ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบ
การคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล..... เพศ.....
โรงเรียน..... ชั้น.....

คำแนะนำในการตอบแบบทดสอบ

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 3 ข้อ ทำในแบบทดสอบนี้ทุกข้อ
2. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้านักเรียนตอบได้มาก ตอบได้แปลกกว่าคนอื่น หรือในเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
3. ข้อสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาณหมดเวลา ให้หยุดทำทันที แล้วเตรียมทำข้อต่อไป
4. เขียน ชื่อ-สกุล เพศ โรงเรียน ชั้น ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ข้อ 1. "สมมติว่า"

เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ซึ่งยังไม่เกิดขึ้น เราสมมติว่ามันเกิดขึ้น กิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสคิดจินตนาการ คาดคะเนทุกอย่างที่น่าตื่นเต้นที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ถ้าเหตุการณ์ที่สมมตินี้เป็นจริง

ให้นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ที่บรรยายข้างล่างนี้เกิดขึ้นจริง ๆ แล้วลองคิดดูว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์นี้บ้าง ให้พยายามคิดหรือคาดคะเนโดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ไม่ต้องกลัวว่าผิด เพราะจะไม่มีคำตอบใดที่ถือว่าผิด แต่พิจารณาคำตอบที่น่าสนใจ และที่คนอื่นคิดไม่ถึง ดังนั้น จงคิดให้แปลกใหม่ และน่าตื่นเต้นมากที่สุด

"สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้น"

อะไรจะเกิดขึ้น? มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างไรบ้าง?

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. "ทิ้งไข่"

ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงมาจากตึกชั้น 3 โดยที่เมื่อไข่ถึงพื้นดินนั้น ไข่ยังไม่แตก (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้)

พยายามคิด <u>วิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากวิธีที่สุด</u> เท่าที่จะคิดได้

อธิบายวิธีที่นักเรียนคิดได้ในที่ว่างข้างล่างนี้

วิธีที่ 1. .....

.....

.....

วิธีที่ 2. .....

.....

.....

วิธีที่ 3. .....

.....

.....

วิธีที่ 4. .....

.....

.....

วิธีที่ 5. .....

.....

.....

วิธีที่ 6. .....

.....

.....

วิธีที่ 7. .....

.....

.....

วิธีที่ 8. .....

.....

.....

วิธีที่ 9. .....

.....

.....

วิธีที่ 10. .....

.....

.....

ข้อ 3. "ปลาทอง" จะเอาปลาทองไปทดลองอะไรได้บ้าง?

ถ้านักเรียนมีอ่างเลี้ยงปลา และปลาทอง (ที่ยังมีชีวิตอยู่) 1 ตัว นักเรียนจะสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างไรได้บ้าง โดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บหรือพิการ หรือถึงตาย

ให้คิดหาวิธีทดลองที่แปลก ๆ ให้มากวิธีที่สุด อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ ด้วย นักเรียนจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือใดประกอบการทดลองด้วยก็ได้ (ดูตัวอย่าง)

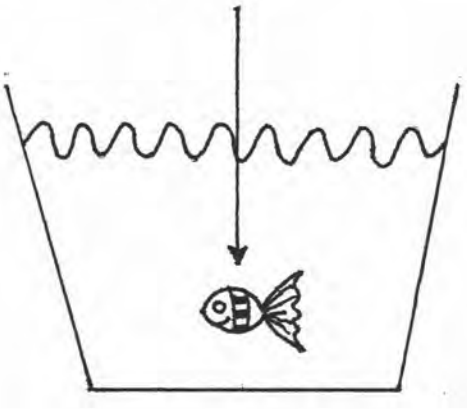
วิธีที่ 1 ต้องการศึกษาว่า ถ้าอากาศน้อยลง ปลาจะจมน้ำหรือจะลอยน้ำได้ดีขึ้น

การทดลอง เอาครอบแก้วที่มีที่สูบอากาศออกครอบอ่างปลาไว้ แล้วสูบอากาศออกเรื่อย ๆ คอยสังเกตระดับของตัวปลาว่าจะลอยสูงขึ้น หรือจะจมลงก้นอ่าง

วิธีที่ 2 ต้องการศึกษาว่า ปลาทองว่ายน้ำได้ เพราะครีบอกและครีบหลังใช่หรือไม่?

การทดลอง เอาสกอตเทปพันรอบปลาทองดังรูป เพื่อไม่ให้ครีบอกและครีบหลังเคลื่อนไหวได้ แล้วปล่อยปลาทองลงน้ำ สังเกตว่าปลาทองยังว่ายน้ำได้อยู่หรือไม่ ถ้าว่ายน้ำไม่ได้ แสดงว่าปลาทองว่ายน้ำได้เพราะครีบอกและครีบหลังจริง แต่ถ้าพันสกอตเทปแล้ว ปลายังว่ายน้ำได้อยู่ ก็แสดงว่า ครีบอกและครีบหลังไม่ใช่สิ่งจำเป็นที่สุด ที่ทำให้ปลาทองว่ายน้ำได้

พันสกอตเทป



จงเขียนเรื่องที่นักเรียนต้องศึกษา โดยใช้ปลาทองเป็นเครื่องมือ และวิธีการทดลองในที่ว่างข้างล่าง พยายามคิดการทดลองใหม่ ๆ ให้มากที่สุด

วิธีที่ 3. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 4. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 5. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 6. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 7. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 8. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 9. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

วิธีที่ 10. ต้องการศึกษาว่า .....

การทดลอง .....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบ
การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ</u>

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล เพศ ห้อง เลขที่ และโรงเรียนให้ชัดเจนลงในช่องที่จัดเตรียมไว้ให้บนหัวกระดาษของแบบทดสอบ
2. ขอให้นักเรียนทำข้อสอบในแบบทดสอบฉบับนี้ให้ครบทุกข้อ
3. ข้อสอบแต่ละข้อจะมีข้อความให้นักเรียนอ่านก่อน แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบให้สอดคล้องกับข้อความที่กำหนดให้
4. ในการตอบแต่ละข้อ ให้นักเรียนเขียนคำตอบเพียงคำตอบเดียว ลงในแบบทดสอบที่เว้นว่างไว้ให้โดยพิจารณาว่านักเรียนชอบที่จะแก้ปัญหาข้อความที่กำหนดให้ด้วยวิธีใดมากที่สุด
5. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาทำประมาณ 50 นาที

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

¦2¦ ¦ ¦ ¦ 1-4

โรงเรียน..... ห้อง..... เลขที่..... ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 5-10

ชื่อ..... เพศ [ ] ชาย [ ] 11

[ ] หญิง

---

1. ในปัจจุบันความต้องการในการใช้พลังงานที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงมีมากขึ้นจนต้องสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศเป็นปริมาณมาก ๆ ในแต่ละปี นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

..... [ ] 12

.....

.....

.....

2. การขาดแคลนน้ำอันเนื่องมาจากฝนแล้งเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญสำหรับเกษตรกร ถ้านักเรียนต้องเกี่ยวข้องกับปัญหานี้ จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร

..... [ ] 13

.....

.....

.....

3. ประชาชนได้รับประโยชน์จากแหล่งน้ำใต้ดินเป็นอย่างมาก แต่แร่ธาตุต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดินบางแห่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

..... [ ] 14

.....

.....

.....

4. น้ำกระด้างมักก่อให้เกิดปัญหาแก่การซักล้าง เพราะจะสิ้นเปลืองสบู่เนื่องจาก น้ำกระด้างทำให้สบู่ไม่เกิดฟอง นักเรียนคิดแก้ปัญหาที่เกิดจากน้ำกระด้างนี้อย่างไร

..... [ ] 15

.....

.....

.....

5. น้ำประปาที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ บางครั้งก็ไม่สะอาดเพียงพอแก่การดื่ม นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

..... [ ] 16
.....
.....
.....

6. การสึกกร่อนของแผ่นดินบริเวณฝั่งน้ำ นับเป็นการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดขึ้น โดยน้ำเป็นสาเหตุสำคัญซึ่งอาจส่งผลทำให้เกิดการพังทลายของแผ่นดินลงได้ การคิดแก้ปัญหาการสึกกร่อนของแผ่นดินลักษณะนี้ควรทำอย่างไร

..... [ ] 17
.....
.....
.....

7. พื้นโลกส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยพื้นน้ำ ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ นักเรียนคิดจะนำพื้นโลกส่วนที่เป็นพื้นน้ำมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นได้ด้วยวิธีใด

..... [ ] 18
.....
.....
.....

8. การตัดไม้ทำลายป่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระบบนิเวศน์ของป่าเสียสมดุลมีผลทำให้เกิดความแห้งแล้ง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่อาศัย นักเรียนจะคิดแก้ปัญหา เพื่อให้ระบบนิเวศน์นี้กลับคืนสู่สมดุลอย่างไร

..... [ ] 19
.....
.....
.....

9. ถ้าดินที่ใช้ในการปลูกพืชมีสภาพกรดมากเกินไปจะทำให้พืชที่ปลูกนั้นไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควร นักเรียนจะหาวิธีแก้ความเป็นกรดในดินให้ลดลงอย่างไร

..... [ ] 20

.....

.....

.....

10. การที่ชาวนาเผาต้นหญ้าในที่นาเพื่อเตรียมพื้นที่นาในการปลูกข้าวนั้น ขี้เถ้าที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาจะมีผลทำให้ที่นามีความเป็นเบสมากขึ้น อาจมีผลทำให้ต้นข้าวเติบโตไม่เต็มที่ เพราะต้นข้าวชอบดินที่มี pH ค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ดังนั้นนักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาความเป็นเบสในดินนี้อย่างไร

..... [ ] 21

.....

.....

.....

11. ถ้าพืชได้รับแร่ธาตุที่ต้องการในปริมาณที่ไม่พอเหมาะ จะทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ไม่เต็มที่ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

..... [ ] 22

.....

.....

.....

12. ผักตบชวาเป็นพืชที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการสัญจรทางน้ำ และเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเกิดการเน่าเสียได้ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

..... [ ] 23

.....

.....

.....

13. เกษตรกรนิยมใช้ยาฆ่าแมลงสำหรับกำจัดศัตรูพืชในผักผลไม้ ซึ่งถ้าใช้อย่างไม่ถูกวิธีอาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นักเรียนจะมีวิธีลดปัญหานี้ได้อย่างไร

..... [ ] 24
.....
.....
.....

14. ถ้านักเรียนเป็นกสิกรผู้เลี้ยงสัตว์ ต้องการได้ลูกพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพ แต่ถ้าปล่อยให้สัตว์ผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาติ ลูกพันธุ์ที่ได้จะไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

..... [ ] 25
.....
.....
.....

15. เด็กในชนบทส่วนใหญ่มักจะขาดสารอาหารจำพวกโปรตีน ทำให้เด็กเหล่านี้ไม่ค่อยเจริญเติบโต อ่อนแอ ผอม ผิวหนังกร้าน และสติปัญญาเสื่อม นักเรียนคิดว่าวิธีใดน่าจะลดปัญหานี้ลงได้

..... [ ] 26
.....
.....
.....

16. เด็ก ๆ ที่อยู่ในวัยเจริญเติบโตมีโอกาสที่จะเป็นโรคกระดูกอ่อนได้มากกว่าผู้ใหญ่ที่เจริญเติบโตแล้ว ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากการขาดสารอาหารจำพวกวิตามินดี ธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัส นักเรียนจะมีวิธีใดที่จะลดปัญหานี้

..... [ ] 27
.....
.....
.....

17. ไขมันจากสัตว์เป็นอาหารที่ให้ความอบอุ่นและให้พลังงานต่อร่างกายได้มากกว่าสารอาหารประเภทอื่น แต่ก็เป็นสาเหตุของโรคอ้วน ความดันโลหิตสูง จะทำให้หัวใจวายได้ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะลดอันตรายจากไขมันที่อาจเกิดกับตัวนักเรียนลงได้

..... [ ] 28

.....

.....

.....

18. ปัจจุบันนี้ประชาชนนิยมใช้สาร ปรุงแต่งอาหารจำพวกผงชูรสในการประกอบอาหารกันมากขึ้น ซึ่งถ้าใช้อย่างไม่ระมัดระวัง หรือใช้ในปริมาณที่ไม่พอเหมาะ อาจได้รับอันตรายได้ นักเรียนมีวิธีใดที่จะแก้ปัญหานี้เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายขึ้นกับตัวนักเรียน

..... [ ] 29

.....

.....

.....

19. การบริโภคน้ำส้มสายชูอาจจะเป็นอันตรายร้ายแรงต่อผู้บริโภค ถ้าผู้ผลิตมีการปลอมปนกรดชนิดอื่นลงไปแทนกรดอะซีติก เช่น กรดซัลฟุริก เพราะเป็นกรดที่มีฤทธิ์อย่างรุนแรง นักเรียนมีวิธีใดที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้ได้อันตรายจากการบริโภคน้ำส้มสายชูได้

..... [ ] 30

.....

.....

.....

20. ปัญหาที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยที่เมื่อดินมีสมบัติเปลี่ยนไป ทำให้พืชที่ปลูกไม่เจริญเติบโตปริมาณผลผลิตที่ได้จึงลดน้อยลง ถ้านักเรียนเป็นเกษตรกรต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

..... [ ] 31

.....

.....

.....

21. ผืนแผ่นดินในบางภูมิภาคให้ประโยชน์ต่อการเกษตรกรรมได้น้อยทั้งนี้เพราะคุณสมบัติของดินไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยทั่วไปให้ได้ผลดี บางพื้นที่ไม่สามารถทำการเกษตรได้เลย จึงอยู่ในสภาพที่รกร้างไร้ประโยชน์ นักเรียนคิดแก้ปัญหาความสูญเปล่าของพื้นดินนี้ได้อย่างไร

..... [ ] 32

.....

.....

.....

22. ศัตรูพืชเป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีปริมาณและคุณภาพลดลง ศัตรูพืชเหล่านี้มีทั้งพวกวัชพืชและสัตว์ รวมทั้งจุลินทรีย์ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่ไม่สามารถมองเห็น นักเรียนจะคิดแก้ปัญหาที่เกิดจากศัตรูที่มีต่อผลผลิตทางการเกษตรอย่างไร

..... [ ] 33

.....

.....

.....

23. ขณะที่ประชากรของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนั้น การเพิ่มผลผลิตทางเกษตรเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง แต่เนื้อที่ที่ใช้ทำการเกษตรนั้นมีจำกัดและนับวันก็จะลดน้อยลง นักเรียนมีวิธีเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างไร

..... [ ] 34

.....

.....

.....

24. การขาดแคลนอาหารนับเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญที่เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์อย่างรวดเร็วเพราะอาหารเป็นปัจจัยหลักสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ขาดไม่ได้ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารลงได้อย่างไร

..... [ ] 35

.....

.....

.....

25. ขณะที่ประชากรของประเทศเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วนั้น จะทำให้จำนวนประชากรต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีมากขึ้นด้วย แต่พื้นที่สำหรับทำกินและอยู่อาศัยมีจำนวนจำกัด ไม่สามารถขยายให้เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรได้ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้

..... [ ] 36

.....

.....

.....

26. ปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของภาวะแวดล้อมทางธรรมชาตินั้น มีสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งก็เนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว และผลจากการเสียดุลธรรมชาตินี้จะเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในที่สุด ดังนั้นนักเรียนจะมีวิธีลดปัญหาอันเนื่องมาจากการเพิ่มของประชากรลงได้อย่างไร

..... [ ] 37

.....

.....

.....

27. ปัญหาเรื่องอากาศเป็นพิษอันเนื่องมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในรถยนต์เป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์นั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบหายใจของมนุษย์ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

..... [ ] 38

.....

.....

.....

28. ควันจากท่อไอเสียรถยนต์และจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อากาศเป็นพิษซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์โลกได้โดยตรง นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

..... [ ] 39

.....

.....

.....

29. อันตรายที่เกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้าอย่างไม่ถูกวิธี ใช้อย่างประมาทไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดการลัดวงจรเป็นสาเหตุหนึ่งของภัยต่าง ๆ นับเป็นปัญหาร้ายแรงที่ก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินที่สำคัญปัญหาหนึ่ง นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้านี้อย่างไร

..... [ ] 40

.....

.....

.....

30. ยางพาราเป็นผลผลิตทางการเกษตรของไทยที่สำคัญอย่างยิ่ง แต่อุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติต้องได้รับความกระทบกระเทือนเนื่องจากมีการค้นคว้าและผลิตยางสังเคราะห์ขึ้น ถ้านักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่ประกอบอุตสาหกรรมยางธรรมชาติ จะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

..... [ ] 41

.....

.....

.....

เฉลยคำตอบของแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

R หมายถึง การตอบแบบความรู้ความจำ

A หมายถึง การตอบแบบการนำไปใช้

Q หมายถึง การตอบแบบการคิดค้นต่อไป

1. ในปัจจุบันความต้องการในการใช้พลังงานที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงมีมากขึ้นจนต้องสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศเป็นปริมาณมาก ๆ ในแต่ละปี นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

   R - ควรใช้อย่างประหยัดและคุ้มค่ามากที่สุด

   A - แสวงหาพลังงานในรูปอื่น ๆ เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานจากแรงลม

   Q - หาวิธีการสกัดน้ำมันเชื้อเพลิงจากทรัพยากรบางประเภท เช่น ถ่านหิน หินน้ำมัน สาหร่ายทะเล

2. การขาดแคลนน้ำอันเนื่องมาจากฝนแล้งเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญสำหรับเกษตรกร ถ้านักเรียนต้องเกี่ยวข้องกับปัญหานี้ จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร

   R - สนับสนุนให้มีการสร้างแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เพิ่มขึ้น

   A - เร่งปลูกป่าขึ้นทดแทนบริเวณที่ป่าไม้ถูกทำลาย เพราะป่ามีอิทธิพลต่อการเกิดฝน

   Q - ทำฝนเทียมที่สามารถทำให้ฝนตกได้ทุกท้องที่ที่ต้องการ

3. ประชาชนได้รับประโยชน์จากแหล่งน้ำใต้ดินเป็นอย่างมาก แต่แร่ธาตุต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดินบางแห่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

   R - กรองหรือต้มก่อนนำมาบริโภคทุกครั้ง

   A - ให้หลีกเลี่ยงการใช้น้ำใต้ดิน โดยเฉพาะบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพราะสารเคมีที่ค้างบนดินอาจซึมลงสู่แหล่งน้ำได้

   Q - กระตุ้นให้มีการตรวจสอบสภาพของน้ำอยู่เป็นประจำ เพราะเป็นภาระที่ผู้รับผิดชอบด้านสุขภาพของประชาชนพึงปฏิบัติ

4. น้ำกระด้างมักก่อให้เกิดปัญหาแก่การซักล้าง เพราะจะสิ้นเปลืองสบู่เนื่องจาก น้ำกระด้างทำให้สบู่ไม่เกิดฟอง นักเรียนคิดแก้ปัญหาที่เกิดจากน้ำกระด้างนี้อย่างไร

   R - แก้น้ำกระด้างโดยการต้มสารทำให้น้ำกระด้างบางชนิด แยกตัวออกมา

   A - ใช้กระบวนการทางเคมีโดยใส่สารอัมโมเนียมคาร์บอเนต เพราะสารชนิดนี้สามารถทำให้สารที่ทำให้น้ำกระด้างตกตะกอน

   Q - พัฒนาสารที่ใช้ในการซักล้างให้มีคุณสมบัติที่สามารถเกิดฟองได้กับน้ำทุกประเภท

5. น้ำประปาที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ บางครั้งก็ไม่สะอาดเพียงพอแก่การดื่ม นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

R - ถ้าได้มีการต้มก่อนดื่มทุกครั้งจะเป็นการปลอดภัยในการบริโภค

A - การมีมาตรการอย่างรัดกุมในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน ทำให้น้ำประปาสะอาดยิ่งขึ้น

Q - การหาแนวทางในการใช้พลังงานอื่น เช่น แสงอาทิตย์ในการทำน้ำให้สะอาดเป็นสิ่งที่น่าทดลอง

6. การสึกกร่อนของแผ่นดินบริเวณฝั่งน้ำ นับเป็นการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดขึ้น โดยน้ำเป็นสาเหตุสำคัญซึ่งอาจส่งผลทำให้เกิดการพังทลายของแผ่นดินลงได้ การคิดแก้ปัญหาการสึกกร่อนของแผ่นดินลักษณะนี้ควรทำอย่างไร

R - สร้างเขื่อนกั้นชายฝั่งให้รับแรงปะทะจากกระแสน้ำ

A - ปลูกต้นไม้บริเวณชายฝั่งเป็นทิวแถวเพื่อให้รากยึดเกาะผิวดินป้องกันการพังทลายของผิวดิน

Q - คิดค้นหาวิธีการในการลดแรงปะทะของน้ำ ตลอดจนนำพลังงานที่เกิดจากการปะทะของกระแสน้ำกับชายฝั่งไปใช้ประโยชน์

7. พื้นโลกส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยพื้นน้ำ ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ นักเรียนคิดจะนำพื้นโลกส่วนที่เป็นพื้นน้ำมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นได้ด้วยวิธีใด

R - ขยายการสำรวจหาแหล่งพลังงานในทะเลและมหาสมุทร เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตให้มากขึ้น

A - นำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้ในการขยายพื้นที่ที่อยู่อาศัยบริเวณชายฝั่งให้มากขึ้น

Q - ควรหาวิธีการแยกก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนสูง และไร้มลพิษออกจากน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์

8. การตัดไม้ทำลายป่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระบบนิเวศน์ของป่าเสียสมดุลมีผลทำให้เกิดความแห้งแล้ง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่อาศัย นักเรียนจะคิดแก้ปัญหาเพื่อให้ระบบนิเวศน์นี้กลับคืนสู่สมดุลอย่างไร

R - ปลูกป่าขึ้นทดแทนบริเวณที่ถูกทำลายอย่างเร่งด่วน

A - ขยายพื้นที่ที่เป็นป่าสงวนให้มากขึ้นเพื่อการอนุรักษ์ป่าไม้และสัตว์ป่า

Q - ลดความต้องการใช้ไม้ให้น้อยลงด้วยการส่งเสริมให้มีการค้นคว้าหาวัสดุชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันขึ้นทดแทน

9. ถ้าดินที่ใช้ในการปลูกพืชมีสภาพกรดมากเกินไปจะทำให้พืชที่ปลูกนั้นไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควร นักเรียนจะหาวิธีแก้ความเป็นกรดในดินให้ลดลงได้อย่างไร

R - การใส่ดินมาร์ลลงไปจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดความเป็นกรดในดิน เพราะดินมาร์ลมีสารจำพวกหินปูนผสมอยู่

A - การเผาวัชพืชจำพวกต้นหญ้าก่อนปลูกพืชที่ต้องการลงไปได้ขี้เถ้า ซึ่งเป็นการเพิ่มความเป็นเบสในดิน จะทำให้ดินลดความเป็นกรดลงได้

Q - ควรได้มีการค้นคว้า วิจัยวิธีการกระตุ้นจุลินทรีย์ในดินให้ผลิตสารที่สามารถแก้ความเป็นกรดในดิน และไม่เป็นอันตรายต่อพืชและสิ่งมีชีวิตในดินชนิดอื่น

10. การที่ชาวนาเผาต้นหญ้าในที่นาเพื่อเตรียมพื้นที่นาในการปลูกข้าวนั้น ขี้เถ้าเกิดขึ้นหลังจากการเผาจะมีผลทำให้ที่นามีความเป็นเบสมากขึ้น อาจมีผลทำให้ต้นข้าวเติบโตไม่เต็มที่ เพราะต้นข้าวชอบดินที่มี pH ค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ดังนั้นนักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาความเป็นเบสในดินนี้อย่างไร

R - ใส่ปุ๋ยเคมีลงในที่นา เพราะปุ๋ยเคมีมีสภาพความเป็นกรด สามารถแก้ความเป็นเบสในดินได้อย่างดี

A - ปลูกพืชผักที่มีช่วงอายุสั้นชนิดที่ต้องการแร่ธาตุในดินที่มีสภาพเป็นเบส ซึ่งมีผลทำให้ดินลดความเป็นเบส แล้วจึงปลูกข้าว

Q - ลองใช้วิธีอื่นแทนการเผา เช่น การไถกลบและเมื่อพืชเหล่านี้เน่าเปื่อยก็จะได้ปุ๋ยหมักให้ประโยชน์แก่ต้นข้าวในนาได้อีก

11. ถ้าพืชได้รับแร่ธาตุที่ต้องการในปริมาณที่ไม่พอเหมาะ จะทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ไม่เต็มที่ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

R - ควรให้เกษตรกรได้มีความรู้และสามารถเลือกแร่ธาตุที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด

A - การปลูกพืชตระกูลถั่วลงในแปลงพืชผลสามารถเพิ่มแร่ธาตุที่สำคัญ พืชชนิดนั้น ๆ ต้องการได้

Q - การสังเคราะห์แร่ธาตุบางชนิดที่พืชต้องการเป็นปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มแร่ธาตุแต่ละชนิดที่ต้องการได้เป็นอย่างดี

12. ผักตบชวาเป็นพืชที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการสัญจรทางน้ำ และเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำในแม่น้ำ ลำคลองเกิดการเน่าเสียได้ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

R - ขุดลอกคูคลอง แหล่งน้ำต่าง ๆ อยู่เป็นประจำเพื่อทำลายผักตบชวาไม่ให้ขยายพันธุ์

A - ใช้สารเคมีแต่ก็ต้องระมัดระวังอย่างเต็มที่เพราะอาจเกิดผลร้ายต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำอื่น ๆ ได้

Q - การนำผักตบชวามาประดิษฐ์ของใช้ต่าง ๆ เช่น ตะกร้า กระเป๋า เปล ฯลฯ โดยใช้กรรมวิธีที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เป็นการแก้ปัญหาที่ได้ประโยชน์มากทางหนึ่ง

13. เกษตรกรนิยมใช้ยาฆ่าแมลงสำหรับกำจัดศัตรูพืชในผักผลไม้ ซึ่งถ้าใช้อย่างไม่ถูกวิธีอาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นักเรียนจะมีวิธีลดปัญหานี้ได้อย่างไร

R - ควรให้เกษตรกรได้ศึกษาเกี่ยวกับยาฆ่าแมลงที่จะใช้เป็นอย่างดี อีกทั้งปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้อย่างเคร่งครัด

A - ผู้บริโภคอาจป้องกันอันตรายได้โดยทิ้งผัก ผลไม้ ไว้สักระยะหนึ่ง เพื่อให้ยาฆ่าแมลงสลายตัว จึงค่อยทำความสะอาดก่อนนำมาบริโภค

Q - การค้นคว้าทดลองหาจุลินทรีย์ชนิดที่สามารถทำลายศัตรูพืชแต่ละชนิดได้ โดยไม่ทำอันตรายต่อต้นพืชและผู้บริโภคเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริม

14. ถ้านักเรียนเป็นกสิกรผู้เลี้ยงสัตว์ ต้องการได้ลูกพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพ แต่ถ้าปล่อยให้สัตว์ผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาติ ลูกพันธุ์ที่ได้จะไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

R - ใช้พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่แข็งแรงและสมบูรณ์เต็มที่เท่านั้น จึงจะให้ผสมพันธุ์ได้

A - ใช้วิธีการผสมเทียม ซึ่งเป็นวิธีการแพร่พันธุ์ที่ได้ผลดีพอควร แต่จะต้องอาศัยผู้มีความรู้และชำนาญเป็นอย่างดี

Q - วิธีการผสมพันธุ์ในหลอดทดลองนับเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ได้ศึกษาค้นคว้า และทำการทดลองกันมากขึ้น จึงน่าจะเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ดีวิธีหนึ่ง

15. เด็กในชนบทส่วนใหญ่มักจะขาดสารอาหารจำพวกโปรตีน ทำให้เด็กเหล่านี้ไม่ค่อยเจริญเติบโต อ่อนแอ ผอม ผิวหนังกร้าน และสติปัญญาเสื่อม นักเรียนคิดว่าวิธีใดน่าจะลดปัญหานี้ลงได้

R - ให้อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ นม ไข่ แก่เด็กที่กำลังอยู่ในวัยเจริญเติบโตอย่างเพียงพอ

A - ควรได้มีการสังเคราะห์อาหารโปรตีนสำเร็จรูปจากธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับเด็กที่ขาดสารอาหารโปรตีนโดยเฉพาะ

Q - สนับสนุนให้มีการบริโภคถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนร่วมกับพืชชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้จะเป็นการประหยัด และได้สารอาหารครบถ้วนด้วย

16. เด็ก ๆ ที่อยู่ในวัยเจริญเติบโตมีโอกาสที่จะเป็นโรคกระดูกอ่อนได้มากกว่าผู้ใหญ่ที่เจริญเติบโตแล้ว ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากการขาดสารอาหารจำพวกวิตามินดี ธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัสนักเรียนจะมีวิธีใดที่จะลดปัญหานี้

R - ในการเลี้ยงดูเด็กที่กำลังเจริญเติบโตควรบำรุงด้วยอาหารจำพวก นม ไข่ ตับ และผักต่าง ๆ ในปริมาณที่ร่างกายต้องการ

A - ควรให้เด็กได้รับแสงแดดอ่อน ๆ เช่น แสงแดดในเวลาเช้า เพราะสารคอเลสเตอรอลที่ผิวหนังจะเปลี่ยนเป็นวิตามินดีได้ ถ้าผิวหนังได้รังสีอุลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดอย่างเพียงพอ

Q - การผลิตอาหารเสริมประเภทที่สามารถป้องกันโรคกระดูกอ่อนนับเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดปัญหานี้ได้เป็นอย่างดี

17. ไขมันจากสัตว์เป็นอาหารที่ให้ความอบอุ่นและให้พลังงานต่อร่างกายได้มากกว่าสารอาหารประเภทอื่น แต่ก็เป็นสาเหตุของโรคอ้วน ความดันโลหิตสูง จะทำให้หัวใจวายได้ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะลดอันตรายจากไขมันที่อาจเกิดกับตัวนักเรียนลงได้

R - รับประทานอาหารจำพวกไขมันสัตว์ให้เพียงพอสำหรับการใช้พลังงานในแต่ละวัน

A - ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญอาหารได้เต็มที่จะช่วยลดปริมาณไขมันที่สะสมไว้มากเกินพอลงได้

Q - การสังเคราะห์สารที่สามารถกระตุ้นให้ร่างกายสะสมไขมันได้ในปริมาณจำกัด ส่วนที่เกินความต้องการก็จะถูกกำจัดออกนอกร่างกาย เป็นสิ่งที่ควรศึกษาค้นคว้า

18. ปัจจุบันนี้ประชาชนนิยมใช้สาร ปรุงแต่งอาหารจำพวกชูรสในการประกอบอาหารกันมากขึ้น ซึ่งถ้าใช้อย่างไม่ระมัดระวัง หรือใช้ในปริมาณที่ไม่พอเหมาะ อาจได้รับอันตรายได้ นักเรียนมีวิธีใดที่จะแก้ปัญหานี้เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายขึ้นกับตัวนักเรียน

R - หลีกเลี่ยการใช้ผงชูรสในการปรุงแต่งรสอาหาร

A - ใช้น้ำตาลทรายแทนผงชูรส นอกจากจะให้รสที่ใกล้เคียงกับผงชูรสแล้ว ยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคด้วย

Q - หาแนวทางค้นคว้าสารที่แทนผงชูรสและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

19. การบริโภคน้ำส้มสายชูอาจจะเป็นอันตรายร้ายแรงต่อผู้บริโภค ถ้าผู้ผลิตมีการปลอมปนกรดชนิดอื่นลงไปแทนกรดอะซีติก เช่น กรดซัลฟุริก เพราะเป็นกรดที่มีฤทธิ์อย่างรุนแรง นักเรียนมีวิธีใดที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้ได้อันตรายจากการบริโภคน้ำส้มสายชูได้

R - ใช้สารละลายแบเรียมคลอไรด์ หยดลงไปถ้ามีกรดซัลฟุริกเจือปนอยู่ จะให้ตะกอนสีขาวเกิดขึ้น

A - ใช้สารที่ให้ความเปรี้ยวที่เป็นผลิตผลในธรรมชาติ เช่น มะนาว มะขาม มะดัน ฯลฯ แทน

Q - การตรวจสอบน้ำส้มสายชูก่อนจำหน่ายสู่ผู้บริโภคเป็นภาระของผู้รับผิดชอบพึงปฏิบัติและรับผิดชอบแก้ไขอย่างละเอียดถี่ถ้วนเสมอ

20. ปัญหาที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยที่เมื่อดินมีสมบัติเปลี่ยนไป ทำให้พืชผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

R - ควรได้มีการปลูกพืชหมุนเวียน เพราะอาจจะช่วยให้ดินบริเวณนั้นมีการใช้แร่ธาตุต่าง ๆ หมุนเวียนกันดินจะไม่จืด

A - ใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งจะสามารถเลือกเฉพาะชนิดที่ให้แร่ธาตุที่พืชต้องการได้ แต่ต้องระมัดระวังในการใช้ เพราะอาจมีผลทำให้เกิดปัญหาภาวะแวดล้อมได้

Q - การหาแนวทางค้นคว้าเพื่อกระตุ้นให้พืชสามารถสังเคราะห์สารบางชนิดที่พืชต้องการขึ้นได้เอง เป็นสิ่งหนึ่งที่น่าทดลอง

21. ผืนแผ่นดินในบางภูมิภาคให้ประโยชน์ต่อการเกษตรกรรมได้น้อยทั้งนี้เพราะคุณสมบัติของดินไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยทั่วไปให้ได้ผลดี บางพื้นที่ไม่สามารถทำการเกษตรได้เลยจึงอยู่ในสภาพที่รกร้างไร้ประโยชน์ นักเรียนคิดแก้ปัญหาความสูญเปล่าของพื้นดินนี้ได้อย่างไร

R - ศึกษาหาวิธีการเพิ่มผลผลิตพืชที่เหมาะสมกับดินบริเวณนั้น ๆ ด้วยการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการปรับปรุงดิน การใช้ปุ๋ย การคัดเลือกพันธุ์ การขยายพันธุ์พืช เป็นต้น

A - เปลี่ยนจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่สามารถเพิ่มผลผลิตให้ดีขึ้นได้มาทำการเลี้ยงสัตว์ชนิดที่เหมาะสมต่อสภาพภูมิประเทศนั้นแทน

Q - ปรับพื้นที่นั้นให้เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดย่อย โดยหาวิธีการในการป้องกันการไหลซึมของน้ำลงสู่ใต้ดินน้ำที่กักเก็บไว้นี้ จะสามารถส่งไปใช้ยังพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณอื่น ๆ ได้

22. ศัตรูพืชเป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีปริมาณและคุณภาพลดลง ศัตรูพืชเหล่านี้มีทั้งพวกวัชพืชและสัตว์ รวมทั้งจุลินทรีย์ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่ไม่สามารถมองเห็น นักเรียนจะคิดแก้ปัญหาที่เกิดจากศัตรูที่มีผลผลิตทางการเกษตรอย่างไร

R - กำจัดศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีที่สามารถให้ผลรวดเร็วแต่ทั้งนี้ผู้ใช้ต้องศึกษาวิธีใช้ให้เข้าใจ และปฏิบัติตามคำแนะนำทุกประการ

A - ใช้วิธีทางชีวภาพด้วยการที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ๆ สามารถทำลายสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้เพื่อการดำรงชีวิตอยู่ของตน

Q - ควรได้มีการค้นคว้าวิจัยเพื่อหาแนวทางในการผสมพันธุ์ชนิดใหม่ ๆ ที่สามารถต้านทานการทำลายของศัตรูพืชได้

23. ขณะที่ประชากรของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนั้น การเพิ่มผลผลิตทางเกษตรเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง แต่เนื้อที่ที่ใช้ทำการเกษตรนั้นมีจำกัดและนับวันก็จะลดน้อยลง นักเรียนมีวิธีเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างไร

R - พัฒนาปัจจัยที่สำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตประการต่าง ๆ เช่น การคัดเลือกพันธุ์พืช การปรับปรุงดินให้มีคุณภาพและสมบัติที่พอเหมาะ การใช้ปุ๋ยและการพัฒนาแหล่งน้ำต่าง ๆ

A - ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยเฉลี่ยต่อไร่ให้มีปริมาณสูงขึ้น เช่น ใช้เครื่องจักรแทนแรงคนและสัตว์ ใช้สารเคมีในการบำรุงพันธุ์พืชและกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

Q - สนับสนุนผลงานวิจัยที่สามารถขยายพันธุ์พืชขึ้นในห้องทดลองด้วยการปลูกในสารเคมีแทนการปลูกบนพื้นดิน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการที่เรามีเนื้อที่เพาะปลูกที่จำกัดได้

24. การขาดแคลนอาหารนับเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญที่เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์อย่างรวดเร็วเพราะอาหารเป็นปัจจัยหลักสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ขาดไม่ได้ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารลงได้อย่างไร

R - เพิ่มผลผลิตทั้งทางด้านเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม เพื่อผลิตอาหารให้พอเพียง

A - ส่งเสริมให้มีการผลิตอาหารทดแทนอาหารหลักที่สำคัญ เช่น ส่งเสริมการปลูกถั่วเหลืองขึ้นทดแทนอาหารจำพวกโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์

Q - พัฒนาแหล่งอาหารใหม่ ๆ เช่น แหล่งอาหารใต้ทะเลและมหาสมุทร รวมทั้งวิธีการผลิตอาหารที่ได้ทั้งคุณภาพและปริมาณให้พอเพียงกับความต้องการของประชาชน

25. ขณะที่ประชากรของประเทศเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วนั้น จะทำให้จำนวนประชากรต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีมากขึ้นด้วย แต่พื้นที่สำหรับทำกินและอยู่อาศัยมีจำนวนจำกัด ไม่สามารถขยายให้เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรได้ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้

R - ให้ประชาชนเห็นความสำคัญของการคุมกำเนิดเพราะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้จำนวนประชากรในพื้นที่หนึ่ง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ หรืออาจจะคงที่ได้

A - ปรับปรุงพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยและการกสิกรรมให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ด้วยการเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้

Q - ส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าในโครงการอวกาศอย่างไม่หยุดยั้ง เพื่อให้มนุษย์สามารถไปสร้างโลกใหม่บนดาวเคราะห์ดวงต่าง ๆ ได้ในอนาคตอันใกล้นี้

26. ปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของภาวะแวดล้อมทางธรรมชาตินี้ มีสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งก็เนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว และผลจากการเสียดุลธรรมชาตินี้จะเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในที่สุด ดังนั้นนักเรียนจะมีวิธีลดปัญหาอันเนื่องมาจากการเพิ่มของประชากรลงได้อย่างไร

R - ใช้วิธีการลดและควบคุมอัตราการเกิดให้สมดุลกับอัตราการตายด้วยการคุมกำเนิดวิธีต่าง ๆ

A - สนับสนุนให้มีอัตราการเกิดของประชากรที่มาจากพ่อแม่ที่มาจากสติปัญญาดีและมีความพร้อมด้านฐานะการเลี้ยงดู ขณะเดียวกันก็ควบคุมอัตราการเกิดในประชากรที่มีสติปัญญาและฐานะขั้นต่ำ ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อสิทธิมนุษยชนด้วย

Q - หาแนวทางในการขยายวัยเจริญพันธุ์ของชายหญิงให้กว้างขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิเกิดเป็นตัวอ่อนได้น้อยลง

27. ปัญหาเรื่องอากาศเป็นพิษอันเนื่องมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในรถยนต์เป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์นั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบหายใจของมนุษย์ นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้อย่างไร

R - ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะช่วยให้การเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์ดีขึ้น

A - พัฒนาเครื่องยนต์ให้สามารถขับเคลื่อนด้วยพลังงานรูปแบบอื่นแทนพลังงานที่ต้องอาศัยการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น พลังงานไฟฟ้า

Q - คิดประดิษฐ์เครื่องมือที่ประกอบด้วยสารที่เกิดปฏิกิริยากับก๊าซพิษติดตั้งไว้ที่ท่อไอเสียรถยนต์เพื่อแปลสภาพก๊าซพิษต่าง ๆ ให้เป็นอากาศบริสุทธิ์ก่อนปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม

28. ควันจากท่อไอเสียรถยนต์และจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อากาศเป็นพิษ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์โลกได้โดยตรง นักเรียนจะคิดแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

R - ทุกฝ่ายควรได้มีการควบคุมและลดความเป็นพิษของก๊าซที่เกิดขึ้นก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

A - การปลูกต้นไม้มาก ๆ นับเป็นวิธีการหนึ่งที่จะลดปัญหานี้ลงได้บ้าง เพราะพืชจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง

Q - สังเคราะห์สารที่เป็นเชื้อเพลิงชนิดใหม่มีคุณสมบัติพิเศษเมื่อเผาไหม้แล้วจะไม่มีก๊าซที่เป็นพิษเกิดขึ้น

29. อันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้กระแสไฟฟ้าอย่างไม่ถูกวิธี ใช้อย่างประมาทไม่ระมัดระวัง อาจก่อให้เกิดการลัดวงจรเป็นสาเหตุหนึ่งของภัยต่าง ๆ นับเป็นปัญหาร้ายแรงที่ก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินที่สำคัญปัญหาหนึ่ง นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้านี้อย่างไร

R - ป้องกันโดยไม่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดพร้อม ๆ กัน เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามามากเกินไป ความสามารถที่สายไฟฟ้าจะต้านทานได้

A - ตรวจตราซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เก่าแก่และชำรุด รวมทั้งพิจารณาขนาดของฟิวส์และสายไฟที่ใช้ควรให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้กระแสไฟฟ้าภายในบ้านด้วย

Q - สนับสนุนให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าหรือแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นพลังงาน รูปอื่นได้โดยอัตโนมัติถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้ามาในอาคารบ้านเรือนมากเกินไป

30. ยางพาราเป็นผลผลิตทางการเกษตรของไทยที่สำคัญอย่างยิ่ง แต่อุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติต้อง ได้รับความกระทบกระเทือนเนื่องจากมีการค้นคว้าและผลิตยางสังเคราะห์ขึ้น ถ้านักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่ประกอบอุตสาหกรรมยางธรรมชาติ จะคิดแก้ปัญหาอย่างไร

R - ส่งเสริมให้ปลูกยางพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูงตลอดจนใช้น้ำยาเร่งยางเพื่อให้ได้มากขึ้น

A - ปรับปรุงวิธีวัลคาไนซ์เซชั่น เพื่อให้ได้ยางสุกที่มีคุณภาพดีกว่ายางสังเคราะห์

Q - นำผลงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำยางธรรมชาติมาแปรรูปเป็นยางเทียมมาใช้ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากกว่าและราคาถูกกว่าผลิตภัณฑ์จากยางสังเคราะห์

ภาคผนวก ค

กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร

ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2531 เป็นต้นไป

กลุ่มที่ 1

ห้องที่การศึกษา 1

เขตดุสิต

1. มัธยมวัดเบญจบพิตร
2. วัดราชาธิวาส
3. โยธินบูรณะ
4. วัดน้อยนพคุณ
5. ศีลาจารพิพัฒน์
6. ราชวินิต (มัธยม)
7. สุวรรณสุทธารามวิทยา
8. เศรษฐเสถียร

เขตพระนคร

9. เบญจมราชาลัย
10. มัธยมวัดมกุฎกษัตริย์
11. วัดบวรนิเวศ
12. วัดราชบพิธ
13. วัดสังเวช
14. สตรีวิทยา
15. สวนกุหลาบวิทยาลัย

กลุ่มที่ 2

ห้องที่การศึกษา 2

เขตป้อมปราบ

1. เทพศิรินทร์
2. วัดสระเกศ
3. สายปัญญา

เขตยานนาวา

4. เจ้าพระยาวิทยาคม
5. นนทรีวิทยา
6. ยานนาเวศวิทยาคม
7. วัดสุทธิวราราม
8. สตรีศรีสุริโยทัย
9. โสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ

เขตบางรัก

10. พุทธจักรวิทยา
11. สตรีมหาพฤฒาราม

เขตสัมพันธวงศ์

12. ไตรมิตรวิทยาลัย

เขตปทุมวัน

13. เตรียมอุดมศึกษา

กลุ่มที่ 3
ท้องที่การศึกษา 3

เขตพญาไท

1. ศรีอยุธยา
2. สันติราษฎร์วิทยาลัย
3. สามเสนวิทยาลัย
4. มักกะสันพิทยา

เขตบางเขน

5. ดอนเมืองทหารอากาศบำรุง
6. สารวิทยา
7. หอวัง
8. สีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์)
9. ฤทธิยะวรรณาลัย
10. ดอนเมืองจาตุรจินดา
11. รัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน
12. บางเขนวิทยา

กลุ่มที่ 4
ท้องที่การศึกษา 4

เขตพระโขนง

1. ปทุมคงคา
2. พระโขนงพิทยาลัย
3. ราชดำริ
4. วชิรธรรมสาธิต
5. มัธยมวัดธาตุทอง
6. สายน้ำผึ้ง
7. เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
8. ศรีพฤฒา
9. ยาสูบวิทยานุเคราะห์

เขตห้วยขวาง

10. กุนนทีรุทธารามวิทยาคม
11. ประชาราษฎร์อุปถัมภ์
12. สุรศักดิ์มนตรี
13. จันทร์หุ่นบำเพ็ญ
14. พิบูลประชาสรรค์

กลุ่มที่ 5
ท้องที่การศึกษา 5

เขตหนองจอก

1. วัดหนองจอก

เขตมีนบุรี

2. เศรษฐบุตรบำเพ็ญ
3. สตรีเศรษฐบุตรบำเพ็ญ

เขตบางกะปิ

4. เทพลีลา
5. บดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
6. บางกะปิ
7. ลาดปลาเค้าพิทยาคม
8. สตรีวิทยา 2
9. มัธยมวัดบึงทองหลาง
10. เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
11. นวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร

เขตลาดกระบัง

12. พรตพิทยพยัต
13. เทพศิรินทร์ร่มเกล้า
14. รัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง

กลุ่มที่ 6
ท้องที่การศึกษา 6

เขตบางกอกน้อย

1. ชินโรรสวิทยาลัย
2. วัดนายโรง
3. วัดบวรมงคล
4. วิมุตยารามพิทยากร
5. สตรีวัดระฆัง
6. สุวรรณารามวิทยาคม
7. มัธยมวัดดุสิตาราม
8. สวนอนันต์

เขตตลิ่งชัน

9. ทวีวัฒนา
10. โพธิสารพิทยากร
11. มหรรณพาราม
12. วัดน้อยใน
13. สุวรรณพลับพลาวิทยาคม
14. ปากน้ำวิทยาคม
15. โสตศึกษาวัดจำปา

กลุ่มที่ 7
ท้องที่การศึกษา 7

เขตธนบุรี

1. วัดอินทาราม
2. ศึกษานารี
3. มัธยมวัดดาวคนอง
4. ธนบุรีวรเทพีพลารักษ์

เขตบางขุนเทียน

5. พิทยาลงกรณ์พิทยาคม
6. วัดราชโอรส
7. สิงหราชพิทยาคม
8. ศึกษานารีวิทยา
9. บางมดวิทยา "สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์"
10. รัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน

เขตราษฎร์บูรณะ

11. แจงร้อนวิทยา
12. บางปะกอกวิทยาคม
13. วัดพุทธบูชา
14. อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย

กลุ่มที่ 8
ท้องที่การศึกษา 8

เขตบางกอกใหญ่

1. ทวีธาภิเศก
2. วัดประดู่ในทรงธรรม
3. ฤทธิณรงค์รอน

เขตภาษีเจริญ

4. จันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม
5. ไชยฉิมพลีวิทยาคม
6. วัดนวลนรดิศ
7. วัดรางบัว
8. สตรีวัดอัปสรสวรรค์
9. บางแคปานขำวิทยา

เขตหนองแขม

10. ปัญญาวรคุณ
11. มัธยมวัดหนองแขม

ภาคผนวก ง

ที่ ศธ 0806/ 071

กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ กทม. 10300

7 มกราคม 2534

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำวิจัย

เรียน

ด้วยนายวิมัย เจริญสุข นิสิตปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา มัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง "การเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน" ในการนี้ นิสิต มีความประสงค์จะขอความร่วมมือจากนักเรียนในการตอบแบบทดสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย

กองการมัธยมศึกษาพิจารณาแล้ว เห็นว่าการทำวิจัยดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน สมควรให้การสนับสนุน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวีระ ปุยะนิวาศ)
นักวิชาการศึกษา 7 ปฏิบัติราชการแทน
ผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา

ฝ่ายส่งเสริมมาตรฐานการศึกษา
โทร. 2811392

ภาคผนวก จ.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนเฉลี่ย (Mean)

สูตรที่ใช้ $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

$\bar{X}$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทุกคน

N หมายถึง จำนวนคนทั้งหมด

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สูตรที่ใช้ $S.D. = \sqrt{\frac{\sum X^2 - N(\bar{X})^2}{N - 1}}$

S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยหรือมัชฌิมเลขคณิต

$\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนกำลังสองทุกคน

N หมายถึง จำนวนคนทั้งหมด

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance)

สูตรที่ใช้ $F = MS_b/MS_w$

เมื่อ (1) แทน T^2/N

(2) แทน $\sum T_i^2/N$

(3) แทน $\sum X^2_{ij}$

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	K - 1	SS_b = (2)-(1)	$MS_b = SS_b/K-1$	MS_b/MS_w
ภายในกลุ่ม (w)	N - K	SS_w = (3)-(2)	$MS_w = SS_w/N-K$	
ทั้งหมด	N - 1	SS_{total} = (3)-(1)	$MS_{total} = SS_{total}/N-1$	

T^2 หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N หมายถึง จำนวนคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

T^2_{ij} หมายถึง ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละกลุ่ม

n หมายถึง จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

$\sum X^2_{ij}$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนกำลังสองแต่ละจำนวน

K หมายถึง จำนวนกลุ่มที่เปรียบเทียบ

SS หมายถึง ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Square)

MS หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square)

F หมายถึง อัตราส่วนความแปรปรวนของฟิชเชอร์ (Fisher's Variance Ratio)

F ที่คำนวนได้ จะนำไปเปรียบเทียบกับค่า F ในตารางคือ $F(1-\alpha)$ K - 1, N-K สำหรับกรณีที่ค่าความแปรปรวนของกลุ่มต่าง ๆ มีลักษณะเป็นวิวิธพันธ์ (Heterogeneity) จะปรับค่า F (ในตาราง) จาก $F(1-\alpha)$ K-1, N-K เป็น $F(1-\alpha)$ 1, $\tilde{n}$-1 เมื่อ $\tilde{n}$ (Harmonic Mean) เท่ากับ K/(1/n1 + 1/n2 +.....+ 1/nk)

4. การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของค่าความแปรปรวนโดยวิธีของ Bartlett-Box

สูตรที่ใช้ $$M = (W' - g)\log\left[\sum_{j=1}^{k}(W_j-1)\,S^2_j \,/\, (W' - g)\right] - \sum_{j=1}^{k}(W-1)\log S^2_j$$

และ $$F = \frac{f_2 M}{(g-1)\,(f_2/f_1 - M)}$$

เมื่อ $$f_1 = 1 - A + 2/f_2$$

$$f_2 = (g-1)/A^2$$

$$A = \frac{1}{3\,(g-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{W_i-1} - \frac{1}{W' - g}\right]$$

g หมายถึง จำนวนกลุ่มที่มีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากับ 0

W′ หมายถึง ผลบวกของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากับ 0

W หมายถึง ผลบวกของคะแนนทุกคนทุกกลุ่ม

ค่า F ที่ได้จากการคำนวนจะนำไปเปรียบเทียบกับค่า F ในตารางคือ F ซึ่งมีค่าชั้นของความเป็นอิสระ เท่ากับ (g-1), f_2

5. การเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของ เชฟเฟ (The Scheffe's Method of Multiple Comparison) เมื่อจำนวนคนภายในกลุ่มเปรียบเทียบไม่เท่ากัน

เมื่อ $\bar{X}_i$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ i

$\bar{X}_j$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ j

n_i หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มที่ i

n_j หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มที่ j

MS_w หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสองเฉลี่ย

$\hat{\Psi}$ หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่

$\hat{s}\hat{\Psi}$ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย

$|\hat{\Psi}|/\hat{s}\hat{\Psi}$ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลต่างของคะแนนเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย

5.1 คำนวนค่าอัตราส่วนระหว่างผลต่างของคะแนนเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย

$\hat{\Psi}_i$		$\hat{s}\hat{\Psi}$		$\lvert\hat{\Psi}\rvert/\hat{s}\hat{\Psi}$
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	=	$MS_w(1/n_1 + 1/n_2)$	=	.....
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	=	$MS_w(1/n_1 + 1/n_3)$	=	.....
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	=	$MS_w(1/n_2 + 1/n_3)$	=	.....
$\bar{X}_i - \bar{X}_j$	=	$MS_w(1/n_i + 1/n_j)$	=	.....

5.2 เปรียบเทียบค่า $|\hat{\Psi}|/\hat{s}\hat{\Psi}$ กับค่า $\sqrt{(K-1)\, F_{(1-\alpha)\ K-1,\ N-K}}$

จะปฏิเสธ Ho : $\hat{\Psi} = 0$ ถ้า

$$|\hat{\Psi}|/\hat{s}\hat{\Psi} > \sqrt{(K-1)\, F_{(1-\alpha)\ K-1,\ N-K,}} \quad \text{เมื่อ} \quad p \leq .05$$

6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Two way analysis of variance)
พิจารณาจากตารางต่อไปนี้

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
องค์ประกอบ A	SS_A	I - 1	SS_A / (I-1)	MS_A/MS_w
องค์ประกอบ B	SS_B	J - 1	SS_B / (J-1)	MS_B/MS_w
ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง AxB	SS_{AB}	(I-1) (J-1)	$SS_{AB}/(I-1)(J-1)$	MS_{AB}/MS_w
ภายในกลุ่ม	SS_w	N - IJ	SS_w / (N-IJ)	
รวม	SS_t	N - 1		

SS = ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Square)

MS = ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (Mean Square)

df = องศาแห่งความอิสระ (degree of freedom)

F = อัตราส่วนความแปรปรวนของฟิชเชอร์ (Fisher's Variance Ratio)

I = จำนวนระดับขององค์ประกอบ A

J = จำนวนระดับขององค์ประกอบ B

N = จำนวนสมาชิกทั้งหมด

การคำนวณ

$$SS_A = \sum_i \frac{\left(\sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_i} - \frac{\left(\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{N}$$

$$SS_B = \sum_j \frac{\left(\sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_j} - \frac{\left(\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{N}$$

$$SS_{AB} = \sum_i \sum_j \frac{\left(\sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_{ij}} - \sum_j \frac{\left(\sum_i \sum_k X_{ijk}\right)^2}{N} -$$

$$\sum_i \frac{\left(\sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_j} + \frac{\left(\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{N}$$

$$SS_w = \sum_i \sum_j \sum_k X^2_{ijk} - \sum_i \sum_j \frac{\left(\sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_{ij}}$$

$$SS_t = \sum_i \sum_j \sum_k X^2_{ijk} - \frac{\left(\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{N}$$

จากสูตรการคำนวนค่า Sum of Square ทั้ง 5 ค่า มีค่าที่ต้องคำนวนจริง ๆ เพียง 5 จำนวนคือ

1. $\sum_i \frac{\left(\sum_i \sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_j}$ = ผลรวมของ $\frac{(\text{ผลรวมของแถวนอนแต่ละแถว})^2}{\text{จำนวนสมาชิกในแถวนอนแต่ละแถว}}$

2. $\sum_j \frac{\left(\sum_i \sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_i}$ = ผลรวมของ $\frac{(\text{ผลรวมของแถวตั้งแต่ละแถว})^2}{\text{จำนวนสมาชิกในแถวตั้งแต่ละแถว}}$

3. $\sum_i \sum_j \frac{\left(\sum_k X_{ijk}\right)^2}{n_{ij}}$ = ผลรวมของ $\frac{(\text{ผลรวมของแต่ละช่อง})^2}{\text{จำนวนสมาชิกในแต่ละช่อง}}$

4. $\frac{\left(\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}\right)^2}{n}$ = $\frac{(\text{ผลรวมทั้งหมด})^2}{\text{จำนวนสมาชิกทั้งหมด}}$

5. $\sum_i \sum_j \sum_k X^2_{ijk}$ = ผลรวมของกำลังสองของค่าของสมาชิกแต่ละค่า

ประวัติผู้เขียน

นายวินัย เจริญสุข เกิดเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2506 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอก วิทยาศาสตร์ - ชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม เมื่อปีการศึกษา 2529 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตร-มหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2531