บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. หลักการทฤษฎีเทคโนโลยี่และนวกรรมทางการศึกษา. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์, 2521.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. นวกรรมเทคโนโลยี่การศึกษา. พระนคร: โรงพิมพ์พิฆเณศ, 2521.

ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515.

ไพโรจน์ เบาใจ. คู่มือการเขียนบทเรียนโปรแกรม. [ม.ป.ท.], 2520.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. ประมวลบทความเกี่ยวกับนวกรรมและเทคโนโลยี่การศึกษา. พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2517.

วิทยานิพนธ์และเอกสารอื่น

ถนอม มุสิกะไชย. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารเคมีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.

นภาพร รมรบุตร. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง กรรมพันธุ์ตามหลักเมนเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

ประเสริฐ สุทธิประสิทธิ์. "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาอินทรีย์เคมีเรื่องอะโรมาติซิตี้ (Aromaticity) ในระดับปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

พรเพ็ญ ตุลารัตนพงษ์. "การเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมดุลเคมี โดยการใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521.

สุภา อุ่นสกุล. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.

ภาษาอังกฤษ

Books

Adams, Georgia S. Measurement and Evaluation in Education Psychology, and Guidance. New York: Holt Rinehart and Winston, 1966.

Fine, Benjamin. Teaching Machine. New York: Stering Publishing Co., 1962.

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

Gronlund, Norman E. Constructing Achievement Tests. Englewood Cliffs, N.Y.: Prentice-Hall, 1968.

Harley, Barry. A Synthesis of Teaching Methods, 2d ed. Sydney: McGraw-Hill Book Co., 1973.

Jacobs, Paul D., et al. A Guide To Evaluating Self Instructional Programs. [n.p.]: Holt Rinehart and Winston, 1966.

Schramm, Wilbur. The Research on Programmed Instruction An Annotated Bibliography. Washington D.C.: U.S. Dept. of Health Education and Welfare, 1964.

Strohecker, Edwin C. Allies of books. [N.P.] : Library Science workshop at Catherine Spalding College, 1965.

Articles

Anderson, Carol J. "The Development and Evaluation of Programmed learning for High School chemistry." Dissertation Abstracts International 32(October 1971): 1935-A.

Bard, Eugene D. "Development of a Variable-step Programmed system of Instruction for College Physical Science." Dissertation Abstracts International 35 (March 1975): 5947-A.

Brown, Robert O. Jr. "A Comparison Test of Test Scores of Students Using Programmed Instruction Materials with the use of Students Not using Programmed Instruction Materials." A.V. Communication Review 15(Summer 1967): 183.

Greatsinger, Cavin. "An Experimental Study of Programmed Instruction in Division of Fraction." A.V. Communication Review 16 (Spring 1968): 87-90.

Leith, G.O.M. "Techning by Machinery." A.V. Communication Review 14 (Summer 1966): 275.

Meadowcroft, B.A. "Comparison of Two Methods of Using Programmed Learning." A.V. Communication Review 15 (Summer 1967): 186.

Moore, Calvin V. "A Comparison of Two Physical Science Programs in determining student understanding of science." Dissertation Abstracts International 31(November 1970): 2206-A.

Strickland, Winfred R. "A Comparison of a programmed course and a traditional lecture Course in General Biology." Dissertation Abstracts International 32(November 1971): 2510-A.

Tamminen, Mildred. "The Effects of a Programmed Supplements of General Chemistry Problems on the Problem solving skills of college chemistry students." Dissertation Abstracts International 36(May 1976): 7320-A.

ภาคผนวก

ผนวก ก.
จุดประสงค์

จุดประสงค์ทั่วไป

ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องมลภาวะเกี่ยวกับ

1. ความหมายของมลภาวะ
2. ประเภทต่าง ๆ ของมลภาวะ
3. ลักษณะสำคัญของมลภาวะแต่ละประเภท
4. สาเหตุการเกิดมลภาวะแต่ละประเภท
5. วิธีป้องกันและแก้ไขการเกิดมลภาวะ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากเรียนบทเรียนเรื่องมลภาวะแล้ว นักเรียนควรแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

1. ให้คำจำกัดความคำว่า "มลภาวะ" ได้ถูกต้อง
2. ยกตัวอย่างประเภทของมลภาวะได้อย่างน้อย 3 อย่าง
3. บอกลักษณะ สาเหตุ และอันตรายของมลภาวะของน้ำได้ถูกต้อง
4. ให้คำจำกัดความคำว่า "DO", "BOD" และ "COD" ได้ถูกต้อง
5. พิจารณาคุณภาพของน้ำว่าเกิดมลภาวะหรือไม่ โดยดูจากค่า DO, BOD, COD, pH, อุณหภูมิและปริมาณสารประกอบฟอสเฟตของน้ำได้ถูกต้อง
6. บอกลักษณะ สาเหตุ และอันตรายของมลภาวะของอากาศได้ถูกต้อง
7. บอกลักษณะ สาเหตุ และอันตรายของมลภาวะของดินได้ถูกต้อง
8. บอกลักษณะสาเหตุและอันตรายของมลภาวะของเสียงได้ถูกต้อง
9. บอกลักษณะ สาเหตุ และอันตรายของมลภาวะของสารสังเคราะห์ได้ถูกต้อง
10. บอกวิธีสำคัญในการป้องกันและแก้ไขการเกิดมลภาวะได้อย่างน้อย 2 ประการ

ผนวก ข.

บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "มลภาวะ"

บทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "มลภาวะ"

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "มลภาวะ" ฉบับนี้เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง
2. บทเรียนนี้จัดเนื้อหาเป็นลำดับขั้นอย่างง่าย ๆ เพียงแต่ผู้เรียนตั้งใจอ่านข้อความแต่ละกรอบโดยใช้ความคิด และทำไปตามลำดับกรอบทุก ๆ กรอบ จะสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ห้ามทำข้ามกรอบเป็นอันขาด มิฉะนั้นอาจทำให้ไม่เข้าใจบทเรียนได้
3. บทเรียนนี้มิได้กำหนดเวลาในการทำเอาไว้ ผู้เรียนจะทำเสร็จช้าหรือเร็วแล้วแต่ความสามารถของผู้เรียนเอง และในขณะทำบทเรียนถ้าเกิดความสงสัยให้ถามกรูเพื่อขอคำแนะนำได้
4. คำตอบแต่ละกรอบจะอยู่ทางซ้ายมือของกรอบถัดไป เช่น คำตอบของกรอบที่ 1 จะอยู่ทางซ้ายมือของกรอบที่ 2 เป็นต้น
5. ในการทำบทเรียน ให้ผู้เรียนใช้กระดาษแข็งที่แนบมากับบทเรียนชุดนี้ ปิดคำตอบที่อยู่ทางซ้ายมือของหน้าที่ผู้เรียนกำลังทำอยู่ทุกครั้ง
6. อ่านข้อความในบทเรียนแต่ละกรอบให้เข้าใจ แล้วตอบคำถามโดยเติมคำลงในช่องว่างของแต่ละกรอบ
7. เมื่อตอบคำถามกรอบหนึ่งเสร็จแล้ว ให้เลื่อนกระดาษแข็งลงไปปิดคำตอบในกรอบถัดไป เพื่อตรวจดูว่าคำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด
8. ถ้าตอบถูก ให้ผู้เรียนทำกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าตอบผิด ให้ย้อนกลับไปอ่านข้อความในกรอบที่ผ่านมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง เมื่อเข้าใจดีแล้วจึงทำกรอบต่อไปได้
9. บทเรียนนี้จะได้ผลสมความมุ่งหมาย ต่อเมื่อผู้เรียนมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง คือไม่เปิดคำตอบดูก่อนเป็นอันขาด ซึ่งถ้าผู้เรียนปฏิบัติตามคำสั่ง ผู้เรียนจะพบว่าตัวของผู้เรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองอย่างน่าภาคภูมิใจ

	ก. 1 สิ่งแวดล้อมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตหลายประการ เช่น อากาศจำเป็นต่อการหายใจ น้ำเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ดินเป็นแหล่งอาหารของพืช ฯลฯ ถ้าสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจากภาวะปกติจะทำให้สิ่งมีชีวิตได้รับความกระทบกระเทือน ปรากฏการณ์ที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจากภาวะปกติ เป็นผลให้กระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิต เรียกว่า มลภาวะ (Pollution) มลภาวะ (Pollution) คือ ....
ปรากฏการณ์ที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจากภาวะปกติเป็นผลให้กระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิต	ก. 2 ตัวอย่างของมลภาวะ เช่น น้ำในแม่น้ำเสีย เสียงดังบริเวณท่าอากาศยาน อากาศเสียบริเวณที่มีการจราจรกับคั่ง การใช้สารสังเคราะห์โดยขาดความระมัดระวัง เป็นต้น น้ำเสีย อากาศเสีย เสียงดังบริเวณท่าอากาศยาน การใช้สารสังเคราะห์อย่างไม่ระมัดระวัง ล้วนแต่เป็น.....ทั้งสิ้น
มลภาวะ	ก. 3 โดยปกติสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ หายใจโดยใช้กาซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) นักวิทยาศาสตร์วัดปริมาณกาซออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นค่า DO เพื่อแสดงให้ทราบว่าในน้ำ 1 ลิตร (l) มีกาซออกซิเจนละลายอยู่กี่มิลลิกรัม (mg) เช่น น้ำในแหล่งน้ำมีค่า DO 50 mg/l หมายความว่าในน้ำ 1 ลิตร มีกาซออกซิเจนละลายอยู่ 50 mg ดังนั้น ถ้าน้ำ 1 ลิตร มีกาซออกซิเจนละลายอยู่ 100mg น้ำจะมีค่า DO = ... mg/l

100	ก. 4 โดยปกติน้ำในแหล่งน้ำมีค่า DO ประมาณ 8 mg/l ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะไม่อันตราย แต่ถ้าน้ำมีค่า DO น้อยกว่า 3 mg/l สิ่งมีชีวิตในน้ำจะได้รับอันตราย น้ำที่มีค่า DO 2 mg/l จะ (เกิด/ไม่เกิด).....มลภาวะ
เกิด	ก. 5 นอกจากแหล่งน้ำจะเป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำแล้ว มนุษย์ยังใช้น้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภค และน้ำที่เหมาะสำหรับอุปโภคและบริโภคควรเป็นน้ำไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีสิ่งต่าง ๆ ละลาย หรือลอยปะปน และอุณหภูมิของน้ำไม่สูงเกินปกติ ถ้าน้ำในแหล่งน้ำมีลักษณะต่างจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงว่าเกิดมลภาวะของน้ำ (Water Pollution) ลักษณะของมลภาวะของน้ำคือ 1) น้ำมีค่า DO น้อยกว่า 3 mg/l 2).....3).....4)..... 5).....
มีสี มีกลิ่น มีสิ่งต่าง ๆ ละลายหรือลอย ปะปน อุณหภูมิของน้ำสูง เกินปกติ	ก. 6 สิ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำแบ่งได้อย่างกว้าง ๆ เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือ สารไร้ชีวิตซึ่งประกอบด้วยอนินทรียสาร (Inorganic matter) และอินทรียสาร (Organic matter) ประเภทที่สองคือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ .....และ..... เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ (Water Pollution)

สารไร้ชีวิต สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ	ก. 7 อินทรียสารที่มากับสิ่งปฏิกูลและน้ำโสโครกจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ จะทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ เพราะมีแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ Aerobic bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่หายใจโดยใช้ O_2 และ Anaerobic bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่หายใจโดยไม่ใช้ O_2 เป็นตัวทำให้อินทรียสารในน้ำเกิดการสลายเน่าเปื่อย Anaerobic bacteria คือ..... ..... Aerobic bacteria คือ .... แบคทีเรียที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำคือ ..... และ .....
แบคทีเรียที่หายใจโดยไม่ใช้ O_2 แบคทีเรียที่หายใจโดยใช้ O_2 Aerobic bacteria Anaerobic bacteria	ก. 8 Aerobic bacteria ทำให้อินทรียสารเกิดการสลายได้ CO_2, H_2O, NH_3 และ SO_4^{2-} เกิดขึ้นดังสมการ อินทรียสาร $+O_2 \xrightarrow{\text{Aerobic bacteria}} CO_2+H_2O+NH_3+SO_4^{2-}$ การเปลี่ยนแปลงแบบนี้ใช้ O_2 ที่ละลายในน้ำ ดังนั้นถ้าปริมาณอินทรียสารที่ทิ้งลงแหล่งน้ำมีปริมาณน้อย Aerobic bacteria จะใช้ปริมาณ O_2 ในการสลายอินทรียสารน้อย จึงยังมี O_2 เหลืออยู่มาก แต่ถ้ามีอินทรียสารจำนวนมาก Aerobic bacteria จะใช้ปริมาณ O_2 ในการสลายอินทรียสารจำนวนมาก จะมี O_2 เหลืออยู่น้อย การสลายอินรียสารแบบใช้ O_2 นี้ ถ้ามีอินทรียสารปริมาณมากจะเหลือ O_2 ในแหล่งน้ำอยู่ (มาก/น้อย)..... แต่ถ้ามีอินทรียสารปริมาณน้อย จะเหลือ O_2 ในแหล่งน้ำอยู่ (มาก/น้อย).....

น้อย มาก	ก. 9 ถ้าอินทรียสารที่ทิ้งลงแหล่งน้ำมีปริมาณมาก Aerobic bacteria ใช้ O_2 ที่ละลายในน้ำในการสลายอินทรียสารหมด ทำให้แหล่งน้ำขาด O_2 ในระยะนี้ Anaerobic bacteria เจริญเติบโตแล้วสลายอินทรียสารที่เหลือได้ CH_4, NH_3, H_2S และ H_2O ดังสมการ อินทรียสาร $\xrightarrow{\text{Anaerobic bacteria}}$ $CH_4+NH_3+H_2S+H_2O$ การสลายแบบนี้ได้กาซ H_2S ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็นซึ่งเป็นลักษณะของมลภาวะของน้ำ ถ้าแหล่งน้ำขาด O_2 แบคทีเรียชนิดใด..... .....จะเจริญเติบโตได้ดี
Anaerobic bacteria	ก. 10 ถ้า A และ B เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับอินทรียสารในน้ำ และปฏิกริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นดังนี้ 1) อินทรียสาร + X $\xrightarrow{A}$ $CO_2+H_2O+NH_3+SO_4^{2-}$ 2) อินทรียสาร $\xrightarrow{B}$ $CH_4+NH_3+H_2S+H_2O$ A คือ..... bacteria B คือ..... bacteria X คือ..... กาซสำคัญที่ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็นคือ..... ดังนั้นการสลายอินทรียสารใน (2) จะทำให้น้ำมีลักษณะสำคัญ คือ .....

Aerobic bacteria

Anaerobic bacteria

O_2

H_2S

มีกลิ่นเหม็น

ก. 11

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอินทรียสารในน้ำต้องใช้ O_2 ดังนั้นปริมาณ O_2 ที่เหลือในน้ำจึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณของอินทรียสารในแหล่งน้ำ ค่าที่บอกความสัมพันธ์นี้เรียกว่า BOD

BOD (Biochemical Oxygen Demand) คือค่าแสดงถึงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุลินทรีย์ ใช้ในการสลายอินทรียสารในน้ำ เช่น

ถ้าน้ำมีค่า BOD 40 mg/l หมายความว่าในน้ำ 1 ลิตร จุลินทรีย์ต้องใช้ก๊าซออกซิเจน 40 mg ในการสลายอินทรียสารในน้ำ

ค่า BOD ของแม่น้ำท่าจีน เท่ากับ 80 mg/l หมายความว่า.....

.....

ในน้ำ 1 ลิตร จุลินทรีย์ต้องใช้ก๊าซออกซิเจน 80 mg ในการสลายอินทรียสารในน้ำ

ก. 12

ถ้าอินทรียสารในแหล่งน้ำมีปริมาณมาก จุลินทรีย์ใช้ปริมาณ O_2 มากในการสลายอินทรียสาร ทำให้ O_2 ที่ละลายในน้ำเหลืออยู่น้อย น้ำนั้นมีค่า BOD สูง

ถ้าอินทรียสารในแหล่งน้ำมีปริมาณน้อย จุลินทรีย์ใช้ปริมาณ O_2 น้อยในการสลายอินทรียสาร ทำให้ O_2 ที่ละลายในน้ำเหลืออยู่มาก น้ำนั้นมีค่า BOD ต่ำ

ตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด BOD ของน้ำทิ้งไว้ไม่เกิน 100 mg/l เพราะถ้าค่าสูงกว่านี้ จะทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ

ตารางแสดงน้ำทิ้งของโรงงาน 2 แห่ง

โรงงาน	BOD (mg/l)
A	160
B	80

จากตาราง

น้ำทิ้งจากโรงงานใดเกิดมลภาวะของน้ำ.....

น้ำทิ้งจากโรงงานใดไม่เกิดมลภาวะของน้ำ.....

A

B

ก. 13

คุณภาพของน้ำนั้น นอกจากจะบอกด้วยค่า BODดังกล่าวมาแล้ว อาจบอกด้วยค่า CODอีกด้วย

COD(Chemical Oxygen Demand) คือค่าแสดงถึงปริมาณการออกซิเจนที่สารเคมี ใช้ในการสลายอินทรียสารในน้ำ เช่น

ถ้าน้ำมีค่า COD 80 mg/lหมายความว่า ในน้ำ 1 ลิตร สารเคมีต้องใช้ออกซิเจน 80 mg ในการสลายอินทรียสารในน้ำ

ค่า COD ของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง เท่ากับ 360 mg/lหมายความว่า

.....

.....

ในน้ำ 1 ลิตร สารเคมีต้องใช้การออกซิเจน 360 mgในการสลายอินทรียสารในน้ำ

ก. 14

ถ้าอินทรียสารในแหล่งน้ำมีปริมาณมาก สารเคมีใช้ปริมาณ O_2 มาก ในการสลายอินทรียสาร ทำให้ O_2 ที่ละลายในน้ำเหลืออยู่น้อย น้ำนั้นมีค่า COD สูง

ถ้าอินทรียสารในแหล่งน้ำมีปริมาณน้อย สารเคมีใช้ปริมาณ O_2 น้อย ในการสลายอินทรียสาร ทำให้ O_2 ที่ละลายในน้ำเหลืออยู่มาก น้ำนั้นมีค่า COD ต่ำ

การวัดค่า COD ของน้ำนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ

ตารางแสดงน้ำทิ้งจากโรงงาน 2 แห่ง

โรงงาน	COD (mg/l)
A	220
B	320

น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีปริมาณอินทรียสารมากที่สุด.....

น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีการออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากที่สุด.....

B

A

ก. 15

ปริมาณ O_2 ในน้ำนอกจากขึ้นกับปริมาณอินทรียสารในน้ำแล้ว ยังขึ้นกับปริมาณสารประกอบฟอสเฟตอีกด้วย สารประกอบฟอสเฟตเป็นอาหารที่ดีของพืช

ถ้าในแหล่งน้ำมีสารประกอบฟอสเฟตจำนวนมาก พืชน้ำจะเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์อย่างเร็ว ซึ่งต้องใช้ O_2 ที่ละลายในน้ำเพื่อการหายใจ ทำให้เหลือ O_2 ในน้ำน้อย เป็นผลให้พืชน้ำตาย การตายของพืชน้ำจะเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรียสารในน้ำอีกด้วย

ตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม น้ำทิ้งต้องมีสารประกอบฟอสเฟตไม่เกิน 15 mg/l เพราะถ้าสูงกว่านี้ จะทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ

ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงาน

โรงงาน	สารประกอบฟอสเฟต (mg/l)
A	14.5
B	66.0

เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟอสเฟต

น้ำทิ้งจากโรงงานใดทำให้สาหร่ายแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว.....

น้ำทิ้งจากโรงงานใดไม่ทำให้เกิดมลภาวะ.....

B

A

ก. 16

นอกจากการทิ้งอินทรียสารและสารประกอบฟอสเฟตลงแหล่งน้ำ จะทำให้ปริมาณ O_2 ในน้ำลดลงแล้ว การระบายน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงเกินปกติจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ ก็ทำให้ปริมาณ O_2 ในน้ำลดลงด้วย เพราะถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซ O_2 จะละลายน้ำได้น้อยลง ทำให้น้ำมีค่า DO น้อยกว่า 3 mg/l ซึ่งเป็นลักษณะของมลภาวะของน้ำ

ตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม น้ำทิ้งต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 40° C เพราะถ้าสูงเกินนี้ จะทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ

ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงาน 2 แห่ง

โรงงาน	อุณหภูมิ (° C)
A	58
B	27

น้ำทิ้งจากโรงงานใดทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ.....

น้ำทิ้งจากโรงงานใดไม่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ.....

A

B

ก. 17

คุณภาพของน้ำที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ นอกจากจะวัดค่า BOD, COD ปริมาณสารประกอบฟอสเฟต และอุณหภูมิของน้ำแล้ว ยังวัดค่าความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำอีกด้วย ซึ่งเรียกว่าค่า pH ถ้าน้ำมี pH = 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นกลาง ถ้าน้ำมี pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นกรด ถ้าน้ำมี pH มากกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นเบส

ตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม น้ำทิ้งต้องมีค่า pH ระหว่าง 5 - 9 ถ้าค่า pH ของน้ำต่างจากนี้ จะทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ

ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 4 แห่ง

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (°C)
A	10.0	40
B	7.0	64
C	8.5	24
D	3.8	25

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิน้ำทิ้งจากโรงงานใดอุณหภูมิสูงเกินปกติ.....
เมื่อพิจารณาค่า pH น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีสภาพเป็นกรด .....
เมื่อพิจารณาทั้งอุณหภูมิและค่า pH น้ำทิ้งจากโรงงานใดคุณภาพดีที่สุด .....

B

D

C

ก. 18

ตารางแสดงลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (° C)	BOD (mg/1)	COD (mg/1)
สุรา	7.0	58.0	16,250	76.876
ฟาสัตว์	7.0	-	1,540	2,580
ทำกวยเตี๋ยว	4.8	-	8,148	8,593
ปลาป่น	7.0	40.5	147,050	244,262
กระดาษ	11.0	-	667	1,817

จากตาราง จงตอบคำถาม

1. น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีอินทรียสารมากที่สุด.....
2. น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีอินทรียสารน้อยที่สุด.....
3. น้ำทิ้งจากโรงงานใดเป็นน้ำเสียมากที่สุด.....
4. น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีกาซ O_2 ละลายมากที่สุด.....

ปลาป่น กระดาษ ปลาป่น กระดาษ	ก. 19 สิ่งมีชีวิตซึ่งอาศัยบนบกส่วนใหญ่หายใจโดยใช้กาซออกซิเจนจากอากาศ อากาศที่สิ่งมีชีวิตหายใจเป็นของผสม ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ประกอบด้วย N_2 78.09% O_2 20.94% CO_2.03% กาซเฉื่อย ฝุ่นละอองและไอน้ำ .94% โดยปริมาตร ถ้าอากาศมีสิ่งแปลกปลอมปะปนในอากาศ ทำให้อากาศมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงจากเดิม และกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิต เรียกว่าเกิดมลภาวะของอากาศ (Air Pollution) มลภาวะของอากาศ (Air Pollution) จะเกิดขึ้นเมื่อมี..... .....ปะปนในอากาศ
สิ่งแปลกปลอม	ก. 20 สิ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศแบ่งไว้กว้าง ๆ 3 ประเภท ประเภทแรกคือ สารแขวนลอยต่าง ๆ ประเภทที่สองคือ กาซต่าง ๆ ประเภทสุดท้ายคือ สารกัมมันตภาพรังสี นอกจากสารแขวนลอยต่าง ๆ แล้ว ..... และ.....ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศ (Air Pollution)

กาซต่าง ๆ สารกำมันตภาพ รังสี	ก. 21 สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศ (Air Pollution) ได้แก่ ฝุ่นละออง และอนุภาคโลหะต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) สังกะสี (Zn) มังกานีส (Mn) เป็นต้น อนุภาคโลหะต่าง ๆ ละอองสารเคมี และฝุ่นละออง ล้วนเป็นสาร .....ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศ

สารแขวนลอย

ก. 22

ให้พิจารณาจากตาราง เพื่อศึกษาว่า สารแขวนลอยที่ปะปนในอากาศมาจากแหล่งใด มีอันตรายอย่างไร

สารแขวนลอย	โรงงานแหล่งเกิด	ทางเข้าสู่ร่างกาย	อาการของโรค
ฝุ่นละออง	ย่อยหิน เผาไหม้	หายใจ	เยื่อทางเดินหายใจ อักเสบ
ตะกั่ว (Pb)	แบตเตอรี่, ทำสี	หายใจ กิน	ระบบประสาท ทางเดินอาหาร ผิดปกติ โลหิตจาง
ปรอท (Hg)	ผลิต cl_2 ผลิต NaOH	หายใจ ——→ กิน ——→ ผิวหนัง ——→	เป็นไข้ แน่นหน้าอก กล้ามเนื้อเกร็ง เป็นอัมพาต (มินามาตะ) สะสมในเนื้อเยื่อ
แคดเมียม (Cd)	ถลุงและทำ cd ให้บริสุทธิ์	หายใจ กิน	กระดูกผุกอนหักง่าย (โรคอิไต-อิไต)
สังกะสี (Zn)	ถ่านไฟฉาย	หายใจ	เป็นไข้ ปวดศีรษะ คลื่นไส้
มังกานีส (Mn)	ถ่านไฟฉาย	หายใจ กิน ผิวหนัง →	ระบบประสาท กล้ามเนื้อ

จากตาราง

1. อนุภาคใดเข้าสู่ร่างกาย ทำให้กระดูกผุกร่อน.....
2. โรคพิษมังกานีสอาจพบในคนงานในโรงงานใด.....
3. อนุภาคปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ทางหายใจ,.....และ.....
4. โรคพิษตะกั่วอาจพบในคนงานในโรงงาน.....และ.....

1. แคดเมียม (Cd)
2. ถ่านไฟฉาย
3. กิน, ผิวหนัง
4. แบตเตอรี่, ทำสี

ก. 23

กาซสำคัญที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศคือ CO, NO_2, SO_2, SO_3 และไฮโดรคาร์บอน ให้ศึกษาจากตารางว่า กาซเหล่านี้มาจากแหล่งใดบ้าง

แหล่งที่เกิด	ปริมาณกาซพิษในอากาศ (mg/1000 kg)					รวม
	CO	ไฮโดรคาร์บอน	NO_2	SO_2	SO_3	
รถยนต์	58.1	15.9	6.9	0.3	0.2	81.4
โรงงานไฟฟ้า	1.7	0.6	6.0	20.6	16.8	45.7
โรงงานอุตสาหกรรม	3.2	0.2	0.2	6.9	20.2	37.0
การเผาไหม้	7.4	1.6	0.6	8.7	6.3	34.6

ตารางแสดงปริมาณกาซพิษในอากาศจากแหล่งต่าง ๆ

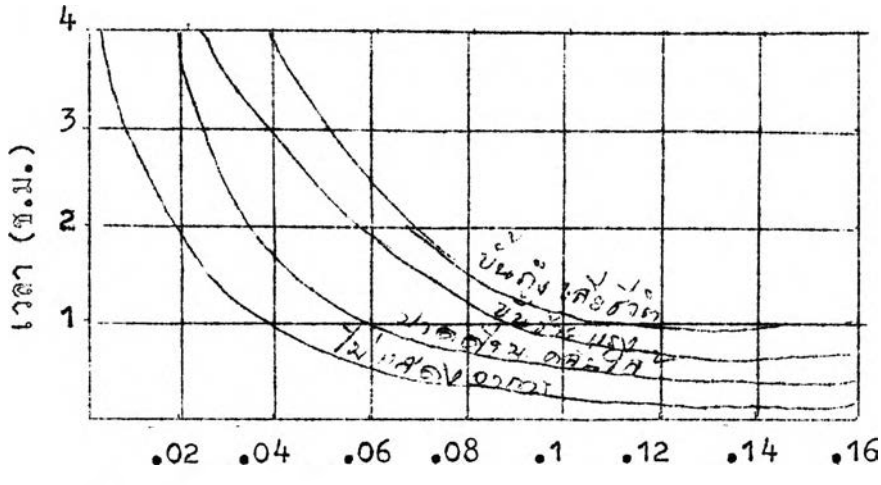
จากตาราง

1. กาซอะไรบ้างที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศ.....,.....
   .....,.....,.....,.....
2. แหล่งใดทำให้เกิด CO มากที่สุด .....
3. แหล่งใดทำให้เกิด SO_2 มากที่สุด.....
4. แหล่งใดทำให้เกิดมลภาวะของอากาศมากที่สุด.....

1. CO, NO_2, SO_2, SO_3 ไฮโดรคาร์บอน
2. รถยนต์
3. โรงงานไฟฟ้า
4. รถยนต์

ก. 24

กาซคาร์บอนโมนอกไซด์ (CO) เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ เมื่อหายใจเข้าไปจะรวมตัวกับเฮโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถนำออกซิเจนไปเลี้ยงร่างกายตามปกติ อาการที่เกิดจากกาซนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกาซและเวลาที่หายใจ

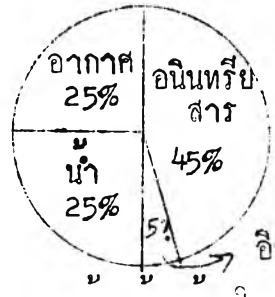


ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ (%)

จากกราฟตอบคำถาม

1. ถ้าหายใจอากาศที่มี CO 0.06% เป็นเวลา 1 ชม. จะมีอาการ .....
2. ความเข้มข้นของ CO ในอากาศ .14% จะมีชีวิตอยู่ได้.....ชั่วโมง

ปวดศีรษะ, คลื่นไส้	ก. 25
1	กาซ SO_2, SO_3 และ NO_2 เมื่อละลายน้ำจะได้กรด ถ้าหายใจกาซเหล่านี้เข้าไปปริมาณมากจะทำอันตรายต่อเยื่อบุของอวัยวะที่เกี่ยวกับการหายใจเช่น หลอดลม ปอด
	เมื่อหายใจอากาศที่มีกาซ.....,.....และ .....เข้าไปจะทำอันตรายต่อเยื่อบุของอวัยวะที่เกี่ยวกับการหายใจ
SO_2	ก. 26
SO_3	นอกจาก CO, SO_2, SO_3 และ NO_2 จะเป็นอันตรายต่อร่างกายแล้ว
NO_2	สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจนยังเป็นอันตรายต่อร่างกายอีกด้วย เช่น เบนโซไพริน ($C_{20}H_{12}$) ซึ่งพบในควันบุหรี่ ถ้าหายใจอากาศที่มีเบนโซไพรินเข้าไปจะทำให้เป็นมะเร็ง
	สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนในควันบุหรี่ซึ่งทำให้เกิดมะเร็ง คือ .....
เบนโซไพริน	ก. 27
	กาซผสมต่อไปนี้ ข้อใดทำให้เกิดมลภาวะของอากาศ (Air Pollution) มากที่สุด
	ก. CO, CO_2, SO_2
	ข. CO, $C_{20}H_{12}$, CO_2
	ค. CO, NO_2, SO_2
	ง. SO_2, SO_3, CO_2

ค	ก. 28 สารกำมันตภาพรังสีเป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศในปัจจุบัน การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ และการนำสารกำมันตภาพรังสีมาใช้ในวงการอุตสาหกรรม การเกษตรและการแพทย์ ทำให้มีอนุภาคกำมันตภาพรังสีฟุ้งกระจายในบรรยากาศ อันตรายของกำมันตภาพรังสีคือ ทำให้เคืองตา ปวดริมฝีปาก อาเจียร คอและมือบวม เป็นหมัน และเกิดความผิดปกติกับโครโมโซม ในคนที่เกิดความผิดปกติกับโครโมโซมอาจเนื่องจากรับสาร..... .....เข้าสู่ร่างกาย
กำมันตภาพรังสี	ก. 29 นอกจากดินจะเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์และสัตว์แล้ว ดินยังเป็นที่เจริญเติบโตของพืชต่าง ๆ ในสภาพปกติดินดีประกอบด้วยส่วนประกอบคิดเป็นร้อยละ ดังรูป  นอกจากส่วนประกอบข้างต้นแล้ว ในสภาพปกติลักษณะของดินดีต้องมีความพรุน มีฮิวมัส มีจุลินทรีย์และมีความเป็นกรดเป็นเบส(pH) พอเหมาะ ดินที่เปลี่ยนแปลงจากสภาพปกติแล้วเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า เกิดมลภาวะของดิน(Soil Pollution) มลภาวะของดิน (Soil Pollution) คือ..... .....

ดินที่เปลี่ยนแปลงจากสภาพปกติแล้วเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต	ก. 30 ดินที่เกิดการสึกกร่อนพังทะลาย ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินแห้งแล้ง ดินที่มีเชื้อโรค ดินขาดกาซออกซิเจน ลักษณะที่กล่าวมานี้เป็นลักษณะของดินเสีย ลักษณะของดินเสียมีดังนี้ 1..... 2. ..... 3..... 4. ..... 5..... 6. .....
ดินที่เกิดการสึกกร่อน พังทะลาย ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินแห้งแล้ง ดินมีเชื้อโรค ดินที่ขาดกาซออกซิเจน	ก. 31 มลภาวะของดินเกิดจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ ประการแรกเกิดจากการสะสมของสารต่าง ๆ ทั้งที่เป็นอินทรียสาร อนินทรียสาร และประการที่สองเกิดจากการดัดแปลงธรรมชาติของมนุษย์ .....และ.....ทำให้เกิดมลภาวะของดิน
การสะสมสารต่าง ๆ, การดัดแปลงธรรมชาติของมนุษย์	ก. 32 น้ำโสโครกที่มาจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อทิ้งลงสู่ดิน จะทำให้เกิดมลภาวะของดิน เพราะเมื่อน้ำซึมในดินกาซออกซิเจนจากกากาศ ไม่สามารถแทรกซึมไปในเนื้อดินได้ ดินจึงขาดกาซออกซิเจนทำให้ Anaerobic bacteria เจริญเติบโตแล้วสลายอินทรียสารที่มากับน้ำโสโครก ทำให้ดินขาดกาซออกซิเจนมากยิ่งขึ้น จนเป็นอันตรายต่อต้นไม้และสิ่งมีชีวิตในดิน เมื่อมีน้ำซึมในดิน จะทำให้ดินขาดกาซ .....ซึ่งเป็นอันตรายต่อต้นไม้และ.....

ออกซิเจน สิ่งมีชีวิตในดิน	ก. 33 อินทรียสารที่สะสมในดินที่สำคัญคือ โลหะต่าง ๆ เกลือแร่ และปุ๋ยเคมี สารเหล่านี้เน่าเปื่อยและสลายยากมาก เป็นผลทำให้สภาพความเป็นกรดเป็นเบส (pH) ของดินเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น ถ้ามีปุ๋ย Ammonium Nitrate (NH_4NO_3) สะสมในดินมาก จะทำให้ดินเปรี้ยว ถ้ามีปูนขาว ($Ca(OH)_2$) สะสมในดินมากจะทำให้ดินเค็ม ดินลักษณะดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับปลูกพืช สารใด ($NH_4NO_3/Ca(OH)_2$)..... ทำให้ดินเปรี้ยว สารใด ($NH_4NO_3/Ca(OH)_2$)..... ทำให้ดินเค็ม
NH_4NO_3 $Ca(OH)_2$	ก. 34 การดัดแปลงธรรมชาติของมนุษย์เป็นสาเหตุอีกประการที่ทำให้เกิดมลภาวะของดิน เช่น การหักร้างถางป่า โค่นต้นไม้ เมื่อขาดพืชคลุมดิน ทำให้ดินสึกกร่อน พังทะลาย และถูกพัดพาไปได้ง่าย ดินเหล่านั้นจึงขาดแร่ธาตุและแห้งแล้ง ไม่เหมาะในการปลูกพืช การดัดแปลงธรรมชาติของมนุษย์ข้อใดทำให้เกิดมลภาวะของดินมากที่สุด ก. การสร้างอุโมงค์ ข. การระเบิดหินบนภูเขา ค. การทำไร่เลื่อนลอย ง. การสร้างเขื่อน

ค

ก. 35

เสียงเป็นสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตไม่น้อยไปกว่าน้ำ, อากาศ หรือ ดิน โดยปกติระดับความเข้มของเสียงต่ำสุดที่มนุษย์สามารถได้ยินคือ 0 dB และสูงสุดที่มนุษย์จะทนฟังได้คือ 120 dB ดังนั้นเสียงที่มนุษย์จะสามารถรับฟังได้มีระดับความเข้มระหว่าง 0-120dB

โดยทั่วไปถ้าเสียงมีระดับความเข้มเกิน 80 dB ทำให้เป็นอันตรายทั้งร่างกายและจิตใจ เราเรียกว่า เสียงรบกวน หรือมลภาวะของเสียง (Noise Pollution)

ตารางแสดงระดับความเข้มของเสียงจากแหล่งต่าง ๆ

แหล่งกำเนิด	ระดับความเข้มเสียง(dB)
ปืนใหญ่	120
เครื่องบินไอพ่น	110
รถบรรทุก	90
รถยนต์ส่วนบุคคล	80
คุยพอได้ยิน	40
ใบไม้ไหว	20

เมื่อพิจารณาจากระดับความเข้มของเสียง แหล่งกำเนิดใดเกิดมลภาวะของเสียง (Noise Pollution)

....., ..., ...

รถบรรทุก เครื่องบินไอพ่น บินใหญ่	ก. 36 เสียงรบกวนมาจากแหล่งต่าง ๆ กัน ได้แก่จากการคมนาคม เช่น รถยนต์ เรือยนต์ เครื่องบิน จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงเลื่อย โรงกลึง โรงย่อยหิน และจากบ้านเรือน เช่น วิทยุ รถตัดหญ้า เครื่องสูบน้ำ แหล่งที่มาของเสียงรบกวนมีดังนี้ 1. ..... 2. ..... 3. .....
จากการคมนาคม จากโรงงาน อุตสาหกรรม จากบ้านเรือน	ก. 37 เสียงรบกวนทำให้เกิดอันตรายทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทางร่างกาย เช่น หูตึง หูอื้อ หูหนวก ส่วนทางจิตใจ เช่น อารมณ์หงุดหงิด ประสาทตึงเครียด ซึ่งเป็นผลให้การทำงานของอวัยวะระบบทางเดินอาหารผิดปกติ อันตรายจะมากหรือน้อยขึ้นกับระดับความเข้มของเสียงและเวลาที่รับฟังเสียง อันตรายจากการได้ยินเสียงจะมากหรือน้อยขึ้นกับ..... และ .....

ระดับความเข้มของเสียง เวลาที่รับฟังเสียง	ก. 38 เสียงที่มีระดับความเข้มของเสียงมาก และฟังในเวลาสั้น กับเสียงที่มีระดับความเข้มของเสียงน้อยกว่า แต่ฟังในเวลานาน ๆ ทำให้เกิดอันตรายเหมือนกัน ตารางแสดงระดับความเข้มของเสียงที่มนุษย์รับฟังโดยไม่เป็นอันตราย เวลารับฟัง 1 ชม./วัน — ระดับเสียง วัดจากตำแหน่งกำเนิดเสียง 7 เมตร 8 — 90 6 — 92 4 — 95 2 — 99 $1\frac{1}{3}$ — 100 $\frac{1}{2}$ — 102 $\frac{1}{4}$ — 105 จากตารางตอบคำถาม 1) ได้ยินเสียงจักรยานยนต์เร่งเครื่องมีระดับเสียง 90 dB เป็นเวลา 7 ชม. จะเกิดอันตรายหรือไม่..... 2) ได้ยินเสียงจักรยานยนต์เร่งเครื่องมีระดับเสียงเกิน 100 dB เป็นเวลา $1\frac{1}{2}$ ชม. จะเกิดอันตรายหรือไม่.....

ไม่ เกิด	ก. 39 สารสังเคราะห์เป็นสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สารสังเคราะห์ที่ใช้ทั่วไปได้แก่ ผงชูรส สีผสมอาหาร สารกันเสีย สารกันหืน ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น สารเหล่านี้ถ้าไม่มีคุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต อันตรายเนื่องจากสารสังเคราะห์อาจเนื่องจากตัวของสารสังเคราะห์เอง หรือจากสิ่งปนปลอมที่ผสมอยู่ ปรากฏการณ์เนื่องจากการใช้สารสังเคราะห์แล้วเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เรียกว่า มลภาวะของสารสังเคราะห์ มลภาวะของสารสังเคราะห์คือ..... ..... อันตรายของการรับประทานสารสังเคราะห์อาจเนื่องมาจาก..... .....หรือ .....
ปรากฏการณ์เนื่องจากการใช้สารสังเคราะห์แล้วเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ตัวสารสังเคราะห์เอง สิ่งปนปลอมที่ผสมอยู่	ก. 40 สาเหตุการเกิดมลภาวะของสารสังเคราะห์เนื่องจากมนุษย์ไม่มีความระมัดระวังในการใช้สารสังเคราะห์ ซึ่งอาจใช้สารสังเคราะห์ชนิดนั้นมากเกินไป หรืออาจใช้สารสังเคราะห์ที่มีสารปนปลอมผสมอยู่ ตัวอย่างเช่น การรับประทานผงชูรสแท้ที่ประกอบด้วย Monosodium glutamateมากเกินไป ทำให้เวียนศีรษะ ชาตามลิ้นและริมฝีปาก และเป็นอันตรายต่อสมองของทารกในครรภ์ ส่วนการใช้ผงชูรสผสมที่มี Borax(น้ำประสานทอง) ผสมอยู่ จะทำให้เป็นโรคความดันโลหิตต่ำและอาจตายได้ อันตรายที่สำคัญเนื่องจากรับประทานโบแรกซ์เข้าไป ก. ชาตามลิ้น ข. ชาตามริมฝีปาก ค. ผลต่อสมองทารกในครรภ์ ง. ความดันโลหิตต่ำ

ง	ก. 41 สีผสมอาหาร ถ้าผลิตได้คุณภาพ และตรงมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เมื่อรับประทานให้พอเหมาะ จะไม่เป็นอันตราย แต่ถ้ารับประทานมากและเป็นเวลานาน จะเกิดการสะสมและทำอันตรายต่อร่างกายในที่สุด อันตรายนอกจากเกิดจากพิษของสีแล้วยังเกิดจากโลหะพวกตะกั่ว สารหนู โครเมียม ที่ปะปนมาในสีระหว่างขบวนการผลิตอีกด้วย โลหะใดบ้างที่ปะปนอยู่ในสีแล้วทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ก. ตะกั่ว ข. สารหนู ค. โครเมียม ง. ถูกทุกข้อ
ง	ก. 42 นอกจากมนุษย์จะใช้ยังชูรส สีผสมอาหารแล้ว ยังนิยมใช้สารกันเสียและสารกันหืนอีกด้วย ในสารกันเสียมีกรดซาลิไซลิคและในสารกันหืนมีกรดนอร์ได ไฮโดรไกวอาเรติก ผสมอยู่ ทั้งกรดซาลิไซลิคและกรดนอร์ไดไฮโดรไกวอาเรติก ล้วนเป็นสารปนปลอมที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศห้ามใช้ เพราะถ้าสารเหล่านี้เข้าไปในร่างกายเพียงเล็กน้อย จะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร กรดซาลิไซลิคเป็นสารปนปลอมใน (สารกันเสีย/สารกันหืน)..... ..... กรดนอร์ไดไฮโดรไกวอาเรติก เป็นสารปนปลอมใน (สารกันเสีย/สารกันหืน).....

สารกันเสีย
สารกันหืน

ก. 43

สารสังเคราะห์ที่แพร่หลายมากในปัจจุบันคือ ยาปราบศัตรูพืช เช่น ดี ดี ที พาราไทออน เอนดริน 24% ซึ่งอาจพบได้ทั้งในน้ำ ในอากาศและในดิน

สารเหล่านี้เข้าไปสะสมในร่างกายโดยการหายใจ กิน หรือการสัมผัส อันตรายที่เกิดจะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณที่รับสารเข้าไป

ตารางแสดงปริมาณยาปราบศัตรูพืชที่เป็นอันตรายถึงชีวิต

ยาปราบศัตรูพืช	ปริมาณ (mg/kg) ของ น.น.ร่างกาย
พาราไทออน	6.3
ดี ดี ที	200.0
เอนดริน 24%	5.0

จากตาราง

ปริมาณพาราไทออนที่เป็นอันตรายถึงชีวิตคือ..... mg/kg ของ น.น.ร่างกาย

เมื่อพิจารณาจากปริมาณยาปราบศัตรูพืชต่อน้ำหนัก 1 kg ยาปราบศัตรูพืชชนิดที่เป็นอันตรายมากที่สุด คือ.....

ถ้านักเรียนมีน้ำหนัก 50 kg ปริมาณ ดี ดี ที ที่เป็นอันตรายถึงชีวิตคือ.....mg

6.3 เอนดริน 24% 10,000	ก. 44 กล่าวโดยสรุป มลภาวะ (Pollution) คือ ปรากฏการณ์ที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจากภาวะปกติเป็นผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิต มลภาวะที่สำคัญในปัจจุบัน คือ 1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. ..... 5. .....
มลภาวะของน้ำ มลภาวะของดิน มลภาวะของอากาศ มลภาวะของเสียง มลภาวะของสารสังเคราะห์	ก. 45 มลภาวะของน้ำ, อากาศ, ดิน, เสียง และสารสังเคราะห์ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญ 2 ประการ ประการแรกคือความเจริญทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี่ ประการที่สองคือจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความเจริญทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี่ โดยเฉพาะทางการแพทย์ทำให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมาก จึงเป็นผลให้มีสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลภาวะต่าง ๆ สาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดมลภาวะคือ ก. ประชากรเพิ่มอย่างรวดเร็ว ข. การทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ค. การใช้สารสังเคราะห์อย่างไม่ระมัดระวัง ง. การใช้ทรัพยากรอย่างไม่ระมัดระวัง

ก	ก. 46 การเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดทำให้เกิดมลภาวะ เราเรียกมนุษย์ผู้ทำให้เกิดมลภาวะว่า Pollutant ดังนั้นวิธีป้องกันและแก้ปัญหาการเกิดมลภาวะคือ ควรมีการควบคุมอัตราการเพิ่มของประชากรให้พอเหมาะ มนุษย์ถูกเรียกว่า Pollutant ดังนั้นการป้องกันและแก้ปัญหาการเกิดมลภาวะคือ .....
การควบคุมอัตราการเพิ่มของประชากรให้พอเหมาะ	ก. 47 เมื่ออัตราการเพิ่มของประชากรลดลง สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมลดลงด้วย แต่มลภาวะ (Pollution) ส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นวิธีแก้ปัญหาการเกิดมลภาวะอีกประการคือ การออกกฎหมายควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้มีความรับผิดชอบในการกำจัดสิ่งสกปรกออกจากน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ การควบคุมอัตราการเพิ่มของประชากรและ การ..... ..... เป็นการช่วยลดการเกิดมลภาวะ
ออกกฎหมายควบคุมโรงงานอุตสาหกรรม	ก. 48 สิ่งแวดล้อมจะสะอาดหรือไม่มีมลภาวะเกิดขึ้นนั้น จะอาศัยการบังคับโดยกฎหมายอย่างเดียวไม่ได้ ต้องอาศัยความร่วมมือของประชาชนทุกคน ประชาชนควรจะมีความเข้าใจสาเหตุการเกิดของมลภาวะและอันตรายที่เกิด ดังนั้นการให้การศึกษาแก่เด็กและประชาชนจะทำให้เข้าใจปัญหา พร้อมทั้งช่วยกันป้องกันและแก้ไขให้สิ่งแวดล้อมสะอาดอยู่เสมอ นอกจากควบคุมอัตราการเพิ่มของประชากรและออกกฎหมายควบคุมผู้ทำให้เกิดมลภาวะแล้ว การ..... ก็เป็นวิธีป้องกันและแก้ไขการเกิดมลภาวะอีกด้วย

ให้การศึกษาแก่เด็กและประชาชน	ก. 49 การให้การศึกษาแก่เด็กและประชาชน เป็นการปลูกฝังให้เด็กและประชาชนรักธรรมชาติและช่วยกันป้องกันไม่ให้สิ่งแวดล้อมสกปรก ดังนั้น ควรเริ่มให้การศึกษาเรื่องดังกล่าวนี้ ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลขึ้นไป การให้การศึกษาเกี่ยวกับมลภาวะ ควรเริ่มที่ระดับใด ก. อนุบาล ข. ประถมศึกษา ค. มัธยมศึกษา ง. อุดมศึกษา
ก	ก. 50 สรุปการป้องกันและแก้ปัญหาการเกิดมลภาวะที่สำคัญ มี 3 ประการ คือ ประการแรก ควบคุมอัตราการเพิ่มของประชากรให้พอเหมาะ ประการที่สอง ออกกฎหมายควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมในการทิ้งของเสีย และประการที่สาม ให้การศึกษาแก่เด็กและประชาชน

ผนวก ค

1. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "มลภาวะ" จำนวน 20 ข้อ
2. ข้อเฉลยแบบทดสอบ

แบบทดสอบวิชาชีววิทยา

เรื่อง "มลภาวะ" (POLLUTION) 20 คะแนน

คำสั่ง เขียนเครื่องหมาย ✕ ทับตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด (ในกระดาษคำตอบ) เช่น

ก ข ค ง

1. ข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดทำให้เกิดมลภาวะ (Pollution)
   - ก. สิ่งปฏิกูลและน้ำโสโครกจากโรงงานอุตสาหกรรม
   - ข. มนุษย์ขาดความระมัดระวังในการใช้สารเคมี
   - ค. มนุษย์ขาดความระมัดระวังในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
   - ง. อัตราการเพิ่มประชากรสูงมากในปัจจุบัน
2. น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาวัดค่า DO ได้ 20 mg/l หมายความว่า ในน้ำ 1 ลิตร
   - ก. มีอินทรียสารปนอยู่ 20 mg
   - ข. มีออกซิเจนละลายอยู่ 20 mg
   - ค. ต้องการออกซิเจน 20 mg ในการสลายอินทรียสารในน้ำ
   - ง. ต้องการออกซิเจน 20 mg ในการสลายจุลินทรีย์ในน้ำ
3. เมื่อนำน้ำจากคลอง A และคลอง B มาวัดหาค่า COD ปรากฏว่า

   น้ำจากคลอง A มีค่า COD 200 mg/l

   น้ำจากคลอง B มีค่า COD 150 mg/l

   ค่า COD บอกให้ทราบว่า น้ำในคลอง A เป็นอย่างไร
   - ก. มีคุณภาพดีกว่าน้ำในคลอง B
   - ข. มีอินทรียสารปนอยู่มากกว่าน้ำในคลอง B
   - ค. มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่มากกว่าน้ำในคลอง B
   - ง. มีจุลินทรีย์และสาหร่ายอยู่มากกว่าน้ำในคลอง B

4. อินทรียสาร + A $\xrightarrow{B}$ $CO_2+H_2O+NH_3+SO_4^{2-}$

จากสมการแสดงการสลายอินทรียสาร A และ B คืออะไร

ก. กาซออกซิเจนและ Aerobic bacteria ตามลำดับ

ข. กาซออกซิเจนและ Anaerobic bacteria ตามลำดับ

ค. อนินทรียสารและ Aerobic bacteria ตามลำดับ

ง. อนินทรียสารและ Anaerobic bacteria ตามลำดับ

5. ข้อใดเป็นผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงงานไฟฟ้าปรมาณู ที่ตั้งติดชายทะเล

ก. มีการปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีลงในน้ำทะเล

ข. มีการปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีลงสู่แหล่งดิน

ค. มีการปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีฟุ้งกระจายในอากาศ

ง. มีการระบายน้ำร้อนจากโรงงานลงทะเล ทำให้น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงเกินปกติ

จากผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 4 แห่ง

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (°C)	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	ปริมาณตะกั่ว (mg/l)
A	4.5	24	4,160	4,875	2.1
B	7.0	58	61,720	64,320	.001
C	5.2	25	74	98	.01
D	9.8	27	46	74	14.8

จากตารางข้างบน

6. น้ำทิ้งจากโรงงานใดมีการสลายอินทรียสารโดย Aerobic bacteria น้อยที่สุด

ก. A ข. B

ค. C ง. D

7. สารใดเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมาก ทำให้เป็นโรค อิไต-อิไต ซึ่งมีอาการกระดูกผุกร่อนและหักง่าย

ก. Mn ข. Pb

ค. Zn ง. Cd

8. สารในข้อใดเมื่อหายใจเข้าไปจะทำอันตรายเยื่อบุของอวัยวะที่เกี่ยวกับการหายใจ

ก. CO, SO_2, CO_2 ข. SO_2, NO_2, SO_3

ค. SO_2, CH_4, CO_2 ง. CO, CH_4, SO_3

9. โรคพิษตะกั่วอาจพบในคนงานที่ทำงานในโรงงานประเภทใด

ก. โรงงานถ่านไฟฉาย ข. โรงงานทำสี

ค. โรงงานผลิตโซดาไฟ ง. โรงงานทำเยื่อกระดาษ

10. โรงงานใดทำให้ดินเปรี้ยวมากที่สุด

ก. โรงงานทำสบู่ ข. โรงงานทำโซดาไฟ

ค. โรงงานทำกวยเตี๋ยว ง. โรงงานผลิตปุ๋ย

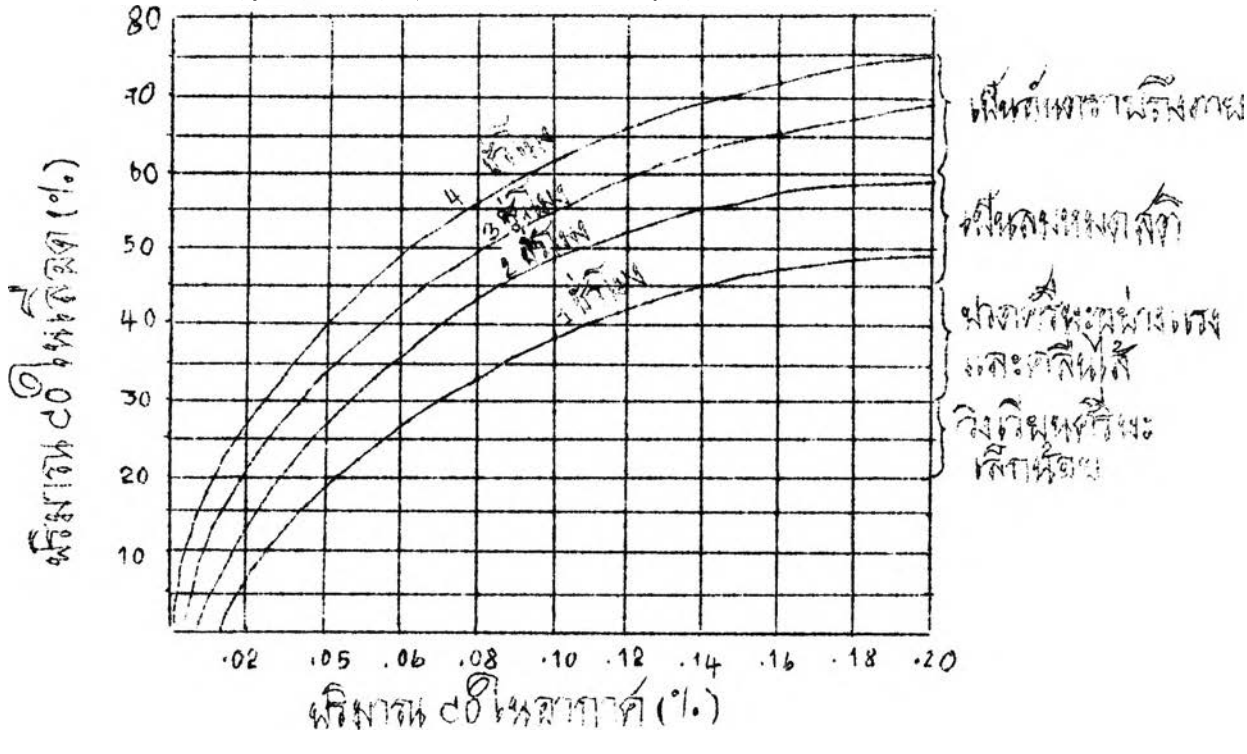
11. บริเวณหนึ่งถูกหักร้างถางป่า จะทำนายได้ว่า

ก. ป่าไม้จะขึ้นทดแทนเพื่อรักษาสมดุลย์ธรรมชาติ

ข. เกิดน้ำท่วมบริเวณนั้น

ค. ดินบริเวณนั้นขาดแร่ธาตุไม่เหมาะในการเพาะปลูก

ง. แห้งแล้งมากจนกลายเป็นทะเลทรายในอนาคต



12. จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง CO ในอากาศและในเลือดกับเวลาในการหายใจตลอดจนอันตรายต่าง ๆ ได้ว่า

ก. ปริมาณ CO ในเลือดแปรผันตามปริมาณ CO ในอากาศและเวลาในการหายใจ

ข. ปริมาณ CO ในเลือดแปรผันตามปริมาณ CO ในอากาศ

ค. อันตรายจากพิษ CO แปรผันตามเวลาในการหายใจ

ง. อันตรายที่เกิดจากพิษ CO แปรผันตามปริมาณ CO ในอากาศและในเลือดกับเวลาในการหายใจ

13. ดินที่มี pH=3 ต้องปรับปรุงดินอย่างไรให้เหมาะในการปลูกพืช

ก. ปลูกพืชหมุนเวียน

ข. เติม NH_4NO_3

ค. เติม $Ca(OH)_2$

ง. ก. หรือ ข. หรือ ค.

14. เสียงที่เรียกว่าเสียงรบกวนคือ

ก. เสียงเครื่องดนตรีหลายชิ้นรวมกัน

ข. เสียงยวดยานพาหนะ

ค. เสียงที่มีระดับความเข้มของเสียงเกิน 80 dB

ง. เสียงพูดของคนจำนวนมาก

ตารางแสดงระดับความเข้มของเสียงที่มนุษย์ฟังโดยไม่เป็นอันตราย

เวลารับฟัง (ชั่วโมง/วัน)	ระดับความเข้มของเสียง วัดจากตนกำเนิดเสียง 7 เมตร
8	90
6	92
4	95
2	99
$1\frac{1}{3}$	100
$\frac{1}{2}$	102

จากตาราง ตอบคำถาม 15 - 16

15. ข้อใดเป็นเสียงรบกวนที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาท

ก. เสียงจักรยานยนต์เร่งเครื่องระดับความเข้มเสียง 100 dB นาน 1 ชม.

ข. เสียงรถบรรทุก ระดับความเข้มของเสียง 90 dB นาน 6 ชม.

ค. เสียงจักรยานยนต์เร่งเครื่องระดับความเข้มเสียง 95 dB นาน $4\frac{1}{2}$ ชม.

ง. เสียงรถบรรทุก ระดับความเข้มของเสียง 92 dB นาน 6 ชม.

16. จากตารางสรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มของเสียงกับเวลาที่รับฟังตลอดจนอันตรายได้ดังนี้

ก. อันตรายของเสียงแปรผันตามระดับความเข้มของเสียง

ข. อันตรายของเสียงแปรผันตามเวลาที่รับฟัง

ค. อันตรายของเสียงแปรผันตามระดับความเข้มของเสียงและเวลาที่รับฟัง

ง. อันตรายของเสียงแปร ผกผันกับระดับความเข้มของเสียงและเวลาที่รับฟัง

17. วิธีการป้องกันการเกิดมลภาวะ (Pollution) ที่ดีที่สุดคือ

ก. ลดอัตราการเพิ่มของประชากร

ข. ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย

ค. ลดการสร้างโรงงานอุตสาหกรรม

ง. ออกกฎหมายควบคุมผู้ทำให้เกิดมลภาวะ

18. สารปนปลอมส่วนใหญ่ที่พบในผงชูรสผสมคือ

ก. โมโนโซเดียม กลูตาเมท

ข. กรดเบนโซอิค

ค. กรดซาลิไซลิค

ง. น้ำประสานทอง

19. พิษของโบแรกซ์ที่สำคัญที่สุดคือ

ก. อาการชาตามลิ้น

ข. เวียนศีรษะ คลื่นไส้

ค. เป็นอันตรายต่อสมองของทารกในครรภ์

ง. โรคความดันโลหิตต่ำ

20. การให้การศึกษาเกี่ยวกับมลภาวะและอันตรายนั้น ควรเริ่มให้ในวัยใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

ก. เด็กอนุบาล

ข. เด็กประถมศึกษา

ค. เด็กมัธยมศึกษา

ง. นักศึกษาระดับอุดมศึกษา

ข้อเฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง มลภาวะ

1.	ง	11.	ง
2.	ข	12.	ง
3.	ข	13.	ค
4.	ก	14.	ค
5.	ง	15.	ค
6.	ข	16.	ค
7.	ง	17.	ก
8.	ข	18.	ง
9.	ข	19.	ง
10.	ง	20.	ก

ผนวก ง.

1. สูตรการหาค่าอำนาจจำแนกและการะดับความยาก
2. ตารางแสดงการะดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบ
3. สูตรการหาความเที่ยงของแบบทดสอบ (Reliability)
4. การหาความเที่ยงของแบบทดสอบ เรื่อง "มลภาวะ"
5. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียน โดยทดสอบกา z (z-test)
6. กราฟแสดงการวิเคราะห์ข้อสอบ

การหาค่าอำนาจจำแนกและค่าระดับความยาก

การหาค่าอำนาจจำแนกและค่าระดับความยาก ใช้สูตร[1]

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

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

D = อำนาจจำแนก

P = ค่าระดับความยาก

U = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

n = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

---

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

ระดับความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบ

ข้อที่	U	L	$P = \frac{U + L}{2n} \times 100$	$D = \frac{U - L}{n}$
1(1)	23	11	34	0.24
2	47	24	71	0.46
3	40	37	77	0.06
4	28	20	48	0.16
5(2)	33	11	44	0.44
6	47	35	82	0.24
7(3)	47	31	78	0.32
8(4)	43	29	72	0.28
9(5)	30	11	41	0.38
10	40	34	74	0.12
11	45	38	83	0.14
12	50	48	98	0.04
13(6)	21	18	39	0.78
14	41	30	71	0.18
15(7)	38	25	63	0.26
16	48	28	76	0.40
17(8)	31	11	42	0.40
18	41	27	68	0.28
19(9)	35	12	47	0.46
20(10)	24	18	42	0.84
21	46	43	89	0.06

ข้อที่	U	L	$P = \frac{U + L}{2n} \times 100$	$D = \frac{U - L}{n}$
22	41	28	69	0.26
23(12)	35	18	53	0.34
24	38	37	75	0.02
25(11)	29	14	43	0.30
26(13)	34	23	57	0.22
27(14)	43	31	74	0.24
28	42	34	76	0.16
29(15)	38	23	61	0.30
30(16)	35	20	55	0.30
31(17)	23	11	34	0.24
32(18)	45	21	66	0.48
33	12	8	20	0.08
34(19)	20	7	27	0.26
35(20)	18	10	28	0.36

จากตารางข้อสอบ 35 ข้อ มีอยู่ 20 ข้อ (มีหมายเลขกำกับไว้ข้างบน) ที่มีระดับความยากตั้งแต่ 27% - 78% และอำนาจจำแนกตั้งแต่ .22 - .84

การหาความเที่ยงของแบบทดสอบ (Reliability)

การหาความเที่ยงของแบบทดสอบ ใช้สูตรของ Kuder - Richardson 21[1]

$$rKR_{21} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{M(n-M)}{n(S.D)^2}\right]$$

M = ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

n = จำนวนข้อสอบ

S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

---

[1]Georgia S. Adams, Measurement and Evaluation in Education, Psychology and Guidance (New York: Holt Rinehart and Winston, 1966), p. 87.

การหาความเที่ยงของแบบทดสอบ เรื่อง "มลภาวะ"

คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX^2
7	3	21	147
8	12	96	768
9	12	108	972
10	6	60	600
11	9	99	1089
12	5	60	720
13	8	104	1352
14	15	210	2940
15	20	300	4500
16	16	256	4096
17	12	204	3468
18	16	288	5184
19	13	247	4693
20	3	60	1200

$\Sigma fX = 2113$ $\Sigma fX^2 = 31729$

$$M = \frac{\Sigma fX}{N} = \frac{2113}{150}$$

$$= 14.08$$

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

$$= \sqrt{\frac{31729}{150} - \left(\frac{2113}{150}\right)^2}$$

$$= \sqrt{13.09}$$

แทนค่าในสูตร $rKR_{21} = \frac{20}{19}\left[1 - \frac{14.08\ (20 - 14.08)}{20 \times 13.09}\right]$

$$= 0.73$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนโดยทดสอบค่า z

การทดสอบค่า z ใช้สูตร[1]

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

$\bar{d}$ = คะแนนเฉลี่ย

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

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

Σd = คะแนนรวมของคะแนนความก้าวหน้า

N = จำนวนคน

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

$S.D._d$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

---

[1]ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 92-96.

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยทดสอบ ค่า z

คนที่	เพศ	คะแนน Pre-test	คะแนน Post-test	คะแนน Post-test-Pre-test (d)	d^2
1	ญ	6	15	9	81
2	ญ	8	17	9	81
3	ช	9	17	8	64
4	ช	10	18	8	64
5	ญ	9	17	8	64
6	ญ	6	17	11	121
7	ญ	7	15	8	64
8	ช	4	15	11	121
9	ช	9	14	5	25
10	ช	7	12	5	25
11	ญ	8	13	5	25
12	ช	5	16	11	121
13	ช	9	19	10	100
14	ญ	6	17	11	121
15	ช	7	18	11	121
16	ญ	4	14	10	100
17	ช	8	18	10	100
18	ช	7	16	9	81
19	ช	5	16	11	121
20	ช	5	15	10	100

คนที่	เพศ	คะแนน Pre-test	คะแนน Post-test	คะแนน Post-test- Pre -test (d)	d^2
21	ช	7	14	7	49
22	ช	6	15	9	81
23	ญ	5	17	12	144
24	ช	7	15	8	64
25	ญ	11	19	8	64
26	ช	8	15	7	49
27	ช	6	14	8	64
28	ช	8	17	9	81
29	ญ	9	17	8	64
30	ช	6	18	12	144
31	ช	5	16	11	121
32	ญ	4	16	12	144
33	ญ	9	15	6	36
34	ช	8	13	5	25
35	ช	7	14	7	49
36	ญ	6	17	11	121
37	ญ	6	11	5	25
38	ช	9	14	5	25
39	ญ	8	18	10	100
40	ญ	11	15	4	16
41	ช	5	16	11	121
42	ช	8	18	10	100

คนที่	เพศ	คะแนน Pre-test	คะแนน Post-test	คะแนน Post-test- Pre -test (d)	d^2
43	ญ	9	17	8	64
44	ญ	6	15	9	81
45	ช	9	14	5	25
46	ช	7	17	10	100
47	ญ	10	19	9	81
48	ช	7	15	8	64
49	ช	5	16	11	121
50	ช	4	13	9	81
51	ช	8	16	8	64
52	ช	8	18	10	100
53	ญ	4	13	9	81
54	ช	5	12	7	49
55	ช	6	17	11	121
56	ญ	8	18	10	100
57	ญ	7	18	11	121
58	ช	8	17	9	81
59	ญ	8	15	7	49
60	ญ	7	15	8	64
61	ญ	7	18	11	121
62	ญ	7	17	10	100
63	ญ	8	19	11	121
64	ญ	4	13	9	81

คนที่	เพศ	คะแนน Pre-test	คะแนน Post-test	คะแนน Post-test- Pre -test (d)	d^2
65	ญ	5	15	10	100
66	ช	7	15	8	64
67	ญ	7	15	8	64
68	ช	6	16	10	100
69	ญ	7	16	9	81
70	ญ	8	16	8	64
71	ญ	7	18	11	121
72	ช	7	19	12	144
73	ช	6	18	12	144
74	ญ	5	17	12	144
75	ช	7	15	8	64
76	ช	4	15	11	121
77	ญ	5	15	10	100
78	ญ	5	18	13	169
79	ช	6	19	13	169
80	ช	9	17	8	64
81	ญ	4	16	12	144
82	ช	7	18	11	121
83	ช	8	17	9	81
84	ญ	5	14	9	81
85	ญ	8	17	9	81

คนที่	เพศ	คะแนน Pre-test	คะแนน Post-test	คะแนน Post-test – Pre -test (d)	d^2
86	ญ	10	16	6	36
87	ญ	7	18	11	121
88	ญ	7	17	10	100
89	ญ	5	17	12	144
90	ญ	6	17	11	121
91	ญ	6	16	10	100
92	ญ	9	18	9	81
93	ญ	10	15	5	25
94	ช	8	14	6	36
95	ช	4	15	11	121
96	ญ	7	18	11	121
97	ญ	9	18	9	81
98	ญ	4	18	14	196
99	ญ	6	17	11	121
100	ช	5	15	10	100

$\sum d = 924 \quad \sum d^2 = 8982$

Ho : ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน

H1 : มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียน และหลังเรียนบทเรียน

$$\bar{d} = \frac{\Sigma d}{N} = \frac{924}{100} = 9.24$$

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

$$= \sqrt{\frac{8982}{100} - (\frac{924}{100})^2}$$

$$= 2.61$$

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

$$= \frac{2.61}{\sqrt{100-1}}$$

$$= 0.26$$

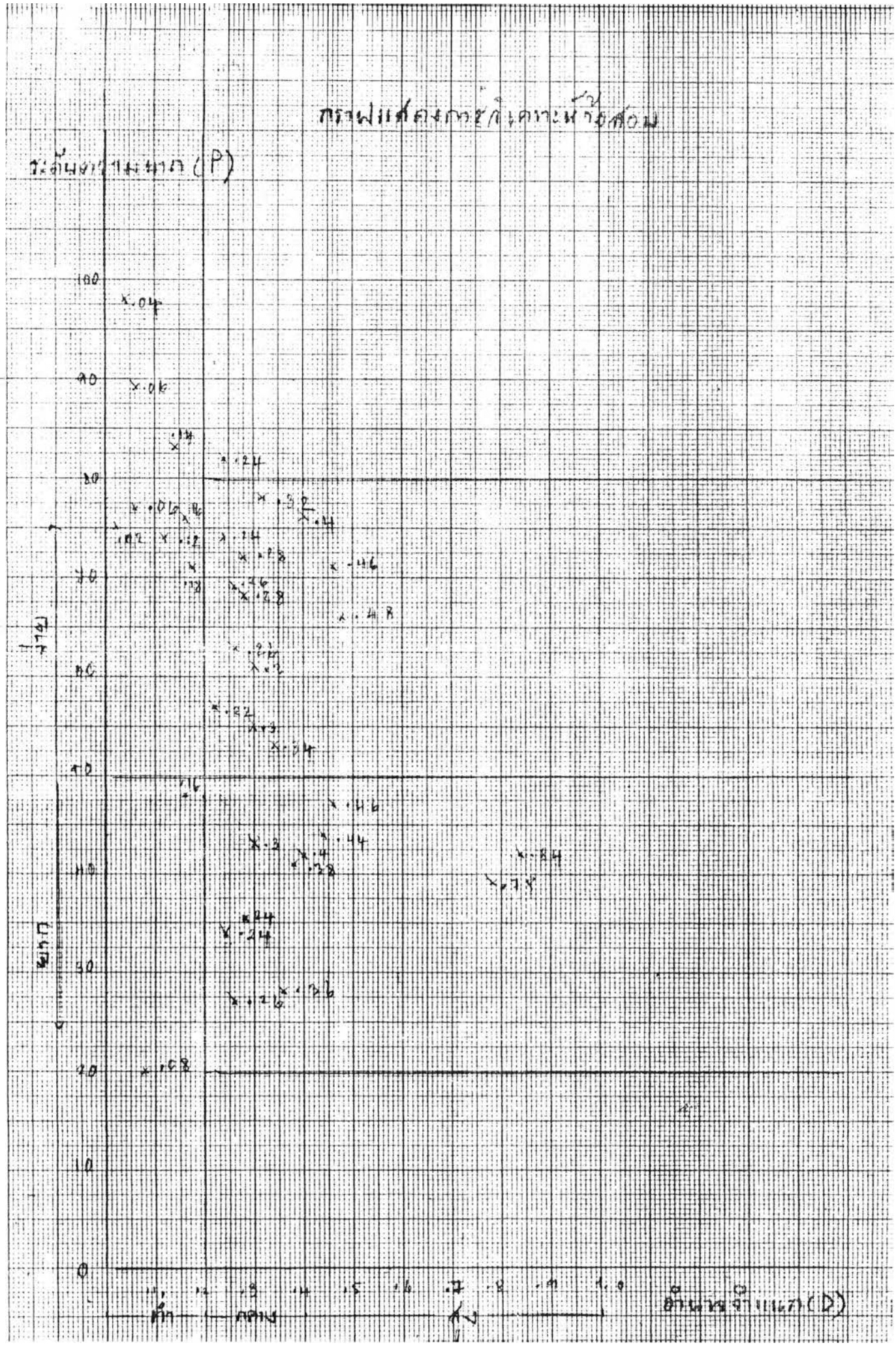
$$z = \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}}$$

$$= \frac{9.24}{0.26}$$

$$= 35.54$$

z ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 มีค่า 2.58 และ z ที่คำนวณได้มากกว่า 2.58 จึง Reject Ho

ฉะนั้น จึงกล่าวได้ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียน


กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ
ระดับความดัน (P)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
ระดับความลึก (D)

ผนวก จ.

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง

ตารางที่ 2 ผลการทดลองขั้นกลุ่มเล็ก

ตารางที่ 3 วิเคราะห์บทเรียนแบบโปรแกรม

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ปรับปรุง	หมายเหตุ
1.	50 วินาที	อ่านแล้วทำได้เข้าใจ	ง่าย	-	
2.	50 วินาที	เข้าใจ	ทำได้	-	
3.	1.30 นาที	อ่านนานกว่ากรอบแรก ๆ	ยังพอทำได้	-	
4.	1.20 นาที	อ่านเข้าใจ แต่เวลาตอบสับสน	เมื่ออ่านซ้ำแล้วทำได้	-	
5.	2.00 นาที	ทำได้ทันที	อ่านไม่รอบกรอบตอบผิด	✓	
6.	1.20 นาที	ขณะตอบคำถามไม่แน่ใจกลับไปอ่านซ้ำอีก	ควรเพิ่มเติมเนื้อหาเข้าใจไม่ชัด	✓	
7.	2.00 นาที	อ่านช้า เข้าใจยาก	พอตอบได้	-	
8.	3.00 นาที	ใช้เวลาอ่านนาน	พอเข้าใจ ควรมีคำถามถามก่อน	✓	
9.	2.00 นาที	สามารถตอบคำถามได้ แต่เกิดความสังเลตอนท้าย	ควรแก้คำถามใหม่	✓	
10.	1.00 นาที	เข้าใจ	ตอบได้ทันที	-	
11.	1.30 นาที	เข้าใจ	ควรมีคำถามเพิ่ม	✓	
12.	3.00 นาที	ใช้เวลาอ่านกรอบนาน	ตอบผิดเพราะพิจารณาไม่รอบครอบ	✓	
13.	2.00 นาที	เข้าใจทำทันที	เข้าใจ	-	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ปรับปรุง	หมายเหตุ
14.	2.00 นาที	ใช้เวลาอ่าน 2 รอบ จึงตอบ	ไม่แน่ใจว่าเข้าใจถูกต้องหรือไม่	✓	
15.	1.00 นาที	อ่านรู้เรื่อง	พอทำได้ ควรจะอธิบายเพิ่ม	✓	
16.	2.30 นาที	อ่านเข้าใจ	พอทำได้แต่เข้าใจไม่ชัดเจน	✓	
17.	4.00 นาที	อ่านซ้ำ เกิดความสับสน	แก้คำถามให้ชัด	✓	
18.	1.00 นาที	ตอบได้ทันที	ง่าย	-	
19.	1.00 นาที	ตอบได้ทันที	ง่าย	-	
20.	50 วินาที	ตอบได้ทันที	ง่าย	-	
21.	4.00 นาที	ศึกษาตาราง 3 นาทีตอบได้	ทำได้ถูกต้องง่าย	-	
22.	2.00 นาที	เข้าใจ	สามารถตอบได้	-	
23.	1.30 นาที	เข้าใจ	ทำได้	-	
24.	1.00 นาที	รู้เรื่องดีตอบทันที	ง่าย	-	
25.	1.00 นาที	อ่านเข้าใจ	ตอบคำถามผิดคิดว่าถามอาการ	✓	
26.	50 วินาที	ทำได้ทันที	จำได้จากตารางที่อ่านมา	-	
27.	1.00 นาที	ตอบทันที	ตอบผิดแก้ไขคำผิด	✓	
28.	1.00 นาที	ทำได้ทันที	ถูกต้องง่าย	-	
29.	1.00 นาที	ทำได้ทันที	ไม่ยาก	-	
30.	1.30 นาที	ตอบได้ทันที	ไม่ยาก	-	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

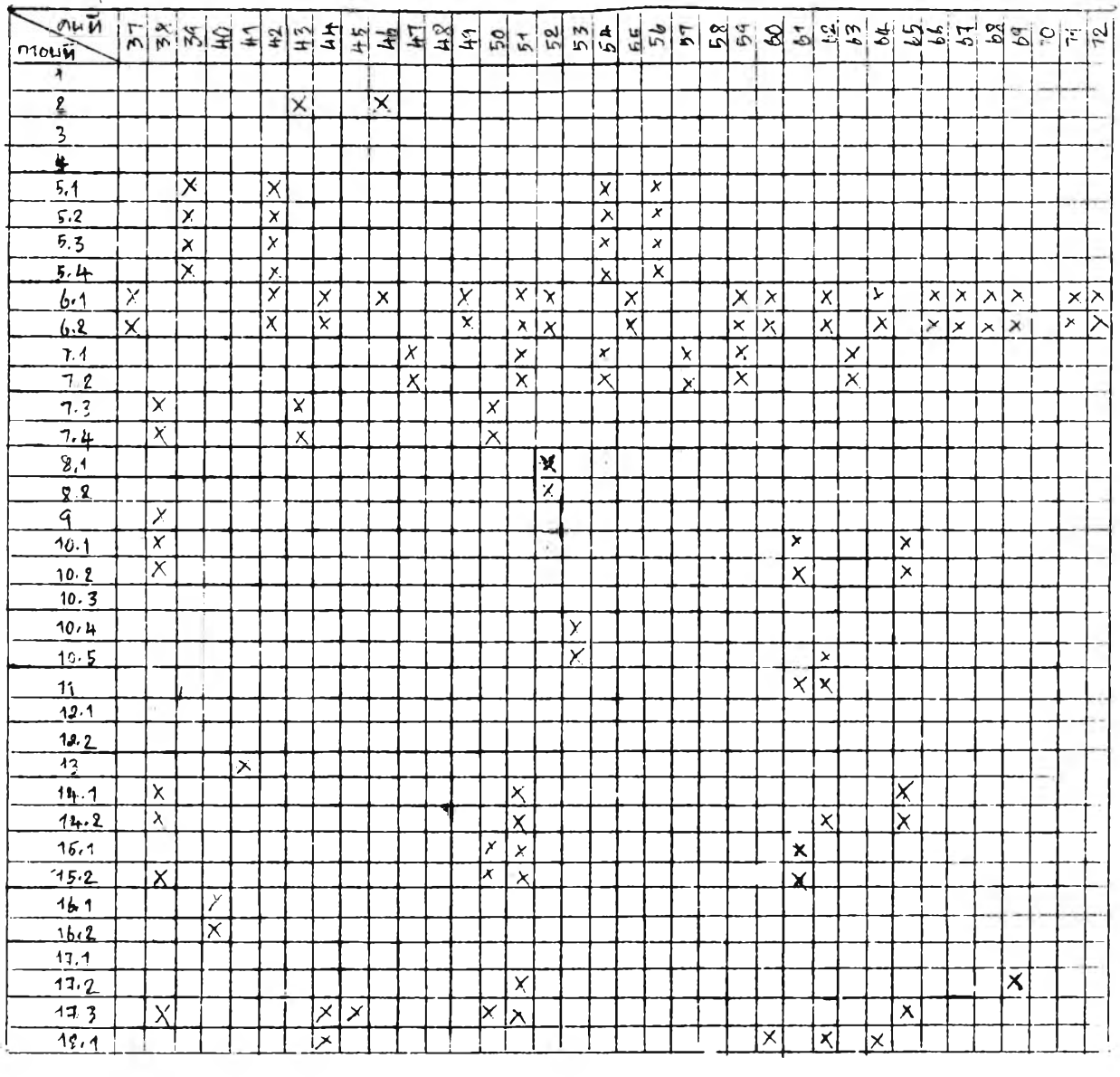
กรอบที่	เวลาที่ใช้	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	กรอบที่ปรับปรุง	หมายเหตุ
31.	2.00 นาที	อ่านเข้าใจ	ตอบคำถามผิดไม่รอบคอบ	-	
32.	1.00 นาที	เข้าใจ	ขยายคำอธิบายเพิ่ม	✓	
33.	50 วินาที	เข้าใจ	ไม่ยาก	-	
34.	1.30 นาที	ทำได้ทันที	ง่าย	-	
35.	50 วินาที	ทำได้ทันที	ง่าย	-	
36.	50 วินาที	ทำได้ทันที	ง่าย	-	
37.	1.30 นาที	ทำได้ทันที	ง่าย	-	
38.	1.00 นาที	อ่านเข้าใจ	เพิ่มเติมคำถาม	✓	
39.	1.00 นาที	ทำได้	เปลี่ยนคำถามเสียใหม่	✓	
40.	50 วินาที	เข้าใจ	แก้คำพูดบางตอน	✓	
41.	50 วินาที	เข้าใจ	ตอบได้ง่าย	-	
42.	1.30 นาที	เข้าใจ	คำถามไม่สอดคล้อง	✓	
43.	2.00 นาที	ตอบได้ไม่หมด ย้อนไปเปิดอ่าน	พอทำได้	-	
44.	1.30 นาที	เริ่มคิดไม่มีคำตอบ	ยากหน่อย ถามความคิดเห็น	-	
45.	50 วินาที	ตอบได้ทันที	ง่าย	-	
46.	50 วินาที	ตอบได้ทันที	ง่าย	-	
47.	50 วินาที	ทำทางเข้าใจ	ง่าย	-	
48.	50 วินาที	เข้าใจ	ง่าย	-	

ตารางที่ 2 ผลการทดลองขั้นกลุ่มเล็ก

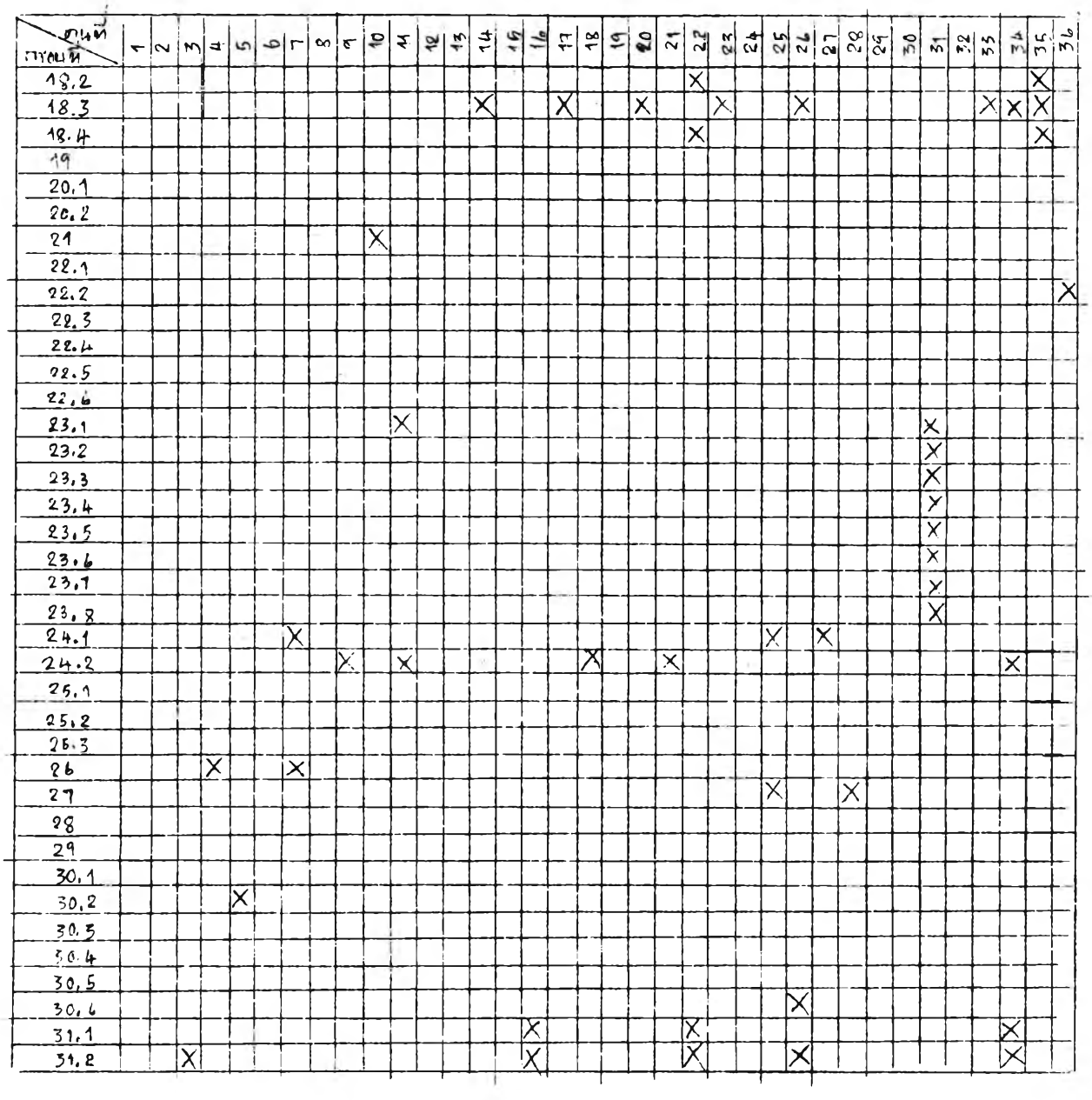
คนที่	อายุ	เพศ	คะแนนทดสอบก่อนเรียนบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียนบทเรียน		คะแนนความก้าวหน้า		เวลาที่ใช้ (นาที)
			คะแนน(20)	ร้อยละ	คะแนน(20)	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
1.	อายุเฉลี่ย 16 ปี	ชาย	7	35	15	75	8	40	78
2.		หญิง	8	40	16	80	8	40	85
3.		ชาย	8	40	15	75	7	35	70
4.		ชาย	5	25	13	65	8	40	80
5.		หญิง	5	25	12	60	7	35	75
6.		ชาย	9	45	16	80	7	35	70
7.		หญิง	6	30	12	60	6	30	80
8.		ชาย	9	45	14	70	5	25	82
9.		หญิง	7	35	18	90	11	55	78
10.		หญิง	5	25	16	80	11	55	85
เฉลี่ย			6.9	34.5	14.7	73.5	7.8	39	78.3

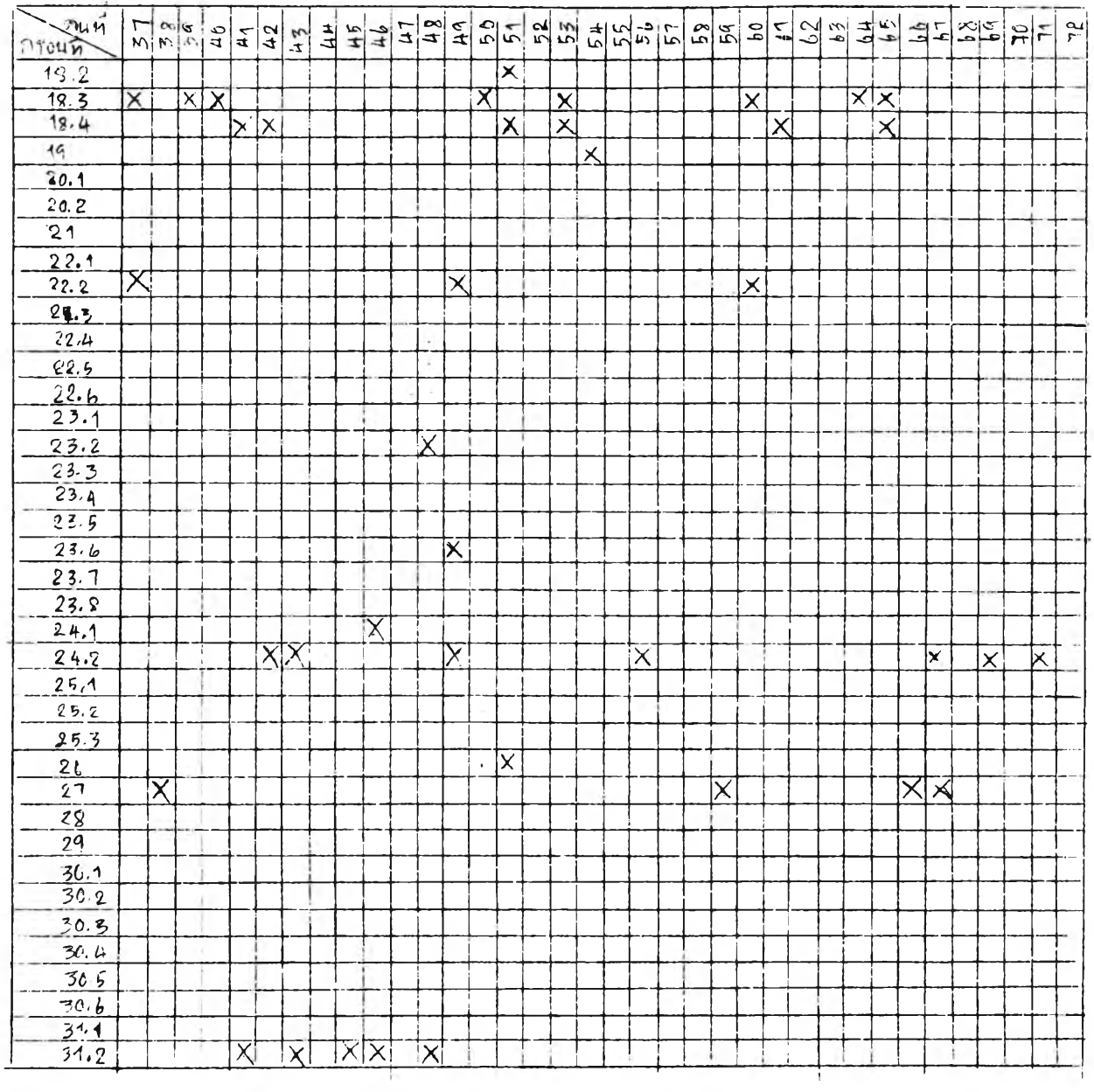
ตาราง 3 วิเคราะห์หัวข้อเรียนแบบโปรแกรม

กลุ่มที่ / คำถามที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1																				X																	
2																													X					X		
3																																		X		
4																																				
5.1				X	X				X		X			X										X											
5.2				X	X				X		X			X										X											
5.3				X	X				X		X			X										X											
5.4				X	X				X		X			X										X											
6.1		X	X	X		X	X	X	X		X				X	X						X	X	X		X	X					X	X	X
6.2		X	X	X		X	X	X	X		X				X	X						X	X	X		X	X					X	X	X
7.1	X		X				X	X									X			X						X			X	X				
7.2	X		X				X	X									X			X						X			X	X				
7.3																												X							
7.4																																				
8.1												X																								
8.2												X																								
9																																				
10.1																																				
10.2																																				
10.3																																				
10.4																				X																
10.5																				X																
11				X				X											X																	
12.1																																				
12.2																																				
13																				X																
14.1																																				
14.2																																		X		
15.1																																				
15.2																					X															
16.1																			X									X							
16.2																			X																	
17.1												X																								
17.2																																				
17.3							X			X				X	X					X					X	X								X	X	
18.1																																				

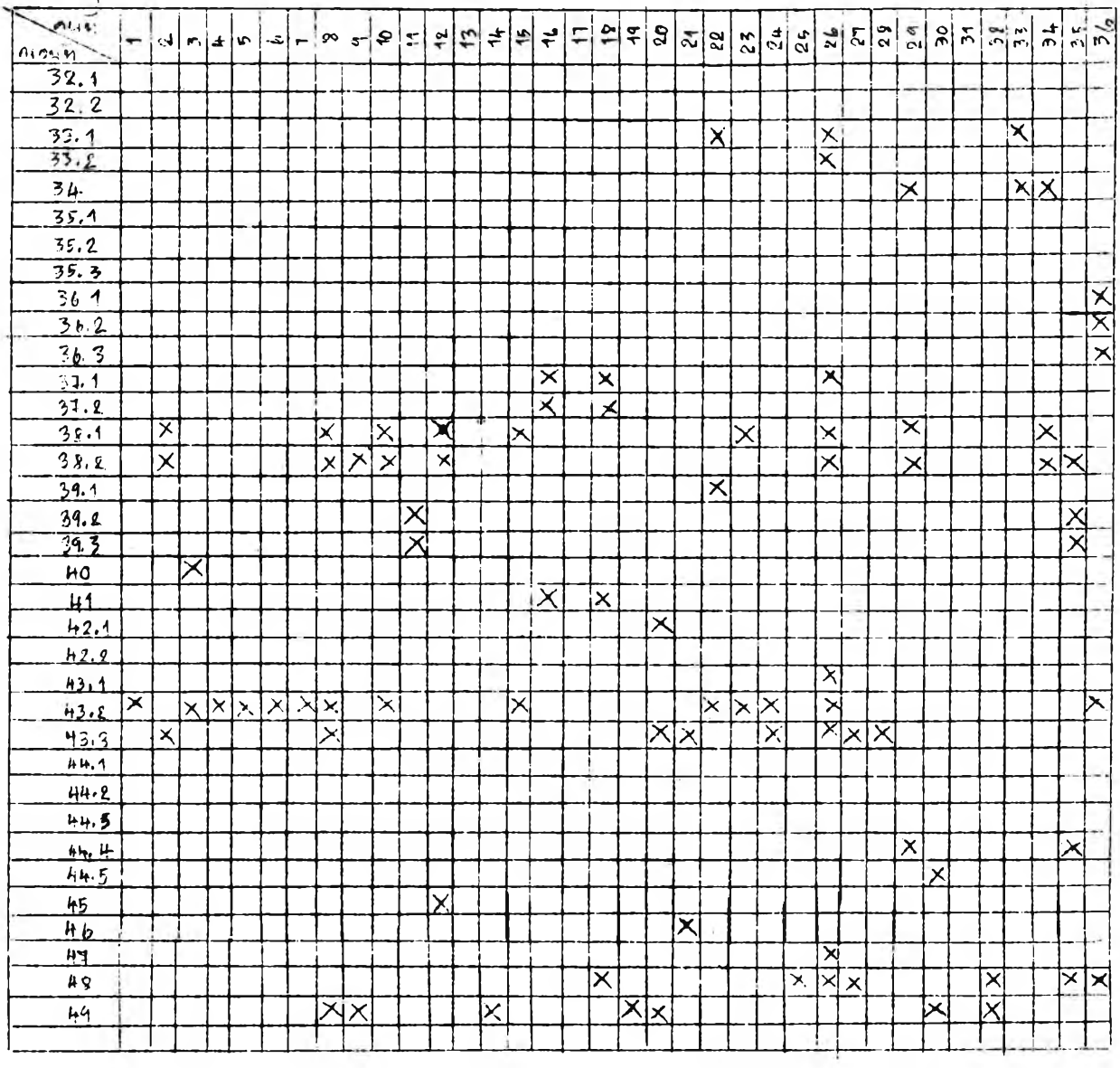

признак
1
2
3
4
5.1
5.2
5.3
5.4
6.1
6.2
7.1
7.2
7.3
7.4
8.1
8.2
9
10.1
10.2
10.3
10.4
10.5
11
12.1
12.2
13
14.1
14.2
15.1
15.2
16.1
16.2
17.1
17.2
17.3
18.1

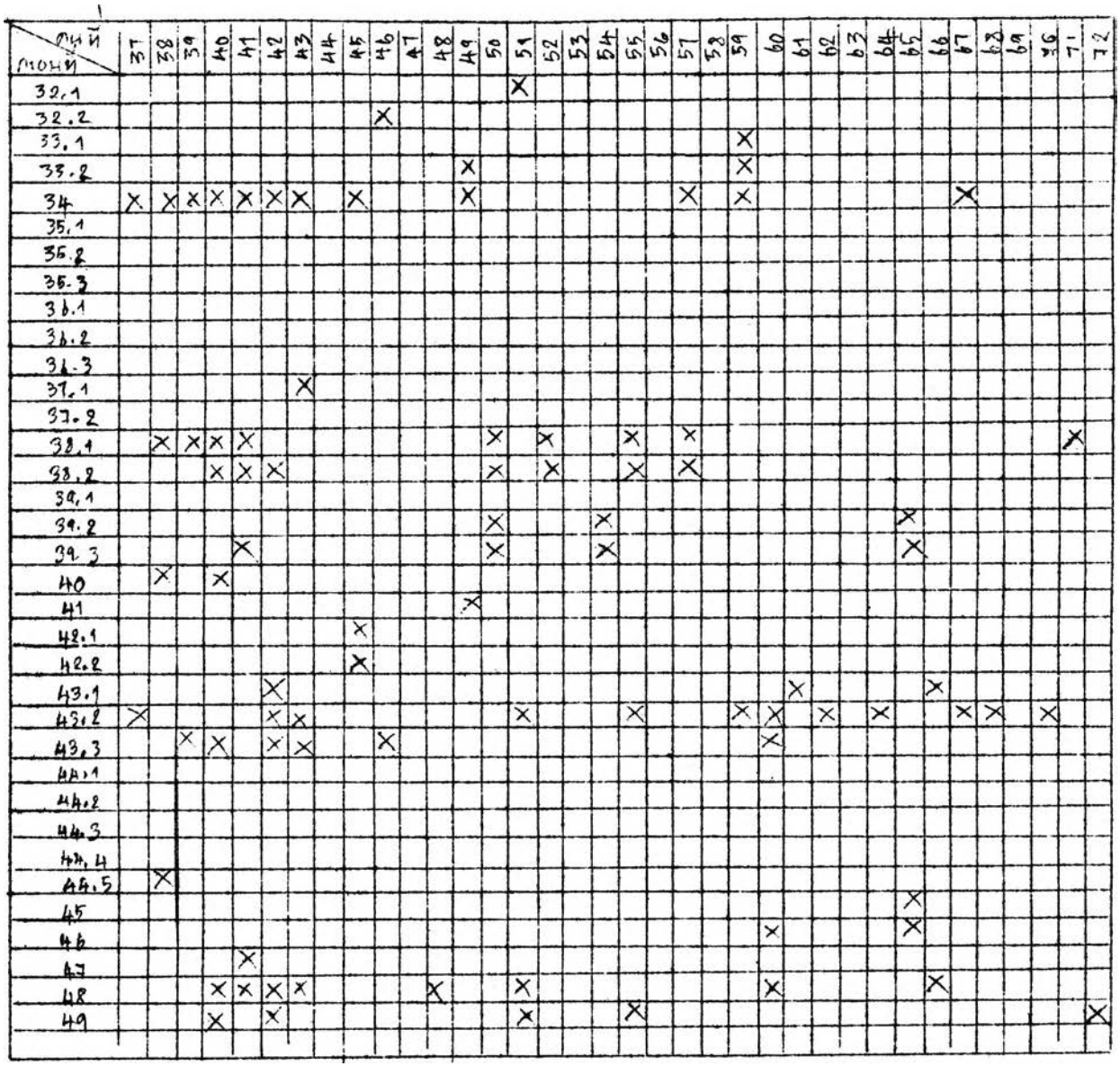
ตอนที่ / ข้อที่	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	คำนวณตอบที่ถูก
1																													99
2											X																		95
3																													99
4																													100
5.1				X															X										88
5.2				X															X										88
5.3				X															X				X						87
5.4				X															X										88
6.1			X		X					X		X	X			X					X		X	X		X	X		53
6.2			X		X					X		X	X			X					X		X	X		X	X		54
7.1											X																		84
7.2											X									X									83
7.3																													96
7.4																													97
8.1														X															97
8.2					X									X															96
9																													99
10.1																													97
10.2																													97
10.3																													100
10.4						X																							97
10.5						X	X						X																94
11											X								X										93
12.1																													100
12.2																													100
13																													98
14.1											X																		96
14.2						X					X			X															92
15.1					X												X				X								94
15.2																	X				X								93
16.1																		X								X			95
16.2																		X								X			96
17.1																													99
17.2	X																												97
17.3	X			X																						X			92
18.1																							X						95


Признаки
Типы
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
18.2
18.3
18.4
19
20.1
20.2
21
22.1
22.2
22.3
22.4
22.5
22.6
23.1
23.2
23.3
23.4
23.5
23.6
23.7
23.8
24.1
24.2
25.1
25.2
25.3
26
27
28
29
30.1
30.2
30.3
30.4
30.5
30.6
31.1
31.2


Точки / Эм
37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72
18.2
18.3
18.4
19
20.1
20.2
21
22.1
22.2
22.3
22.4
22.5
22.6
23.1
23.2
23.3
23.4
23.5
23.6
23.7
23.8
24.1
24.2
25.1
25.2
25.3
26
27
28
29
30.1
30.2
30.3
30.4
30.5
30.6
31.1
31.2

ตอนที่ \ ข้อที่	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
18.2																								X					96
18.3				X			X				X	X																	80
18.4														X															91
19							X																						98
20.1																													100
20.2																													100
21																													99
22.1																													100
22.2																													96
22.3																													100
22.4																													100
22.5																													100
22.6																													100
23.1																													98
23.2																													98
23.3																													99
23.4																													99
23.5																													99
23.6																													98
23.7																													99
23.8																													99
24.1			X																X										94
24.2	X		X											X															85
25.1																													100
25.2																													100
25.3																													100
26											X																		96
27																X										X			92
28																													100
29											X												X						98
30.1																				X									99
30.2																													99
30.3																													100
30.4																													100
30.5																													100
30.6																													99
31.1																													97
31.2																													90


32.1
32.2
33.1
33.2
34.
35.1
35.2
35.3
36.1
36.2
36.3
37.1
37.2
38.1
38.2
39.1
39.2
39.3
40
41
42.1
42.2
43.1
43.2
43.3
44.1
44.2
44.3
44.4
44.5
45
46
47
48
49


Ст. 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72
Мотив
32.1
32.2
33.1
33.2
34
35.1
35.2
35.3
36.1
36.2
36.3
37.1
37.2
38.1
38.2
39.1
39.2
39.3
40
41
42.1
42.2
43.1
43.2
43.3
44.1
44.2
44.3
44.4
44.5
45
46
47
48
49

ตัวอย่างที่ / ยีนที่	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนต้นที่ทดสอบ
32.1										X													X						97
32.2																													99
33.1																													96
33.2																								X	X				95
34		X								X		X																	82
35.1																													100
35.2																													100
35.3																													100
36.1											X																		98
36.2											X																		98
36.3											X																		98
37.1											X																		95
37.2																													98
38.1					X	X		X																		X			98
38.2								X			X								X										80
39.1																													99
39.2					X						X				X														92
39.3											X				X														92
40																													93
41																													97
42.1											X																		93
42.2											X																		98
43.1																								X					95
43.2		X			X						X						X							X					69
43.3																								X					85
44.1																													100
44.2																													100
44.3																													100
44.4																													98
44.5																							X						97
45																			X										97
46																	X												96
47																		X											97
48		X				X				X												X							81
49		X										X						X					X							84
ผลรวมของจำนวนต้นที่ทดสอบ																													10301
ค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นที่ทดสอบต่อเครื่องหมาย																													94.5

หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึง ต้นที่ตาย.

ประวัติผู้เขียน

นางสาว พิมพันธ์ เดชะคุปต์ เกิดวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2493 ในกองพันทหาร ที่ 11 รักษาพระองค์ ตำบลทาแค อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2514 รับราชการเป็นอาจารย์ระดับ 4 ตำแหน่งหัวหน้าสายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย