต่อไปได้

9. ตั้งใจอ่าน คิด และเขียนตอบไม่ต้องรีบร้อน

10. บทเรียนนี้จะได้ผลสมความมุ่งหมายก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง คือไม่เปิดคำตอบดูก่อนเป็นอันขาด ซึ่งถ้าผู้เรียนปฏิบัติตามคำสั่ง ผู้เรียนจะพบว่าตัวของผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองอย่างน่าภาคภูมิใจ

บทเรียนแบบโปรแกรม

เรื่อง

พลังงาน

	ก. 1 พลังงานคือความสามารถของเทหวัตถุ หรือระบบอันใดอันหนึ่งที่จะทำงานได้ เช่น ยกของหนักจากพื้นดินไปสูยอดตึก หรือส่งผ่านจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ดังนั้น เทหวัตถุใดหรือระบบใดจะทำงานได้ ต้องมี_____
พลังงาน	ก. 2 พลังงานสามารถทำให้เทหวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ อัตราเร็ว ทิศทาง สถานะ รูปร่าง หรือขนาดได้ เทหวัตถุจะเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ อัตราเร็ว ทิศทาง สถานะ รูปร่าง หรือขนาดได้ ต้องใช้ _____
พลังงาน	ก. 3 รถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ จะเคลื่อนที่ได้ต้องใช้เชื้อเพลิง มนุษย์ และสัตว์จะทำงานได้ต้องกินอาหาร ต้นไม้จะสังเคราะห์แสงได้ต้องใช้แสงอาทิตย์ ดังนั้น เชื้อเพลิง อาหาร และแสงอาทิตย์ เป็น _____

พลังงาน	ก. 4 เนื่องจากงานคือผลของการออกแรงกระทำต่อเทหวัตถุใด วัตถุหนึ่ง ดังนั้น พลังงานจึงเกี่ยวข้องกับงานโดยตรง เมื่อพลังงานทำให้เทหวัตถุเคลื่อนที่ เช่น ออกแรงดันโต๊ะให้เคลื่อนที่ พลังงานเกี่ยวข้องกับ _____ โดยตรงเมื่อพลังงานทำให้เทหวัตถุ _____
งาน เคลื่อนที่	ก. 5 แต่บางครั้งการใช้พลังงานก็ไม่ได้งาน เช่น นั่งอ่านหนังสือหรือแบกของอยู่กับที่ เพราะไม่ได้ทำให้เทหวัตถุเคลื่อนที่ นักเรียนคนหนึ่งนั่งอ่านหนังสือ 1 ชั่วโมง อีกคนหนึ่งนั่งอ่าน 3 ชั่วโมง นักเรียนทั้งสองคนนี้ไม่ได้งาน เพราะไม่ได้ทำให้เทหวัตถุ _____
เคลื่อนที่	ก. 6 พลังงานมีหลายชนิดหรือหลายรูป แต่ละชนิดให้งาน และประโยชน์ต่างกัน ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่เป็นเกณฑ์ เราสามารถแบ่งพลังงานออกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1. พลังงานศักย์ (Potential Energy) 2. พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) เราสามารถแบ่งพลังงานออกได้เป็น 2 ชนิด คือ พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ โดยพิจารณา _____ เป็นเกณฑ์

การเคลื่อนที่	ก. 7 พลังงานศักย์ (Potential Energy) คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในเทหวัตถุ เตรียมพร้อมที่จะทำงานได้ เช่น รถยนต์จอดอยู่เตรียมพร้อมที่จะวิ่ง ลูกมะพร้าวที่กำลังอยู่บนต้น พลังงานที่สะสมอยู่ในเทหวัตถุ เตรียมพร้อมที่จะทำงานได้ เรียกว่า _____
พลังงานศักย์	ก. 8 เราสามารถแบ่งพลังงานศักย์ เป็นชนิดย่อย ๆ ได้ตามแหล่งกำเนิด เช่น พลังงานศักย์ที่อยู่ในที่สูง เรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ในลวดสปริง เรียกว่า พลังงานศักย์ยืดหยุ่น พลังงานศักย์ในอะตอม เรียกว่า พลังงานศักย์อะตอม พลังงานศักย์ในสารเคมี เรียกว่า พลังงานศักย์เคมี ก้อนหินอยู่บนหน้าผา ผลไม้อยู่บนต้นมี _____ พลังงานในอะตอม พลังงานในลวดสปริง เป็นพลังงานศักย์ เพราะ _____ เตรียมพร้อมที่จะทำงาน
พลังงานศักย์โน้มถ่วง สะสมพลังงานไว้	ก. 9 พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) คือพลังงานที่เกิดขึ้นขณะที่เทหวัตถุกำลังเคลื่อนที่ ดังนั้น รถยนต์กำลังวิ่ง น้ำกำลังไหล ก้อนหินกำลังตกจากหน้าผา ล้วนแต่มี _____ ทั้งสิ้น

พลังงานจลน์	ก. 10 พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ รวมกันเรียกว่า พลังงานกล (Mechanical Energy) พลังงานกล ของเทหวัตถุมีค่าคงที่เสมอไป และมีค่าเท่ากับผลบวกของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ สมมุติก้อนหินก้อนหนึ่งเมื่ออยู่บนที่สูงมีพลังงานศักย์สูงที่สุด = A นิวตัน-เมตร และมีพลังงานจลน์ = 0 ดังนั้น พลังงานกลของก้อนหินก้อนนี้เมื่ออยู่บนที่สูง = A + 0 นิวตัน-เมตร ถ้าก้อนหินตกลงมาเป็นระยะทาง 1 เมตร พลังงานศักย์ลดลงเหลือ a นิวตัน-เมตร และพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นเป็น b นิวตัน-เมตร ดังนั้น ที่ระยะ 1 เมตร พลังงานกลของก้อนหินนี้ = _____ นิวตัน-เมตร
a + b	ก. 11 จาก ก. 10 ถ้าก้อนหินตกลงมาเป็นระยะทาง 2 เมตร พลังงานศักย์ = c นิวตัน-เมตร และพลังงานจลน์ = d นิวตัน-เมตร ที่ระยะทาง 2 เมตร พลังงานกลของก้อนหินนี้ = c + d นิวตัน-เมตร เนื่องจากพลังงานกลของก้อนหินนี้มีค่าคงที่ $\therefore$ A + 0 = _____ = _____

a + b

c + d

ก. 12

เมื่อเทหวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นจากพื้นดิน จะมีพลังงานศักย์เพิ่มขึ้น พลังงานจลน์จะค่อย ๆ ลดลง เท่ากับที่พลังงานศักย์เพิ่มขึ้นไป และพลังงานศักย์ รวมกับพลังงานจลน์ มีค่าคงที่ ดังตารางข้อมูลต่อไปนี้

วินาทีที่	พลังงานจลน์ (นิวตัน-เมตร)	พลังงานศักย์ (นิวตัน-เมตร)	พลังงานกล (นิวตัน-เมตร)
0	50	0	50
1	35	15	50
2	23	27	50
3	12	38	50
4	5	45	50
5	0	50	50

จากตารางข้อมูลจะเห็นว่า เมื่อพลังงานจลน์ = 35 นิวตัน-เมตร พลังงานศักย์ = 15 นิวตัน-เมตร และพลังงานกล = 50 นิวตัน-เมตร เมื่อพลังงานจลน์ = 12 นิวตัน-เมตร พลังงานศักย์ = _____ นิวตัน-เมตร และเมื่อพลังงานศักย์ = 45 นิวตัน-เมตร พลังงานจลน์ = _____ นิวตัน-เมตร

38 5	ก. 13 จากตารางข้อมูลใน ก. 12 ถ้าขณะหนึ่งเทหวัตถุมีพลังงานจลน์ 18 นิวตัน-เมตร จะมีพลังงานศักย์ = _____ นิวตัน-เมตร และพลังงานกล = _____ นิวตัน-เมตร
32 50	ก. 14 จาก ก. 12 จะเห็นว่า พลังงานศักย์ในวินาทีที่ 1+ พลังงานจลน์ในวินาทีที่ 1 = พลังงานศักย์ในวินาทีที่ 2 + พลังงานจลน์ในวินาทีที่ 2 = 50 นิวตัน-เมตร ∴ พลังงานศักย์ในวินาทีที่ 3 + _____ ในวินาทีที่ 3 = พลังงานศักย์ในวินาทีที่ 4 + _____ ในวินาทีที่ 4 = _____ นิวตัน-เมตร
พลังงานจลน์ พลังงานจลน์ 50	ก. 15 เมื่อพลังงานกลมีค่าคงที่เสมอ อาจเขียนเป็นสูตรได้ว่า พลังงานศักย์เดิม + พลังงานจลน์เดิม = พลังงานศักย์ใหม่ + พลังงานจลน์ใหม่ เทหวัตถุหนึ่งมีพลังงานศักย์เดิม = 60 นิวตัน-เมตร เทหวัตถุนี้มีพลังงานจลน์เดิม = 20 นิวตัน-เมตร ∴ พลังงานกล = _____ นิวตัน-เมตร ถ้าเทหวัตถุนี้มีพลังงานศักย์ใหม่ = 30 นิวตัน-เมตร ∴ เทหวัตถุนี้มีพลังงานจลน์ใหม่ = _____ นิวตัน-เมตร พลังงานกลใหม่ของเทหวัตถุนี้ = _____ นิวตัน-เมตร

80 50 80	ก. 16 จากหลักการคงที่ของพลังงาน กล่าวว่า พลังงานจะสร้างขึ้นมาใหม่ไม่ได้ หรือสูญหายไปไหนไม่ได้ แต่เปลี่ยนรูปกันได้ จากตารางใน ก. 12 แสดงว่าพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ เปลี่ยนรูปกันได้ นั่นคือ พลังงานศักย์เปลี่ยนรูป เป็นพลังงานจลน์ได้ ∴ พลังงานจลน์ก็เปลี่ยนรูปเป็น _____ ได้
พลังงานศักย์	ก. 17 พลังงานศักย์นอกจากจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ได้ อาจเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนได้ เช่น เทหวัตถุตกลงมาจากที่สูงเสียดสีกับอากาศ เกิดความร้อนขึ้น นั่นคือพลังงานศักย์เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ และพลังงานความร้อนด้วย พลังงานศักย์นอกจากเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ อาจเปลี่ยนรูปเป็น _____ ได้ด้วย
พลังงานความร้อน	ก. 18 การเปลี่ยนรูปของพลังงานชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ในภาวะที่เหมาะสม เช่น ดินปืนเมื่อเวลาระเบิดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แล้วเกิดความร้อน เสียง และแสงสว่าง แสดงว่า พลังงานศักย์เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสงได้ พลังงานชนิดต่าง ๆ สามารถ _____ ได้ในภาวะที่เหมาะสม

เปลี่ยนรูป	ก. 19 การตอกตะปูเข้าไปในเนื้อไม้ เกิดพลังงานจลน์ และขณะเดียวกัน ตะปูเสียดสีกับเนื้อไม้ จะเกิดพลังงานความร้อนขึ้นด้วย นั่นคือ พลังงานศักย์ในตัวเราเปลี่ยนรูปเป็น _____ และ _____ ในตะปู
พลังงานจลน์ พลังงานความร้อน	ก. 20 น้ำที่ขังอยู่หลังเขื่อนกักเก็บน้ำมีพลังงานศักย์อยู่ ถ้าปล่อยน้ำให้ไหลเข้าสู่กังหัน เพื่อหมุนไดนาโม ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า แสดงว่า พลังงานศักย์เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ แล้วเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าใช้พลังงานไฟฟ้ากับเตารีด เตาอบ กาต้มน้ำ แสดงว่าพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนรูปเป็น _____
พลังงานความร้อน	ก. 21 พลังงานไฟฟ้านอกจากจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนอาจเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานเสียงได้ เช่น ถ่านไฟฉาย (แบตเตอรี่แห้ง) ใส่ในวิทยุทรานซิสเตอร์ ถ้าใช้ถ่านไฟฉายใส่ในกระบอกไฟฉายเดินทาง พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปเป็น _____

พลังงานแสง	ก. 22 ในการเปลี่ยนรูปของพลังงานนั้น ปริมาณของพลังงานทั้งหมด จะมีค่าคงที่เสมอ นั่นคือ พลังงานทั้งหมดก่อนเปลี่ยนรูป มีค่าเท่ากับพลังงานทั้งหมดภายหลังเปลี่ยนรูปแล้ว สรุปได้ว่า พลังงานอาจเปลี่ยนรูปได้โดยที่พลังงานไม่สูญหายไปไหน หรือเกิดขึ้นใหม่ไม่ได้ ข้อสรุปนี้เรียกว่า "หลักการทรงพลังงาน" (Principle of Conservation) หรือกฎการอนุรักษ์พลังงาน(Law of Conservation Energy) หรือกฎการคงที่ของพลังงาน(Law of Constant of Energy) กฎการคงที่ของพลังงานกล่าวว่า "พลังงานอาจเปลี่ยนรูปได้โดยที่ _____"
พลังงานไม่สูญหายไปไหน หรือเกิดขึ้นใหม่ไม่ได้	ก. 23 พลังงานในอะตอม หรือพลังงานนิวเคลียร์ เกิดจากสารกัมมันตรังสี สลายตัวแล้วเกิดพลังงานความร้อนขึ้นมากมายมหาศาล เช่น ในระเบิดอะตอมในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ถ้าสารกัมมันตรังสีสลายตัว พลังงานนิวเคลียร์จะเปลี่ยนรูปเป็น _____

พลังงานความร้อน	ก. 24 พลังงานเคมีเป็นพลังงานศักย์ที่แฝงในโมเลกุลของสารเคมี เป็นพลังงานที่ยึดเหนี่ยวกันระหว่างอะตอม ภายในโมเลกุลไว้ด้วยกัน และมีอยู่ในพันธะเคมีระหว่างอะตอม พลังงานที่ยึดเหนี่ยวกันระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลไว้ด้วยกัน และอยู่ในพันธะเคมีระหว่างอะตอมเรียกว่า _____
พลังงานเคมี	ก. 25 พลังงานเคมีจะถูกปล่อยออกมา ขณะที่มีการเคลื่อนย้ายอีเลกตรอน จากอะตอมที่มีเสถียรภาพน้อยกว่า ไปยังอะตอมที่มีเสถียรภาพมากกว่า การเคลื่อนย้ายอีเลกตรอนจากอะตอมที่มีเสถียรภาพน้อยกว่า ไปยังอะตอมที่มีเสถียรภาพมากกว่า _____ จะถูกปล่อยออกมา
พลังงานเคมี	ก. 26 พลังงานเคมีสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่นได้เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพันธะเคมีระหว่างอะตอม เช่น น้ำมันเบนซินเมื่อถูกเผาไหม้ในเครื่องยนต์ ทำให้รถยนต์แล่นได้ แสดงว่าพลังงานเคมีเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ และพลังงานความร้อน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพันธะเคมี ระหว่างอะตอม _____ สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่นได้

พลังงานเคมี	ก. 27 การเปลี่ยนแปลงพันธะเคมี มีทั้งการเกิดพันธะใหม่และการสลายพันธะเดิม เช่น ไฮโดรเจนอะตอมรวมกันเป็นไฮโดรเจนโมเลกุล เป็นการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดพันธะใหม่ขึ้น แต่ถ้าไฮโดรเจนโมเลกุลแตกตัวออกเป็นไฮโดรเจนอะตอม เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า สลายพันธะเดิม การเกิดพันธะใหม่และการสลายพันธะเดิม เป็นการเปลี่ยนแปลง _____
พันธะเคมี	ก. 28 พลังงานพันธะ คือพลังงานที่ใช้สลายพันธะที่ยึดเหนี่ยวอะตอมคู่หนึ่งไว้ด้วยกัน เมื่อโมเลกุลนั้นอยู่ในสถานะก๊าซ ดังนั้น พลังงานที่ใช้สลายพันธะที่ยึดเหนี่ยวอะตอมในไฮโดรเจนโมเลกุล ให้แตกตัวออกเป็นไฮโดรเจนอะตอม คือ _____
พลังงานพันธะ	ก. 29 พลังงานพันธะในสารต่างชนิดกัน มีค่าไม่เท่ากันเช่น H_2 (g) $\longrightarrow$ 2 H (g) มีพลังงานพันธะ H - H = 436 กิโลจูลต่อโมล CH_4 (g) $\longrightarrow$ C(g) + 4 H(g) มีพลังงานพันธะ C - H = 413 กิโลจูลต่อโมล (โดยเฉลี่ย) พลังงานพันธะในสารต่างชนิดกัน มีค่า _____ (เท่ากัน/ไม่เท่ากัน)

ไม่เท่ากัน	ก. 30 การเกิดปฏิกิริยาเคมีทุกครั้ง จะเกิดสารใหม่ขึ้น แสดงว่ามีการสลายพันธะในสารตั้งต้น และมีการเกิดพันธะในสารใหม่ เช่น ปฏิกิริยา $H_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2\,HF\,(g)$ H-H + F-F ⟶ H-F + H-F (สารตั้งต้น) (สารใหม่) ดังนั้น พันธะ H - H และ F - F เป็นพันธะ_____ (สลายตัว/เกิดใหม่) และพันธะ H - F เป็นพันธะ _____ (สลายตัว/เกิดใหม่)
สลายตัว เกิดใหม่	ก. 31 การสลายพันธะเดิมเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อนหรือดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ การเกิดพันธะใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทคลายความร้อน หรือคลายพลังงานจากระบบออกไปสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้น ปฏิกิริยา H - H + F - F ⟶ H - F + H - F การสลายพันธะ H - H และ F - F เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภท _____ การเกิดพันธะ H - F เป็นการเปลี่ยนแปลง ประเภท _____

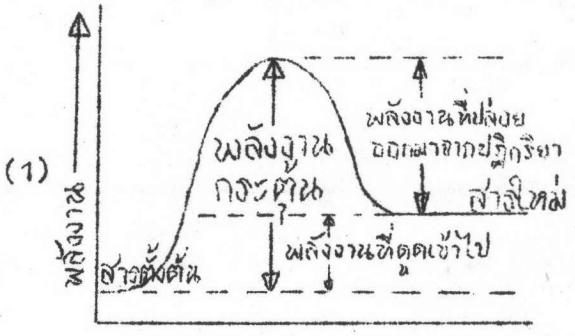
ดูดความร้อนหรือดูดพลังงาน คายความร้อนหรือคายพลังงาน	ก. 32 การเปลี่ยนแปลงพลังงานทั้งหมด ที่เกิดในปฏิกิริยาเคมี หรือผลต่างระหว่างพลังงานที่ใช้สลายพันธะเดิม กับพลังงานที่ได้จากการเกิดพันธะใหม่ ถ้าปฏิกิริยาใด ต้องใช้พลังงานสลายพันธะเดิมมากกว่าพลังงานที่ได้จากการเกิดพันธะใหม่ เรียกว่า ปฏิกิริยาดูดพลังงาน หรือปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) ถ้าปฏิกิริยาใดได้พลังงานจากการเกิดพันธะใหม่มากกว่าพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะเดิม เรียกว่า ปฏิกิริยาคายพลังงาน หรือปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) เช่น ปฏิกิริยา H - H + F - F ⟶ H - F + H - F เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน (Exothermic Reaction) แสดงว่า พลังงานที่ได้จากการเกิดพันธะ H - F 2 พันธะ _____ (มากกว่า/น้อยกว่า) พลังงานที่ใช้สลายพันธะ H - H และ F - F
มากกว่า	ก. 33 ถ้าในปฏิกิริยา $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2\ HCl\ (g)$ เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน แสดงว่า พลังงานที่สลายพันธะเดิมระหว่างอะตอมของกาซไฮโดรเจน รวมกับพลังงานที่สลายพันธะเดิม ระหว่างอะตอมของกาซคลอรีน _____ (มากกว่า/น้อยกว่า) พลังงานที่ได้จากการเกิดพันธะใหม่ของอะตอมของกาซไฮโดรเจน และอะตอมของกาซคลอรีน

น้อยกว่า	ก. 34 การเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากจะเนื่องมาจากการสลายพันธะเดิมและการเกิดพันธะใหม่แล้ว จากทฤษฎีการชนกัน กล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการชนกันของอนุภาค และการชนกันนั้นต้องมีพลังงานเพียงพอ จากทฤษฎีการชนกันของโมเลกุล กล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมี _____ ของอนุภาคและการชนกันนั้นต้องมี _____ เพียงพอ
การชนกัน พลังงาน	ก. 35 พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่อนุภาคจะต้องได้รับเพิ่มขึ้น เพื่อให้เกิดแรงชนกันเพียงพอที่จะให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เรียกว่า พลังงานกระตุ้น (Energy of Activation) พลังงานกระตุ้น (Energy of Activation) คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุด ที่อนุภาคจะต้องได้รับเพิ่มขึ้น เพื่อให้เกิด _____ เพียงพอที่จะทำให้เกิด _____ ได้
แรงชนกัน ปฏิกิริยา	ก. 36 ปฏิกิริยาเคมีต่างชนิดกัน มีพลังงานกระตุ้นต่างกัน ปฏิกิริยาใดที่เกิดช้ามาก แสดงว่า ปฏิกิริยานั้น มีพลังงานกระตุ้นสูงมาก ปฏิกิริยาใดที่เกิดขึ้นเร็ว แสดงว่า ปฏิกิริยานั้นมีพลังงานกระตุ้นต่ำมาก ดังนั้น ปฏิกิริยาที่มี _____ ต่ำกว่า จะเกิดเร็วกว่าปฏิกิริยาที่มี _____

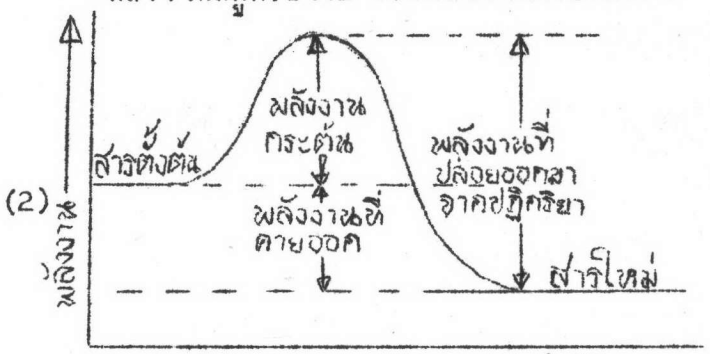
พลังงานกระตุ้น
พลังงานกระตุ้นสูงกว่า

ก. 37

แผนภาพต่อไปนี้ แสดงการใช้พลังงานกระตุ้น และการเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมี



พลังงานที่ดูดเข้าไป หรือพลังงานที่ใช้ไปจริง



พลังงานที่คายออก หรือพลังงานที่ได้รับจริง

แผนภาพ (1) แสดงว่าสารที่เกิดใหม่มีพลังงานมากกว่าสารข้างต้น เป็นปฏิกิริยาที่ดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ

แผนภาพ (2) แสดงว่าสารที่เกิดใหม่มีพลังงานน้อยกว่าสารตั้งต้น เป็นปฏิกิริยาที่คายพลังงานจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อม

นั่นคือ แผนภาพ (1) การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเป็นประเภท _____ (ดูดพลังงาน/คายพลังงาน) เพราะสารที่เกิดใหม่มีพลังงาน _____ (น้อยกว่า/มากกว่า) สารตั้งต้น

แผนภาพ (2) _____ การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเป็นประเภท _____ (ดูดพลังงาน/คายพลังงาน) เพราะสารใหม่มีพลังงาน_____(น้อยกว่า/มากกว่า) สารตั้งต้น

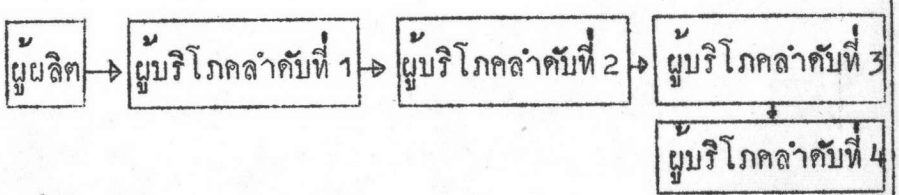
ดูดพลังงาน, มากกว่า คายพลังงาน, น้อยกว่า	ก. 38 จากแผนภาพใน ก. 37 อุณหภูมิเดียวกัน ปฏิกิริยาในแผนภาพ (1) เกิดขึ้นด้วยอัตราเร็ว _____ (น้อยกว่า/มากกว่า) ในแผนภาพ (2) เพราะปฏิกิริยาในแผนภาพ (1) ใช้พลังงานกระตุ้น _____ (น้อยกว่า/มากกว่า) ปฏิกิริยาในแผนภาพ (2)
น้อยกว่า มากกว่า	ก. 39 พลังงานความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงเรียกว่า ความร้อนแฝง (Latent Heat) ดังนั้น ความร้อนแฝง (Latent Heat) คือพลังงานที่ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารชนิดเดียวกัน แต่ต่างสถานะกันมีค่าต่างกัน พลังงานที่ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารชนิดเดียวกัน แต่ต่างสถานะกัน มีค่าต่างกัน เรียกว่า _____
ความร้อนแฝง	ก. 40 ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว คือพลังงานที่เพิ่มให้แก่ของแข็ง และถูกใช้ในการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลในก้อนของแข็ง อุณหภูมิจึงไม่เพิ่มต่อไป จนกระทั่งเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว พลังงานที่ถูกใช้เพื่อทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลในก้อนของแข็ง เรียกว่า _____

ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว	ก. 43 ความร้อนแฝงของการเกิดไอ คือพลังงานที่เพิ่มขึ้นให้แก่ของเหลวและถูกใช้ในการทำลายแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลของของเหลว อุณหภูมิจึงไม่เพิ่ม จนกระทั่งเปลี่ยนจากของเหลวเป็นไอหรือกาซ พลังงานที่ถูกใช้ในการทำลายแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลของของเหลว เรียกว่า _____
ความร้อนแฝงของการเกิดไอ	ก. 42 จาก ก. 40 และ 41 แสดงด้วยแผนภาพ ต่อไปนี้ น้ำแข็ง น้ำ ไอน้ำ จากแผนภาพข้างบนนี้ ถ้าของแข็งคือ น้ำแข็ง ของเหลวคือ น้ำ ไอหรือกาซ คือ ไอน้ำ จะเห็นว่า การให้น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำ และการให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ ต้องเพิ่มพลังงานความร้อนให้แก่น้ำแข็งและน้ำ ตามลำดับ ดังนั้น การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และจากของเหลวเป็นไอหรือกาซ เป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภท _____ (ดูดพลังงาน/คายพลังงาน) จากสิ่งแวดล้อมให้แก่ระบบ

ดูดพลังงาน	ก. 43 ในทางตรงกันข้ามกับ ก. 42 ถ้าจะทำให้ไอน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำ และทำให้น้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง จำเป็นต้องลดพลังงานความร้อนออกจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้น การที่สารเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว และจากของเหลวเป็นของแข็ง เป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภท _____ (ดูดพลังงาน/คายพลังงาน) ออกจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม
คายพลังงาน	ก. 44 พลังงานที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีวิตหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เคลื่อนไหว เล่นกีฬา ทำงาน ดูดซึมอาหาร สังเคราะห์แสง ฯลฯ ได้มาจากขบวนการสลายโมเลกุลอาหารในร่างกาย ขบวนการสลายโมเลกุลอาหารในร่างกาย ทำให้เกิด _____ ที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีวิตหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ
พลังงาน	ก. 45 สารอาหารได้แก่ 1. คาร์โบไฮเดรต คือ แป้ง และน้ำตาล 2. โปรตีน 3. ไขมัน สารอาหารเหล่านี้คือเชื้อเพลิงที่เผาผลาญในร่างกายของสัตว์ทำให้เกิดพลังงานขึ้น เชื้อเพลิงที่เผาผลาญในร่างกายของสัตว์ คือ สารอาหาร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1. _____ คือแป้งและน้ำตาล 2. _____ 3. _____

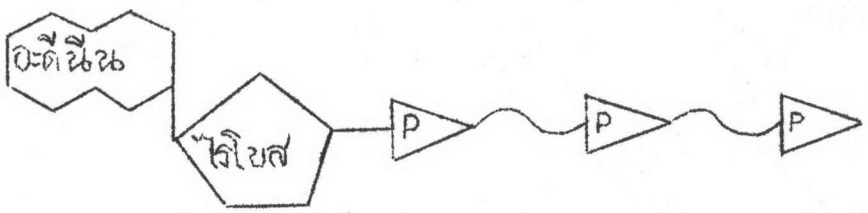
คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน	ก. 46 คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารที่มาจากพืช ซึ่งพลังงานศักย์สูงกว่าโปรตีนและไขมัน ซึ่งเป็นอาหารที่มาจากสัตว์ สารอาหารที่ให้พลังงานศักย์สูงคือ _____
คาร์โบไฮเดรต	ก. 47 การที่พืชเป็นแหล่งที่ให้พลังงานสูงต่อสิ่งมีชีวิตได้ เพราะพืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารโดยอาศัยแสงอาทิตย์ ซึ่งเรียกว่า ขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) คือ ขบวนการที่พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารโดยอาศัย _____
แสงอาทิตย์	ก. 48 ขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืชสีเขียว เขียนเป็นสมการเคมีได้ดังนี้ $\text{กาซคาร์บอนไดออกไซด์} + \text{น้ำ} \xrightarrow[\text{อาทิตย์}]{\text{แสง}} \text{อาหาร} + \text{ออกซิเจน}$ ผลของขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว คือ _____ และ _____

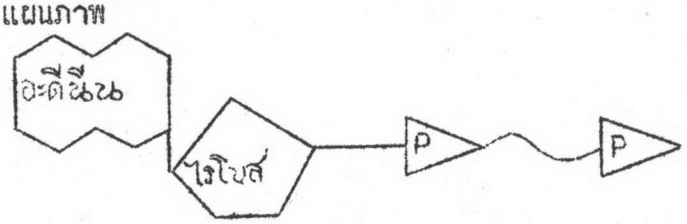
อาหารและออกซิ-เจน	ก.49 จากขบวนการของการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวเขียนเป็นสมการเคมี โดยใช้สูตรโมเลกุลของสารต่าง ๆ ดังนี้ $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{แสงอาทิตย์}} CH_2O + O_2$ CH_2O คือสูตรโมเลกุลของกลูโกส หรือน้ำตาลเชิงเดี่ยวเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยที่สุด คาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยที่สุด ซึ่งเรียกว่ากลูโคสนั้นมีสูตรโมเลกุลคือ _____
CH_2O	ก.50 น้ำตาลกลูโคสหรือCH_2O จะเปลี่ยนเป็นแป้งในขั้นสุดท้ายของขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว อาหารที่เกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว คือ_____
แป้ง	ก. 51 เนื่องจากพืชสีเขียวสามารถสร้างแป้งและน้ำตาลได้ นักวิทยาศาสตร์จึงเรียกพืชสีเขียวนี้ว่า "ผู้ผลิต" (Producer) การที่เรียกพืชสีเขียวว่า "ผู้ผลิต" (Producer) เพราะพืชสีเขียวสามารถสร้าง _____ และ _____

น้ำตาลและแป้ง	ก. 52 นักวิทยาศาสตร์เรียกสัตว์ว่า "ผู้บริโภค" (Consumer) เพราะต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร ผู้บริโภค (Consumer) คือ _____ เพราะต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็น _____
สัตว์ อาหาร	ก. 53 ผู้บริโภค (Consumer) ต้องกินผู้ผลิต (Producer) ดังนั้น สาหร่าย พริก มะเขือ ขนุน จัดเป็น _____ ไก่ วัว เสือ มนุษย์ จัดเป็น _____
ผู้ผลิต ผู้บริโภค	ก. 54 สิ่งมีชีวิตกินอาหารกัน เป็นลำดับต่อเนื่องกันไปในลักษณะห่วงโซ่อาหาร (food chain) เช่น คนกินไก่ ไก่กินแมลง แมลงกินหนอน หนอนกินใบไม้ เป็นต้น ซึ่งเริ่มจากผู้ผลิตถูกกิตโดยผู้บริโภคลำดับที่ 1 ผู้บริโภค ลำดับที่ 1 ถูกกินโดยผู้บริโภค ลำดับที่ 2.... ต่อกันไป จนสิ้นสุดที่คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย แสดงได้ด้วยแผนภาพดังต่อไปนี้  ในที่นี้ ผู้ผลิตคือ_____ ผู้บริโภคลำดับที่ 1 คือ _____ ผู้บริโภคลำดับที่ 2 คือ_____ ผู้บริโภคลำดับที่ 3 คือ _____ ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายคือ_____

ใบไม้ หนอน แมลง ไก่ คน	ก. 55 การกินอาหารของสิ่งมีชีวิตในลักษณะของห่วงโซ่อาหาร พลังงานที่อยู่ในโมเลกุลของอาหาร จะถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิต ไปสู่ผู้บริโภคตามลำดับที่ 1,2,3,.....จนสิ้นสุด การที่ผู้บริโภคกินผู้ผลิต พลังงานจาก_____ถูกถ่ายทอดไปสู่_____ตามลำดับที่ 1,2,3,.....จนสิ้นสุด
ผู้ผลิต ผู้บริโภค	ก. 56 จากผลการวิเคราะห์พบว่า พลังงานที่ถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภคตามลำดับที่ 1,2,3.... จนถึงสิ้นสุดนั้น จะลดปริมาณลงเรื่อย ๆ คือพลังงานที่ผู้บริโภคลำดับที่ 2 ได้รับจากผู้บริโภคลำดับที่ 1 น้อยกว่า พลังงานที่ผู้บริโภค ลำดับที่ 1 ได้รับจากผู้ผลิต ดังนั้นผู้บริโภคลำดับที่ 3 ได้รับจากผู้บริโภคลำดับที่ 2_____กว่าพลังงานที่ผู้บริโภคลำดับที่ 2 ได้รับจากผู้บริโภคลำดับที่ 1
น้อย	ก. 57 คนกินไก่ ไก่กินแมลง แมลงกินหนอน หนอนกินใบไม้ _____ ได้รับพลังงานน้อยที่สุด _____ ได้รับพลังงานมากที่สุด

คน หนอน	ก. 58 ยังมีสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่ง คือ พวกเชื้อรา และแบคทีเรีย ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายซากของพืชและสัตว์ที่ตายให้สลายตัว คลุกเคล้าอยู่ในดิน สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เรียกว่า "ผู้ย่อยอินทรีย์สาร" (decomposer) ผู้ย่อยอินทรีย์สาร (decomposer) คือกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ _____ซากพืช และสัตว์ที่ตาย
ย่อยสลาย	ก. 59 การย่อยสลายของผู้ย่อยอินทรียสาร ทำให้ซากของพืชและสัตว์บางส่วนกลายเป็นปุ๋ย บางส่วนถูกดินและหินทับอยู่เป็นเวลาหลายร้อยปี กลายเป็นน้ำมันปิโตรเลียม อยู่ใต้พื้นดิน มนุษย์นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานได้อีกด้วย คือว่าเป็นผลที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม น้ำมันปิโตรเลียมเป็นผลที่ได้จาก_____ทางอ้อม
พลังงาน แสงอาทิตย์	ก. 60 สรุปได้ว่าพลังงานจากแสงอาทิตย์เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานศักย์ในพืช (ผู้ผลิต) แล้วถ่ายทอดไปสู่สัตว์ (ผู้บริโภค) แสดงได้ด้วยแผนภาพดังต่อไปนี้

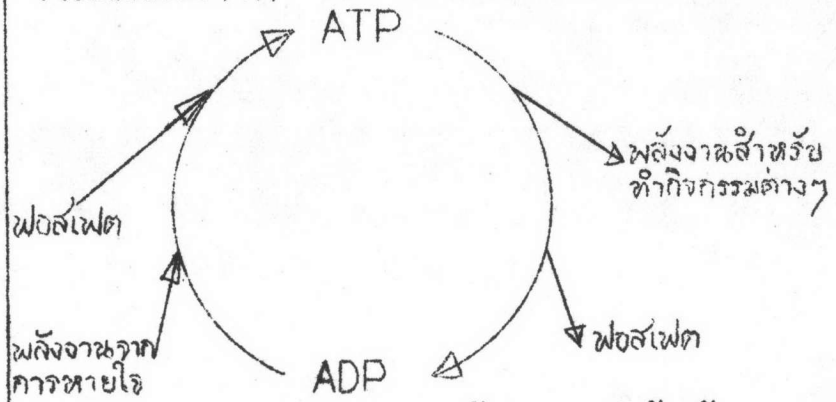
	ก. 61 พลังงานศักย์ในสัตว์นั้นแฝงอยู่ในโมเลกุลอาหาร เมื่อสัตว์หายใจจะเกิดขบวนการสลายโมเลกุลอาหารแล้วเกิดพลังงานขึ้น พลังงานนั้นจะถูกสะสมไว้ในรูปของอินทรียสาร ซึ่งเป็นสารที่มีพลังงานสูง สารนี้มีชื่อว่า อะดีโนซินไตรฟอสเฟต (Adenosine Tri Phosphate) หรือเรียกว่า ATP ATP คือ อินทรียสาร ซึ่งเป็นสารที่มี_____สูง
พลังงาน	ก. 62 โครงสร้างของ ATP 1 โมเลกุลประกอบด้วยอินทรียสาร 2 ชนิดต่อกันคือ อะดีนีน(Adenine) กับไรโบส (Ribose) แล้วต่ออนุมูลฟอสเฟต (Phosphate) อีก 3 กลุ่ม ดังแผนภาพ  ให้ P แทนอนุมูลฟอสเฟต โดยปกติ ถ้าอนุมูลฟอสเฟต (P) อยู่โดด ๆ ตามลำพังจะมีพลังงานต่ำ แต่ในระหว่างหมู่ฟอสเฟตด้วยกันมีพันธะ เคมีที่มีพลังงานสูง ในที่นี้แสดงด้วยเครื่องหมาย จากแผนภาพข้างบน พันธะระหว่างไรโบสกับฟอสเฟต หมู่แรกเป็นพันธะที่มีพลังงานต่ำ ดังนั้นระหว่างฟอสเฟตหมู่ที่ 1 กับฟอสเฟตหมู่ที่ 2 และระหว่างฟอสเฟตหมู่ที่ 2 กับฟอสเฟตหมู่ที่ 3 เป็นพันธะที่มี_____สูง

พลังงาน	ก. 63 ATP เป็นสารที่แตกตัวง่ายและให้พลังงานเมื่อเซลต้องการใช้พลังงานเพื่อทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม ATP จะแตกตัวโดยที่พันธะระหว่างฟอสเฟตหมู่ที่ 2 และหมู่ที่ 3 สลายออกแล้วให้พลังงานออกมา เมื่อเซลต้องการใช้พลังงานพันธะระหว่างฟอสเฟตหมู่ที่ 2 และหมู่ที่ 3 ของ _____ จะสลายออกแล้วให้_____ออกมา
ATP พลังงาน	ก. 64 การแตกตัวของ ATP เพื่อให้พลังงานจะสูญเสียฟอสเฟต 1 หมู่ เหลือฟอสเฟตเพียง 2 หมู่ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า อะดีโนซินไดฟอสเฟต (Adenosine Di Phosphate) หรือเรียกว่า ADP มีโครงสร้างดังแผนภาพ  ADP มีพลังงานต่ำกว่า ATP เมื่อฟอสเฟตหมู่ที่ 3 ของ ATP สลายออก ATP จะเปลี่ยนเป็น _____ ซึ่งมี_____ต่ำกว่า

พลังงาน

ก. 65

เมื่อสัตว์หายใจจะให้พลังงานแก่ ADP อีก ทำให้ ADP เปลี่ยนเป็น ATP อีก นั่นก็คือ ADP จะได้ฟอสเฟตจากการหายใจมาด้วย จึงเปลี่ยนเป็น ATP ได้ วนเวียนกันเป็นวงจรดังแสดงด้วยแผนภาพ



เราสามารถเขียนสมการให้ครบบริบูรณ์ได้ดังนี้

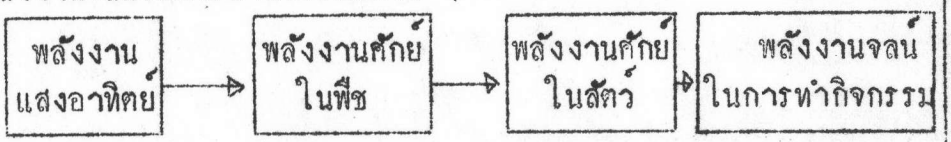
(1) ATP $\xrightarrow{\text{สลาย}}$ _____ + ฟอสเฟต + พลังงาน

(2) ADP + ฟอสเฟต + พลังงาน $\longrightarrow$ _____

ก. 66

สรุปได้ว่าขบวนการหายใจหรือขบวนการสลายโมเลกุลอาหารก็เป็นขบวนการที่เปลี่ยนรูปพลังงานศักย์ในโมเลกุลอาหาร เป็นพลังงานจลน์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งพลังงานศักย์ในโมเลกุลอาหารก็มาจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นต้น กำเนิดมาสู่พืช (ผู้ผลิต) และสัตว์ (ผู้บริโภค) ถ่ายทอดกันมาตามลำดับ

ดังแผนภาพแสดงการถ่ายทอดพลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานศักย์ในพืช, พลังงานศักย์ในสัตว์, และพลังงานจลน์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ



ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม (Pre-test and Post-test) เรื่อง "พลังงาน"

ผนวก ค.

แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

<u>ข้อทดสอบเรื่องพลังงาน</u> (30 ข้อ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก)

1. แรงมีสมบัติในข้อใด
   ก. สามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้
   ข. หน่วยของแรงเป็นกิโลกรัมและนิวตัน
   ค. มีทั้งขนาดและทิศทางซึ่งใช้ความยาวของเส้นตรงและหัวลูกศรแทนได้
   ง. มีสมบัติทั้ง ก, ข และ ค
2. พลังงานทำให้เกิดผลในข้อใด
   ก. การเปลี่ยนสถานะของสสาร
   ข. การเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของเหหวัตถุ
   ค. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร
   ง. เกิดทั้ง ก.ข.ค.
3. พลังงานมีสมบัติข้อใด
   ก. มีการถ่ายเทได้
   ข. มีการเปลี่ยนรูปได้
   ค. ไม่สูญหายไปไหนได้
   ง. ทั้ง ก.ข.ค.
4. นายดำทำงานในข้อใด
   ก. นั่งอ่านหนังสืออยู่ 2 ชั่วโมง
   ข. ว่ายน้ำจากริมสระด้านหนึ่งไปยังริมสระอีกด้านหนึ่ง
   ค. หิ้วของหนัก 5 กิโลกรัมเดินจากตลาดไปบ้านเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร
   ง. ไม่ได้ทำงาน ทั้ง ก.ข.ค.

5. ใครทำงานมากที่สุด

ก. นายแดงผลักต้นไม้ใหญ่

ข. นายขาวเดินไปตามถนน

ค. เด็กผู้หญิงวิ่งขึ้นภูเขา

ง. ม้าลากรถบรรทุกซึ่งหนักเกินตัวจนเคลื่อนที่ไม่ไหว

6. พลังงานข้อใดได้จากดวงอาทิตย์

ก. รังสีอุลตราไวโอเลต

ข. รังสีเอกซ์

ค. คลื่นวิทยุ

ง. ทั้ง ก.ข.ค.

7. ในการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว พลังงานจากแสงอาทิตย์ถูกสะสมไว้ในรูปของพลังงานอะไร

ก. พลังงานเคมี

ข. พลังงานศักย์

ค. พลังงานกล

ง. ทั้ง ก.ข.ค.

8. วัตถุที่อยู่ในที่สูงจะมีพลังงานชนิดใดมากกว่าวัตถุที่อยู่ในที่ต่ำกว่า

ก. พลังงานศักย์

ข. พลังงานจลน์

ค. พลังงานกล

ง. พลังงานแสงอาทิตย์

9. พลังงานของวัตถุขณะที่เคลื่อนที่คือพลังงานอะไร

ก. พลังงานศักย์

ข. พลังงานจลน์

ค. พลังงานกล

ง. พลังงานแสงอาทิตย์

10. เมื่ออัดลวดสปริงให้หดสั้นเข้าไปพลังงานศักย์ในลวดปริงจะเป็นอย่างไร

ก. หายไป

ข. ค่าเพิ่มขึ้น

ค. ค่าลดลง

ง. ค่าเท่าเดิม

11. ชายคนหนึ่งยกหนังสือเล่มหนึ่งไปวางบนชั้น เหตุการณ์นี้ พลังงานรูปใดเปลี่ยนเป็นรูปใด

ก. พลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์

ข. พลังงานจลน์นั้นเป็นพลังงานศักย์

ค. พลังงานกลเป็นพลังงานจลน์

ง. พลังงานเคมีเป็นพลังงานศักย์

12. เมื่อผลักหนังสือไปบนพื้นราบที่ขรุขระ พลังงานจะเปลี่ยนรูปอย่างไร

ก. พลังงานจลน์ของหนังสือเปลี่ยนไปเป็นพลังงานศักย์

ข. พลังงานศักย์ของหนังสือเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

ค. พลังงานจลน์ของหนังสือเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

ง. ความร้อนถ่ายเทไปเป็นพลังงานกลของหนังสือ

13. เมื่อยิงลูกธนูจากคันธนู มีการเปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ก. พลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ข. พลังงานเคมีเป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ค. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานจลน์

ง. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานจลน์

14. เทหวัตถุอย่างหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง
    ก. พลังงานศักย์คงที่
    ข. พลังงานจลน์คงที่
    ค. พลังงานกลคงที่
    ง. ไม่มีพลังงานชนิดใดคงที่
15. ข้อใดแสดงความแตกต่างระหว่างพลังงานศักย์และพลังงานจลน์
    ก. ลักษณะการทำงาน
    ข. แหล่งกำเนิดของพลังงาน
    ค. ปริมาณของพลังงาน
    ง. ขนาดของวัตถุที่พลังงานเกี่ยวข้องด้วย
16. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีข้อใดเกิดจากพลังงานกลโดยตรง
    ก. การเตรียมกาซออกซิเจนจากการเผาโปตัสเซียมคลอเรต
    ข. การระเบิดของไอน้ำมันในเครื่องยนต์
    ค. การลุกไหม้ของหัวไม้ขีดไฟ
    ง. การระเบิดของไนโตรโซกลีเซอรีน
17. พลังงานข้อใดใช้ในการกลั่นของเหลว
    ก. พลังงานความร้อน
    ข. พลังงานเคมี
    ค. พลังงานศักย์
    ง. พลังงานจลน์
18. พลังงานข้อใดใช้ในการทดสอบความเป็นกรดหรือเบสของของเหลว
    ก. พลังงานความร้อน
    ข. พลังงานเคมี
    ค. พลังงานไฟฟ้า
    ง. พลังงานจลน์

19. พลังงานข้อใดใช้ในการตกผลึก

ก. พลังงานความร้อน

ข. พลังงานเคมี

ค. พลังงานไฟฟ้า

ง. พลังงานจลน์

20. การเปลี่ยนรูปพลังงานตามข้อใดเกิดขึ้นในการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว

ก. พลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี

ข. พลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน

ค. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมี

ง. พลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน

21. ข้อใดถือว่าเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

ก. กลูโคส

ข. แลกโตส

ค. มอลโตส

ง. ฟรุกโตส

22. เมื่อมนุษย์กินอาหาร อาหารให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายและทำให้มนุษย์สามารถทำงานหรือเล่นกีฬาได้ พลังงานในอาหารถูกเปลี่ยนจากรูปใดเป็นรูปใด

ก. พลังงานเคมี ——→ พลังงานความร้อน

ข. พลังงานเคมี ——→ พลังงานกล

ค. พลังงานเคมี ——→ พลังงานความร้อน + พลังงานกล

ง. พลังงานแสง ——→ พลังงานความร้อน + พลังงานผล

23. ในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต เกิดการเปลี่ยนแปลงในข้อใด

ก. พลังงานเคมี ——→ พลังงานความร้อน

ข. พลังงานความร้อน ——→ พลังงานเคมี

ค. พลังงานศักย์ ——→ พลังงานเคมี

ง. พลังงานศักย์ ——→ พลังงานจลน์

24 ATP คือ

ก. สารรับพลังงาน

ข. สารรับหมู่ฟอสเฟต

ค. สารให้หมู่ฟอสเฟต

ง. เอนไซม์เกี่ยวกับการหายใจ

25. ในกระบวนการหายใจ พลังงานที่ปล่อยออกมาจะถูกเก็บโดย

ก. อะดีโนซีน โมโนฟอสเฟต

ข. อะดีโนซีน ไดฟอสเฟต

ค. อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต

ง. สารอื่นที่ไม่ใช่ ก.ข.ค.

26. ข้อใดแสดงลำดับของการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อจุดไม้ขีดให้ติดไฟ

ก. เคมี ——→ กล ——→ ความร้อน ——→ แสง

ข. กล ——→ เคมี ——→ ความร้อน ——→ แสง

ค. เคมี ——→ กล ——→ แสง ——→ ความร้อน

ง. ความร้อน ——→ เคมี ——→ แสง ——→ กล

27. การเปลี่ยนสถานะข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

ก. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว

ข. ของเหลวเปลี่ยนเป็นก๊าซ

ค. ของแข็งเปลี่ยนเป็นก๊าซ

ง. ก๊าซเปลี่ยนเป็นของเหลว

28. สารใหม่ที่เกิดจากปฏิกริยาดูดความร้อน จะมีพลังงานเคมีในตัวเมื่อเทียบกับพลังงานเคมีในสารเคมี ที่ทำปฏิกริยากันเป็นอย่างไร

ก. น้อยลง

ข. มากขึ้น

ค. เท่าเดิม

ง. ไม่แน่นอน

29. ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิตอย่างถูกต้อง

ก. แสงจากดวงอาทิตย์ ——→ เคมี ——→ ความร้อน

ข. แสงจากดวงอาทิตย์ ——→ ความร้อน ——→ เคมี

ค. เคมี ——→ ความร้อน ——→ แสงจากดวงอาทิตย์

ง. ความร้อน ——→ แสงจากดวงอาทิตย์ ——→ พลังงานเคมี

30. ในการถ่ายทอดพลังงาน ในห่วงโซอาหาร พลังงานศักย์ จะถูกถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ในอัตราน้อยที่สุดในข้อใด

ก. ผู้ผลิต ——→ ผู้บริโภคที่กินพืช

ข. ผู้บริโภคที่กินพืช ——→ ผู้บริโภคที่กินสัตว์

ค. ผู้บริโภคที่กินสัตว์ ——→ ผู้บริโภคที่กินสัตว์

ง. ผู้บริโภคที่กินพืช ——→ ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์

ภาคผนวก ง.

การหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง พลังงาน

ภาคผนวก ง.

สูตรทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการคำนวณ

การหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตร[1]

$$P = \frac{U + L}{2n} \times 100$$

$$D = \frac{U - L}{n}$$

P = ค่าระดับความยาก

D = ค่าอำนาจจำแนก

U = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

n = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

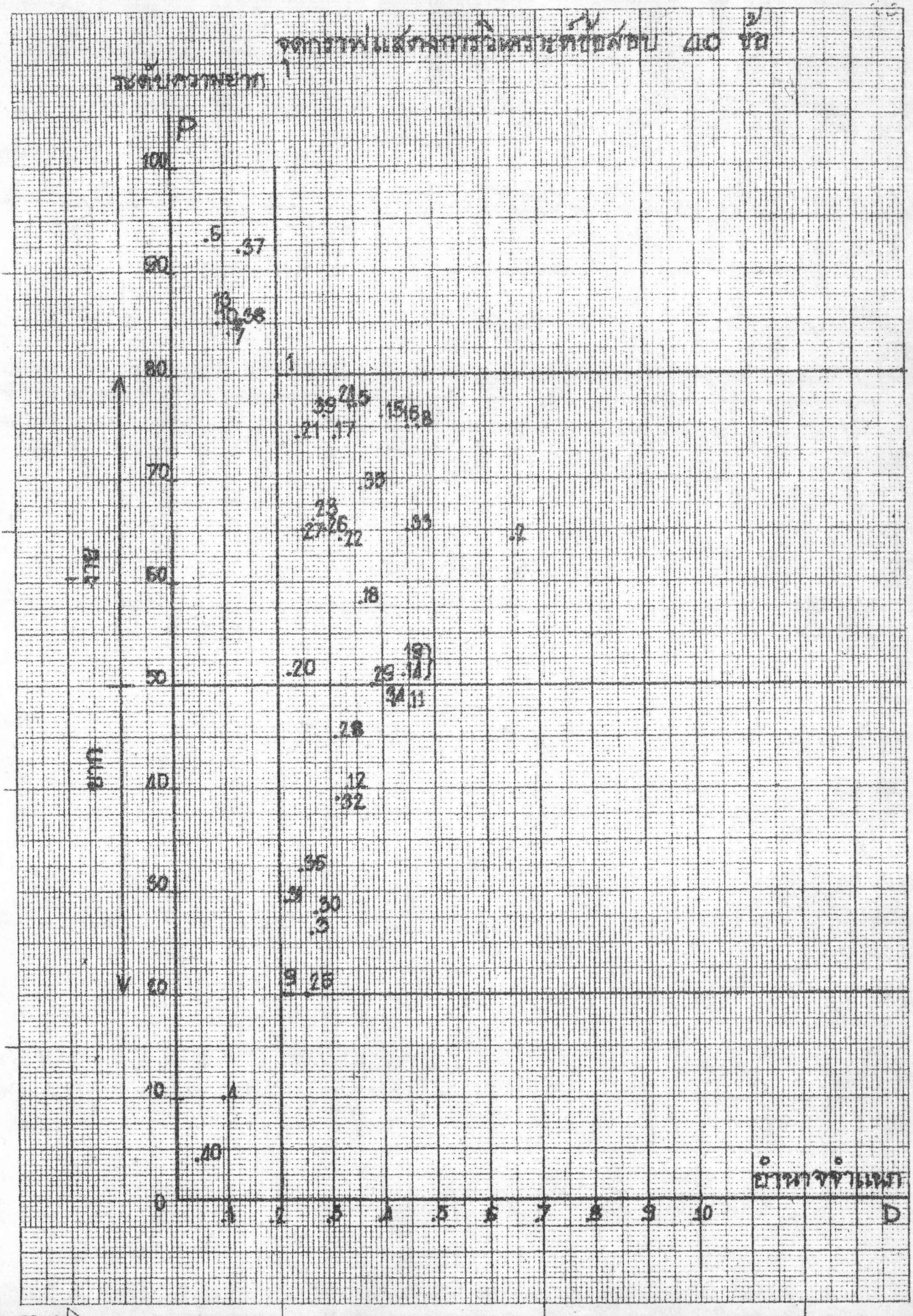
---

[1]Norman E. Gronlund, Constructing Achievement Tests (Englewood Cliff, New York: Prencice-Hall, Inc., 1968), p. 87.

ระดับความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบสอบ

ข้อที่	U	L	$P=\frac{U+L}{2n}$ x100	$D=\frac{U-L}{n}$	ข้อที่	U	L	$P=\frac{U+L}{2n}$ x 100	$D=\frac{U-L}{n}$
1*	50	38	80	.22	21*	47	34	74	.24
2*	53	17	64	.65	22*	44	26	64	.32
3*	21	7	26	.26	23*	44	29	66	.27
4	8	3	10	.09	24*	52	33	77	.34
5*	52	33	77	.35	25*	18	4	20	.25
6	53	49	93	.07	26*	44	28	65	.29
7	49	43	84	.11	27*	43	29	65	.25
8*	54	28	75	.47	28*	33	16	45	.31
9*	17	6	21	.20	29*	38	17	50	.38
10	49	44	85	.09	30*	23	8	28	.27
11*	39	14	48	.45	31	19	13	29	.11
12*	31	13	40	.33	32*	30	13	39	.31
13	50	45	86	.09	33*	48	23	65	.45
14*	40	16	51	.44	34*	38	15	48	.42
15*	53	31	76	.40	35*	48	28	69	.36
16*	54	29	75	.45	36*	24	11	32	.24
17*	49	32	74	.31	37	54	47	92	.13
18*	42	22	58	.36	38	49	44	85	.09
19*	40	16	51	.44	39*	50	34	76	.29
20*	34	22	51	.22	40	3	1	4	.04

จากตารางจะเห็นว่า จากข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ มีอยู่ 31 ข้อที่มีระดับความยากอยู่ระหว่าง 20 - 80 % และอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (มีเครื่องหมาย *) จึงเลือกไว้เป็นแบบสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน 30 ข้อ ยกเว้นข้อ 9


จุดกราฟแสดงการวิเคราะห์ข้อสอบ ตอน ข้อ
ระดับความยาก
P
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
V
D
.5
.37
.46
.7
.39
.21
.17
.15
.8
.35
.23
.27
.26
.22
.33
.2
.18
.20
.14
.34
.11
.28
.12
.32
.36
.30
.3
.25
.4
.40
.1
.2
.3
.4
.5
.6
.7
.8
.9
1.0

การหาความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบ

ใช้สูตรของ Kuder Richardson สูตร 21[2]

$$K r_{21} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{M\,(K - M)}{K.\,\sigma^2}\right]$$

K = จำนวนข้อสอบของแบบสอบทั้งหมด

M = คะแนนเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

σ^2 = ความแปรปรวนของคะแนน

ผลปรากฏว่า ได้ค่าความเที่ยง = 0.76

---

[2]Robert L. Ebel, Essential of Education Measurement (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1972), p. 418.

คะแนน (X)	ความถี่ (f)	X^2	fX	fX^2
11	1	121	11	121
12	2	144	24	288
13	1	169	13	169
14	1	196	14	196
15	3	225	45	675
16	3	256	48	768
17	5	289	85	1445
18	4	324	72	1296
19	4	361	76	1444
20	5	400	100	2000
21	4	441	84	1764
22	6	484	132	2904
23	6	529	138	3174
24	9	576	216	5184
25	12	625	300	7500
26	20	676	520	13520
27	13	729	351	9477
28	10	784	280	7840
29	6	841	174	5046
30	1	900	30	900
ผลรวม (Σ)	$\Sigma f = 116$		$\Sigma fX = 2713$	$\Sigma fX^2 = 65711$

มัชฌิมเลขคณิต

$$\Sigma fX = 2713$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{\Sigma f} = \frac{2713}{116} = 23.3879$$

มัชฌิมเลขคณิต = 23.39

= คะแนนเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

$\Sigma fX^2 = 65711$

$S.D. = \sqrt{\frac{65711}{116} - \left(\frac{2713}{116}\right)^2}$

$= \sqrt{566.474 - (23.388)}$

$= \sqrt{566.474 - 546.9985}$

$S.D. = \sqrt{19.4755}$

$S.D.^2 = \sigma^2 = 19.48$

ความเที่ยง (reliability)

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

Kr_{21} = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง (reliability coefficient)

K = จำนวนข้อทดสอบในแบบสอบ = 30

M = คะแนนเฉลี่ย = 23.39

σ^2 = ความแปรปรวนของคะแนน = 19.39

แทนค่า

$$Kr_{21} = \frac{30}{30-1}\left[1 - \frac{23.39\ (30 - 23.39)}{30 \times 19.48}\right]$$

$$= \frac{30}{29}\left[1 - \frac{23.39 \times 6.61}{30 \times 19.48}\right]$$

$$= \frac{30}{29}\left[1 - \frac{154.6079}{584.4}\right]$$

$$= \frac{30}{29}\left[1 - .264\right]$$

$$Kr_{21} = \frac{30}{29} \times .736 = 0.7613$$

สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของข้อสอบ = 0.76

การทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังบทเรียน

คนที่	คะแนน Pre Test	คะแนน Post Test	คะแนน Post Test - Pre Test (d)	d^2
1	12	23	11	121
2	17	26	9	81
3	17	25	8	64
4	9	21	12	144
5	13	24	11	121
6	8	20	12	144
7	12	23	11	121
8	15	27	12	144
9	16	26	10	100
10	18	27	9	81
11	14	25	11	121
12	14	26	12	144
13	18	27	9	81
14	10	24	14	196
15	13	25	12	144
16	19	28	9	81
17	16	27	11	121
18	9	23	14	196
19	12	23	11	121
20	15	26	11	121
21	16	27	11	121
22	15	25	10	100
23	14	26	12	144
24	13	24	11	121
25	14	25	11	121

คนที่	คะแนน Pre Test	คะแนน Post Test	คะแนน Post Test - Pre Test (d)	d^2
26	12	26	14	196
27	14	26	12	144
28	11	24	13	169
29	8	23	15	225
30	6	22	16	256
31	15	25	10	100
32	16	25	9	81
33	16	27	11	121
34	14	26	12	144
35	17	28	11	121
36	19	29	10	100
37	14	27	13	169
38	20	28	8	64
39	15	27	12	144
40	9	23	14	196
41	10	22	12	144
42	12	25	13	169
43	16	25	9	81
44	10	26	16	256
45	17	29	12	144
46	14	25	11	121
47	13	24	11	121
48	18	29	11	121
49	14	27	13	169
50	15	25	10	100

คนที่	คะแนน Pre Test	คะแนน Post Test	คะแนน Post Test - Pre Test (d)	d^2
51	11	19	8	64
52	15	27	12	144
53	15	29	14	196
54	12	28	16	256
55	16	27	11	121
56	15	26	11	121
57	15	28	13	169
58	13	27	14	196
59	13	26	13	169
60	15	29	14	196
61	13	26	13	169
62	12	27	15	225
63	13	26	13	169
64	13	26	13	169
65	11	23	12	144
66	12	26	14	196
67	15	27	12	144
68	14	27	13	169
69	15	28	13	169
70	14	26	12	144
71	13	27	14	196
72	14	25	11	121
73	12	25	13	169
74	14	26	12	144
75	15	25	10	100

คนที่	คะแนน Pre Test	คะแนน Post Test	คะแนน Post Test - Pre Test (d)	d^2
76	17	28	11	121
77	15	24	9	81
78	16	25	9	81
79	8	21	13	169
80	10	21	11	121
81	10	20	10	100
82	10	25	15	225
83	14	26	12	144
84	10	27	17	289
85	12	24	12	144
86	11	23	12	144
87	11	24	13	169
88	15	28	13	169
89	11	28	17	289
90	16	27	11	121
91	14	26	12	144
92	14	27	13	169
93	11	25	14	196
94	12	27	15	225
95	14	28	14	196
96	13	26	13	169
97	17	25	8	164
98	14	27	13	169
99	16	28	12	144
100	14	27	13	169
N=100	1359	2559	$\sum d = 1200$	$\sum d^2 = 14782$

H_0 : ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน

H_1 : มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน

คะแนนเฉลี่ย $\bar{d} = \frac{\Sigma d}{N}$

$= \frac{1200}{100} = 12.00$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D._d = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{N} - \left[\frac{\Sigma d}{N}\right]^2}$

$= \sqrt{\frac{14782}{100} - \left[\frac{1200}{100}\right]^2}$

$= \sqrt{147.82 - (12)^2}$

$= \sqrt{147.82 - 144}$

$= \sqrt{3.82}$

$S.D._d = 1.95$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ย = $\sigma_{\bar{d}}$

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

$$= \frac{1.95}{\sqrt{100-1}}$$

$$= \frac{1.95}{\sqrt{99}}$$

$$= \frac{1.95}{9.95}$$

$$= 0.196$$

อัตราส่วนวิกฤต (z) คำนวณจากสูตร[3]

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

$$= \frac{12.00}{0.196} = 61.22$$

z ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 มีค่า 2.58

z ที่คำนวณได้มากกว่า 2.58 จึง reject Ho

ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน

---

[3]ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515, หน้า 92-96.

ภาคผนวก จ.

ตารางแสดงผลการทดลอง

ผนวก จ.

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
1	1.10	ทำได้ทันที	ง่าย		
2	1.20	ทำได้ทันที	ง่าย		
3	1.15	ทำได้	ง่าย		
4	1.30	ทำได้	ง่าย		
5	1.10	ทำได้	ง่าย		
6	1.05	ทำได้	ง่าย		
7	1.30	ทำได้ช้าลง	เข้าใจ		
8	1.30	ทำได้	คำตอบที่ให้เติมยาวไป	✓	เติม 2 แห่ง
9	1.30	ทำได้	เข้าใจง่าย		
10	1.20	ทำได้	กรอบสั้นดี	✓	
11	1.20	อ่านซ้ำแล้วตอบ	กรอบยาวไป	✓	
12	1.30	ทำได้	ตอนแรกงง	✓	
13	1.30	ตอบผิด	ไม่เข้าใจ	✓	
14	1.35	ทำได้ช้า	ไม่ค่อยเข้าใจ	✓	เติม 2 แห่ง
15	1.20	ทำได้ช้า	ไม่ยาก		
16	1.40	อ่านซ้ำ 3 ครั้งแล้วตอบ	อ่านแล้วงงและยาวไป	✓	เติม 2 แห่ง
17	1.35	อ่านซ้ำแล้วตอบถูก	ควรยกตัวอย่างใหม่	✓	

ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
18	1.40	ทำได้ช้า	ไม่ค่อยเข้าใจ	✓	
19	1.10	ทำได้	ไม่ยาก		
20	1.20	ทำได้	ไม่ง่ายแต่ไม่ยาก		
21	1.15	ทำได้	ง่าย		
22	1.40	อ่านซ้ำตอบได้ใกล้เคียง	กรอบยาว, คำตอบก็ยาว	✓	
23	1.20	ทำได้ทันที	พอเข้าใจ	✓	
24	1.25	ทำได้ทันที	เข้าใจง่าย		
25	1.20	ทำได้	ไม่ค่อยเข้าใจแต่ทราบว่าจะตอบอย่างไร	✓	
26	1.30	ตอบได้ใกล้เคียง	เป็นความรู้ใหม่จึงเข้าใจได้ช้า	✓	
27	1.40	อ่านซ้ำแล้วตอบถูก	เข้าใจยากหน่อย	✓	
28	1.35	ตอบได้ใกล้เคียง	ไม่ง่าย แต่พอเข้าใจได้	✓	
29	1.40	อ่านช้าและซ้ำแต่ทำได้	สมการเคมีทำให้งง	✓	
30	1.45	อ่านช้าและตอบผิด	ไม่เข้าใจคำถาม	✓	ต้องอธิบายให้ฟัง
31	1.40	อ่านนานและไม่ตอบ	ยากเกินไป	✓	
32	1.45	อ่านนานและตอบได้ใกล้เคียง	กรอบยาวและมีศัพท์ภาษาอังกฤษทำให้สนใจ	✓	

ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
33	1.30	อ่านผ่านไปแล้ว	ไม่เข้าใจ	✓	ต้องอธิบายให้ฟัง
34	1.15	ทำได้	ยากเล็กน้อย	✓	
35	1.40	ทำถูก 1 แห่ง ทำผิด 1 แห่ง	ยาก	✓	
36	1.40	อ่านช้าและอ่าน	เข้าใจได้ยาก	✓	
37	1.45	อ่านนานตอบได้ใกล้เคียง	กรอบยาวเกินไปและไม่เข้าใจรูป	✓	
38	1.35	อ่านช้าและทำได้	ไม่ยาก		
39	1.30	ทำได้	เข้าใจดี		
40	1.25	ทำได้ทันที	เข้าใจดี		
41	1.20	ทำได้ทันที	เข้าใจดี		
42	1.40	อ่านช้า ตอบถูก	มีรูปแสดงชัดเจนดี		
43	1.20	อ่านช้า ตอบถูก	ไม่ยาก		
44	1.25	ทำได้ทันที	เกี่ยวกับร่างกายเคยผ่านมาจึงตอบได		
45	1.30	ทำได้ทันที	กรอบยาวก็จริงแต่เข้าใจง่าย		
46	1.15	ทำได้ทันที	กรอบสั้นดี		
47	1.20	อ่านช้า ทำได้	ไม่ยาก		
48	1.25	อ่านช้า ทำได้	พอเข้าใจได้		

ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
49	1.35	อ่านซ้ำ 3 ครั้ง ทำได	มีสูมุการ เคมี ไมคอยชอบ		
50	1.15	ทำได้ทันที	กรอบสั้นดี ถาม ชัดเจนดี		
51	1.15	ทำได้ใกล้เคียง	กรอบสั้นุ แต่งง นิดุหนอย		
52	1.20	ทำได้ทันที	ไมยาก		
53	1.15	ทำได้ทันที	ไม่ยาก		
54	1.45	ตอบสลับที่กัน	กรอบยาวุเกินไป ทำใหงง		
55	1.40	ทำได้ชุ้า	เข้าใจ		
56	1.50	ทำได้แต่อานนาน	ยกตัวอยางยาวไป		
57	1.35	ทำได้แต่ชา	ต้องเรียงลำดับ จึงุชา		
58	1.10	ทำได้	ไมุยาก		
59	1.05	ทำได้ทันที	งายุ		
60	1.40	อานชา	สงสัยที่ไมมีคำถาม		อธิบายให้ทราบุว่าเป็นความรูที่ให้ไว
61	1.40	อ่านช้า ทำได้	มีตัวย่อของศัพท์ภาษาอังกฤษจึงทำใหงงุกอน		
62	1.45	อ่านนานและซ้ำ แต่ทำได้	งงเกี่ยวกับศัพท์ภาษาอังกฤษอีก		
63	1.50	ต้องย้อนุไปดู กรอบที่ผานมา	ยังงงอยู่		

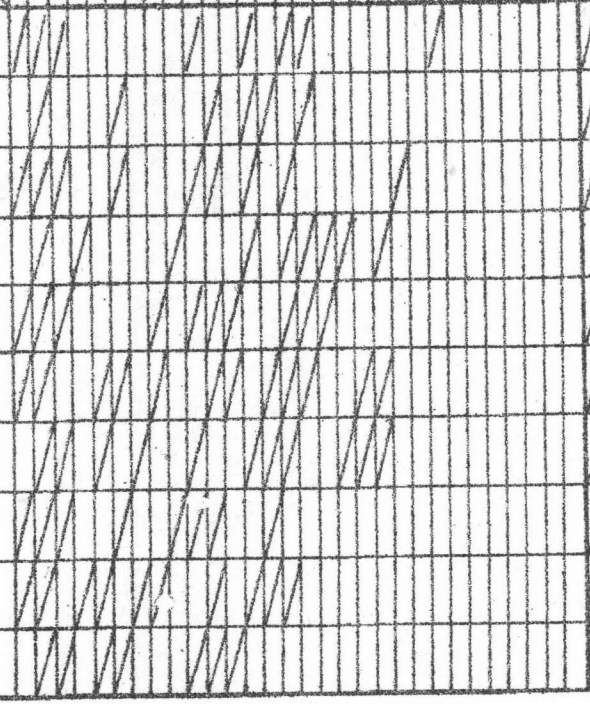
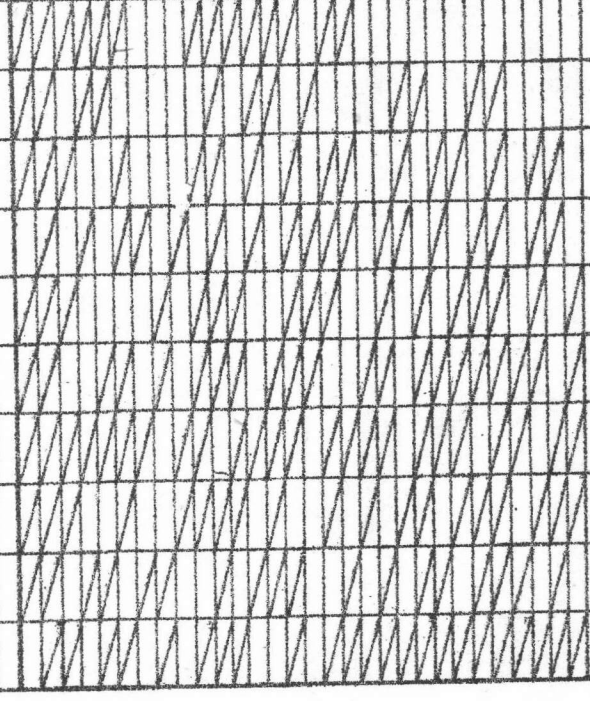
ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ต้องปรับปรุง	หมายเหตุ
64	1.50	อ่านช้าและตอบผิด	มีศัพท์ภาษาอังกฤษเพิ่มอีกจึงรู้สึกยากขึ้น		
65	1.50	อ่านช้าและตอบผิด	ยากเพราะแผนภาพซับซ้อน		
66	1.50	อ่านช้าและซ้ำ 2 ครั้ง	สรุปยาวไป		

ตารางที่ 2 ผลการทดลองขั้นกลุ่มเล็ก

คนที่	อายุ	เพศ	คะแนนทดสอบก่อนเรียนบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียนบทเรียน		คะแนนความก้าวหน้า		คะแนนบทเรียนร้อยละ	เวลาที่ใช้ (นาที)
			คะแนน (30)	ร้อยละ	คะแนน (30)	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ		
1	อายุเฉลี่ย 17 ปี	หญิง	8	26.67	14	46.67	6	20.00	87.88	65
2		หญิง	6	20.00	12	40.00	6	20.00	89.90	79
3		หญิง	9	30.00	16	53.33	7	23.33	95.96	70
4		หญิง	9	30.00	18	60.00	9	30.00	75.76	66
5		หญิง	10	33.33	17	56.67	7	23.33	81.82	60
6		หญิง	12	40.00	21	70.00	9	30.00	97.98	72
7		หญิง	11	36.67	24	80.00	13	43.33	94.95	58
8		หญิง	8	26.67	19	63.33	11	36.67	98.99	62
9		หญิง	10	33.33	18	60.00	8	26.67	96.97	55
10		หญิง	7	23.33	23	76.67	16	53.33	96.97	50
รวม			90	300	182	606.67	92	306.66	917.18	508
เฉลี่ย			9.0	30.00	18.20	60.67	9.2	30.67	91.72	50.8

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียนของการทดสอบกลุ่มเล็ก

ข้อ / คนที่	ข้อที่ทำถูก (PRE TEST)	ข้อที่ทำถูก (POST TEST)	คะแนน PRE TEST	คะแนน POST TEST	คะแนนความก้าวหน้า
1			8	14	6
2			6	12	6
3			9	16	7
4			9	18	9
5			10	17	7
6			12	21	9
7			11	24	13
8			8	19	11
9			10	18	8
10			7	23	16

หมายเหตุ เครื่องหมาย / หมายถึงข้อที่ทำถูก

ตารางที่ 4 วิเคราะห์บทเรียนแบบโปรแกรม

กรอบที่ \ คำถามที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1		X																			
2																	X				
3	X				X																
4.1									X												
4.2																					
5																					
6																					
7																					
8.1																					
8.2													X	X							
9																					
10																					
11.1																					
11.2																					
12.1																					
12.2																					
13.1		X								X	X	X		X			X		X	X	
13.2		X								X	X	X		X			X		X	X	
14.1					X													X		X	
14.2					X													X		X	
14.3					X													X		X	
15.1														X							
15.2														X							
15.3														X							

กรอบคำถาม \ คำตอบที่	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1													X								
2		X																			
3			X																		
4.1		X							X		X	X									
4.2									X			X									
5									X												
6	X																X				
7									X				X								
8.1		X																			
8.2		X		X										X							
9				X																	
10				X																	
11.1	X									X						X					
11.2			X						X					X							
12.1																					
12.2																					
13.1		X		X			X		X				X							X	X
13.2		X		X			X		X				X							X	X
14.1													X								
14.2													X								
14.3													X								
15.1													X								
15.2													X								
15.3													X								

กรอบที่ \ คนที่	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
1																					
2																					
3									X		X								X	X	
4.1		X								X											
4.2																					
5																					
6																					
7																					
8.1									X												
8.2																					X
9																					
10																					
11.1																					
11.2																					
12.1																					
12.2																					
13.1	X							X	X					X			X				X
13.2	X							X	X					X			X				X
14.1	X						X												X		
14.2	X						X												X		
14.3	X						X												X		
15.1		X																			
15.2		X																			
15.3		X																			

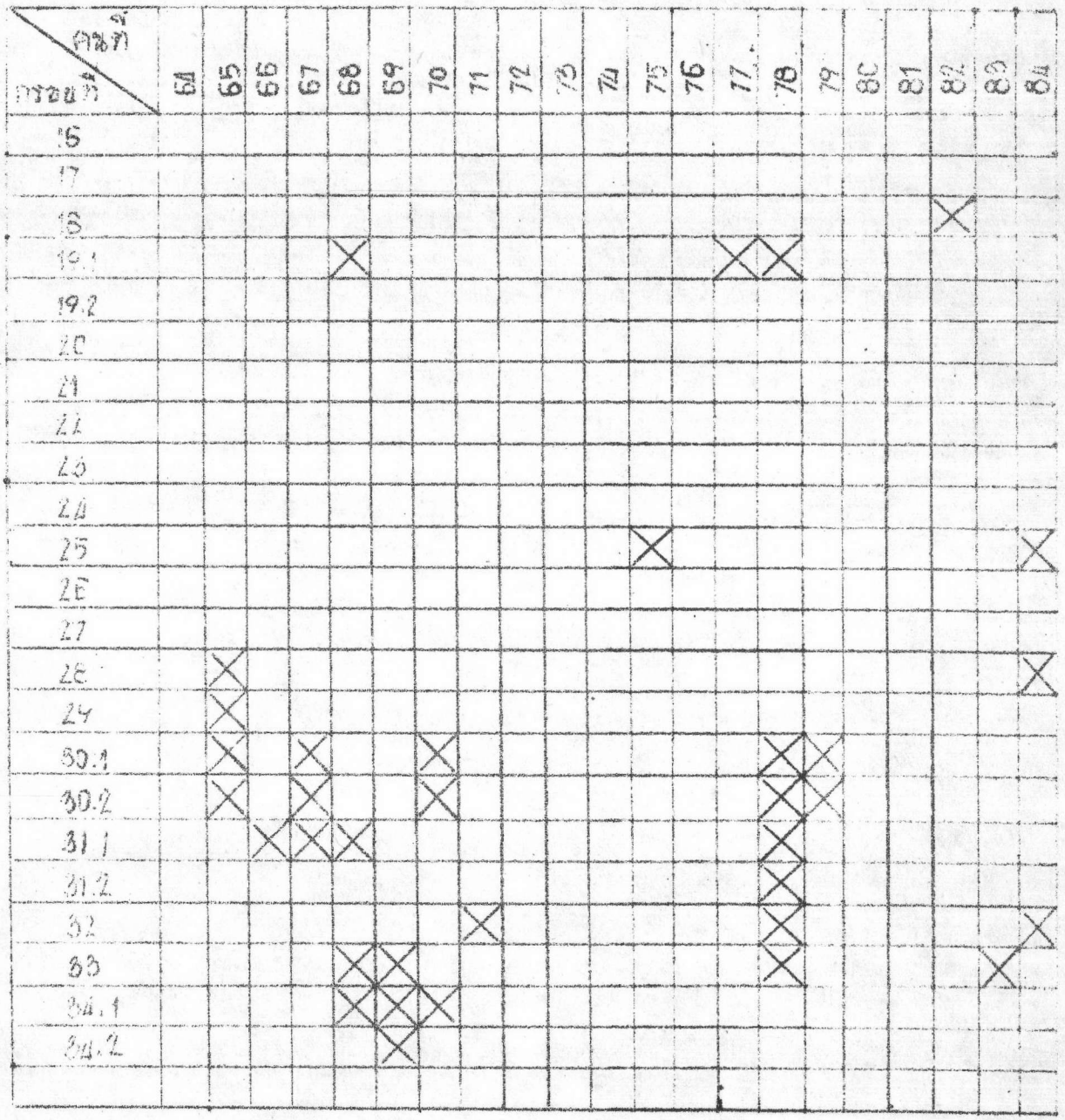
กรอบที่ \ คำที่	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
1																					
2																					
3																					
4.1																					
4.2																					
5																					
6																					
7																					
8.1																					
8.2																					
9																				X	
10		X																			X
11.1																					
11.2		X																			X
12.1																	X				
12.2																	X				
13.1									X					X	X	X			X		X
13.2														X	X	X			X		X
14.1	X			X											X						
14.2	X			X											X						
14.3	X			X											X						
15.1																					
15.2																					
15.3																					

ลำดับที่ / ตัวที่	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
1																	98
2																	98
3		X							X	X							90
4.1																	93
4.2																	98
5																	99
6																	98
7																	98
8.1																X	97
8.2			X													X	92
9														X			97
10																	97
11.1																	97
11.2																	95
12.1																	99
12.2																	99
13.1	X	X	X				X		X	X		X	X				65
13.2	X	X	X				X		X	X		X	X				66
14.1		X		X				X		X			X				85
14.2		X		X				X		X			X				85
14.3		X		X				X		X			X				85
15.1																	97
15.2																	97
15.3																	97

กรอบที่ \ คลาสที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
16																	X				
17																					
18																					
19.1																					X
19.2																		X			
20																			X		
21																			X		
22																			X		
23																					
24																					
25																					
26						X															
27																				X	
28																					
29	X										X			X							
30.1		X			X	X					X					X					
30.2											X					X					
31.1																					
31.2																					
32	X														X						
33													X		X						
34.1																X					
34.2																X					

กรอบที่ \ คำถามที่	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
16													X					X			
17													X					X			
18																					
19.1																					
19.2									X							X					
20																			X		
21		X						X						X							X
22		X						X									X				X
23																					
24		X																			
25																					
26	X	X					X														
27	X	X					X		X												
28																					
29	X														X						
30.1		X																			
30.2		X																			
31.1																					
31.2																					
32		X																			X
33	X												X								
34.1	X								X												
34.2									X												

กรอบที่ \ คลที่	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
16																					
17																					
18																X		X			
19.1																					
19.2			X																		
20							X														
21				X	X																
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29												X									
30.1										X		X					X				
30.2												X					X				
31.1		X															X	X			
31.2		X																			
32		X																			
33					X											X					
34.1															X						
34.2															X						


ครอบปี
ครอบที่
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
15
17
18
19.1
19.2
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30.1
30.2
31.1
31.2
32
33
34.1
34.2

กรอบที่ \ คนที่	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
16																	97
17																	98
18	X			X													95
19.1																	96
19.2																	96
20		X		X													95
21							X			X							94
22																	96
23																	100
24				X			X						X				96
25							X										97
26			X														95
27			X						X								93
28									X								97
29									X						X		91
30.1					X			X									84
30.2					X												89
31.1			X							X							91
31.2	X		X							X							96
32	X								X								90
33	X										X						87
34.1										X							92
34.2										X							95

การขนส่ง \ ตำแหน่ง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
35.1																			X		
35.2														X							
36.1									X											X	
36.2									X											X	
37.1											X										
37.2		X																			
37.3											X										
37.4		X																			
38.1	X				X			X			X			X		X					
38.2	X										X			X		X					
39																					X
40													X								
41																					
42																					
43														X							
44																					
45.1																					
45.2																					
45.3																					
46																					
47																					
48																	X				
49																			X		
50					X							X	X	X							X

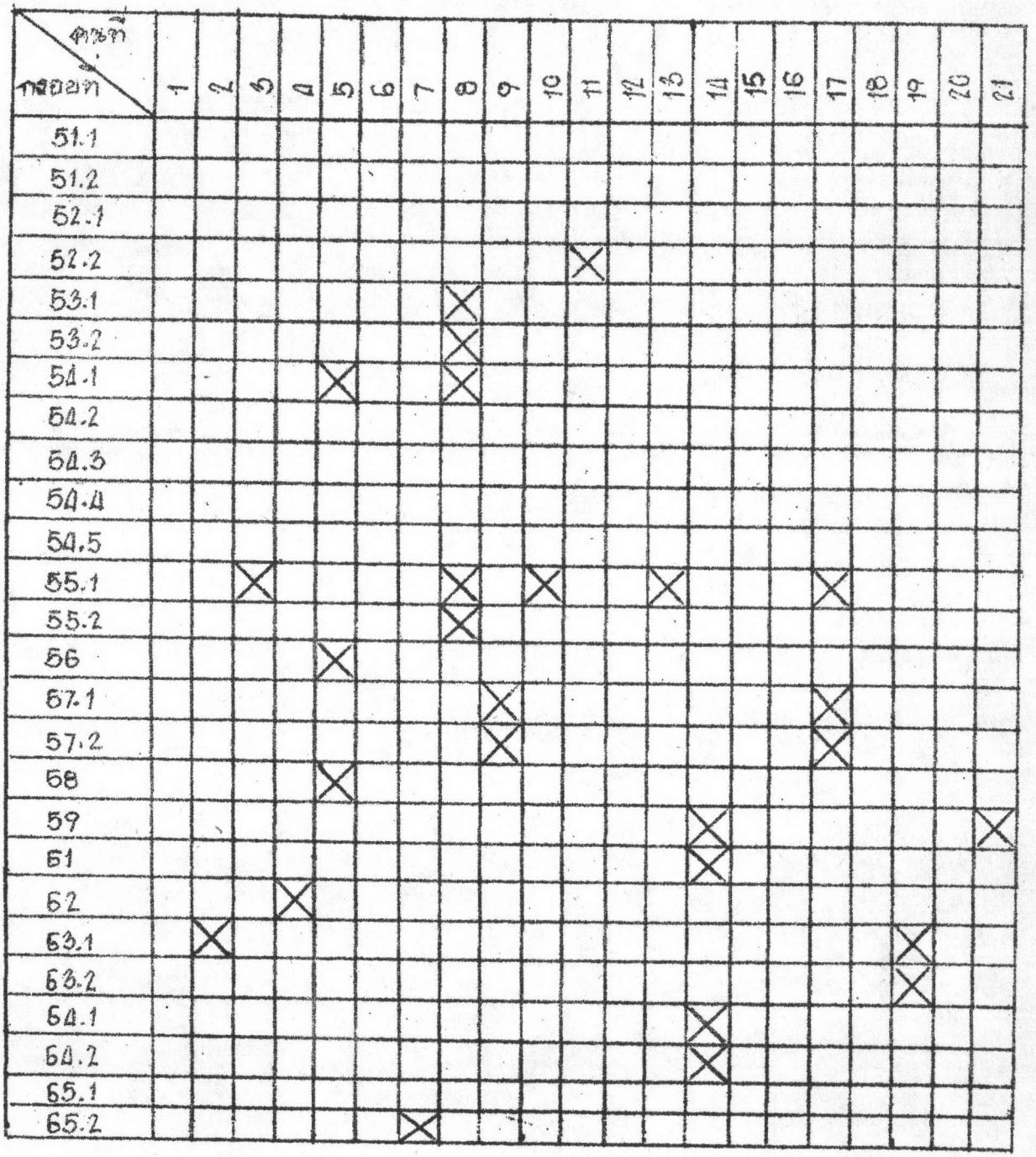
คำถามที่ / การสัมภาษณ์	22	23	24	25	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
35.1	X																				
35.2					X			X													
36.1		X																			
36.2		X																			
37.1																					
37.2																					
37.3																					
37.4																					
38.1									X						X				X		
38.2									X										X		
39							X														
40																					
41																					
42																					
43									X												
44																					
45.1																					
45.2																					
45.3																					
46																					
47																					
48																					
49									X									X			
50								X													X

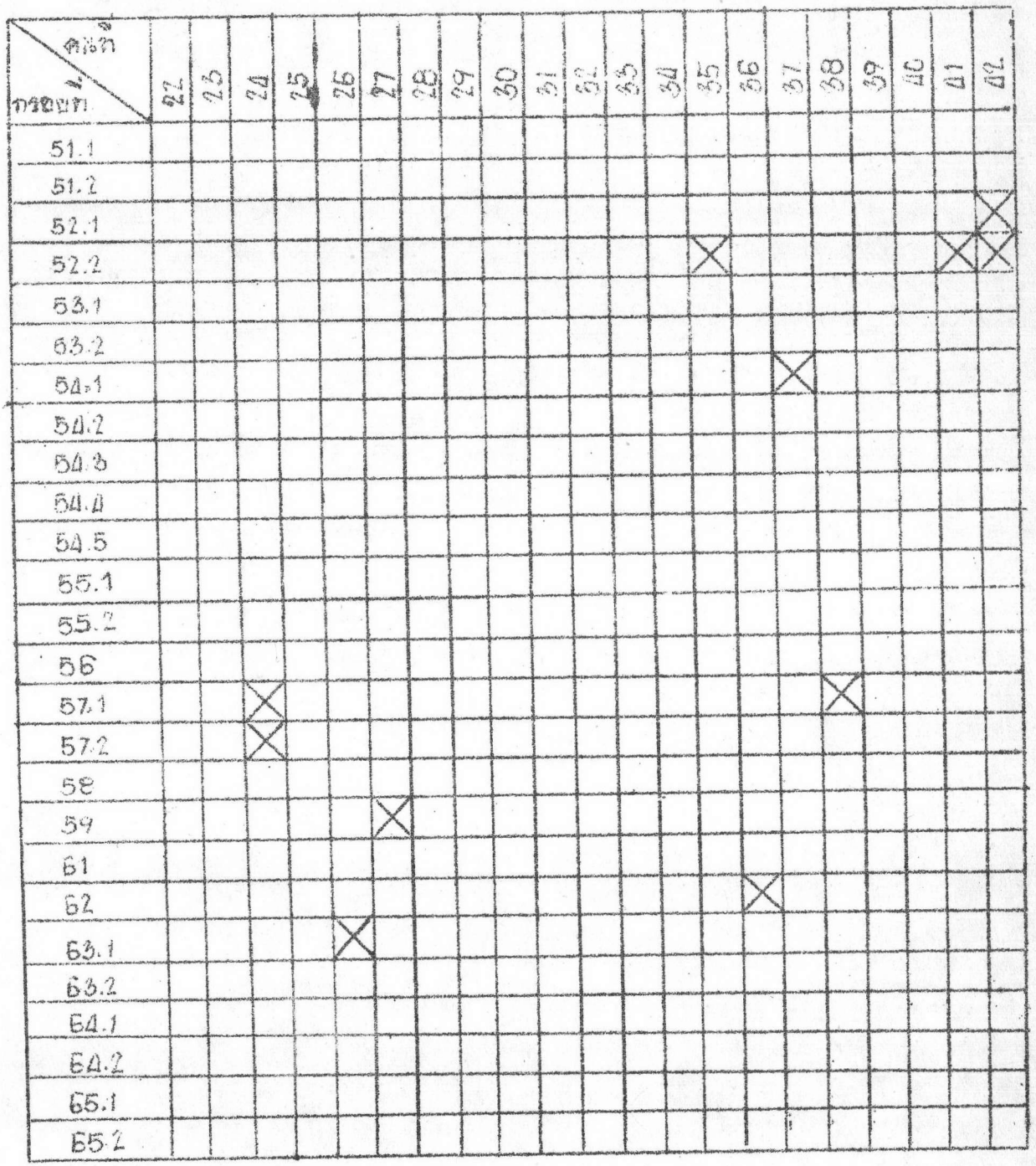
กรอบที่ \ ตัวที่	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
35.1																					
35.2			X			X															
36.1																					X
36.2																					X
37.1													X								
37.2													X								
37.3													X								
37.4				X									X			X					
38.1																					
38.2																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45.1																					
45.2																					
45.3																					
46																X					
47																					
48																					
49																					
50																					

กรอบที่ \ ตัวที่	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
35.1																					X
35.2															X						X
36.1										X											
36.2										X											
37.1																					
37.2																					
37.3																					
37.4																					
38.1						X		X		X	X	X									
38.2						X		X		X	X	X									
39																					
40										X											
41										X											
42																					
43																X	X	X	X		
44															X						X
45.1																					
45.2																					
45.3																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50															X						

129

กรอบที่ \ ลายที่	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
35.1			X						X								95
35.2				X													93
36.1				X													94
36.2				X													94
37.1				X													97
37.2				X													97
37.3				X													97
37.4				X						X							94
38.1		X						X				X					85
38.2		X						X									87
39																	98
40											X						97
41																	99
42																	100
43	X									X			X				91
44																	98
45.1																	100
45.2																	100
45.3																	100
46																	99
47																	100
48																	99
49																	97
50								X							X		90


คาบที่
กลองที่
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
51.1
51.2
52.1
52.2
53.1
53.2
54.1
54.2
54.3
54.4
54.5
55.1
55.2
56
57.1
57.2
58
59
61
62
63.1
63.2
64.1
64.2
65.1
65.2


คำถาม
ภาษาไทย
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
51.1
51.2
52.1
52.2
53.1
53.2
54.1
54.2
54.3
54.4
54.5
55.1
55.2
56
57.1
57.2
58
59
61
62
63.1
63.2
64.1
64.2
65.1
65.2

	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
61.1																					
61.2																					
62.1																					
62.2																					
63.1																					
63.2															X						
64.1			X																		
64.2																					
64.3																					
64.4																					
64.5																					
65.1				X											X						
65.2				X																	
65																					
67.1																					
67.2																					
68																					
69																					
61																					
62																					
63.1																				X	
63.2																				X	
64.1																					
64.2																					
65.1																					
65.2																					

กลุ่มที่ / กรอบที่	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
61.1																					
61.2																					
62.1																					
62.2																					
63.1																					
63.2																					
64.1																					
64.2																					
64.3																					
64.4																					
64.5																					
65.1																					
65.2																					
56																					
57.1								X													
57.2								X													
58																					
59									X	X				X							
61																					
62																					
63.1																					
63.2																					
64.1																					
64.2																					
65.1																				X	
65.2																				X	

กรอบที่ / คนที่	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
51.1																	100
51.2																	100
52.1																	99
52.2																	96
53.1																	99
53.2																	98
54.1						X											95
54.2						X											99
54.3						X											99
54.4						X											99
54.5						X											99
55.1																	93
55.2																	98
56																	99
57.1	X																94
57.2	X																95
58																	99
59																	94
61																	99
62																	98
63.1																X	95
63.2																	98
64.1	X																98
64.2	X															X	97
65.1																	99
65.2																	98

ผลรวมของจำนวนคำตอบที่ถูก 9213

ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ถูกคิดเป็นร้อยละ 94.98

หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึงคำตอบที่ผิด

ประวัติการศึกษา

นางวิเชียร สามารถ เกิดวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2478 ณ บ้านบ่อแร่ อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ได้รับวุฒิการศึกษา วท.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 2) จากจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2499 และสอบวิชาครูชุดครูพิเศษมัธยมได้วุฒิ พ.ม. จากกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อปี พ.ศ. 2500

ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 7 ทำหน้าที่หัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม สี่พระยา บางรัก กรุงเทพฯ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ