บรรณานุกรม

หนังสือ

ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

ประทีป สยามชัย. " บทเรียนสำเร็จรูป. " ในเรื่องน่ารู้ในวงการศึกษา, หน้า 79–90. กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

" บทเรียนสำเร็จรูป. " ในชุมทางวิชาการ. รายงานการประชุมครั้งที่ 1, หน้า 224. กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พระนคร : สหกรณ์ขายส่ง, 2510.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา, 2519.

สุชา จันทน์เอม. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

วิทยานิพนธ์

ไขศรี วิรุฬห์จรรยา. " การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจัดจำพวกพืช สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จิตติมา เหมกิตติวัฒน์. " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและและการขยายพันธุ์พืช ในระดับชั้นประถมปีที่ 6 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ. " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.

ถุงเงิน ปานสำลี. " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาแสง ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ. " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.

นิรันดร์ แนบชิด. " การทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ. " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.

ปรีดา เพชรมีศรี. " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมปีที่ 1 ในบางหัวข้อ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ. " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.

ผดุงยศ ดวงมาลา. " การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่องการจัดจำพวกสัตว์ สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

พวงเพ็ญ ทองลงยา. " การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่องการย่อยอาหาร (Digestion) สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

วิวัฒน์ วัชรหิรัญ. " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย. " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.

อรรณา บุญถนอม. " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้แบบเรียนโปรแกรมการสอนตามปกติ. " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.

ภาษาอังกฤษ

Books

Apter, Michael J. The New Tecnology of Education. London : Macmillion and Co. Ltd. 1968.

Davis, Ivor K; and Horthey, James, Contribution to an Educational Tecnology. London : Butterworths, 1972.

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

Gronlund, Norman E. Constructing Achievement Tests. Engle Wood Cliff, New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1968.

Halliday David and Resnick Robert. Fundamentals of Physics. New York : John Wiley & Son, Inc. 1970.

Reuben Benumof. Concepts in Physics. New Jersy : Prentice Hall Inc., 1973.

Taylor, John A. Programmed Study aid for Introduction Physics. Massachusettes : Addison - Wesley publisting., 1970.

Krishnamurthy, V. " Styles in Programming. " A Handbook of Programmed Learning, pp. 39-56. India : Anand Press, 1973.

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

Journal

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

William C. ORR,. " Retention as a Variable in Comparing Programmed and Conventional Instructional Methods. " Journal of Education Research 62 (September 1968) : 11 - 13.

Other Materials

Dutton, Sherman S. " An Experimental Study in the Programming of Science Instruction for the Fourth Grade. " Dissertation Abstracts. 24. 2382 - A, December, 1963.

Francis, George Harold. " An Experimental Study of the Effectiveness of Self-Instruction Versus the Lecture-Demmstration Method of Teaching Selected Phase of Electricity. " Dissertation Abstract. 27 : 3338 - A, April, 1967.

Strickland, Randolph Winfred. " A Comparision of A Programmed Course and A Traditional Lecture Course in General Biology. " Dessertation Abstract. Vol. 32. No. 50, 1971.

Reed, Franklin Jerry. " The Relative Effectiveness of Programmed and Conventional Textbooks as Suplements to Classroom Lecture in the Teaching of Elementary Modern Mathematics. " Dissertation Abstract. Vol. 30(4), 1971.

Tamminen, Mildred. " The Effects of a Programmed Supplement of General Chemistry Problems on the Problem Soloing Skills of College Chemistry Students. " Dessertation Abstracts. Vol. 1 - 2 , No. 76 - 10, 1976.

White, Colven Charles. " The Use of Programmed Texts of Remedial Mathematics Instruction in College. " Dissertation Abstracts. 30, 1970.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ก.

แบบสอบก่อนและหลังบทเรียน

ให้เลือกข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียง คำตอบเดียว

1. กฎที่ใช้คำนวณเกี่ยวกับแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุคือกฎของ

   ก. ฟาราเดย์ ข. คูลอมบ์

   ค. นิวตัน ง. โอห์ม

2. ในอะตอมอนุภาคซึ่งสามารถถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้, ได้แก่

   ก. โปรตอน ข. อีเลคตรอน

   ค. นิวตรอน ง. โปสิตรอน

3. วัตถุต่อไปนี้ ข้อใดทำให้มีไฟฟ้าสถิตได้ เมื่อถูกับผ้าแพร

   ก. แท่งแก้ว ข. ตะปูทองแดง

   ค. ช้อนเงิน ง. ทั้งสามข้อ

4. เมื่อนำวัตถุ A กับวัตถุ B เป็นฉนวนทั้งคู่ มาถูกันจะเกิดผลข้อใด

   ก. วัตถุ A และวัตถุ B ต่างก็มีประจุไฟฟ้าบวก

   ข. วัตถุ A และวัตถุ B ต่างก็มีประจุไฟฟ้าลบ

   ค. วัตถุ A มีประจุไฟฟ้าบวก แต่วัตถุ B มีประจุไฟฟ้าลบ

   ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

5. เมื่อนำวัตถุสองชนิด เช่น แก้ว และไหม ถูกันแล้วจำนวนประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนวัตถุ แต่ละชนิดจะเป็นอย่างไร

   ก. น้อยกว่าประจุบนวัตถุอีกอันหนึ่ง ข. มากกว่าประจุบนวัตถุอีกอันหนึ่ง

   ก. เท่ากัน ง. ไม่แน่นอนเสมอไป

6. โลหะส่วนมากเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะมี

ก. โมเลกุลเป็นจำนวนมาก
ข. อีเลคตรอนอิสระมาก
ก. ลักษณะผิวมันมาก
ง. อีเลคตรอนวงนอกสุดเป็นจำนวนคี่

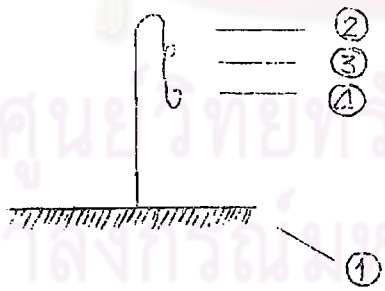
7. เมื่อนำแท่งวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก เข้าใกล้โลหะรูปทรงกลมซึ่งเป็นกลาง ที่วางอยู่บนฉนวน โลหะทรงกลมนั้นจะถูกทำให้เป็นวัตถุที่มี

ก. ประจุไฟฟ้าลบ
ข. ประจุไฟฟ้าบวก
ก. ประจุไฟฟ้าลบอยู่ทางด้านใกล้กับแท่งวัตถุที่มีประจุไฟฟ้านั้น
ง. ประจุไฟฟ้าลบอยู่ทางด้านตรงข้ามกับแท่งวัตถุที่มีประจุไฟฟ้านั้น

8. (ข้อนี้เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากข้อ 7) แท่งวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้า และโลหะรูปทรงกลมจากข้อ 7 จะ

ก. ดูดซึ่งกันและกัน
ข. ผลักซึ่งกันและกัน
ค. ผลักหรือดูดขึ้นอยู่กับปริมาณของประจุไฟฟ้าของแท่งวัตถุ
ง. ผลักหรือดูดขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น

9. ส่วนใดของอีเลคโตรสโคปที่เรียกว่าลูกพิธ



ก. 1
ข. 2
ค. 3
ง. 4

10. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้จานของอีเลคโตรสโคปแบบแผ่นโลหะ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกอยู่แล้ว ปรากฏว่าแผ่นโลหะของอีเลคโตรสโคปกางออกมากกว่าเดิม แสดงว่าวัตถุที่นำมาลอนั้นเป็นวัตถุซึ่งมี

ก. ประจุไฟฟ้าบวก
ข. ประจุไฟฟ้าลบ
ค. ไม่มีประจุไฟฟ้า (เป็นกลาง)
ง. เป็นวัตถุกึ่งตัวนำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. จุดประจุสองอันวางห่างกัน 1 เมตร ผลักกันด้วยแรง 4×10^{-5} นิวตัน ประจุไฟฟ้าทั้งสองนั้นเป็น

ก. ประจุไฟฟ้าบวกทั้งคู่ ข. ประจุไฟฟ้าลบทั้งคู่

ค. ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ง. ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน

12. แรงระหว่างจุดประจุสองอันเท่ากับ 48 นิวตัน ถ้าเพิ่มระยะห่างระหว่างประจุทั้งสองเป็นสองเท่า และเพิ่มปริมาณประจุไฟฟ้าของจุดประจุแต่ละอันให้เป็นสองเท่า แรงระหว่างประจุนี้จะมีค่ากี่นิวตัน

ก. 12 ข. 24

ก. 48 ง. 96

13. เมื่อความเข้มของสนามไฟฟ้าที่จุดใดจุดหนึ่งลดลงแรงที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยประจุที่จุดนั้นจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลง ข. คงที่

ก. เพิ่มขึ้น ง. ไม่แน่นอนเสมอไป

14. ในทางไฟฟ้าถือว่าทรงกลมซึ่งมีประจุไฟฟ้าจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ที่จุดใด

ก. จุดบนผิว ข. จุดศูนย์กลาง

ก. จุดภายใน ง. จุดที่ห่างออกไปเป็นระยะอนันต์

15. หน่วยของศักย์ไฟฟ้า ในระบบ S.I คือ

ก. โวลต์ ข. โวลต์/เมตร

ค. โวลต์ – เมตร ง. คูลอมบ์

16. เคลื่อนประจุไฟฟ้า 12 หน่วย ระหว่างจุดสองจุดต้องใช้งาน 6 หน่วย แสดงว่าศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดทั้งสองนั้นมีค่าเท่ากับกี่หน่วย

ก. 0.5 ข. 2.0

ก. 12.0 ง. 72.0

17. หน่วยของงานในการเคลื่อนประจุไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดคือ

ก. คูลอมบ์ ข. วัตต์

ค. จูล ง. แอมแปร์

18. ความจุของตัวนำทรงกลมเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของตัวนำ

ก. เพิ่มขึ้น ข. ลดลง

ค. เท่าเดิม ง. ไม่แน่เสมอไป

19. ถ้าระยะระหว่างแผ่นตัวนำของตัวเก็บประจุ เพิ่มเป็นสองเท่าแล้ว ความจุของมันจะเป็นเท่าใด

ก. $\frac{1}{4}$ ข. $\frac{1}{2}$

ค. 2 เท่า ง. 4 เท่า

20. Capacitor ทำหน้าที่เป็น

ก. ตัวเก็บสปาร์ก ข. ตัวเก็บประจุไฟฟ้า

ค. ตัวเก็บรายการวิทยุ ง. ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ข.

วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนแบบโปรแกรม

เรื่อง " ไฟฟ้าสถิต "

สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

ให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้าสถิต ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของประจุไฟฟ้า การเกิดประจุไฟฟ้า และการทดสอบชนิดของประจุไฟฟ้า
2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้า
3. ความหมายและประโยชน์ของตัวเก็บประจุไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากเรียนบทเรียนนี้แล้ว ผู้เรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายเกี่ยวกับเรื่องประจุไฟฟ้า และทดสอบชนิดของประจุไฟฟ้าได้
2. อธิบายการทำให้เกิดประจุไฟฟ้า โดยวิธีถู และโดยการเหนี่ยวนำ
3. อธิบายเกี่ยวกับกฎของคูลอมบ์ และสรุปได้ว่า แรงทางไฟฟ้าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของประจุไฟฟ้า
4. กำหนดประจุไฟฟ้า 2–3 จุดประจุ และระยะทางระหว่างจุดประจุเหล่านี้ให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงที่เกิดจุดบนประจุใดจุดประจุหนึ่งได้ อย่างถูกต้อง
5. กำหนดจุดประจุไฟฟ้าให้ ผู้เรียนสามารถเขียนรูป แสดงสนามไฟฟ้า และคำนวณหาขนาดของสนามไฟฟ้า เนื่องจากประจุไฟฟ้าที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
6. ผู้เรียนสามารถให้คำจำกัดความของสนามไฟฟ้าได้ด้วยคำพูดของตนเอง
7. เมื่อนำประจุไฟฟ้า ไปวางในสนามไฟฟ้า ซึ่งมีความเข้มสม่ำเสมอ ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงที่กระทำต่อประจุนั้นได้อย่างถูกต้อง
8. คำนวณหาค่าสนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากจุดประจุและประจุไฟฟ้ารูปทรงกลมได้
9. เปรียบเทียบศักย์ไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ ในสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสม่ำเสมอ และหาความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด ในสนามไฟฟ้าได้
10. สามารถคำนวณหาค่าความจุของตัวเก็บประจุได้

ผนวก ค.

บทเรียนแบบโปรแกรม

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

บทเรียนนี้สร้างขึ้นสำหรับให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์มาก ถ้าผู้เรียนทำตามคำแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

1. ก่อนลงมือตอบ ใช้กระดาษแข็งที่จัดไว้ให้ ปิดคำตอบเสียก่อน ทำทุกกรอบเรียงตามลำดับ อย่าข้ามกรอบเป็นอันขาด มิฉะนั้นจะทำให้ไม่เข้าใจบทเรียนนี้ได้

2. ตั้งใจอ่านข้อความของแต่ละกรอบ โดยไม่ต้องรีบร้อน แล้วตอบคำถามโดยเติมคำหรือเลือกคำตอบในวงเล็บ ลงในช่องว่างของแต่ละกรอบ

3. ตรวจคำตอบ ซึ่งจะเฉลยไว้ทางซ้ายมือถัดข้อความแต่ละกรอบลงไป เช่นคำตอบของกรอบที่ 1 จะอยู่ทางซ้ายมือ ของกรอบที่ 2 เป็นต้น

ถ้าตอบถูก ให้อ่านข้อความของกรอบต่อไป

ถ้าตอบผิด ให้อ่านข้อความเดิมซ้ำอีก เพื่อดูว่าทำไมจึงตอบผิด แล้วจึงทำกรอบต่อไป

4. ผู้เรียนจะทำเสร็จช้าหรือเร็ว แล้วแต่ความสามารถของผู้เรียนเอง ไม่จำเป็นจะต้องทำเสร็จพร้อมกัน

5. ผู้เรียนไม่ควรเปิดคำตอบดูก่อนเป็นอันขาด เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับความรู้และความเข้าใจในบทเรียน

6. ขณะทำบทเรียนหากมีข้อสงสัยให้ถามครู เพื่อขอคำแนะนำได้

	ก. 1 เมื่อถูบรรทัดพลาสติก หรือแท่งแก้วกับวัสดุแห้ง เช่นผม ปรากฏว่าบรรทัด สามารถดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ เบา ๆ ได้ เพราะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อถูวัตถุต่างชนิดกันจะมี _____ เกิดขึ้น
ประจุไฟฟ้า	ก. 2 นำวัตถุชนิดเดียวกันเช่นแท่งแก้วมาสองแท่ง ถูกับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง เช่นแพร แล้วนำแท่งแก้วทั้งสองนั้นไปแขวนไว้ใกล้ ๆ กัน แท่งแก้วถูนั้นจะเบนออกจากกัน หรือผลักกันเพราะเกิดประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน แต่ถ้าวัตถุต่างชนิดกัน เช่นแท่งแก้ว และอีโบไนต์กับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง เช่นขนสัตว์ชิ้นเดียวกันจะเกิดประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันบนแท่งวัตถุทั้งสองและเมื่อแขวนวัตถุทั้งสองไว้ใกล้กัน มันจะเบนเข้าหากันหรือดูดกัน ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเกิดขึ้นเมื่อถูวัตถุ (ต่างชนิด/ชนิดเดียวกัน) _____ กับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะ (ดูดกัน/ผลักกัน) _____ ส่วนประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะ (ดูดกัน/ผลักกัน) _____
ชนิดเดียวกัน ผลักกัน ดูดกัน	ก. 3 จากผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ทำให้เราทราบว่าอะตอมของธาตุทุกชนิดประกอบด้วยนิวเคลียสและอีเลคตรอน และภายในนิวเคลียสมีโปรตอน ซึ่งเป็นอนุภาคมีประจุไฟฟ้าบวกและนิวตรอนซึ่งเป็นอนุภาคเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนอีเลคตรอนนั้นเป็นอนุภาคมีประจุไฟฟ้าลบเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียส จำนวนอีเลคตรอนเท่ากับจำนวนโปรตอนอะตอมจึงมีสถานะเป็นกลางในทางไฟฟ้า

	ก. 4 เนื่องจากอีเลคตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสเคลื่อนที่อยู่เสมอ จึงถ่ายเทได้ง่าย เพียงแต่นำวัตถุสองชนิดมาถูกัน ก็จะมีการถ่ายเทอีเลคตรอนเกิดขึ้นได้ วัตถุใดเสียอีเลคตรอน วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจไฟฟ้าบวก วัตถุใดรับอีกเลกตรอนเพิ่มเข้ามา วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจไฟฟ้าลบ ดังนั้น เมื่อถูแท่งแก้วกับแพร แท่งแก้วแสดงอำนาจไฟฟ้าบวกเพราะมีการถ่ายเท _____ จากแท่งแก้วไปสู่ _____ ส่วนแพรจะแสดงอำนาจไฟฟ้า _____ เพราะได้รับอีเลกตรอนเพิ่มเข้ามา
อีเลกตรอน, แพร, ลบ	ก. 5 เป็นที่ทราบกันแล้วว่าเมื่อถูแท่งแก้วกับแพร จะเกิดการถ่ายเทอีเลคตรอน จากแท่งแก้วไปสู่แพร ทำให้แท่งแก้วแสดงอำนาจไฟฟ้าบวกและแพรแสดงอำนาจไฟฟ้าลบ ปริมาณของประจุไฟฟ้าบนแท่งแก้วและแพรจะเท่ากัน ดังนั้นการถ่ายเทประจุไฟฟ้าโดยการนำวัตถุสองสิ่งมาถูกันนั้นจะทำให้วัตถุทั้งสองมีประจุไฟฟ้า (เหมือน/ต่าง) _____ กัน และมีปริมาณ _____ เสมอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต่าง เท่ากัน	ก. 6 เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ ลูกพิธซึ่งทำด้วยโฟมหรือใส้โสน และแขวนด้วยด้ายเส้นเล็ก ๆ ปรากฏว่าลูกพิธถูกดูดเข้าหาวัตถุนั้น ทั้ง ๆ ที่ ลูกพิธเป็นกลางทางไฟฟ้า แสดงว่าวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า สามารถดูดวัตถุที่เป็นกลางได้ ดังนั้นเราจึงใช้ลูกพิธนี้เป็นเครื่องมืออย่างง่าย ๆตรวจประจุไฟฟ้าของวัตถุได้ โดยอาศัยหลักที่ว่า เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาใกล้ลูกพิธวัตถุนั้น ..... ลูกพิธ ถ้าวัตถุนั้นไม่ดูดลูกพิธ แสดงว่าวัตถุ .....
ดูด ไม่มีประจุไฟฟ้า	ก. 7 ก่อนใช้ลูกพิธตรวจประจุไฟฟ้าของวัตถุ ควรทำให้ลูกพิธเป็นกลางเสียก่อน โดยเอามือแตะลูกพิธ ถ้าลูกพิธมีประจุไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าจะถ่ายเทจากลูกพิธสู่มือเราทำให้ลูกพิธ ..... ได้
เป็นกลาง	ก. 8 นอกจากใช้ตรวจดูว่า วัตถุมีประจุไฟฟ้าหรือเป็นกลางแล้ว เรายังสามารถใช้ลูกพิธตรวจชนิดของประจุไฟฟ้าของวัตถุได้ โดยทำให้ลูกพิธมีประจุไฟฟ้าชนิดใดชนิดหนึ่งเสียก่อน แล้วนำวัตถุที่จะตรวจเข้ามาใกล้ลูกพิธที่มีประจุนั้น ถ้าวัตถุดูดลูกพิธเข้าหาแสดงว่าวัตถุมีประจุไฟฟ้า ..... กับลูกพิธ ถ้าลูกพิธถูกผลักออกจากวัตถุนั้น แสดงว่าลูกพิธ มีประจุไฟฟ้า ..... กับวัตถุ

ต่างชนิดกัน
ชนิดเดียวกัน

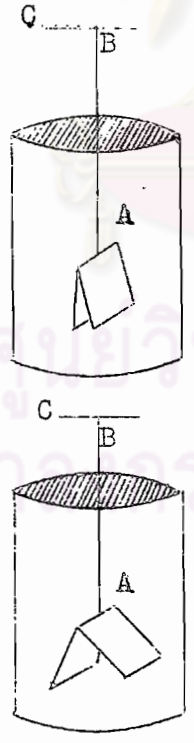
ก. 9

เท่าที่กล่าวมาแล้ว เราพอจะสรุปได้ว่า เมื่อนำวัตถุสองชนิดมาถูกันจะทำให้เกิด ..... ได้ ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิดคือ ..... และ ..... ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะ ..... ส่วนประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะ ..... และประจุไฟฟ้าสามารถดูดวัตถุที่เป็นกลางได้

ประจุไฟฟ้า
ประจุไฟฟ้าลบ
ประจุไฟฟ้าบวก
ผลักกัน
ดูดกัน

ก. 10

นอกจากลูกพิธแล้ว ยังมีเครื่องมือตรวจประจุไฟฟ้าที่นิยมใช้อยู่อีกชนิดหนึ่ง เป็นเครื่องมืออย่างง่ายและใช้ได้ผลดีเรียกว่า อีเลกโตรสโคป แผ่นโลหะ มีส่วนประกอบดังรูป



A เป็นแผ่นโลหะบางสองแผ่นติดอยู่ที่ปลายล่างของท่อนโลหะ B ปลายบนของ B ติดอยู่กับจานโลหะ C A และ B บางส่วน บรรจุไว้ในกระป๋องพลาสติกเพื่อกันลมพัด

เมื่อ A เป็นกลาง แผ่นโลหะทั้งคู่จะหุบเข้าหากัน ดังรูป (ก) แต่ถ้านำวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ C แล้ว แผ่นโลหะทั้งสองของ A จะกางออกจากกัน ดังรูป (ข)

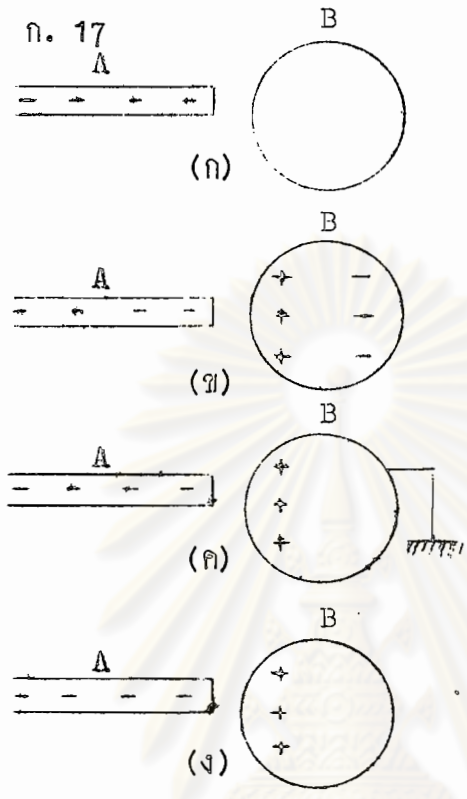
ฉะนั้นเมื่อนำวัตถุที่ต้องการตรวจมาใกล้จานโลหะของอีเลกโตรสโคป ที่เป็นกลางแล้ว แผ่นโลหะกางออก แสดงว่าวัตถุนั้นมี .....

ประจุไฟฟ้า	ก. 11 เราสามารถจำแนกวัตถุตามคุณสมบัติทางไฟฟ้าออกได้เป็นสองประเภทคือ ตัวนำ (Conductor) และฉนวน (Insulator) ตัวนำหมายถึงวัตถุซึ่งสามารถถ่ายเทประจุไฟฟ้าได้ดี ได้แก่โลหะต่าง ๆ ส่วนฉนวนหมายถึงวัตถุซึ่งถ่ายเทประจุไฟฟ้าได้ไม่ดี เช่น พลาสติก, แก้ว เป็นต้น โลหะเป็นตัวนำเพราะ _____ ส่วนแท่งแก้วเป็นฉนวนเพราะ _____
ถ่ายเทประจุไฟฟ้าได้ดี ถ่ายเทประจุไฟฟ้าได้ไม่ดี	ก. 12 เมื่อใช้มือถือแท่งเหล็กซึ่งเป็นตัวนำ แล้วถูกับผ้าขนสัตว์จะไม่มีประจุไฟฟ้าเหลืออยู่บนแท่งเหล็กเลย ทั้งนี้เพราะประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ถูกถ่ายเทจากแท่งเหล็กผ่านมือเรา แต่ถ้าแท่งเหล็กนั้นมีด้ามเป็นฉนวน เมื่อถูกับผ้าขนสัตว์จะมีประจุไฟฟ้าอยู่บนแท่งเหล็กนั้น เพราะประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านฉนวนได้ยาก ดังนั้นเราจึงใช้ _____ ป้องกันการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจากวัตถุซึ่งเป็นตัวนำ
ฉนวน	ก. 13 เมื่อใช้ผ้าขนสัตว์ถูกับปลายข้างหนึ่งของแท่งแก้วซึ่งเป็นฉนวน จะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นตรงปลายแท่งแก้วเท่านั้น และจะไม่กระจายไปสู่ส่วนอื่นของแท่งแก้วนั้นแต่ถ้าถูกแท่งเหล็กซึ่งเป็นตัวนำ แต่มีด้ามเป็นฉนวนกับผ้าขนสัตว์ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะกระจายไปอยู่ทั่วทั้งผิวของแท่งเหล็กนั้น ดังนั้น เมื่อทำให้ฉนวนมีประจุไฟฟ้าประจุไฟฟ้าจะ _____ ไปสู่ที่อื่น แต่ประจุไฟฟ้าบนตัวนำจะ _____ ไปทั่วทั้งผิวของตัวนำนั้น

ไม่กระจาย กระจาย	ก. 14 เมื่อนำวัตถุ A ซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบ เข้าใกล้วัตถุ B ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าลบใน B จะถูกผลักให้ไปอยู่ทางด้านไกลจาก A ส่วนประจุไฟฟ้าบวกใน B จะอยู่ทางด้านใกล้ A ดังรูป ก. (รูป ก.) (รูป ข.) แต่ถ้าใช้วัตถุ C ซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกเข้าใกล้วัตถุ B ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าลบใน B จะถูกดูดให้มาอยู่ทางด้านใกล้กับ C ส่วนประจุไฟฟ้าบวกอยู่ทางด้านไกลจาก C ดังรูป ข.
	ก. 15 ดังนั้นเมื่อนำวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้ามาล่อใกล้วัตถุซึ่งเป็นกลางแล้วปรากฏว่า ปลายของวัตถุซึ่งเป็นกลางที่อยู่ใกล้วัตถุที่นำมาล่อนั้นแสดงอำนาจไฟฟ้าบวก แสดงว่าวัตถุที่นำมาล่อนั้นมีประจุไฟฟ้าลบ แต่ถ้าปลายของวัตถุที่เดิมเป็นกลาง ซึ่งอยู่ใกล้วัตถุที่นำมาล่อ แสดงอำนาจไฟฟ้าลบ แสดงว่าวัตถุที่นำมาล่อนั้นมีประจุไฟฟ้า .....
บวก	ก. 16 การที่วัตถุซึ่งเป็นกลางแสดงอำนาจไฟฟ้าได้เมื่อนำวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้ามาล่อนั้นเรียกว่าการเกิดเหนี่ยวนำไฟฟ้า การเหนี่ยวนำไฟฟ้า เกิดขึ้นเฉพาะขณะที่มีวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าอยู่เท่านั้น .....

ลอ

ก. 17



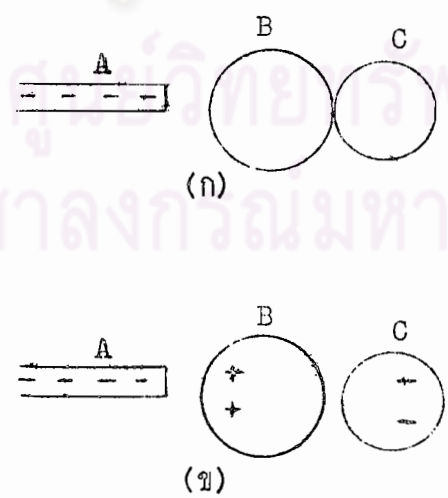
นำวัตถุ A ซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบเข้าใกล้วัตถุ B ซึ่งเป็นกลาง (ดังภาพ ก.) จะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าบนวัตถุ B (ดังภาพ ข.) แล้วเอามือแตะ (หรือ earth) วัตถุ B (ดังภาพ ค.) ประจุไฟฟ้าลบใน B วิ่งลงดิน, เอามือออกจะได้ประจุไฟฟ้าเหนี่ยวนำ บน B (ดังภาพ ง.)

ถ้าเอาวัตถุ A ออกไปวัตถุ B จะมีประจุไฟฟ้า _____

บวก

ก. 18

กราวนี้ใช้วัตถุซึ่งเป็นกลางสองอัน B และ C วางแตะกันแล้วนำวัตถุ A ซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบมาลอ (ดังภาพ ก.) จะเกิดการเหนี่ยวนำขึ้นบนวัตถุ B และ C (ดังภาพ ข.) แล้วแยกวัตถุ B และ C ออกจากกัน พร้อมกับนำวัตถุ A ออกไปเสีย จะทำให้วัตถุ B มีประจุไฟฟ้า _____ วัตถุ C มีประจุไฟฟ้า _____

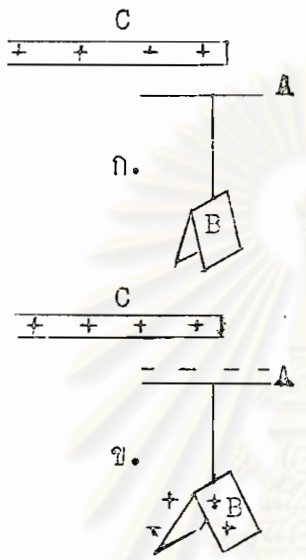


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บวก
ลบ

ก. 19

โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ถ้าเอาวัตถุ C ซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก เข้าใกล้จาน A ของอีเลคโตรสโคปแผ่นโลหะ B ซึ่งเป็นกลาง (ดังรูป ก.) ปรากฏว่าแผ่นโลหะกางออก เพราะมีประจุไฟฟ้าบวก (ดังรูป ข.)



แต่ถ้าเปลี่ยนเอาวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบ มาล่อใกล้จาน A บ้างแผ่นโลหะ B จะ _____ เพราะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้แผ่นโลหะ B มีประจุไฟฟ้า _____

กางออก
ลบ

ก. 20

ต่อไปนี้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง กับ (ก. 19)

ถ้าเอามือแตะจาน A ของอีเลคโตรสโคปสักครู่ แผ่นโลหะ B จะหุบลง เพราะประจุไฟฟ้าลบในตัวเราผ่านมือเราสู่อีเลคโตรสโคปทำให้แผ่นโลหะ B เป็นกลาง ปล่อยมือออกแล้วเอาวัตถุ C ที่เอามาล่อออก คราวนี้แผ่นโลหะ B จะกางออกอีกครั้งเพราะประจุไฟฟ้าลบ จากจาน A ถ่ายเทไปให้

ทำนองเดียวกันหากต้องการให้แผ่นโลหะ B ของอีเลคโตรสโคปกางออกเพราะมีประจุไฟฟ้าบวก ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกันแต่ใช้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้า _____ มาล่อ

ลบ	ก. 21 นอกจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้าแล้วยังสามารถใช้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาแตะวัตถุที่เป็นกลาง แล้วจะมีการถ่ายเทประจุไฟฟ้า ไปสู่วัตถุที่เป็นกลางทำให้วัตถุที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้าได้ วิธีนี้เรียกว่าการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าโดยการแตะ ดังนั้นการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าโดยการแตะ หมายถึงการ ..... ประจุไฟฟ้า จากวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปยังวัตถุที่เป็นกลาง โดยนำวัตถุทั้งสองมา .....
ถ่ายเทแตะกัน	ก. 22 การถ่ายเทประจุไฟฟ้าโดยการแตะนั้นเป็นการแบ่งประจุไฟฟ้าจากวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าให้กับวัตถุที่เป็นกลาง ฉะนั้นหลังจากแตะกันแล้ววัตถุทั้งสองนั้นจะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน และประจุรวมก่อนแตะจะเท่ากับประจุรวมหลังแตะเสมอ ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าสองอันมาแตะกันจะ ..... ประจุไฟฟ้ากัน ทำให้วัตถุทั้งสองนั้นมีประจุไฟฟ้าชนิด ..... และประจุไฟฟ้ารวมก่อนและหลังแตะ .....

ถ่ายเท
เดียวกัน
เท่ากัน

ก. 23

การที่วัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าและถ่ายเทประจุไฟฟ้าไปสู่วัตถุอื่นได้ นั้นเป็นเพราะศักย์ไฟฟ้า ไม่เท่ากัน

ศักย์ไฟฟ้า เป็นสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้านี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของประจุไฟฟ้า และขนาดของวัตถุนั้น ๆ

วัตถุสองอันมีขนาดเท่ากัน, และมีประจุไฟฟ้าเท่ากันจะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

วัตถุเล็กที่มีประจุไฟฟ้าเท่ากับวัตถุใหญ่จะมีศักย์ไฟฟ้า สูงกว่าวัตถุใหญ่

ดังนั้นวัตถุซึ่งมีขนาดเล็กและมีประจุไฟฟ้ามาก จะมีศักย์ไฟฟ้ากว่าวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีประจุไฟฟ้าน้อยกว่า

สูง

ก. 24

จากความรู้เกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้ว จะทราบว่าวัตถุซึ่งไม่มีประจุไฟฟ้า จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ส่วนวัตถุซึ่งมีขนาดใหญ่โตมากเช่น โลก มีประจุไฟฟ้าน้อยมากเมื่อเทียบกับขนาดของโลก, ฉะนั้นโลกจึงมีศักย์ไฟฟ้าน้อยมากจนถือว่า ศักย์ไฟฟ้าของโลกเป็นศูนย์

ก. 25

คูลอมบ์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ทำการทดลองเกี่ยวกับแรงดูดหรือแรงผลักของประจุไฟฟ้าสองอันเมื่อนำมาวางใกล้กันในอากาศ แล้วสรุปเป็นกฎ มีใจความว่า

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า q_1 และ q_2 จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสองนั้น

ถ้า F แทนแรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่นั้น

จะได้ $F \propto q_1 \times q_2$

2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสองนั้นแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างประจุไฟฟ้าคู่นั้น

ถ้า r แทนระยะทางระหว่างประจุไฟฟ้า q_1 , q_2

จะได้ $F \propto \frac{1}{r^2}$

เมื่อเขียนรวมกันจะ

$$F \propto \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

หรือ $$F = \boxed{\frac{K \times q_1 \times q_2}{r^2}} \quad \text{——— *}$$

ซึ่งเรียกว่ากฎของคูลอมบ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 26

จากสูตร $F = \frac{K \times q_1 \times q_2}{r^2}$

K = ค่าคงที่ของตัวกลางซึ่งประจุทั้งสองวางอยู่ ถ้าตัวกลางนั้นคืออากาศหรือสูญญากาศ $K = 9 \times 10^9$ มีหน่วยเป็น $\frac{\text{นิวตัน} - (\text{เมตร})^2}{(\text{คูลอมบ})^2}$ เมื่อหน่วยของ

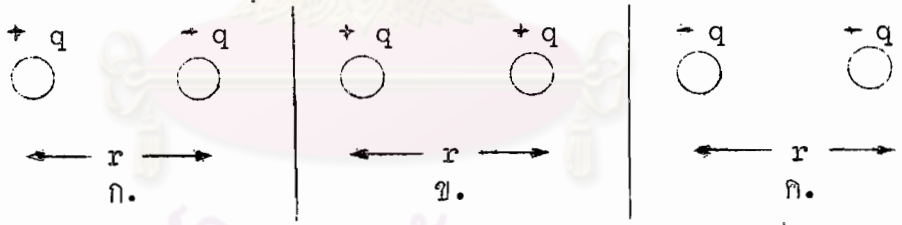
q_1 , q_2 เป็น คูลอมบ์

F เป็น นิวตัน

r เป็น เมตร

ก. 27

เมื่อนักเรียนทราบกฎของคูลอมบ์แล้ว ต่อไปนี้จะใช้กฎของคูลอมบ์หาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า ตามแผนภาพข้างล่างนี้



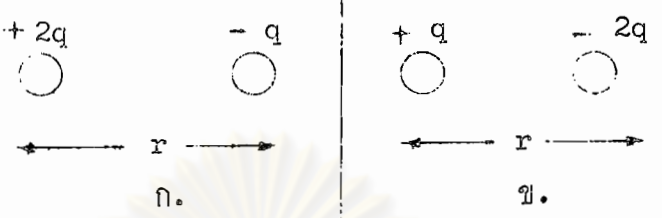
จากแผนภาพ, แผนภาพ ก. , แรงดูด $F = \frac{K \times q \times q}{r^2}$

แผนภาพ ข. , แรงผลัก $F = \frac{K \times q \times q}{r^2}$

ดังนั้น แผนภาพ ก. , แรงผลัก F =

เครื่องหมาย + , - ของประจุไฟฟ้า q นั้น แสดงถึงชนิดของประจุไฟฟ้านั้น ๆ , เมื่อจะคำนวณเกี่ยวกับแรงระหว่างประจุไฟฟ้าไม่ต้องแทนเครื่องหมายของ q ด้วย

ก. 28



ก. ข.

$\frac{K \times q \times q}{r^2}$

จากแผนภาพแรง F ในแผนภาพ ก. = $\frac{K \times (2q) \times q}{r^2}$

แรง ในแผนภาพ ข. =

แรงในแผนภาพ ก. และแรงในแผนภาพ ข. มีค่า .....
และต่างก็เป็นแรง (ดูด/ผลัก) ..... ทั้งคู่ เพราะเป็นแรง
ระหว่างประจุ ..... กัน

ก. 29

$\frac{K \times q \times 2q}{r^2}$
เท่ากัน

ดูด
คู่
ตางชนิด

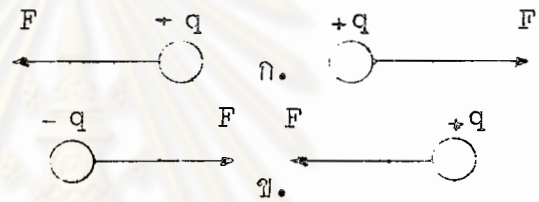
จากแผนภาพ ถ้าประจุไฟฟ้า อันละ $+ 3 \times 10^{-5}$ คูลอมบ์ วางไว้ในอากาศห่างกัน 3 เมตร จะเกิดแรงผลักตามกฎของคูลอมบ์เท่ากับ
..... นิวตัน

9×10^{-1} นิวตัน
หรือ 0.9 นิวตัน

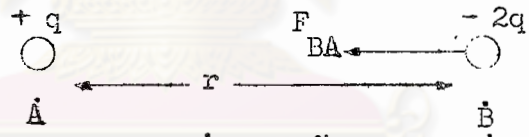
ก. 30

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวคเตอร์ ซึ่งมีทั้งขนาด และทิศทาง ทิศทางของแรง ที่กระทำบนประจุใด ๆ จะอยู่ในแนวเส้นตรงที่ลากระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสองนั้นเสมอ

นิยมกำหนดให้แรงผลักมีทิศทางพุ่งไปทางทิศตรงกันข้ามกับประจุไฟฟ้าอีกอันหนึ่ง ดังภาพ ก. ส่วนแรงดูดมีทิศพุ่งเข้าหาประจุไฟฟ้าอีกอันหนึ่งเสมอ ดังภาพ ข.



ก. 31



จากแผนภาพ แรงที่ประจุไฟฟ้า + q ซึ่งวางไว้ที่จุด A ดูดประจุไฟฟ้า - 2q ซึ่งวางอยู่ที่จุด B เขียนแทนด้วย F_{BA} มีขนาด $= \frac{K \times q \times 2q}{r^2}$ นิวตัน มีทิศทางไปทางจุด A ตามแนวเส้นตรง AB

ดังนั้นแรงดูดที่กระทำต่อประจุ + q ซึ่งวางไว้ที่จุด A คือ F_{AB} มีขนาดเท่ากับ ..... นิวตัน และมีทิศทางไปทางจุด ..... ตามแนวเส้นตรง AB (เขียนเวคเตอร์ประกอบด้วย)

จะเห็นว่าแรง F_{AB} ..... แรง F_{BA} แรมีทิศทาง ..... เป็นไปตามกฎข้อสามของนิวตันที่ว่า แรงกริยา ..... แรงปฏิกริยา ซึ่งเรียกแรงคู่นี้ว่า แรงต่างรวม

ก. 32

ในกรณีที่วัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้ามีขนาดเล็กมาก เราเรียกว่าจุดประจุ (point charge) ดังภาพ

$F_{AB} = \frac{K \times q \times 2q}{r^2}$

B

เท่ากับ

ตรงกันข้าม

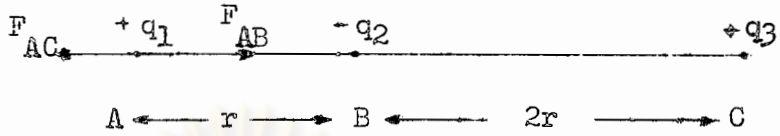
เท่ากับ

F_{AB} คือแรงที่จุดประจุ B ส่งไปกระทำที่จุดประจุ A โดยที่ $F_{AB} = \frac{K \times q \times 10\ q}{r^2}$ และมีทิศทางไปทางจุด B

ดังนั้นแรงที่จุด B เนื่องจากประจุไฟฟ้าที่จุด A = _____ มีทิศทางไปทางจุด _____ (เขียนเวคเตอร์ประกอบด้วย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 33



จากแผนภาพ จุดประจุ A , B และ C มีประจุไฟฟ้า $+q_1$, $-q_2$ และ $+q_3$ ตามลำดับ วางอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ระยะ AB = r , ระยะ BC = 2r และระยะ AC = 3r

$F_{BA} = \frac{K \times q \times 10q}{r^2}$

A.

$F_{AB} = \frac{K \times q_1 \times q_2}{r^2}$ มีทิศทางไปทางจุด B

$F_{AC} = \frac{K \times q_1 \times q_3}{(3r)^2}$ มีทิศทางไปทางจุด A

ดังนั้นแรงรวมที่จุด A = $\overrightarrow{F_{AB}} + \overrightarrow{F_{AC}}$

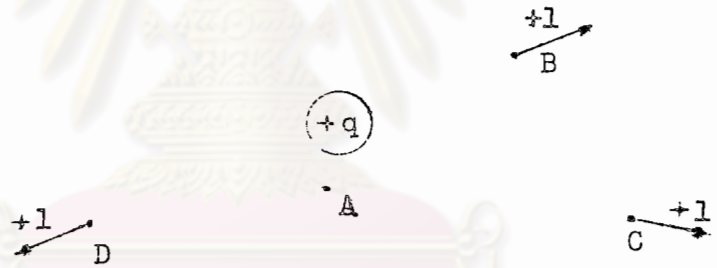
ทำนองเดียวกัน

F_{BA} = ... มีทิศทางไปทางจุด .....

F_{BC} ..... มีทิศทางไปทางจุด .....

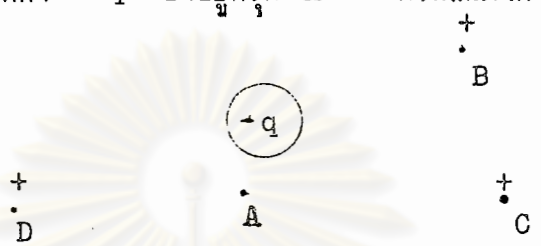
แรงรวมที่จุด B = ...

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ก. 34
$\frac{K \times q_1 \times q_2}{r^2}$, A	จากความรู้เรื่องแรงตามกฎของคูลอมบ์ทราบว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้านั้นเป็นแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งแรงดูด และแรงผลักขึ้นอยู่กับชนิดของประจุไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กัน
$\frac{K \times q \times q_3}{(2r)^2}$, C	ส่วนแรงดึงดูดของนิวตัน ซึ่งกล่าวถึงแรงระหว่างมวลนั้น เป็นแรงที่กระทำต่อมวลและเป็นแรงดึงดูดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น
$\overrightarrow{F_{BA}} + \overrightarrow{F_{BC}}$	ดังนั้น มวล ของวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าจะ (มี/ไม่มี) ..... ผลต่อแรงระหว่างประจุไฟฟ้า
	ก. 35
ไม่มีผล	 จากแผนภาพ จุดประจุ B,C และ D มีประจุไฟฟ้าจุดละ +1 หน่วย และต่างก็อยู่ใกล้จุด A ซึ่งมีประจุไฟฟ้า +q โดยอาศัยกฎของคูลอมบ์ ทราบว่า ประจุไฟฟ้าที่จุด A ส่งแรงไปผลักประจุไฟฟ้า ซึ่งวางอยู่ที่จุด B,C และ D มีทิศทางพุ่งออกไปจากจุดนั้น แสดงว่าประจุไฟฟ้า +q ซึ่งวางอยู่ที่จุด A ส่งอำนาจไฟฟ้าออกไปรอบ ๆ เราอาจกล่าวได้ว่า จุด B,C และ D เป็นจุดที่อยู่ในบริเวณที่มีอำนาจไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าที่จุด A

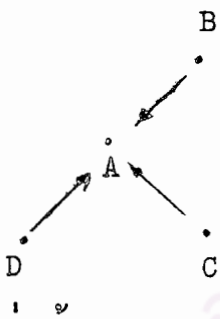
ก. 36

นำจุกประจุ B, C และ D ซึ่งมีประจุ +1 เท่ากันไปวางไว้รอบ ๆ ประจุไฟฟ้า - q ซึ่งอยู่ที่จุด A ดังแผนภาพ



จงเขียนลูกศรแสดงทิศทางของแรงที่ประจุ - q นี้ กระทำต่อจุดประจุ B , C และ D ตามลำดับ

จะเห็นว่าทิศทางของแรงที่จุด B, C และ D มีทิศ _____ จุด A



ก. 37

สรุปได้ว่า ถ้านำประจุไฟฟ้าไปวางไว้ในบริเวณที่มีอำนาจไฟฟ้ากระจายอยู่จะมี _____ กระทำต่อประจุ + 1 หน่วยที่ถูกนำไปวางนั้น และเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์

ในวิชาไฟฟ้า เรียกบริเวณที่มีอำนาจไฟฟ้ากระจายอยู่ว่า สนามไฟฟ้า

ดังนั้น จาก ก. 35 และ ก. 36 อาจกล่าวได้ว่าจุด B , C และ D เป็นจุดอยู่ใน _____ ของประจุต้นเหตุที่จุด A

แรง , สนามไฟฟ้า

ก. 38

จาก ก. 35 , 36 พบว่า สามารถหาขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ + 1 หน่วย (test charge) ซึ่งวางอยู่ที่จุดต่าง ๆ ในสนามไฟฟ้า ได้โดยใช้กฎของคูลอมบ์

เราเรียกแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ + 1 หน่วย ว่าความเข้มของสนามไฟฟ้าหรือเรียกสั้น ๆ ว่า สนามไฟฟ้า ณ จุดนั้น ๆ

ฉะนั้นถ้าอยากทราบว่าจุดใด มีสนามไฟฟ้าหรือไม่ ก็นำประจุ ..... ไปวางไว้ที่จุดนั้น ถ้ามีแรงกระทำต่อประจุ ..... แสดงว่าจุดนั้นมีสนามไฟฟ้า

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวคเตอร์ ฉะนั้นสนามไฟฟ้าจึงเป็นปริมาณ .....

ประจุทดสอบ
ประจุทดสอบเวคเตอร์

ก. 39

ในการคำนวณนิยมใช้ E แทนความเข้มของสนามไฟฟ้าที่จุดใดๆ ซึ่งอยู่ห่างจากประจุต้นเหตุ q เป็นระยะ r

โดยการแทนค่าในสูตรของคูลอมบ์ จะได้

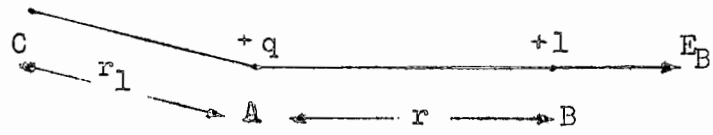
$$E = \frac{K \times q \times 1}{r^2}$$

หรือ $$E = \frac{Kq}{(r)^2}$$ ———— * นิวตัน/คูลอมบ์

ซึ่งมีทิศทางไปตามทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 40

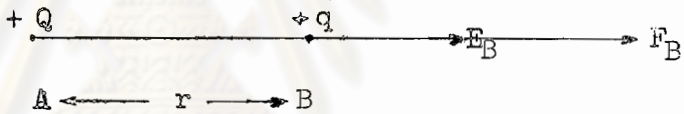


จากแผนภาพ ความเข้มของสนามไฟฟ้าที่ B = $E_B = \frac{9\times10^9 \times Q}{r^2}$ นิวตัน/คูลอมบ์ มีทิศทางตามรูป

ดังนั้น สนามไฟฟ้าที่ c = E_c = ... (แสดงทิศทางด้วย)

แต่ถ้าเปลี่ยนประจุไฟฟ้าต้นเหตุที่จุด A เป็น -Q สิ่งที่เปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสนามไฟฟ้าที่จุด B และ C คือ .....

ก. 41



จากรูป แรงที่จุด B = $F_B = \frac{K\times Q\times q}{r^2}$ นิวตัน

ความเข้มของสนามไฟฟ้าที่ B = $E_B = \frac{K\times Q\times 1}{r^2}$ นิวตัน/คูลอมบ์

ดังนั้นความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับแรงตามกฎของคูลอมบ์ อาจเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$\frac{9\times10^9\times Q}{r_1^2}$

$$E_B = \frac{F_B}{q} \quad \text{นิวตัน/คูลอมบ์}$$

ทิศทาง

หรือ F_B = ... นิวตัน

ในกรณีที่ทิศทางของ E_B คือทิศทางของ F_B เพราะประจุไฟฟ้าที่จุด B เป็นประจุไฟฟ้าบวก

แต่ถ้าประจุไฟฟ้าที่จุด B เป็นประจุไฟฟ้าลบ ทิศทางของ E_B และ F_B จะ .....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$F_B = E_B \cdot q$

ตรงกันข้าม

ก. 42

เอาประจุทดสอบ + 1 ไปวางไว้ใกล้ ๆ ประจุไฟฟ้า + q โดยรอบ จะพบว่าประจุทดสอบนั้นถูกผลักออกไป ซึ่งแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าที่จุดนั้น ๆ ถ้าเราลากเส้นต่อ ๆ กันจะเกิดเป็นเส้น ซึ่งเรียกว่าเส้นแรง (line of force) ดังรูป

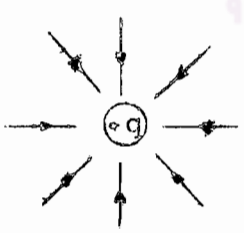
ดังนั้นเส้นแรง ซึ่งเกิดจากประจุ +q จะมีทิศ _____ จากประจุ + q นั้น

พุ่งออก

ก. 43

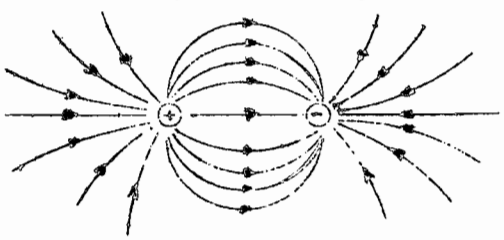
ทำนองเดียวกัน เส้นแรงที่เกิดจากประจุไฟฟ้า -q จะมีทิศทาง _____ ประจุไฟฟ้า -q นั้น เขียนรูปแสดงด้วย

พุ่งเข้า



ก. 44

ตรานี้ถ้านำประจุไฟฟ้า + และ – มาวางไว้ใกล้ ๆ กันแล้วเอาประจุทดสอบ + 1 ไปวางไว้ที่จุดต่าง ๆ รอบประจุไฟฟ้าคู่นี้แล้วเขียนเส้นแรง จะได้เส้นแรงจะพุ่งออกจากประจุ + ไปยังประจุ – ดังแสดงในรูป



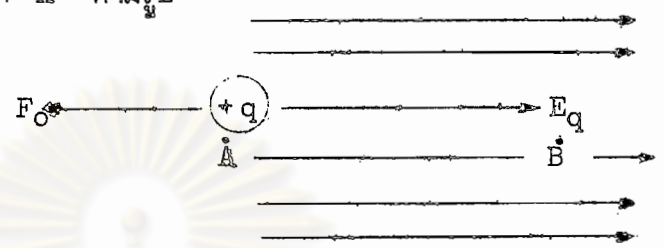
	ก. 45 อาณาเขตที่มีเส้นแรง แสดงว่าเป็นบริเวณที่มีอำนาจไฟฟ้า ที่ใดมีเส้นแรงหนาแน่น แสดงว่ามีอำนาจไฟฟ้ามาก ดังนั้นบริเวณใดมีเส้นแรงหนาแน่น ก็มีความเข้มของสนามไฟฟ้ามากกว่าบริเวณที่มีเส้นแรงน้อยกว่า
	ก. 46 จากรูป แสดงเส้นแรงไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำสองแผ่นจึงมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันวางขนานกัน แสดงว่า ความเข้มของสนามไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ ระหว่างแผ่นตัวนำคู่นี้ เพราะเส้นแรงไฟฟ้าขนานกัน หรือเส้นแรงมีความหนาแน่นเท่ากันหมดทุกจุด เราเรียกสนามไฟฟ้าที่มีความเข้ม เท่ากันหมดนี้ว่าสนามสม่ำเสมอ (uniform field)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เท่ากัน	ก. 47 สรุป เส้นแรงไฟฟ้า แสดงทิศทางของ ..... เส้นแรงไฟฟ้าใกล้ผิวของวัตถุตัวนำที่มีประจุไฟฟ้าจะมีทิศตั้งฉากกับผิวของวัตถุตัวนำเสมอ ดังนั้น สนามไฟฟ้า ที่จุดใกล้ผิวของวัตถุ จะมีทิศ .....กับผิวนั้นเสมอ
สนามไฟฟ้าตั้งได้ฉาก	ก. 48 จากความรู้เกี่ยวกับพลังงาน คงจำได้ว่า ถ้าวัตถุมวล m ตกลงมาจากความสูง h งานที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุมวล m มีค่าเท่ากับ mgh งานจำนวนนี้เท่ากับ งานที่เรายกวัตถุมวล m จากพื้นขึ้นไปสู่ความสูง h นั้น และกำหนดว่าเมื่อวัตถุอยู่ที่ความสูง h จะมีพลังงานศักย์เท่ากับ mgh สรุปได้ว่า พลังงานศักย์ของวัตถุที่อยู่ที่ความสูง h หาค่าได้จากงานที่ทำให้วัตถุนั้นกลับไปยังความสูง h นั้น ดังนั้นวัตถุมวล m เมื่ออยู่ที่ความสูงแตกต่างกันจะมีพลังงานศักย์ .....ขณะที่อยู่ที่มีความสูงมากกว่าจะมีพลังงานศักย์ .....ขณะที่อยู่ที่ความสูงน้อยกว่า อาจกล่าวได้ว่าวัตถุมวล m ตกจากที่สูงมาสู่ที่ต่ำกว่านั้น จากที่มีพลังงานศักย์สูงกว่ามาสู่ที่ที่พลังงานศักย์ต่ำกว่า เมื่อวัตถุมวล m อยู่ที่ระดับพื้น (หรือระดับน้ำทะเล) จะมีพลังงานศักย์เท่ากับ .....

ก. 49

ทำนองเดียวกัน ถ้ามีประจุไฟฟ้า +q อยู่ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E ที่จุด A ตามรูป



ไม่เท่ากัน มากกว่า ศูนย์

ประจุ +q จะถูกแรงกระทำเท่ากับ E_q ให้เคลื่อนที่ออกจากจุด A ไปตามทิศของสนาม ถ้าต้องการให้ประจุ +q สมดุลย์อยู่ที่จุด A จะต้องออกแรงภายนอก F_o กระทำต่อประจุ +q ให้มีค่าเท่ากับ _____ แต่ทิศทาง _____

จะได้ $F_o = -E_q$

ดังนั้น ถ้านำประจุไฟฟ้า +q ไปไว้ที่จุด B ในสนามไฟฟ้าเดิมบ้างจะมีแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้า +q เท่ากับ _____ มีทิศทาง _____ ถ้าต้องการให้ประจุ +q สมดุลย์ที่จุด B ก็จะต้องออกแรงภายนอก มีค่าเท่ากันและทิศทางตรงกันข้ามกัน

ก. 50

Eq ตรงกันข้าม Eq ตามทิศทางของสนาม

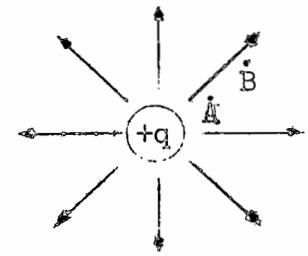
จะเห็นว่าถ้าให้ประจุไฟฟ้า +q ที่จุด A เคลื่อนที่อิสระในสนามสม่ำเสมอ E จะมีโอกาสเคลื่อนที่ไปยังจุด B ในสนามเดียวกันได้ เมื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า +q ในสนามสม่ำเสมอ E นี้กับการเคลื่อนที่ของวัตถุมวล m ในสนามความโน้มถ่วงของโลกแล้วจะกล่าวได้ว่าประจุไฟฟ้า +q จะเคลื่อนที่จากจุดที่มีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่จุดที่มีพลังงานศักย์ต่ำกว่า

นั่นคือพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่จุด A ____ พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่จุด B

สูงกว่า	ก. 51 แทนที่จะเอาประจุ + q วางในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E แต่ใช้ประจุไฟฟ้า - q ไปวางแทนที่ แรงดูดที่กระทำต่อประจุ -q เท่ากับ Eq ทิศทางตรงกันข้ามกับสนาม E ฉะนั้นถ้าต้องการให้ประจุไฟฟ้า -q เคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B จะต้องออกแรงภายนอกช่วย ก็องเสียงงานไปในการทำให้ประจุ -q เคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B เท่ากับ W เท่าเดิม นั่นคือพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่จุด A ..... พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่จุด B
ต่ำกว่า	ก. 52 ให้ W เป็นงานที่ทำให้ประจุไฟฟ้า + q เคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E ในวิชาไฟฟ้ากำหนดว่า งานที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยประจุในการเคลื่อนประจุนั้นจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในสนามไฟฟ้า คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดนั้น ดังนั้นความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุด B มีค่าเท่ากับ $\frac{W}{q}$ มีหน่วยเป็น จูล/คูลอมบ์ หรือ โวลต์ ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับจุด B เขียนแทนด้วย $V_A - V_B$ หรือ V_{AB} ฉะนั้นจะได้ $V_A - V_B =$ ..... โวลต์

W/q

ก. 53



จากรูป สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุ +q ที่จุด A มากกว่าที่จุด B ถ้าเอาประจุไฟฟ้า + 1 ไปวางไว้ที่จุด A และที่จุด B แล้วแรงผลักที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า + 1 ที่จุด A จะ (น้อยกว่า/มากกว่า) _____ แรงผลักที่จุด B มีทิศทาง (ไปทางเดียว/ตรงกันข้าม) _____ กับทิศทางสนาม

ดังนั้นประจุไฟฟ้า + 1 จะเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B แสดงว่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่จุด A (ต่ำกว่า/สูงกว่า) _____ พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่จุด B

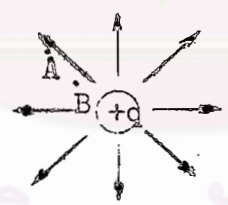
มากกว่า

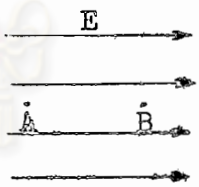
ทางเดียวกัน

สูงกว่า

ก. 54

ก.





ข.

จากภาพ ก. ศักย์ไฟฟ้าที่ A (ต่ำกว่า/สูงกว่า) _____ ศักย์ไฟฟ้าที่ B เพราะประจุไฟฟ้า + 1 จะเคลื่อนที่จากจุด B ไปยังจุด A

ส่วนในภาพ ข. ประจุไฟฟ้า + 1 เคลื่อนที่ตามทิศทางของสนามไฟฟ้าจากจุด A ไปยังจุด _____ นั่นคือศักย์ไฟฟ้าที่ A (สูงกว่า/ต่ำกว่า) _____ ศักย์ไฟฟ้าที่ B

ต่ำกว่า
B
สูงกว่า

ก. 55

ได้กล่าวมาแล้วว่า งานต่อหนึ่งหน่วยประจุที่ทำให้ประจุไฟฟ้า q เคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B ในสนามไฟฟ้า E คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุด B

ถ้าให้ W = งานที่ทำให้ประจุไฟฟ้า q เคลื่อนที่

V_A = ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A

V_B = ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B

จะได้ $V_A - V_B = \frac{W}{q}$

ในกรณีของสนามสม่ำเสมอ E นั้น $\frac{W}{q} = \frac{E \times q \times A\,B}{q}$

ฉะนั้นได้ $\frac{V_A - V_B}{A\,B} = E$

จึงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดกับสนามไฟฟ้า

ก. 56

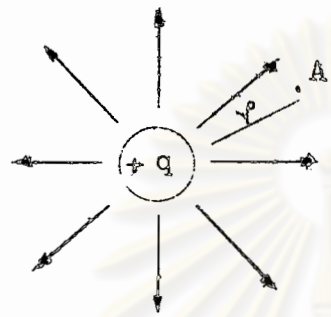
งานในการเคลื่อนประจุ + 1 จากจุด A ไปยังจุดอนันต์ คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุดอนันต์แต่ศักย์ไฟฟ้าที่จุดอนันต์เป็นศูนย์ ดังนั้นความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุดอนันต์ จึงเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่จุด A

ดังนั้นศักย์ไฟฟ้าที่จุดใด ๆ หมายถึงงานในการเคลื่อนประจุ _____ จากจุด _____ ไปยังจุด _____

ก. 57

เราทราบแล้วว่าสนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลม เหมือนกับสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุ

+1 , อนันต์ , A



ดังนั้นงานในการเคลื่อนประจุ + 1 จากจุด A ไปยังจุดอนันต์ คือศักย์ไฟฟ้าที่จุด A

ถ้าจุด A อยู่หางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมเป็นระยะ r

จะได้ $V_A = \frac{KQ}{r}$ โวลต์

ก. 58

ในเรื่องของศักย์ไฟฟ้าเราถือว่าศักย์ไฟฟ้าที่จุดบนผิวของตัวนำทรงกลมรัศมี R มีประจุไฟฟ้า Q มีค่าเท่ากับ $\frac{KQ}{R}$

เนื่องจากประจุไฟฟ้าของตัวนำกระจายอยู่เฉพาะที่ผิวของตัวนำเท่านั้น ดังนั้นภายในตัวนำจึงไม่มีอำนาจไฟฟ้าเลย หมายความว่าสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเท่ากับศูนย์

โดยอาศัยสมการ $\frac{V_A - V_B}{d} = E$

จะได้ $\frac{V_A - V_B}{d} = 0$

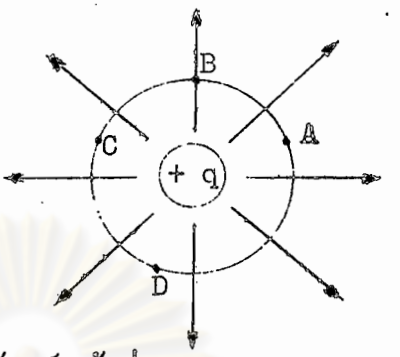
$V_A = V_B$

แสดงว่าศักย์ไฟฟ้าภายในตัวนำมีค่าเท่ากันหมด

ถ้าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวของตัวนำมีค่าเท่ากับ $\frac{KQ}{R}$ ฉะนั้นทุก ๆ จุดภายในตัวนำก็จะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ .....

$\frac{KQ}{R}$

ก. 59



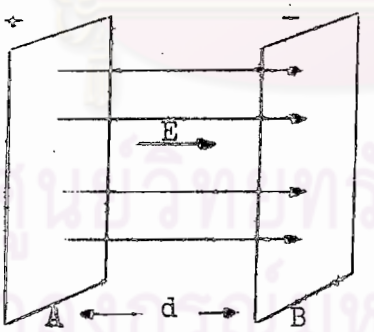
จากรูป ถ้าให้ศักย์ไฟฟ้าที่จุด A, B, C, D มีค่าเท่ากัน เมื่อลากเส้นผ่านจุดเหล่านี้จะได้แนวหรือเส้นที่ตั้งฉากกับเส้นแรงเสมอ เรียกว่า เส้นสมศักย์ (equipotential line)

ดังนั้นเส้นสมศักย์ คือ _____

เส้นที่ลากผ่านจุดต่าง ๆ ที่มีศักย์เท่ากัน

ก. 60

สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำสองแผ่นขนานกันและมีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันนั้นเป็นสนามสม่ำเสมอ



ดังนั้นความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง (ตามรูป) เขียนได้เป็น

$V_A - V_B = E \times d$

ในทางคำนวณมักจะเขียนแทน $V_A - V_B$ เป็น V_{AB}

ดังนั้นถ้ากำหนดให้ V_{AB} = 500 โวลต์, แผ่นโลหะทั้งสองวางห่างกัน .5 เมตร เราจะหาค่าสนาม ได้จากการแทนค่าในสูตร

จะได้ E = _____ โวลต์/เมตร

ก. 61

ตามที่กล่าวมาแล้วว่า ประจุไฟฟ้าบนตัวนำรูปทรงกลมจะกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ บนผิวทรงกลม และทำให้ทรงกลมมีศักย์ไฟฟ้าเป็นไปตามสูตร

$$V = \frac{KQ}{R}$$

ได้มีการกำหนด อัตราส่วนระหว่างประจุไฟฟ้าบนทรงกลม ต่อค่าศักย์ไฟฟ้าของทรงกลมว่าเป็นความสามารถในการรับประจุไฟฟ้า หรือความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้าของทรงกลมนั้น ซึ่งเรียกว่าความจุ – 1,000

(Capacitance หรือ Capacity) ใช้สัญลักษณ์ C

ดังนั้น เมื่อ Q คือประจุบนวัตถุ

V คือศักย์ไฟฟ้าของวัตถุนั้น

R เป็นรัศมีของทรงกลมตัวนำ

จะได้ $C = \frac{Q}{V}$ ———————— *

เราทราบว่า $V = \frac{KQ}{R}$

ฉะนั้น $C = \frac{Q}{KQ} \times R = \frac{R}{K}$

ได้ $C = \frac{R}{K}$ ——— * มีหน่วยเป็นฟารัด

จากค่าความจุ $C = \frac{R}{K}$ จะเห็นว่า ความจุของตัวนำทรงกลมเป็นปฏิภาคตรงกับรัศมีของทรงกลม

ดังนั้น ทรงกลมใหญ่สามารถเก็บประจุได้ (มาก/น้อย) ——— กว่าทรงกลมที่มีขนาดเล็ก

ก. 62

แผ่นโลหะสองแผ่นวางขนานกันมีประจุไฟฟ้าต่างกันทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุได้ เช่นเดียวกันกับตัวนำทรงกลม ซึ่งจะหาค่าความจุได้จากอัตราส่วนระหว่างประจุไฟฟ้าของแผ่นตัวนำแผ่นใดแผ่นหนึ่งต่อ ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำคู่นี้

ถ้า Q คือประจุไฟฟ้าของแผ่นตัวนำแต่ละแผ่น

$V_A - V_B$ คือความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำคู่นี้

ให้ C คือความจุ

จะได้ $C = \frac{Q}{V_A - V_B}$

ในทางปฏิบัติพบว่าความจุของแผ่นขนานเป็นปฏิภาคโดยตรงกับพื้นที่ที่ขนานกันและเป็นปฏิภาคกับระยะระหว่างแผ่น

นั่นคือ แผ่นโลหะขนาดใหญ่วางไว้ใกล้กันจะมีความจุ _____ กว่าแผ่นโลหะขนาดเล็กวางไว้ใกล้กัน

มาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 63

ในวงจรไฟฟ้า เรียกสิ่งต่าง ๆ ที่ทำให้มีความจุ ว่าตัวเก็บประจุ (Capacitor) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุดังนี้

มากกว่า

ดังนั้น แผ่นโลหะขนานที่มีความจุ คือ _____

และทรงกลมที่มีประจุ ก็คือ _____

ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ง.

สูตรทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าอำนาจจำแนก และค่าระดับความยากใช้สูตร

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

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

D คือ อำนาจจำแนก

P คือ ค่าระดับความยาก

U คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

L คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

n คือ จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม [1]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

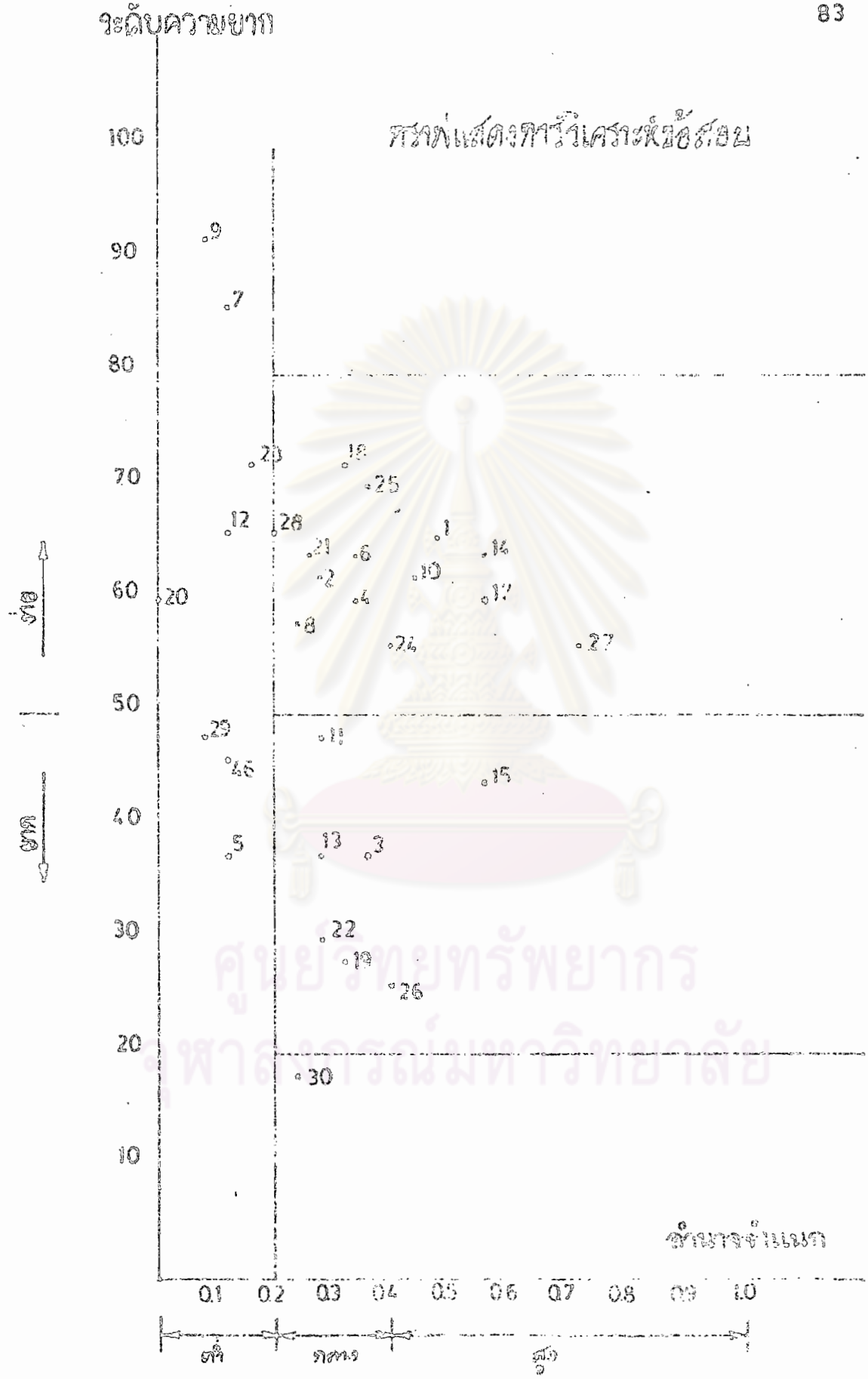
---

1 Norman E. Gronlund, Constructing Achievement tests. (Engle Wood Cliff, New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1968), p. 87.

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ระดับความยาก (P) และอำนาจจำแนก (D)

ข้อที่	U	L	$D=\frac{U-L}{n}$	$P=\frac{U+L}{2n}\times 100$	ข้อที่	U	L	$D=\frac{U-L}{n}$	$P=\frac{U+L}{2n}\times 100$
1	23	11	0.48	68	16	13	10	0.12	46
2	19	12	0.28	62	17	22	8	0.56	60
3	14	5	0.36	38	18	22	14	0.32	72
4	19	11	0.32	60	19	11	3	0.32	28
5	11	8	0.12	38	20	15	15	-	60
6	20	12	0.32	64	21	19	12	0.28	62
7	23	20	0.12	86	22	11	4	0.28	30
8	17	11	0.24	58	23	20	16	0.16	72
9	24	22	0.08	92	24	19	9	0.40	56
10	21	10	0.44	62	25	22	13	0.36	70
11	15	9	0.24	48	26	7	6	0.04	26
12	18	15	0.12	66	27	23	5	0.72	56
13	13	6	0.28	38	28	19	14	0.2	66
14	23	9	0.56	64	29	13	11	0.08	48
15	18	4	0.56	44	30	7	1	0.24	16

จากตารางแสดงให้เห็นว่าข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ มีอยู่ 20 ข้อ ที่มีระดับความยากระหว่างร้อยละ 20 – 80 และอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 การหาค่าความเที่ยงของแบบสอบ

คะแนน (X)	ความถี่ (f)
9	3
10	4
11	5
12	13
13	11
14	9
15	10
16	8
17	15
18	9
19	10
20	3

ใช้สูตรของ Kuder - Richardson 21[1]

---

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

M คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบ (20 ข้อ)

S.D คือ ส่วนเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

จากข้อมูลในตาราง มี

$\Sigma fx = 1462$

$\Sigma fx^2 = 23102$

$M = 14.62$

$S.D = 4.15$

$S.D^2 = 17.28$

แทนค่าในสูตร

$$r^{KR}_{21} = \frac{20}{19}\left[1 - \frac{14.62(20-14.62)}{20 \quad 17.28}\right]$$

$$= 0.82$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 การทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังบทเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน (2)
1	5	14
2	8	20
3	6	16
4	8	19
5	7	18
6	6	15
7	7	17
8	6	18
9	7	18
10	7	19
11	5	16
12	6	15
13	7	19
14	8	14
15	6	18
16	8	18
17	6	18
18	9	17
19	6	16
20	5	17
21	7	17
22	6	13
23	6	17
24	8	19
25	7	14

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน (2)
26	7	18
27	6	17
28	6	13
29	7	16
30	8	18
31	8	15
32	5	14
33	5	15
34	6	15
35	6	16
36	6	16
37	6	15
38	6	15
39	8	16
40	6	14
41	6	15
42	10	18
43	5	15
44	7	16
45	5	15
46	7	14
47	9	17
48	8	16
49	6	16
50	6	14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน (2)
51	5	17
52	6	16
53	5	16
54	7	17
55	5	16
56	6	14
57	5	15
58	6	15
59	4	16
60	6	13
61	6	15
62	3	13
63	7	17
64	6	14
65	5	16
66	7	17
67	8	18
68	4	15
69	8	19
70	6	18
71	3	12
72	7	17
73	6	18
74	6	14
75	8	19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน (2)
76	8	16
77	6	15
78	5	12
79	8	17
80	6	15
81	4	14
82	4	13
83	4	13
84	3	11
85	5	14
86	7	17
87	9	17
88	6	13
89	4	15
90	7	16
91	8	16
92	6	15
93	5	14
94	6	15
95	7	18
96	6	16
97	6	15
98	5	13
99	6	17
100	8	16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีทดสอบความมีนัยสำคัญ

สมมุติฐาน : ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน

สูตรที่ใช้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n-1)S.D_1^2 + (n-1)S.D_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}\right]\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}}$$

$\bar{X}_1$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนบทเรียน

$\bar{X}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนบทเรียน

$S.D_1$ คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนบทเรียน

$S.D_2$ คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียนบทเรียน

n_1 คือ จำนวนผู้สอบก่อนเรียนบทเรียน

n_2 คือ จำนวนผู้สอบหลังเรียนบทเรียน

df คือ ค่าแห่งความอิสสระ

จากข้อมูลที่แสดงในตารางมี

$S.D_1 = 1.36$ $S.D_2 = 1.84$

$\bar{X}_1 = 6.26$ $\bar{X}_2 = 15.81$

$n_1 = n_2 = 100$

df = 198

t = 64.54

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 df 198 t มีค่า 2.58 ค่าที่คำนวณได้ $64.54 > 2.58$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก จ.

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 6 ผลการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (จากตัวอย่างประชากรที่มีผลการเรียนต่ำ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
1	58	อ่านแล้วตอบทันที	ง่าย	
2	120	อ่านทบทวนหลายครั้งไม่ตอบ	ไม่เข้าใจคำถาม เช่น เหมือนกัน/ต่างกัน	✓
3	68	ปกติ	เข้าใจ	
4	160	อ่านช้ำ , ตอบได้		
5	160	อ่านช้ำ , ทำท่าไม่แน่ใจ		
6	86	ไม่เข้าใจข้อความ ต้องอธิบาย	ไม่รู้จักลูกผิช ต้องอธิบาย	✓
7	60	อ่านช้า ๆ แล้วตอบ		
8	60	อ่านแล้วตอบทันที	ง่าย	
9	40	ตอบอย่างรวดเร็ว	ง่าย	
10	159	อ่านช้า ๆ แล้วตอบได้		
11	60	ปกติ , ตอบได้	ตอบได้ทันที	
12	60	ตอบได้	ง่าย	
13	61	อ่านทบทวน, คิดนิดหนอยก่อนตอบ		
14	144	อ่านช้ำ, ทบทวน	เข้าใจ	
15	65	อ่านแล้วตอบได้เร็ว	ง่าย	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
16	58	อ่านรวดเร็วแล้วตอบ, แต่ผิด	เข้าใจผิด	✓
17	58	ปกติ , ตอบทันที		
18	52	อ่านไปตอบไปเลย	ง่าย	
19	51	ปกติ , ตอบได้		
20	130	อ่านช้า , ลังเล เขียนแล้วแก้	ตอบผิด	✓
21	65	อ่านปกติ	ทำได้	
22	53	อ่านช้า ๆ	ทำได้	
23	88	อ่านช้า.	เข้าใจ	
24	51	อ่านปกติ	เข้าใจ,แต่งไม่มีคำถาม	✓ ต้องถามคำถามบ้าง
25	215	อ่านช้า ๆ, เข้าใจ	เข้าใจแต่จำไม่ได้ ยาวเกินไปต้องจำสูตร	✓ ต้องแบ่งกรอบ
26	55	อ่านแล้วคิด, ขอดูสูตรทำได้	จำสูตรไม่ได้	
27	110	อ่านแล้วคิด, ทำได้		
28	68	อ่าน, พิจารณารูป	ทำได้	
29	120	อ่านทบทวน, คิดเลข	คิดเลขผิด	
30	48	อ่านแล้วทำได้เลย		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
31	85	คิด		
32	41	อ่านทบทวน	ไม่เข้าใจต้องอธิบาย	✓
33	230	กลับไปอ่านกรอบ 32	ถามคำถามมากเกินไป	✓ควรแบ่ง
34	60	อ่านแล้วตอบได้เลย		
35	140	คิดนิดหน่อย	ไม่แน่ใจเรื่องทิศทาง	
36	60	ทำแล้วแก้		
37	35	ปกติ		
38	60	อ่านทบทวนดูรูปประกอบด้วย	เข้าใจ	
39	64	ตอบได้		
40	60	กลับไปดู ก. 38 , 39		
41	90	คิดก่อนตอบ		
42	60	อ่านช้า ๆ	เข้าใจ	
43	96	อ่านแล้วถามรูป		รูปไม่ชัดต้องแก้ไข
44	90	ตอบได้		
45	40	อ่านแล้วตอบได้เลย		
46	30	เขียนรูปได้ทันที		
47	35	เข้าใจ		
48	48	ทำได้		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
49	58	ปกติ		
50	45	อ่านแล้วคิดก่อน		
51	90	อ่านทบทวน	คำถามวกวน	✓
52	58	ปกติ		
53	140	ยาวเกินไป	ควรแบ่งเป็นสองกรอบ	✓
54	65	ไม่เข้าใจ	ควรเปลี่ยนข้อความ	✓
55	45	ข้อความซ้ำ	ไม่จำเป็นเอาออกได้	✓
56	60	อ่าน , คิดแล้วตอบ	ควรแก้ข้อความบางตอน	✓
57	60	ตอบแล้วกลับมาดูอีก		
58	48	ปกติ	เข้าใจ	
59	43	อ่านทบทวน	ควรเรียงลำดับใหม่	✓
60	58	เข้าใจ	ควรตัดข้อความบางตอนออก	✓
61	82	เข้าใจ	ดีแล้ว	
62	80	คิดเลขแล้วตอบ	วาดรูปไม่ชัด	✓
63	80	เข้าใจ		
64	150	ปกติ		
65	170	อ่านช้า ๆ, คิดตอบไปด้วย	เข้าใจ	
66	90	ปกติ		
67	165	ปกติ	เข้าใจ	
68	87		ไม่จำเป็นก็ดออกได้	✓

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ผลการทดลองขั้นกลุ่มเล็ก

คนที่	เพศ	คะแนนทดสอบก่อนบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังบทเรียน		ความก้าวหน้า		คะแนนบทเรียนร้อยละ	เวลาที่ใช้นาที
		(20)	%	(20)	%	คะแนน	%		
1	ช	4	20	12	60	8	40	92.7	110
2	ช	4	20	16	80	12	60	83.4	98
3	ช	8	40	19	95	11	55	81.6	98
4	ช	5	25	14	70	9	45	81.6	81
5	ช	4	20	12	60	8	40	94.5	83
6	ช	5	25	15	75	10	50	87.2	95
7	ญ	3	15	15	75	12	60	92.7	95
8	ญ	6	30	14	70	8	40	90.8	89
9	ญ	7	35	20	100	13	65	92.7	108
10	ญ	5	25	17	85	12	60	87.2	110
	รวม	51	255	154	770	103	515	884.4	967
	เฉลี่ย	5.1	25.5	15.4	77	10.3	51.5	88.4	96.7

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์บทเรียนขั้นภาคสนาม

กรอบที่ \ คนที่	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
1												X															
2.1																			X								
2.2																											
2.3																											
4.1																											
4.2																											
4.3																											
5.1																								X			
5.2																											
6.1																											
6.2																											
7																											X
8.1						X																					
8.2						X																					
9.1						X																					
9.2																											
9.3																											
9.4																											
9.5																											
10																											
11.1																											
11.2																											
12																											
13.1																								X			
13.2																								X			
15																											
16		X				X													X							X	
17																											

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1																							X				
2.1														X									X				X
2.2																							X				
2.3																							X				
4.1																											
4.2																											
4.3																											
5.1																							X				
5.2																											
6.1																											
6.2																											
7																											
8.1																											
8.2																											
9.1																											
9.2																											
9.3																											
9.4																											
9.5																											
10																											
11.1																											
11.2																											
12																											
13.1		X																									
13.2		X																									
15																											
16																											
17																											

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
1																											
2.1								X																			
2.2																											
2.3									X																		
4.1																											
4.2																											
4.3																											
5.1																											
5.2																											
6.1																											
6.2																											
7																											
8.1																											
8.2																											
9.1																											
9.2																											
9.3																											
9.4																											
9.5																											
10																											
11.1																											
11.2																											
12																											
13.1																											
13.2																											
15																											
16		X	X	X																							
17																											

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
1																				98
2.1																				95
2.2																				99
2.3																				98
4.1																				100
4.2																				100
4.3																				100
5.1																				98
5.2								X												99
6.1																				100
6.2																				100
7			X																	98
8.1																				99
8.2																				99
9.1															X					98
9.2																				100
9.3																				100
9.4																				100
9.5																				100
10																				100
11.1																				100
11.2						X														99
12																				100
13.1									X											97
13.2									X											97
15																				100
16															X	X				91
17																				100

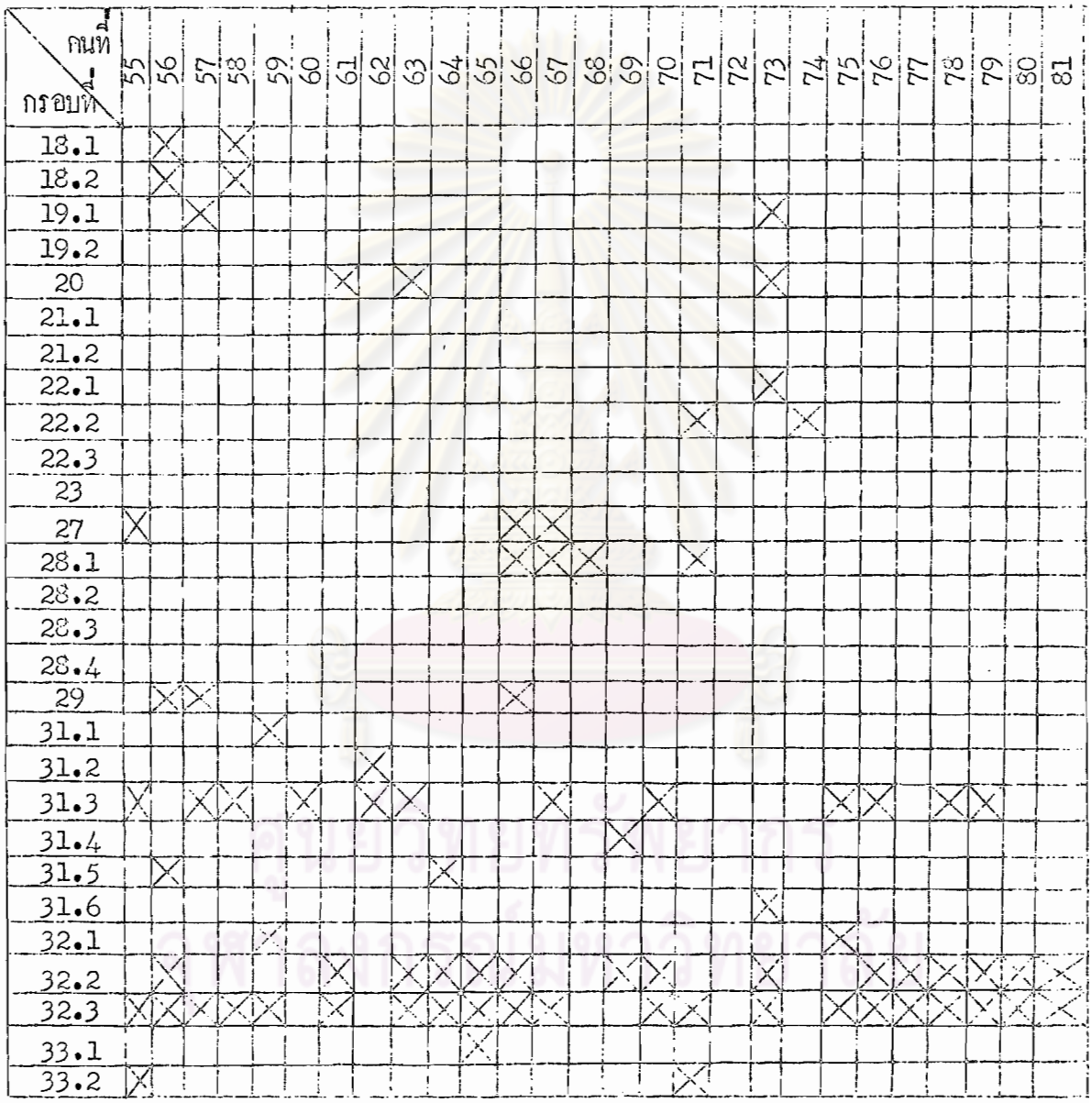
ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	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
18.1																											
18.2																											
19.1																											
19.2																											
20																											
21.1																											
21.2																											
22.1																											
22.2																											
22.3																											
23																											
27																											
28.1																											
28.2																											
28.3																											
28.4																											
29																											
31.1																											
31.2																											
31.3																											
31.4																											
31.5																											
31.6																											
32.1																											
32.2																											
32.3																											
33.1																											
33.2																											

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
18.1					X																					X	
18.2					X																					X	
19.1	X				X																				X	X	
19.2															X												
20		X	X					X			X																
21.1																											
21.2																											
22.1																	X										
22.2																											
22.3																											
23																											
27	X	X							X												X	X		X			
28.1	X	X																			X						
28.2																											
28.3																							X		X		
28.4																											
29																											
31.1																											
31.2																		X									
31.3	X		X				X		X	X			X					X			X						
31.4																											
31.5													X														
31.6																	X										
32.1																											
32.2	X		X	X		X	X																				
32.3	X		X	X		X	X	X		X					X			X		X	X	X					
33.1																		X									
33.2																X											

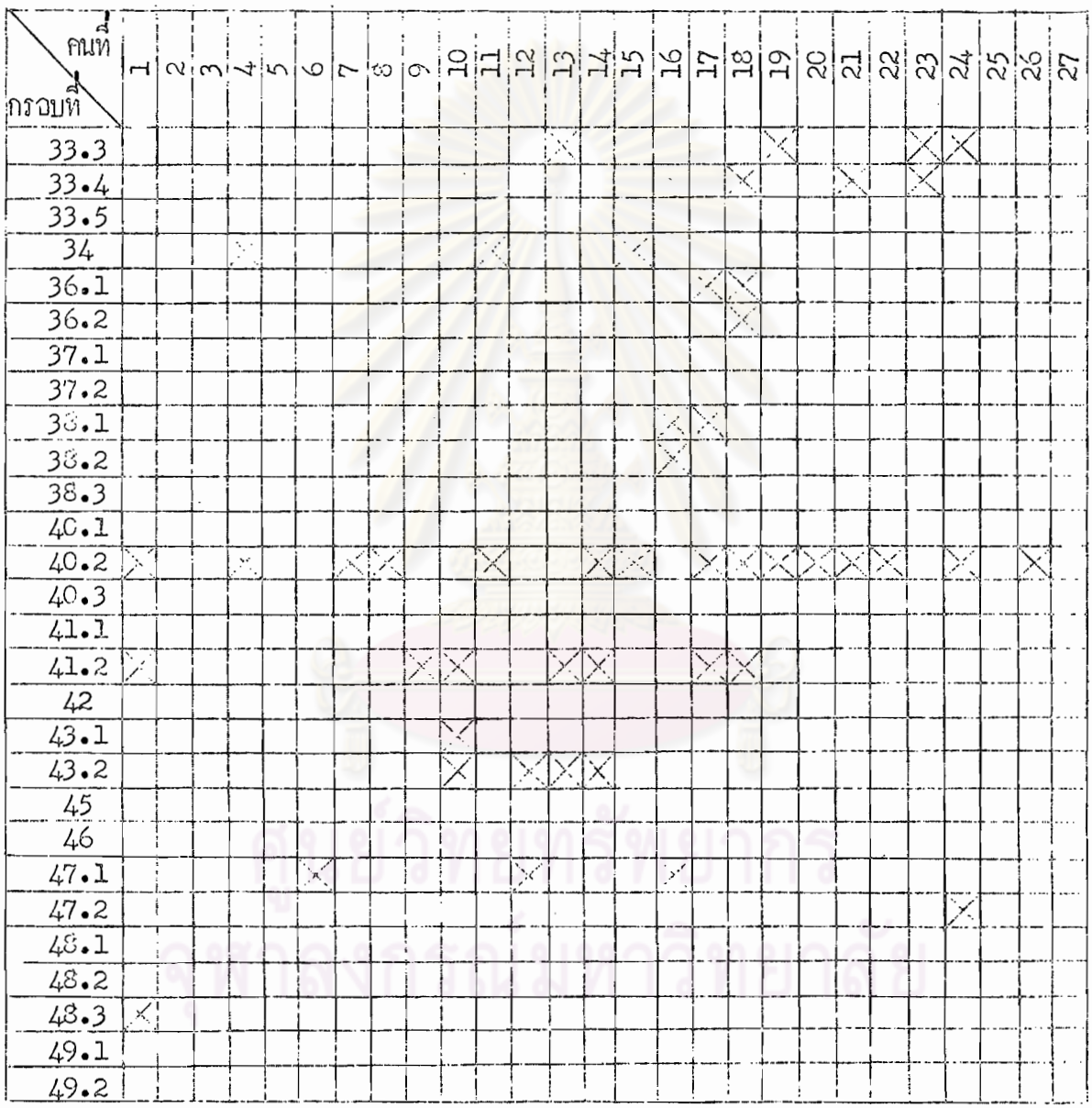
ตารางที่ 8 (ต่อ)


คนที่
กรอบที่
55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81
18.1
18.2
19.1
19.2
20
21.1
21.2
22.1
22.2
22.3
23
27
28.1
28.2
28.3
28.4
29
31.1
31.2
31.3
31.4
31.5
31.6
32.1
32.2
32.3
33.1
33.2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
18.1																				95
18.2																				95
19.1					X	X														91
19.2					X															97
20					X				X											83
21.1																				100
21.2																				100
22.1																				98
22.2																				98
22.3																				100
23																				100
27															X					83
28.1															X					90
28.2																				99
28.3																				98
28.4																				100
29			X	X																95
31.1																				99
31.2													X							96
31.3	X			X					X	X			X	X		X		X		64
31.4																				99
31.5																				96
31.6														X						97
32.1														X						97
32.2	X	X	X				X								X	X	X	X		54
32.3	X	X	X	X		X			X	X			X	X	X	X	X	X		33
33.1							X													97
33.2																				95

ตารางที่ 8 (ต่อ)


คนที่
กรอบที่
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
33.3
33.4
33.5
34
36.1
36.2
37.1
37.2
38.1
38.2
38.3
40.1
40.2
40.3
41.1
41.2
42
43.1
43.2
45
46
47.1
47.2
48.1
48.2
48.3
49.1
49.2

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
33.3																		X									X
33.4	X																										
33.5					X																						
34																X							X				
36.1					X	X							X		X						X						
36.2																											
37.1					X																						
37.2					X																						
38.1					X																						
38.2					X																						
38.3					X																						
40.1																										X	
40.2					X	X				X	X										X	X					
40.3																											
41.1																			X								
41.2		X	X																						X		
42																											
43.1																											
43.2	X														X						X						
45																											
46																											
47.1																											
47.2																											
48.1				X																							
48.2				X																							
48.3	X		X												X												
49.1											X																
49.2																											

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
33.3		X			X	X		X	X		X				X						X						
33.4													X				X										
33.5					X																		X				
34								X									X										
36.1			X									X									X		X	X			
36.2																											
37.1																											
37.2																											
38.1										X					X											X	
38.2										X	X				X											X	
38.3																											
40.1																											
40.2	X	X	X		X					X					X		X		X	X	X		X	X	X	X	X
40.3							X																X				
41.1						X																X					
41.2																										X	
42		X																						X			
43.1																											
43.2			X									X							X		X	X	X				
45																											
46																											
47.1							X									X			X								
47.2																											
48.1							X																				
48.2							X																				
48.3																											
49.1																		X									
49.2																											

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
33.3				X	X		X						X					X		81
33.4																				94
33.5							X													96
34			X		X	X			X											89
36.1																				88
36.2									X							X				97
37.1																				99
37.2																				99
38.1																				94
38.2																				94
38.3																				99
40.1			X													X				97
40.2	X				X								X	X	X	X		X		57
40.3						X						X								96
41.1																				97
41.2																				89
42																				98
43.1																				99
43.2				X	X		X													84
45																				100
46																				100
47.1																				94
47.2																				99
48.1																				98
48.2																				98
48.3																				96
49.1																				98
49.2																				100

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	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
49.3								X																			
49.4								X										X									
50								X																			
51												X								X							
52																											
53.1																											
53.2																											
53.3															X					X							
54.1							X																				
54.2																						X					
54.3						X				X			X		X		X										X
56.1		X	X	X	X								X	X	X				X		X				X		X
56.2		X	X	X	X								X	X	X		X		X								
56.3				X							X							X					X				
58				X						X								X						X			
59										X																	
60															X												
61																								X			
62																								X			
63.1																								X			
63.2																											

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
49.3											X			X													
49.4																					X					X	
50					X																						
51																			X								
52																										X	
53.1																							X				
53.2																							X				
53.3	X																						X				
54.1																							X				
54.2									X								X		X				X				
54.3																											
56.1		X	X		X											X				X							
56.2			X		X				X								X	X	X	X				X			
56.3						X			X								X	X	X	X	X						
58								X			X																
59					X			X																		X	
60								X			X											X					
61								X														X					
62			X					X																			
63.1								X																			
63.2																				X							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
49.3						X																					
49.4																											
50																											
51				X															X						X		
52								X																			
53.1																											
53.2																											
53.3					X																						
54.1		X																					X				
54.2					X	X											X	X	X								
54.3																	X		X								
56.1	X		X								X				X				X	X					X	X	
56.2	X	X	X		X		X			X	X	X	X	X								X	X	X	X		
56.3		X	X				X					X	X							X					X		
58																			X								
59	X				X							X							X								
60																			X								
61																			X								
62																			X	X							
63.1																			X	X							
63.2																			X	X							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 (ต่อ)

กรอบที่ \ คนที่	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	จำนวนคำตอบที่ถูก
49.3					X															95
49.4									X											97
50																				97
51																				96
52																				96
53.1																				99
53.2																				99
53.3																				97
54.1																				95
54.2					X			X	X		X									86
54.3																				97
56.1								X	X											79
56.2	X		X	X			X	X					X				X			60
56.3			X																	75
58																				94
59			X					X				X			X		X			87
60																				94
61													X							95
62																				95
63.1																				96
63.2																				97
ผลรวมของจำนวนคำตอบที่ถูก																				9370
ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ถูกคิดเป็นร้อยละ																				94.00

หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึงคำตอบที่ผิด

ประวัติผู้เขียน

นางจำเนียร ร่มโพธิ์ เกิดวันที่ 26 กันยายน 2477 สำเร็จปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต และปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2500 และ 2502 ตามลำดับ

ปัจจุบันรับราชการ เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 7 และเป็นนายทะเบียน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย