



บรรณานุกรม

หนังสือ

ณรงค์ สินสวัสดิ์, แนวความคิดในการแก้ปัญหาของสังคมไทยเรื่องนวลโซทัย : กรุงเทพมหานคร : อักษรพิทยา , 2521 .

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 .
กระทรวงศึกษาธิการ, 2521 .

สุวัจน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร : วัฒนาพานิช,
2517 .

อนันต์ ศรีโสภกา. สถิติเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2521 .

บทความ

นিকা สะเพียรชัย, " ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์." ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 4(กรกฎาคม 2520):6 .

บุญลือ ทองอยู่, " ความคิดสร้างสรรค์." วารสารมิตรครู (เมษายน 2521); 18 .

บุพพรณี สุขสมบัติ, " ความคิดสร้างสรรค์." วารสารมนุษยศาสตร์ (กรกฎาคม-สิงหาคม 2513) : 43

วิจิตร วรุทมางกูร, " ความคิดสร้างสรรค์สำหรับครู." วารสารศึกษาศาสตร์ มศว .
(มกราคม-พฤษภาคม 2520) : 40 .

สิปปนนท์ เกตุทัต, " ความเคลื่อนไหวทางการศึกษา." วารสารสามัญศึกษา
12(กุมภาพันธ์ 2518) : 46

เอกสารอื่น ๆ

- เชาวนา ยุทธสุริยพันธ์. " การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับ
ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ."
ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.
- โชติ เพชรชื่น. " การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิชาชีพ
ต่างกัน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.
- ศิริเรก คังสายัณฑ์. " การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อลักษณะความเป็นผู้นำและ
การคิดแบบอเนกนัย เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสอนแบบทั่วไป." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหา
บัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2517.
- ทัศนีย์ พุกชัชฉราร. " การสร้างแบบสอบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.
- นงนุช วรรณวณะ. " ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับสัมฤทธิ์ผล
ทางการเรียนของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง." วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.
- ประสิทธิ์ บัวคดี. " การศึกษาเปรียบเทียบความวิตกกังวล และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ไทยในต่างจังหวัด นักเรียนไทยในกรุงเทพฯ และนักเรียนนานาชาติ ชั้น มศ. 3."
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.
- พนัส วิมุกตายน. " พัฒนาการของการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516.
- ลาวรรณ ลิขิตทรัพย์. " การเปรียบเทียบความวิตกกังวล และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษา ระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ."
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516.

ลัคคา อุตสาหะ. " ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

ไสว เดียมแก้ว. " ความคิดสร้างสรรค์ และความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.

Books

- Alex, Osborn. Applied Imagination. New York : Charles Scribner's Son, 1963.
- Anderson, Ronald D. and Others. Developing Children Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1970.
- Blount, Nathan S. and Klausmeier, Herbert J. Teaching in the Secondary School. 2d.ed. Harper & Row, 1968.
- Ebel, Robert L. Essential of Educational Measurement. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1972.
- Freud, S. " The Interpretation of Dreams. In A.A. Brill (Ed.)" The Basic Writing of Sigmund Freud. New York : The Modern Library, 1938.
- Gale, Raymond F. Developmental Behavior. Toronto : The Macmillan Company, 1938.
- Gronlund, Norman E. Constructing Achievement Test. Englewood Cliffs N.J. : Prentice-Hall, 1968.
- Guenther, William C. Analysis of Variance. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1964.
- Guilford, J.P. The Nature of Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Co. , 1968.

Hutchinson, E.d. How to Think Creatively. New York : Abingdon Press,
1949.

Maccoby, Eleanor E. The Development of Sex Differences. New York :
Charles Scribner's Son, 1963.

Mc Candless, Boyd R. and Evans , Ellis D. Children and Youth : Psycho
logical Development. 2d.ed. New York : Holf, Rinehart and
Winston, 1978.

Piltz, Albert, and Sund, Robert. Creative Teaching of Science in the
Elementary School. Boston : Allyn and Bacon , 1968.

Torrance, E.P. Education and the Creative Potential. Minneapolis :
The Lund Press, 1963.

Wallach, Michael A. , and Nathan Kogan, Modes of Thinking in Young
Children New York : Holf , Rinehart and Winston, 1965.

Washton, Nathan. Teaching Science Creativity in the Secondary School.
New York : Harper, 1967.

Articles

Ankney, Paul and Sayre, Steve A. " Starting Point's for Creativity. "
The Science Teacher 42(December 1975) : 24-25.

Getzels , Jack. " Creativity." Encyclopedia of Educational Research.
(1969) : 267.

Hill, Brenda W. "Using College Chemistry to Influence Creativity." Journal Research in Science Teaching (January 1976):72.

Smith, Edward W. ;Krouse, Stanley W.; and Atkinson, Mark M.
" Development of Creativity." The Educator's Encyclopedia
(1969): 611.

Walker, William J. "Teaching Personality in Creative School Environment."
The Journal of Educational Research 62(1969): 243 244.

Other Materials

Balen, Larry Main. " An Experimental Study of the Enfluence of Locus
of Control, Dyadic Interaction, and Sex on Creative Thinking."
Dissertation Abstracts International, Vol.36, No. 9
(March 1976), p. 5936-A.

Coone, Jim Garon. " A Cross Cultural Study of Sex Difference in the
Development of Selected Creative Thinking Ability,"
Dissertation Abstracts International, Vol. 29, No. 8
(February 1969),p. 4828-A.

Crawford, Carolyn. " The Relationship of Creativity Variables to Sex
Role Types for Males and Females," Dissertation Abstracts
International, Vol. 31, No. 8 (September 1978), p. 1432-A.

Edwards, Jonathan D. " The Effects of Suggestive - Accelerative
Learning Teaching (SALT) on Creativity," Dissertation Abstracts
International, Vol.39, No.3 (September 1978),p.1434-A.

- Elias, Susan. "Student Achievement, Creativity and Attitudes as Functions of Classroom Environment and Students Personality Variable," Dissertation Abstracts International, Vol 38. No.6 (August 1978),p. 799-A.
- Jones, Charlotte F. "The Development of Creativity, as Evidences by Fluency, Flexibility and Originality as a Result of Divergent Questioning Strategies in Secondary American History Class," Dissertation Abstracts International Vol.39, No.4 (October 1978), p. 2033-A.
- Penick, Jone E. " The Effects of Two Patterns of Teaching on Aspects of Verbal and Figural Creativity in Fifth Grade Science Students," Dissertation Abstracts International, Vol.34, No.7 (January 1974),p. 4029-A.
- Simonis, Doris A.G. "Stimulating Creativity : Learning by Analogy in Student - Centered Undergraduate Science-Class," Dissertation Abstracts International, Vol. 39, No.2 (August 1980)p. 799-A.
- Walker, Perry Crane, " A Study of Creativity Among Mexican School Children," Dissertation Abstracts International Vol.30, No.2 (August 1970),p. 650-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล _____ เพศ _____

โรงเรียน _____ ชั้น _____

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. ข้อทดสอบทั้งหมดมี 3 ข้อ ให้นักเรียนทำในข้อทดสอบนี้ทุกข้อ
2. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้านักเรียนตอบได้มาก ตอบได้แปลกกว่าคนอื่น หรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
3. ข้อสอบแต่ละข้อให้นักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยื่นสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันที แล้วเตรียมทำข้อต่อไป
4. เขียน ชื่อ-สกุล เพศ โรงเรียน ชั้นเรียนให้เรียบร้อย ก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ข้อ 1) " สมมุติว่า "

เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น เราจะสมมุติว่ามันเกิดขึ้น กิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสคิดจินตนาการ คาดคะเนทุกอย่างที่น่าตื่นเต้นที่อาจเกิดขึ้นได้ ถ้าเหตุการณ์ที่สมมุตินี้เป็นจริง

ให้นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ข้างล่างนี้เกิดขึ้นจริงๆ แล้วลองคิดว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์นี้บ้าง ให้พยายามคิดหรือคาดคะเนโดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ไม่ต้องกลัวว่าจะผิด เพราะจะไม่มีคำตอบใดที่ถือว่าผิด แต่จะพิจารณาคำตอบที่น่าสนใจ ที่คนอื่นคิดไม่ถึง คำนึงจงคิดให้แปลกและน่าตื่นเต้นมากที่สุด

สมมุติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมาก จนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

จงเขียนความคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ พร้อมทั้งอ้างเหตุผลประกอบ

1. _____

เหตุผล _____

2. _____

เหตุผล _____

3. _____

เหตุผล _____

4. _____

เหตุผล _____

5. _____

เหตุผล _____

6. _____

เหตุผล _____

7. _____

เหตุผล _____

8. _____

เหตุผล _____

9. _____

เหตุผล _____

10. _____

เหตุผล _____

11. _____

เหตุผล _____

12. _____

เหตุผล _____

13. _____

เหตุผล _____

14. _____

เหตุผล _____

15. _____

เหตุผล _____

ข้อ 2) " หิ้งไข่ "

ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะหิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงมาจาก
ตึกชั้น 3 โดยที่เมื่อถึงพื้นดินนั้น ไข่ยังไม่แตก (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดๆช่วยก็ได้)

พยายามคิดหาวิธีแปลกๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ อธิบายวิธีที่
นักเรียนคิดได้ในที่ว่างข้างล่าง

วิธีที่ 1
.....
.....

วิธีที่ 2
.....
.....

วิธีที่ 3
.....
.....

วิธีที่ 4
.....
.....

วิธีที่ 5
.....
.....

วิธีที่ 6

.....
.....
.....
.....

วิธีที่ 7

.....
.....
.....

วิธีที่ 8

.....
.....
.....

วิธีที่ 9

.....
.....
.....

วิธีที่ 10

.....
.....
.....

วิธีที่ 11

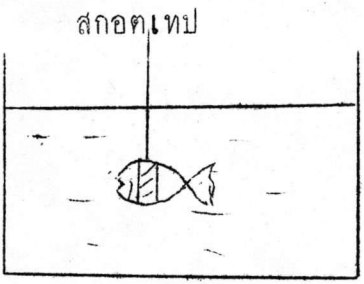
.....
.....
.....

ข้อ 3) "ปลาทอง" จะเอาปลาทองไปทดลองอะไรได้บ้าง

ถ้านักเรียนมีอ่างเลี้ยงปลา และปลาทอง(ที่ยังมีชีวิตอยู่) 1 ตัว นักเรียนจะสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง โดยที่ไม่ทำให้บาดเจ็บถึงพิการหรือตาย ให้คิดหาวิธีทดลองที่แปลก ๆ ใ้มากที่สุด อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ ค้วย นักเรียนจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นใดประกอบการทดลองด้วยก็ได้ (ดูตัวอย่าง)

วิธีที่ 1 ต้องการศึกษาว่า ถ้าอากาศน้อยลง ปลาจะจมน้ำ หรือลอยน้ำได้คึ้น
การทดลอง เอาครอบแก้วที่มีที่สูบลอากาศออกครอบอ่างปลาไว้ แล้วสูบลอากาศออกเรื่อย ๆ คอยสังเกตระดับของตัวปลาวาจะลอยสูงขึ้นหรือจะจมลงก้นอ่าง

วิธีที่ 2 ต้องการศึกษาว่า ปลาทองว่ายน้ำได้เพราะครีบอกและครีบลึงไซหรือไม
การทดลอง



เอาสกอตเทปพันรอบตัวปลาทอง (คังรูป) เพื่อไม่ให้ครีบอกและครีบลึงเคลื่อนไหวได้ แล้วปล่อยปลาทองลงในน้ำ สังเกตดูว่าปลายังว่ายน้ำได้หรือไม่ ถ้าว่ายน้ำไม่ได้ แสดงว่าปลาทองว่ายน้ำได้เพราะครีบอกและครีบลึงจริง แต่ถ้าพันสกอตเทปแล้ว ปลายังว่ายน้ำได้อยู่ ก็แสดงว่า ครีบอกและครีบลึงไม่ใช่สิ่งจำเป็นที่สุดที่ทำให้ปลาทองว่ายน้ำได้

จงเขียนเรื่องที่นักเรียนต้องการศึกษาโดยใช้ปลาทองเป็นเครื่องมือ และวิธีการทดลองในที่ว่างข้างล่าง พยายามคิดการทดลองใหม่ ๆ ใ้มากที่สุด

วิธีที่ 3 ต้องการศึกษาว่า.....
การทดลอง.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

วิธีที่ 4 ^๖ ^๑ ท่องการศึกษาวา

การทดลอง

.....

.....

.....

วิธีที่ 5 ^๖ ^๑ ท่องการศึกษาวา

การทดลอง

.....

.....

.....

วิธีที่ 6 ^๖ ^๑ ท่องการศึกษาวา

การทดลอง

.....

.....

.....

วิธีที่ 7 ^๖ ^๑ ท่องการศึกษาวา

การทดลอง

.....

.....

.....

วิธีที่ 8 ^๖ ^๑ ท่องการศึกษาวา

การทดลอง

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 50 ข้อ
2. ห้ามขีดเขียนข้อความหรือเครื่องหมายใดๆ ลงในกระดาษคำตอบนี้
3. คำถามแต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ ตามหัวข้อ ก. ข. ค. และ ง.
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว เมื่อได้คำตอบ
ใดก็ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง (0) _____

ก. _____

ข. _____

ค. _____

ง. _____

ข้อนี้ตอบข้อ ข. จึงขีดในกระดาษคำตอบ ดังนี้

(0) ก ~~X~~ ค ง

4. แต่ละคำถามให้ขีดคำตอบเดียว ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดเส้นทับ
ในข้อที่ไม่ต้องการ เช่นจากข้อ ข. เป็นข้อ ค. ดังนี้

(0) ก ~~X~~ ~~X~~ ง

1. ส่วนของดอกไม้ที่อยู่งในสุดคืออะไร
 - ก. กลีบดอก
 - ข. กลีบเลี้ยง
 - ค. เกสรตัวเมีย
 - ง. เกสรตัวผู้
2. ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. ดอกสมบูรณ์ต้องเป็นดอกสมบูรณ์เพศ
 - ข. ดอกสมบูรณ์อาจไม่สมบูรณ์เพศ
 - ค. ดอกไม่สมบูรณ์เพศอาจเป็นดอกสมบูรณ์
 - ง. ดอกสมบูรณ์เพศต้องเป็นดอกสมบูรณ์เสมอ
3. การขยายพันธุ์พืชในข้อใด ที่อาจทำให้ผลที่ได้ มีลักษณะต่างไปจากต้นเดิม
 - ก. การตอน
 - ข. การติดตา
 - ค. การทาบกิ่ง
 - ง. การเพาะเมล็ด
4. การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ในข้อใดถูกต้อง
 - ก. อมีบา แบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2
 - ข. พารามีเซียม แยกหน่อ
 - ค. ไฮดรา แบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2
 - ง. ถั่วเขียว เอนโดสเปิร์ม
5. ถ้านักเรียนมีน้ำหนักตัว 46 กิโลกรัม ในร่างกายของนักเรียนจะมีน้ำอยู่ประมาณเท่าไร
 - ก. 13 กิโลกรัม
 - ข. 22 กิโลกรัม
 - ค. 31 กิโลกรัม
 - ง. 40 กิโลกรัม

6. เรากรองน้ำเพื่ออะไร
- แยกสารที่ละลายในน้ำออกจากน้ำ
 - แยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ
 - แยกสารทุกชนิดออกจากน้ำ
 - กำจัดเชื้อโรคออกจากน้ำ
7. เราใช้สารส้มกวนน้ำเพื่ออะไร
- ช่วยให้สารในน้ำตกตะกอนเร็วขึ้น
 - ช่วยฆ่าเชื้อโรคที่มีอยู่ในน้ำ
 - ช่วยทำให้ น้ำตกตะกอนและใสสะอาด
 - ช่วยได้ทั้งในข้อ ก ข และ ค
8. น้ำคลอรีน 1 หยด ช่วยฆ่าเชื้อโรคในการทำน้ำประปาได้ประมาณเท่าไร
- หมื่นหยด
 - แสนหยด
 - ห้าแสนหยด
 - ล้านหยด
9. น้ำธรรมชาติในข้อใดกระด้างที่สุด
- น้ำใต้ดิน
 - น้ำตก
 - น้ำแม่น้ำลำคลอง
 - น้ำทะเล
10. ในการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า จะได้ผลดังในข้อใด
- ได้ก๊าซไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2
 - เกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ขั้วบวก ก๊าซออกซิเจนที่ขั้วลบ
 - เกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ขั้วลบ ก๊าซออกซิเจนที่ขั้วบวก
 - ถูกเฉพาะข้อ ก และ ค

11. น้ำในข้อใดควรเป็นน้ำกระด้างชั่วคราวมากที่สุด
- เมื่อนำมาเขย่ากับน้ำสบู่จะเกิดฟอง
 - เมื่อเติมโซดาซักผ้าลงไป แล้วนำมาเขย่ากับน้ำสบู่จะเกิดฟอง
 - เมื่อนำมาต้ม แล้วเขย่ากับน้ำสบู่ จะเกิดฟอง
 - เมื่อนำมาต้ม แล้วเขย่ากับน้ำสบู่ ไม่เกิดฟอง
12. นำสารชนิดหนึ่งมาละลายน้ำ แล้วเติมน้ำสบู่ลงไป เขย่า ปรากฏว่าไม่เกิดฟอง สารนี้คืออะไร
- กลีเซอรีน
 - นิกเกิลซัลเฟต
 - นิกเกิลซัลไฟด์
 - อาจเป็นได้ทั้งข้อ ก ข และ ค
13. สารละลายอิ่มตัวคืออะไร
- สารละลายที่มีตัวถูกละลาย ละลายอยู่มากที่สุดในตัวทำละลาย
 - สารละลายที่มีตัวทำละลาย ละลายอยู่มากที่สุดในตัวถูกละลาย
 - สารละลายเข้มข้น
 - อาจเป็นได้ทั้งในข้อ ก ข และ ค
14. การตกผลึกจะเกิดขึ้นเมื่อสารละลายเป็นอย่างไร
- สารละลายใส
 - สารละลายเจือจาง
 - สารละลายเข้มข้น
 - สารละลายอิ่มตัว
15. ข้อใดไม่ถูกต้อง
- น้ำมีความหนาแน่นที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ 4°C
 - จุดควบแน่นกับจุดเยือกแข็งของน้ำเป็นอุณหภูมิเดียวกัน
 - น้ำไหลจากที่สูงย่อมมีแรงมากกว่าไหลจากที่ต่ำ
 - อัลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย

16. บรรยากาศชั้นที่อยู่ใกล้ผิวโลกเรามากที่สุดคือชั้นใด
 ก. โทรโปสเฟียร์
 ข. สตราโตสเฟียร์
 ค. ไอโอโนสเฟียร์
 ง. เอกโซสเฟียร์
17. เครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลมเรียกว่าอะไร
 ก. วินด์มิเตอร์
 ข. ไฮโกรมิเตอร์
 ค. แอนนิรอยด์มิเตอร์
 ง. แอนนิโมมิเตอร์
18. อากาศอิ่มตัวมีไอน้ำอยู่ได้ 40 g/m^3 ในขณะที่มีไอน้ำอยู่ในอากาศจริง 30 g/m^3
 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะนั้นเป็นเท่าไร
 ก. 130 %
 ข. 75 %
 ค. 130 g/m^3
 ง. 75 g/m^3
19. ถ้าเรารู้สึกคอแห้ง อาจเนื่องมาจากสภาพของอากาศเป็นอย่างไร
 ก. มีความชื้นสูง
 ข. มีความชื้นน้อย
 ค. อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ
 ง. อากาศที่เคลื่อนไหว
20. เราอาจทำอากาศแห้งได้โดยวิธีใด
 ก. เพิ่มอุณหภูมิ เพิ่มความดัน
 ข. เพิ่มอุณหภูมิ ลดความดัน
 ค. ลดอุณหภูมิ เพิ่มความดัน
 ง. ลดอุณหภูมิ ลดความดัน

21. ส่วนประกอบของอากาศในข้อใด เรียงลำดับปริมาณก๊าซจากมากไปหาน้อย
- | | | |
|-------------|------------------|------------------|
| ก. ออกซิเจน | ไนโตรเจน | คาร์บอนไดออกไซด์ |
| ข. ออกซิเจน | คาร์บอนไดออกไซด์ | ไนโตรเจน |
| ค. ไนโตรเจน | ออกซิเจน | คาร์บอนไดออกไซด์ |
| ง. ไนโตรเจน | คาร์บอนไดออกไซด์ | ออกซิเจน |
22. ลมพายุในข้อใดมีความเร็วแรงที่สุด
- ลมพายุไซโคลน
 - ลมพายุดีเปรสชัน
 - ลมพายุโซนร้อน
 - ลมพายุไต้ฝุ่น
23. หน่วยบอกปริมาณน้ำฝน เป็นหน่วยเดียวกับหน่วยที่ใช้บอกปริมาณของอะไร
- ความยาว
 - ความดัน
 - ความชื้น
 - ความร้อน
24. คินชั้นใดควรมีปุ๋ยมากที่สุด
- ชั้นบน
 - ชั้นกลาง
 - ชั้นล่าง
 - ชั้นต่ำ
25. ข้อใดถูกต้อง
- แมกมา คือ ลาวาที่ไหลพุ่งจากภายในโลกออกมายังผิวโลก
 - ลาวา คือ แมกมาที่ไหลพุ่งจากภายในโลกออกมายังผิวโลก
 - ทั้งแมกมาและลาวา ต่างก็เป็นหินที่หลอมเหลวอยู่ภายในโลก
 - ทั้งแมกมาและลาวา ต่างก็เป็นหินที่หลอมเหลวอยู่นอกผิวโลก

26. หินที่เป็นบ่อเกิดของหินชนิดอื่น ควรเป็นหินใด
- หินอัคนี
 - หินตะกอน
 - หินแปร
 - หินปูน
27. หิน จำแนกเป็นพวกใหญ่ๆคือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร สิ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกคืออะไร
- การเกิดของหิน
 - ความแข็งของหิน
 - สี และลักษณะของเนื้อหิน
 - แหล่งที่พบหิน
28. หินที่เกิดจากการแข็งตัวของหินที่หลอมเหลวภายในโลกคือหินใด
- หินอ่อน
 - หินปูน
 - หินควอตไซต์
 - หินแกรนิต
29. หินอ่อนเกิดจากอะไร
- ซากสัตว์ตกตะกอนทับถมกันกันทะเล
 - ลาวาที่เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว
 - หินปูนได้รับความร้อนและความดัน
 - ตะกอนของคัลเซียมคาร์บอเนต
30. แร่ที่มีโลหะอยู่มาก และสามารถถลุงนำไปใช้ประโยชน์ได้ เรียกว่าอะไร
- แร่ประกอบหิน
 - แร่รัตนชาติ
 - แร่กัมมันตรังสี
 - สินแร่

31. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของโลหะและอโลหะที่ถูกต้อง
- โลหะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าอโลหะ
 - โลหะมักมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าอโลหะ
 - โลหะแข็ง แต่อโลหะเหนียวยืดหยุ่นได้ง่ายกว่าอโลหะ
 - โลหะมักมีความหนาแน่นสูงกว่าอโลหะ
32. ข้อใดเป็นข้อดีที่นำหินมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม
- ใช้หินปูนทำอิฐคอกของวิชาเคมี
 - ใช้หินทรายทำหินลับมีด
 - ใช้หินดินคานทำกระดานชนวน
 - ใช้หินอ่อนมุงหลังคาบ้าน
33. ผู้ผลิตอาหารอันค้ำแรกควรเป็นข้อใด
- รา และ บักเตรี
 - เห็ด
 - สาหร่ายทางทะเล
 - สัตว์เซลล์เดียว
34. ขบวนการธรรมชาติที่เพิ่มออกซิเจนในอากาศ คือขบวนการใด
- การหายใจ
 - การสังเคราะห์แสง
 - การเผาไหม้
 - การหมัก
35. ข้อใดเป็นขบวนการสังเคราะห์แสง
- น้ำ + คลอโรฟิลล์ $\xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{ออกซิเจน}}$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำตาล
 - น้ำ + ออกซิเจน $\xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{คลอโรฟิลล์}}$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำตาล
 - น้ำ + คาร์บอนไดออกไซด์ $\xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{คลอโรฟิลล์}}$ ออกซิเจน + น้ำตาล
 - คลอโรฟิลล์ + คาร์บอนไดออกไซด์ $\xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{น้ำ}}$ ออกซิเจน + น้ำตาล

36. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง
- สัตว์ทุกชนิดหายใจได้ พืชทุกชนิดสังเคราะห์แสงได้
 - พืชทุกชนิดหายใจได้ พืชทุกชนิดสังเคราะห์แสงได้
 - สัตว์ทุกชนิดหายใจได้ พืชบางชนิดสังเคราะห์แสงได้
 - การสังเคราะห์แสงเกิดในพืช การหายใจเกิดเฉพาะในสัตว์
37. ในอ่างเลี้ยงปลาที่มีปลาเล็กๆ พืชน้ำ หอย อยู่กันอย่างสมดุลย์นั้น พืชและสัตว์สัมพันธ์กันอย่างไร
- พืชสังเคราะห์แสงให้ O_2 แก่ปลา ปลาหายใจให้ CO_2 แก่พืช
 - พืชหายใจให้ O_2 แก่ปลา ปลาหายใจให้ CO_2 แก่พืช
 - พืชหายใจให้ CO_2 แก่ปลา ปลาหายใจให้ O_2 แก่พืช
 - พืชสังเคราะห์แสงให้ CO_2 แก่ปลา ปลาหายใจให้ O_2 แก่พืช
38. ข้อใดมีพลังงานจลน์
- น้ำอยู่ในถังสูง
 - หินวางบนยอดเขา
 - เด็กวิ่งไปโรงเรียน
 - รถยนต์จอดในโรงรถ
39. ภูใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด
- การพาความร้อน - หิน
 - การนำความร้อน - ออกซิเจน
 - การแผ่รังสีความร้อน - สูดอากาศ
 - ฉนวนความร้อน - ตะกั่ว
40. เราจับน้ำแข็งแล้วรู้สึกเย็นเพราะเหตุใด
- ความร้อนไหลเข้ามือเรา
 - ความร้อนไหลออกจากมือเรา
 - ความเย็นไหลเข้ามือเรา
 - ความเย็นไหลออกจากมือเรา

41. ความร้อนแฝงของน้ำแข็งมีค่า 80 แคลอรีต่อกรัม หมายความว่าอย่างไร
- ก. ทำน้ำแข็ง 1 กรัมให้เป็นน้ำ โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงต้องให้ความร้อน 80 แคลอรี
 - ข. ทำน้ำแข็ง 80 กรัมให้เป็นน้ำโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงต้องให้ความร้อน 80 แคลอรี
 - ค. ทำน้ำ 1 กรัมให้เป็นน้ำแข็งโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงต้องให้ความร้อน 80 แคลอรี
 - ง. ทำน้ำ 80 กรัมให้เป็นน้ำแข็งโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงต้องให้ความร้อน 80 แคลอรี
42. น้ำ 10 กรัม อุณหภูมิ 20°C ต้องการทำให้ร้อนมีอุณหภูมิ 90°C ต้องให้ความร้อนเท่าไร
- ก. 200 แคลอรี
 - ข. 700 แคลอรี
 - ค. 900 แคลอรี
 - ง. 1,800 แคลอรี
43. หน่วยที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้า เรียกว่าอะไร
- ก. จูลล์
 - ข. อัมแปร์
 - ค. วัตต์
 - ง. โวลต์
44. อนุภาคที่แสดงสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าบวก คืออะไร
- ก. อิเล็กตรอน
 - ข. โปรตอน
 - ค. นิวตรอน
 - ง. นิวเคลียส
45. ความถ่วงจำเพาะของสาร คืออัตราส่วนระหว่างอะไร
- ก. มวลของสารกับมวลของน้ำ
 - ข. น้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของน้ำ
 - ค. ปริมาตรของสารต่อปริมาตรของน้ำ
 - ง. ความหนาแน่นของสารต่อความหนาแน่นของน้ำ

46. ออกไซด์ คือสารประกอบที่มีธาตุรวมอยู่กับอะไร

- ก. ออกซิเจน
- ข. น้ำ
- ค. ไฮโดรเจน
- ง. คาร์บอน

47. เหล็กมีความหนาแน่น 7 gm/cm^3 เหล็กชิ้นหนึ่งมีปริมาตร 21 cm^3 จะหนักเท่าไร

- ก. 3 กรัม
- ข. 147 กรัม
- ค. 14.7 กรัม
- ง. 30 กรัม

48. ทำการทดสอบสารละลาย สารในข้อใดเป็นกรด

- ก. ใช้กระดาษลิตมัสสีแดงจุ่มลงไป กระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี
- ข. ใช้กระดาษลิตมัสสีแดงจุ่มลงไป กระดาษลิตมัสเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
- ค. ใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินจุ่มลงไป กระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี
- ง. สารในข้อ ก ข และ ค เป็นเบสทั้งหมด

49. ข้อใดถูกต้อง

- ก. ออสโมซิสเป็นการแพร่ชนิดหนึ่ง
- ข. การแพร่ทุกอย่างเป็นออสโมซิส
- ค. กลิ่นน้ำหอมฟุ้งกระจายเป็นออสโมซิส
- ง. ถูกเฉพาะข้อ ก และ ข้อ ค

50. ปรากฏการณ์ในข้อใดเป็นออสโมซิส

- ก. น้ำตาลละลายน้ำ
- ข. เกล็ดค่างทับทิมในน้ำ กระจายสีแดงออกไป
- ค. รากขนอ่อนดูดน้ำและเกลือแร่จากดิน
- ง. คนเป็นลมคมแอมโมเนีย

ภาคผนวก ค.

สถิติที่ใช้ในการวิจัย และตัวอย่างการคำนวณ

1. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) และค่าระดับความยาก (Degree of difficulty) ของแบบทดสอบสัมพัทธ์ชนิด ใช้คู่ครั้งนี้

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

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

D แทนค่าอำนาจจำแนก

P แทนระดับความยาก

U แทนจำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

L แทนจำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

n แทนจำนวนคนในแต่ละกลุ่ม (27คน)

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าระดับความยาก (P)
ของแบบสอบสัมฤทธิ์ผล

ข้อที่	U	L	D	P	เป็นแบบสอบข้อที่
1	23	16	0.26	72	1
2	26	21	0.19	87	-
3	27	21	0.22	89	-
4	22	10	0.44	59	2
5	27	12	0.55	72	3
6	27	23	0.15	92	-
7	21	12	0.33	61	4
8	16	8	0.30	44	5
9	27	13	0.52	74	6
10	16	10	0.22	48	7
11	23	15	0.30	70	8
12	17	11	0.22	52	9
13	12	6	0.22	33	10
14	15	7	0.30	40	11
15	13	5	0.30	33	12
16	13	3	0.37	29	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	U	L	D	P	เป็นแบบสอบข้อที่
17	24	11	0.48	65	13
18	23	15	0.30	70	14
19	15	6	0.33	39	15
20	15	7	0.30	41	16
21	13	15	- 0.07	51	-
22	22	12	0.37	63	17
23	8	7	0.03	28	-
24	24	14	0.37	70	18
25	26	17	0.33	79	19
26	22	18	0.15	74	-
27	7	8	- 0.03	28	-
28	19	9	0.37	51	20
29	22	15	0.25	69	21
30	14	5	0.33	35	22
31	21	9	0.44	56	23
32	25	15	0.37	74	24
33	27	21	0.22	89	-
34	21	8	0.48	53	25

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	U	L	D	P	เป็นแบบสอบข้อที่
35	25	8	0.62	61	26
36	15	8	0.26	43	27
37	21	14	0.26	65	28
38	27	18	0.33	83	-
39	8	5	0.11	24	-
40	17	8	0.33	46	29
41	25	17	0.30	77	30
42	27	22	0.19	90	-
43	21	14	0.26	65	31
44	22	13	0.33	65	32
45	12	12	0	44	-
46	20	10	0.37	56	33
47	21	17	0.15	70	-
48	26	17	0.33	79	34
49	22	4	0.67	48	35
50	27	20	0.26	87	-
51	12	2	0.37	26	36
52	26	13	0.48	72	37

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	U	L	D	P	เป็นแบบสอบข้อที่
53	19	16	0.11	65	-
54	27	19	0.30	85	-
55	27	13	0.51	74	38
56	15	11	0.15	48	-
57	16	9	0.26	46	39
58	26	17	0.33	79	40
59	25	20	0.19	83	-
60	19	9	0.37	52	41
61	22	11	0.41	61	42
62	16	10	0.22	48	43
63	21	15	0.22	67	44
64	16	3	0.48	35	45
65	17	7	0.37	44	46
66	21	6	0.56	50	47
67	15	6	0.33	38	48
68	15	8	0.26	42	49
69	16	6	0.37	40	50
70	26	24	0.07	92	-

2. การวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผล
ใช้สูตร

$$K_{r21} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{M(K-M)}{K\sigma^2} \right]$$

K = แทนจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

M = แทนคะแนนเฉลี่ย

σ^2 = แทนความแปรปรวนของคะแนน

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผล

คะแนน (x)	x^2	ความถี่ (f)	f(x)	f(x ²)
10	100	1	10	100
12	144	1	12	144
13	169	1	13	169
15	225	2	30	450
16	256	2	32	512
17	289	1	17	289
19	361	2	38	722
20	400	2	40	800
21	441	2	42	882
22	484	3	66	1452
23	529	4	92	2,116
24	576	5	120	2,880
25	625	4	100	2,500
26	676	8	208	5,408
27	729	3	81	2,187
28	784	6	168	4,704
29	841	4	116	3,364
30	900	3	90	2,700

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คะแนน(X)	x^2	ความถี่(f)	f(Y)	f(x ²)
31	961	4	124	3,844
32	1,024	7	224	7,168
33	1,089	4	132	4,356
34	1,156	7	238	8,092
35	1,225	3	105	3,675
36	1,296	2	72	2,592
37	1,369	2	74	2,738
38	1,444	2	76	2,888
39	1,521	3	117	4,563
40	1,600	4	160	6,400
41	1,681	6	246	10,086
42	1,764	1	42	1,764
43	1,849	1	43	1,849
ผลรวม(Σ)		100	2,928	91,394

วิธีคำนวณ

$$\text{มัธยิมเลขคณิต } (\bar{X}) = \frac{\sum fX}{N}$$

$$fX = 2928$$

$$N = 100$$

$$\bar{X} = \frac{2928}{100} = 29.28$$

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

$$fX^2 = 91394$$

$$fX = 2928$$

$$N = 100$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{91394}{100} - \left(\frac{2928}{100}\right)^2}$$

$$= \sqrt{56.62}$$

$$S.D.^2 = 56.62$$

$$\text{ความเที่ยง (Reliability)} K_{r21} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{M(K-M)}{K^2} \right]$$

$$K = 50$$

$$M = 29.28$$

$$2 = 56.62$$

$$K_{r21} = \frac{50}{50-1} \left[1 - \frac{29.28(50-29.28)}{50(56.62)} \right] = 0.801$$

3. การทดสอบความมีนัยสำคัญของมัธยิมเลขคณิต. โดยทดสอบค่าซี (z-test)

ใช้สูตร ๓

$$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

\bar{X}_1, \bar{X}_2 แทนมัธยิมเลขคณิตของคะแนนแต่ละกลุ่ม

s_1^2, s_2^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละกลุ่ม

n_1, n_2 แทนจำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

z เป็นค่าที่ใช้พิจารณาความมีนัยสำคัญ

วิธีคำนวณ ความแตกต่างระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรพุทธศักราช 2503 กับหลักสูตร สสวท.

3.1 ความคล่องในการคิด

ก. ทั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ข. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิต

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{6.575^2}{200} + \frac{6.319^2}{200}}$$

$$= 0.636$$

ค.

$$z = \frac{17.365 - 14.745}{0.636}$$

$$= 4.068$$

3.2 ความยืดหยุ่นในการคิด

ก. ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ข. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{3.56^2}{200} + \frac{2.94^2}{200}}$$

$$= 0.326$$

ค. $z = \frac{11.295 - 8.375}{0.326}$

$$= 8.957$$

3.3 ความคิดริเริ่ม

ก. ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ข. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{4.065^2}{200} + \frac{3.361^2}{200}}$$

$$= 0.372$$

ค. $z = \frac{3.235 - 1.975}{0.372}$

$$= 3.387$$

3.4 ความคิดสร้างสรรค์

ก. ตั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ข. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต

$$\begin{aligned} \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} &= \sqrt{\frac{11.866^2}{200} + \frac{11.569^2}{200}} \\ &= 1.172 \\ z &= \frac{31.845 - 24.545}{1.172} \\ &= 2.229 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .001 $z = 3.291$ แต่ z ที่ได้จากการคำนวณมากกว่า 3.090 ดังนั้นผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมุติฐาน $\mu_1 = \mu_2$ แต่ยอมรับสมมุติฐาน $\mu_1 \neq \mu_2$ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .001
 คือนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรพุทธศักราช 2503 กับหลักสูตร สสวท. มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

4. วิธีคำนวณ การวิเคราะห์ความแปรปรวน

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

H_0 : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มไม่ต่างกัน

โรงเรียนหญิง	โรงเรียนชาย	โรงเรียนสหศึกษา	หลักสูตร 2503	รวม
$n_1 = 200$	$n_2 = 200$	$n_3 = 200$	$n_4 = 200$	$N = 800$
$T_1 = 5331$	$T_2 = 5443$	$T_3 = 5110$	$T_4 = 5404$	$T_{..} = 21288$
$X_{i1}^2 = 151321$	$X_{i2}^2 = 155062$	$X_{i3}^2 = 153988$	$X_{i4}^2 = 153572$	$\Sigma X_i^2 = 613943$
$T_1^2 = 28419561$	$T_2^2 = 29626249$	$T_3^2 = 26112100$	$T_4^2 = 29203216$	$T_{..}^2 = 113361126$

$$\begin{aligned} SS \text{ ระหว่างกลุ่ม} &= \frac{28419561}{200} + \frac{29626249}{200} + \frac{26112100}{200} + \frac{29203216}{200} - \frac{21288^2}{800} \\ &= 566805.63 - 566473.68 \\ &= 331.95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS \text{ ภายในกลุ่ม} &= 613943 - 566805.63 \\ &= 47137.37 \end{aligned}$$

$$MS \text{ ระหว่างกลุ่ม} = \frac{331.95}{3} = 110.65$$

$$MS \text{ ภายในกลุ่ม} = \frac{47137.37}{796} = 59.217$$

$$F_{3,796} = \frac{110.65}{59.217} = 1.868$$

ค่า F ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (df 3,400) = 2.62 แต่ F ที่ได้จากการคำนวณ มีค่า 1.868 ซึ่งน้อยกว่า 2.62 ดังนั้นยอมรับ H_0 ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.2 ความคล่องในการคิด

H_0 : ความคล่องในการคิดของนักเรียนโรงเรียนหญิง โรงเรียนชาย และ
โรงเรียนสหศึกษาไม่ต่างกัน

โรงเรียนหญิง	โรงเรียนชาย	โรงเรียนสหศึกษา	รวม
$n_1 = 200$	$n_2 = 200$	$n_3 = 200$	$N = 600$
$T_1 = 3534$	$T_2 = 3252$	$T_3 = 3473$	$T_{..} = 10259$
$X_{i1}^2 = 69518$	$X_{i2}^2 = 63364$	$X_{i3}^2 = 68935$	$X_i^2 = 201817$
$T_1^2 = 12489156$	$T_2^2 = 10575504$	$T_3^2 = 12061729$	$T_{..}^2 = 35126389$

$$\begin{aligned}
 SS \text{ ระหว่างกลุ่ม} &= \frac{12489156}{200} + \frac{10575504}{200} + \frac{12061729}{200} - \frac{10259^2}{600} \\
 &= 175631.95 - 175411.80 \\
 &= 220.15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS \text{ ภายในกลุ่ม} &= 201817 - 175631.94 \\
 &= 26185.06
 \end{aligned}$$

$$MS \text{ ระหว่างกลุ่ม} = \frac{220.15}{2} = 110.075$$

$$MS \text{ ภายในกลุ่ม} = \frac{26185.06}{597} = 43.861$$

$$F \text{ } 2,597 = \frac{110.075}{43.861} = 2.5096$$

4.3 ความยืดหยุ่นในการคิด

H_0 : ความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนโรงเรียนหญิง โรงเรียนชาย และโรงเรียนสหศึกษาไม่ต่างกัน

โรงเรียนหญิง	โรงเรียนชาย	โรงเรียนสหศึกษา	รวม
$n_1 = 200$	$n_2 = 200$	$n_3 = 200$	$N = 600$
$T_1 = 2151$	$T_2 = 2167$	$T_3 = 2259$	$T_{..} = 6577$
$\sum x_{i1}^2 = 24917$	$\sum x_{i2}^2 = 27151$	$\sum x_{i3}^2 = 28107$	$\sum x_i^2 = 80175$
$T_1^2 = 4626801$	$T_2^2 = 4695889$	$T_3^2 = 5103081$	$T_{..}^2 = 14425771$

$$\begin{aligned}
 SS \text{ ระหว่างกลุ่ม} &= \frac{4626801}{200} + \frac{4695889}{200} + \frac{5103081}{200} - \frac{6577^2}{600} \\
 &= 72128.855 - 72094.881 \\
 &= 33.974
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS \text{ ภายในกลุ่ม} &= 80175 - 72128.855 \\
 &= 8046.145
 \end{aligned}$$

$$MS \text{ ระหว่างกลุ่ม} = \frac{33.974}{2} = 16.987$$

$$MS \text{ ภายในกลุ่ม} = \frac{8046.145}{597} = 13.477$$

$$F_{2,597} = \frac{16.987}{13.477} = 1.26$$

4.4 ความคิดริเริ่ม

H_0 : ความคิดริเริ่มของนักเรียนโรงเรียนหญิง โรงเรียนชาย และโรงเรียนสหศึกษา ไม่ต่างกัน

โรงเรียนหญิง	โรงเรียนชาย	โรงเรียนสหศึกษา	รวม
$n_1 = 200$	$n_2 = 200$	$n_3 = 200$	$N = 600$
$T_+ = 673$	$T_2 = 728$	$T_3 = 647$	$T_{..} = 2048$
$x_{i1}^2 = 4985$	$x_{i2}^2 = 6495$	$x_{i3}^2 = 5403$	$\sum x_i^2 = 16883$
$T_1^2 = 452929$	$T_2^2 = 529984$	$T_3^2 = 418609$	$T_{..}^2 = 1401522$

$$\begin{aligned}
 SS \text{ ระหว่างกลุ่ม} &= \frac{452929}{200} + \frac{529984}{200} + \frac{418609}{200} - \frac{2048^2}{600} \\
 &= 7007.61 - 6990.50 \\
 &= 17.11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS \text{ ภายในกลุ่ม} &= 16883 - 7007.61 \\
 &= 9875.39
 \end{aligned}$$

$$MS \text{ ระหว่างกลุ่ม} = \frac{17.11}{2} = 8.56$$

$$MS \text{ ภายในกลุ่ม} = \frac{9875.39}{597} = 16.542$$

$$F_{2, 597} = \frac{8.56}{16.542} = 0.517$$

4.5 ความคิดสร้างสรรค์

H_0 : ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโรงเรียนหญิง โรงเรียนชาย และโรงเรียนสหศึกษาไม่ต่างกัน

โรงเรียนหญิง	โรงเรียนชาย	โรงเรียนสหศึกษา	รวม
$n_1 = 200$	$n_2 = 200$	$n_3 = 200$	$N = 600$
$T_1 = 6348$	$T_2 = 6243$	$T_3 = 6349$	$T_{..} = 18940$
$X_{i1}^2 = 220918$	$X_{i2}^2 = 223047$	$X_{i3}^2 = 230621$	$X_i^2 = 674586$
$T_1^2 = 40297104$	$T_2^2 = 38975049$	$T_3^2 = 40309801$	$T_{..}^2 = 119581954$

$$SS \text{ ระหว่างกลุ่ม} = \frac{40297104}{200} + \frac{38975049}{200} + \frac{40309801}{200} - \frac{18940^2}{600}$$

$$= 597909.77 - 597872.66$$

$$= 37.11$$

$$SS \text{ ภายในกลุ่ม} = 674586 - 597909.76$$

$$= 76676.24$$

$$MS \text{ ระหว่างกลุ่ม} = \frac{37.11}{2} = 18.555$$

$$MS \text{ ภายในกลุ่ม} = \frac{76676.24}{597} = 128.435$$

$$F_{2, 597} = \frac{18.555}{128.435} = 0.144$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (df 2,400) จากตารางมีค่า 3.02
แต่ ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่า 3.02 ดังนั้น ยอมรับ H_0 ว่าความคล่องในการคิด
ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนโรงเรียนหญิง โรงเรียนชาย และโรงเรียนสหศึกษาไม่ต่างกัน

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื้อหาวิชา	พฤติกรรม	ความรู้ - ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้-ทักษะ	รวม
1	การสืบพันธุ์ และการแพร่พันธุ์	3	1	0	4
2	น้ำ	0	6	5	11
3	บรรยากาศ	3	3	2	8
4	ดิน หิน แร่	5	2	2	9
5	สมบัติ องค์ประกอบ และ การเปลี่ยนแปลงของสาร	2	2	2	6
6	พลังงาน	2	3	2	7
7	สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ	0	3	2	5
รวม		15	20	15	50

