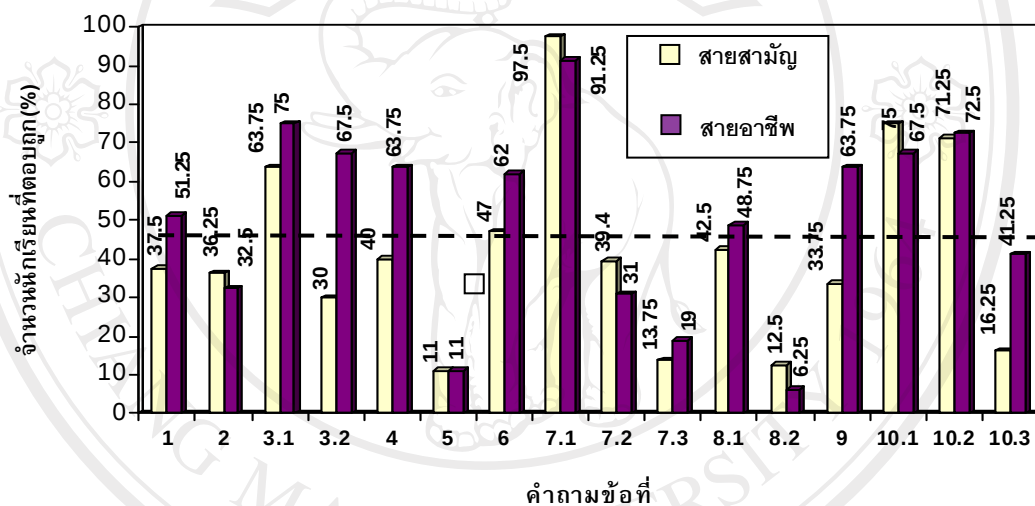


บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

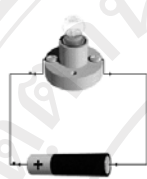
ผลการสำรวจความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสดตรงของนักเรียนสายสามัญและสายอาชีพจำนวน 160 คน ผลจากแบบสอบถามนำเสนอเป็นแผนภูมิแท่ง เพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อคิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้



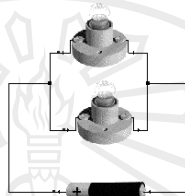
รูปที่ 4.1 แสดงจำนวนนักเรียนทั้งสองกลุ่มที่ตอบแบบสอบถามถูก(คิดเป็นร้อยละ) ในแต่ละข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติประกอบคำบรรยาย โดยแยกพิจารณาทีละข้อดังนี้

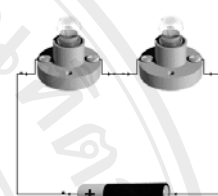
1. จงเรียงลำดับความสว่างของหลอดไฟที่ต่อในวงจรทั้ง 3 แบบ ว่าวงจรใดมีความสว่างของหลอดไฟ จากมากไปน้อย ตามลำดับ กำหนดให้หลอดไฟทุกดวงมีลักษณะเหมือนกัน และต่อเข้ากับแบตเตอรี่ที่มีขนาดเท่ากัน



วงจร A



วงจร B



วงจร C

คำตอบ : วงจรที่มีความสว่างเรียงตามลำดับคือ $A = B > C$

รูปที่ 4.2 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 1

คำตอบจากแบบสอบถามของนักเรียนโรงเรียนต่างๆ ในข้อที่ 1 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 1

โรงเรียน	$A = B > C$	$A > C > B$	$A = C > B$	$B > A > C$
สามัญ 1	11	17	4	7
สามัญ 2	19	17	4	0
อาชีวะ 1	23	17	0	0
อาชีวะ 2	18	14	1	5

ตอบคำถามรูปแบบอื่นๆ จำนวน 3 คน

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 71 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็น ร้อยละ 44.38 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 30 คน จากทั้งหมด 80 คนคิดเป็นร้อยละ 37.50 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 41 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 51.25 แสดงว่าความเข้าใจในเรื่องการพิจารณาค่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟในวงจรที่ต่อในลักษณะต่างกันของนักเรียนสายอาชีพดีกว่านักเรียนสายสามัญ และฐานนิยมที่นักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่ตอบ คือ $A > C > B$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด โดยมีจำนวน 34 คน ส่วนฐานนิยมที่นักเรียนสายอาชีพส่วนใหญ่ตอบ คือ $A = B > C$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยมีจำนวน 41 คน แสดงว่านักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในเรื่องนี้อยู่

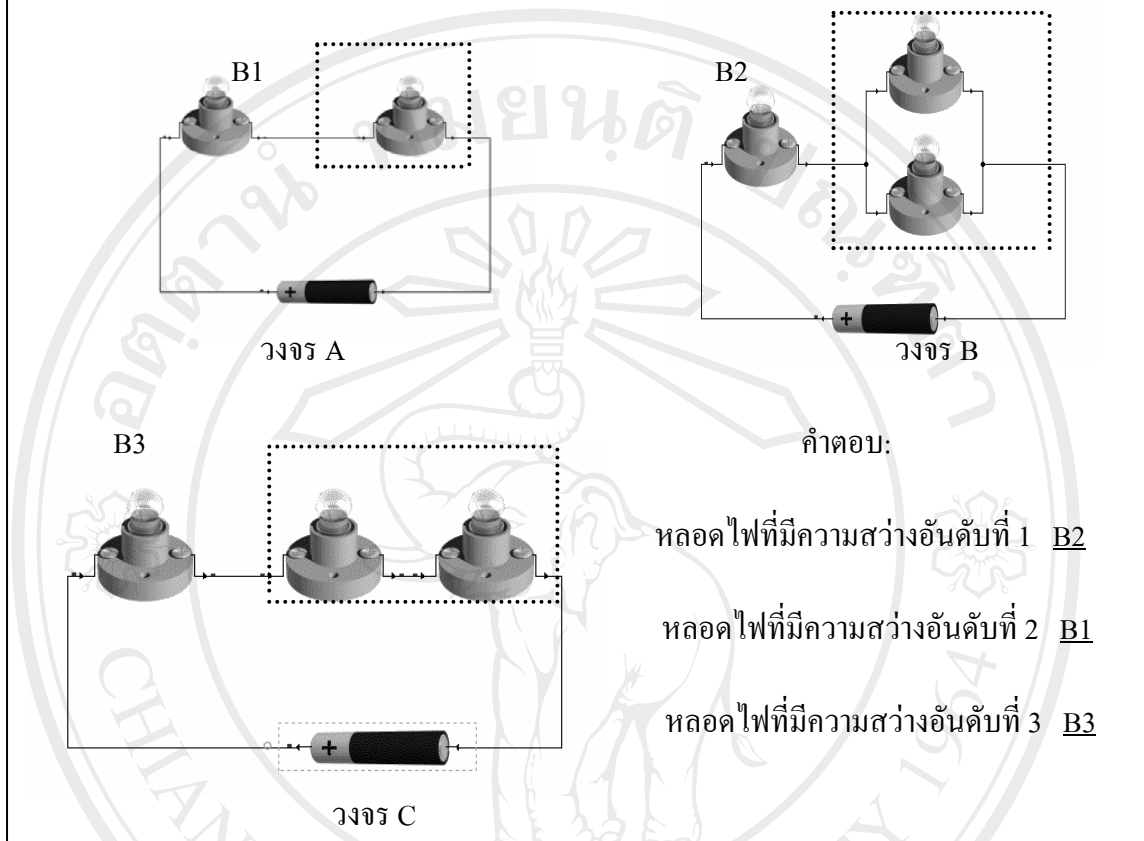
ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “เพราะกระแสไฟฟ้าในวงจร A ไหลผ่านหลอดไฟตรงๆ แต่ วงจร B ต้องแบ่งกระแสออกเป็นครึ่งหนึ่ง ส่วนวงจร C กระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ก็จริง แต่วงจร C มีค่าความต้านทานมากกว่าวงจร A”

สายอาชีพ : “เพราะค่าความต่างศักย์ของหลอดไฟในวงจร A และ B มีค่าเท่ากันแต่ ในวงจร C ค่าความต่างศักย์ของหลอดไฟมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของสองวงจรที่กล่าวมา”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ สาเหตุที่นักเรียนสายสามัญเลือกตอบ $A > C > B$ เพราะมุ่งความสนใจไปที่ลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้า มากกว่าที่จะพิจารณาถึงค่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟในแต่ละวงจร แสดงให้เห็นว่านักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้อยู่ ส่วนนักเรียนสายอาชีพส่วนใหญ่เลือกตอบ $A = B > C$ เพราะพิจารณาจากค่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟในแต่ละวงจร โดยพิจารณาถึงลักษณะการต่อของหลอดไฟ ซึ่งเป็นการพิจารณาที่ถูกต้อง แสดงให้เห็นว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ดี ส่วนหนึ่งอาจมาจากการได้มีโอกาสทำการวัดค่าความต่างศักย์จากวงจรจริงในห้องปฏิบัติการ

2. จงเรียงลำดับความสว่างของหลอดไฟ B1, B2 และ B3 ที่ต่อในวงจร A, B และ C ซึ่งในกล่อง (เส้นประ) มีหลอดไฟต่อในลักษณะต่างๆดังรูป



รูปที่ 4.3 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 2

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 2 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 2

โรงเรียน	$B2 > B1 > B3$	$B1 > B3 > B2$	$B1 > B2 > B3$	$B2 > B3 > B1$	$B3 > B1 > B2$
สามัญ 1	14	18	7	1	0
สามัญ 2	15	18	7	0	0
อาชีพ 1	14	14	12	0	0
อาชีพ 2	12	19	5	1	3

จากแบบสอบถามพบว่า นักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 55 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 34.38 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 29 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 36.25 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 26 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 แสดงว่าความเข้าใจในเรื่องการหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนไปเมื่อค่าความต้านทานของวงจรมีค่าเปลี่ยนไปตามสมการ $I=E/R$ โดยจะพิจารณาในลักษณะของความสว่างของหลอดไฟ B_1 , B_2 และ B_3 ของแต่ละวงจรของนักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความใกล้เคียงกัน และฐานนิยมที่นักเรียนสายสามัญและสายอาชีพตอบ คือ $B1 > B3 > B2$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด โดยมีจำนวน 69 คน แสดงให้เห็นว่าทั้งนักเรียนสายสามัญและสายอาชีพส่วนใหญ่ต่างก็ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้

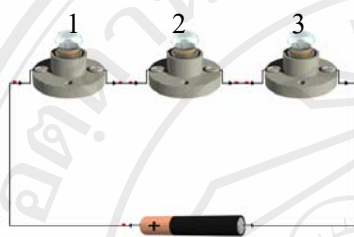
ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “เพราะวงจร B มีหลอดไฟต่อแบบขนานดังนั้นกระแสไฟฟ้าจึงมีค่าน้อยที่สุด ส่วนวงจร C มีความต้านทานมากกว่าวงจร A ดังนั้นความสว่างของหลอดไฟ $B1 > B3 > B2$ ”

สายอาชีพ : “เพราะค่าความต่างศักย์ของหลอดไฟในวงจร $A > C > B$ ทำให้ความสว่างของหลอดไฟ $B1 > B3 > B2$ ”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ สาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มเข้าใจผิด เพราะพิจารณาการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรมและวงจรขนาน แต่ไม่พิจารณาว่าหากค่าความต้านทานในวงจรเปลี่ยนจะทำให้ กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรจะมีค่าเปลี่ยนไป แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มยังขาดความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ารวมในวงจรกับความต้านทานอยู่

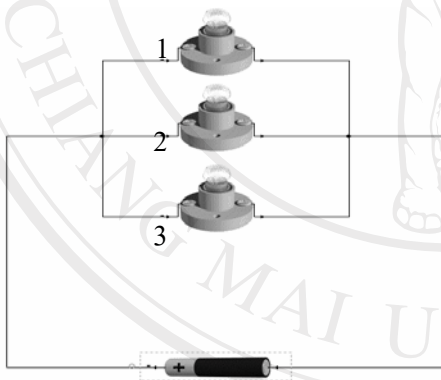
3.จากรูปกำหนดให้หลอดไฟทุกดวงมีความต้านทานเท่ากันเมื่อนำไปต่อเข้ากับเซลล์ไฟฟ้าให้กระแสไหลในวงจร และนำหลอดไฟทั้งสามมาต่อกัน ทั้งแบบขนานและแบบอนุกรม ถ้าหลอดไฟดวงที่ 3 ของทั้งสองวงจรขาด ความสว่างของหลอดไฟดวงที่ 1 และ 2 เป็นอย่างไร
(เพิ่มขึ้น , ลดลง , เท่าเดิม และ ไม่สว่าง)



คำตอบ : แบบอนุกรม

หลอดไฟดวงที่ 1 ไม่สว่าง

หลอดไฟดวงที่ 2 ไม่สว่าง



คำตอบ: แบบขนาน

หลอดไฟดวงที่ 1 สว่างเท่าเดิม

หลอดไฟดวงที่ 2 สว่างเท่าเดิม

รูปที่ 4.4 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 3

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 3 ในส่วนของวงจรอนุกรมมีผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 3.1 วงจรอนุกรม

โรงเรียน	หลอดทั้งสอง สว่างเพิ่มขึ้น	หลอดทั้งสอง สว่างลดลง	หลอดทั้งสอง สว่างเท่าเดิม	หลอดทั้งสอง ไม่สว่าง
สามัญ 1	0	1	16	23
สามัญ 2	9	0	2	28
อาชีพ 1	0	0	0	40
อาชีพ 2	4	1	3	20

ตอบคำถามรูปแบบอื่นๆ จำนวน 12 คน

จากแบบสอบถามพบว่า ในการตอบแบบอนุกรม นักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 111 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 69.38 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 51 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 63.75 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 60 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 แสดงว่าความเข้าใจในเรื่อง หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าอนุกรมของนักเรียนสายอาชีพดีกว่านักเรียนสายสามัญเล็กน้อย และฐานนิยามที่นักเรียนสายสามัญและสายอาชีพตอบ คือ หลอดทั้งสองไม่สว่าง ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยมีจำนวน 111 คน แสดงให้เห็นว่าทั้งนักเรียนสายสามัญและสายอาชีพส่วนใหญ่ต่างมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนี้

ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “เพราะเมื่อหลอดไฟดวงที่ 3 ขาดทำให้กระแสไม่สามารถไหลต่อไปได้ หลอดไฟที่เหลือจึงไม่สว่าง”

สายอาชีพ : “เพราะกระแสไหลไม่ครบวงจร”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่มีความเข้าใจหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าที่ต่อความต้านทานแบบอนุกรมดี จากคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบเป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 3 ในส่วนของวงจรขนานมีผลดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 3.2 วงจรขนาน

โรงเรียน	หลอดทั้งสอง สว่างเพิ่มขึ้น	หลอดทั้งสอง สว่างลดลง	หลอดทั้งสอง สว่างเท่าเดิม	หลอดทั้งสอง ไม่สว่าง
สามัญ 1	17	5	12	6
สามัญ 2	21	6	12	0
อาชีพ 1	8	0	32	0
อาชีพ 2	11	0	22	0

ตอบคำถามรูปแบบอื่นๆ จำนวน 8 คน

จากแบบสอบถาม ในส่วนวงจรที่ต่อไฟฟ้าแบบขนาน นักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 78 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 48.75 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 24 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพตอบคำถามถูกจำนวน 54 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 67.50 แสดงว่าความเข้าใจในเรื่องหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ของนักเรียนสายอาชีพดีกว่านักเรียนสายสามัญ และฐานนิยมที่นักเรียนสายสามัญตอบคือ หลอดทั้งสองสว่างเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นคำตอบที่ ผิด โดยมีจำนวน 38 คน ส่วนฐานนิยมที่นักเรียนสายอาชีพตอบคือ หลอดทั้งสองสว่างเท่าเดิม ซึ่งเป็นคำตอบที่ ถูก โดยมีจำนวน 54 คนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนี้

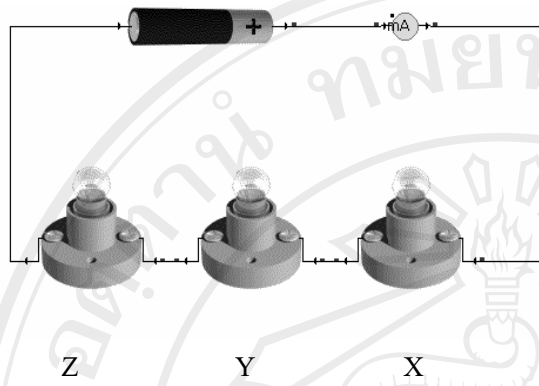
ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “เมื่อหลอดไฟดวงที่ 3 ดับ จะทำให้ค่าความต้านทานรวมของวงจรลดลง ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น หลอดไฟทั้งสองจึงสว่างเพิ่มขึ้น”

สายอาชีพ : “เพราะค่าความต่างศักย์ของหลอดไฟที่เหลือยังมีค่าเท่าเดิม และกระแสยังคงไหลครบวงจร”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ สาเหตุที่นักเรียนสายสามัญเข้าใจผิด เพราะส่วนใหญ่คิดว่าเมื่อหลอดไฟดวงที่ 3 ดับลงจะทำให้ค่าความต้านทานของวงจรลดลง จะทำให้กระแสในวงจรมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้แสงสว่างของหลอดไฟที่เหลือสว่างขึ้น โดยไม่ได้พิจารณาถึงลักษณะการต่อของหลอดไฟว่าเป็นวงจรต่อแบบขนาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนสายสามัญยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของวงจรไฟฟ้าและหลักการต่อตัวต้านทานแบบขนาน ส่วนนักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ดี ส่วนหนึ่งอาจมาจากการได้มีโอกาสทำการวัดค่าความต่างศักย์จากวงจรจริงในห้องปฏิบัติการ

4. วงจรไฟฟ้าดังรูป A เป็นแอมมิเตอร์อ่านได้ 0.5 แอมแปร์ หลอดไฟ X และ Y สว่างแต่หลอดไฟ Z ไม่สว่าง เหตุผลใดที่หลอดไฟ Z ไม่สว่าง



ก. การต่อลวดตัวนำระหว่าง Y กับ Z ไม่ดี

ข. ไส้หลอดไฟ Z ขาด

ค. ความต้านทานของหลอดไฟ Z สูงกว่าของ X และ Y มาก

ง. ความต้านทานของหลอดไฟ Z ต่ำกว่า

คำตอบ : ข้อ ค.

ของ X และ Y มาก

รูปที่ 4.5 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 4

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 4 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 4

โรงเรียน	ก	ข	ค	ง
สามัญ 1	0	18	12	10
สามัญ 2	1	17	20	2
อาชีพ 1	0	12	26	2
อาชีพ 2	0	13	25	2

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 83 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 51.86 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 32 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 51 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 63.75 แสดงว่าความเข้าใจหลักการทำงานของหลอดไฟ ของนักเรียนสายอาชีพดีกว่านักเรียนสายสามัญ และฐานนิยมที่นักเรียนสายสามัญตอบ คือ ข้อ ข. ซึ่งเป็นคำตอบที่ ผิด โดยมีจำนวน 35 คน ส่วนฐานนิยมที่นักเรียนสายอาชีพตอบคือ ข้อ ค. ซึ่งเป็นคำตอบที่ ถูก โดยมีจำนวน 51 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนี้

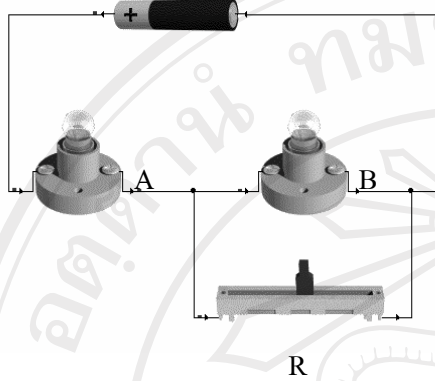
ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “เพราะว่าหลอดไฟ Z ขาด ทำให้ไม่สว่าง”

สายอาชีพ : “มีความเป็นไปได้ว่าค่าความต้านทานในหลอดไฟ Z มีค่ามากจนทำให้ไม่เกิดความร้อน”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ สาเหตุที่นักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่เข้าใจผิด เพราะไม่เข้าใจหลักการทำงานของหลอดไฟ ซึ่งจะทำงานได้เมื่อมีกำลังไฟฟ้าที่เพียงพอ แต่กลับคิดว่าสาเหตุที่หลอดไฟ Z เนื่องจากมันขาด ส่วนนักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ดี ส่วนหนึ่งอาจมาจากการได้มีโอกาสทำการทดลองจากวงจรจริงในห้องปฏิบัติการ

5. A และ B เป็นหลอดไฟที่เหมือนกันทุกประการ เมื่อปรับความต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ ให้มีค่าลดลง จะทำให้เกิดผลดังข้อใด



ก. A สว่างขึ้น . B สว่างลดลง

ข. A สว่างเท่าเดิม. B สว่างลดลง

ค. A และ B สว่างขึ้น

ง. A และ B สว่างลดลง

คำตอบ : ข้อ ก.

รูปที่ 4.6 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 5

จากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 5 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 5

โรงเรียน	ก	ข	ค	ง
สามัญ 1	2	17	17	4
สามัญ 2	9	24	6	1
อาชีพ 1	1	6	33	0
อาชีพ 2	10	10	15	5

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 22 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 13.75 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 11 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 13.75 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 11 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 13.75 แสดงว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความเข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรใกล้เคียงกัน และฐานนิยามที่นักเรียนสายสามัญตอบ คือ ข้อ ข. ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด โดยมีจำนวน 41 คน ส่วนฐานนิยามที่นักเรียนสายอาชีพตอบคือ ข้อ ค. ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด โดยมีจำนวน 48 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนี้

ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายโซ่อธิบายมีดังต่อไปนี้

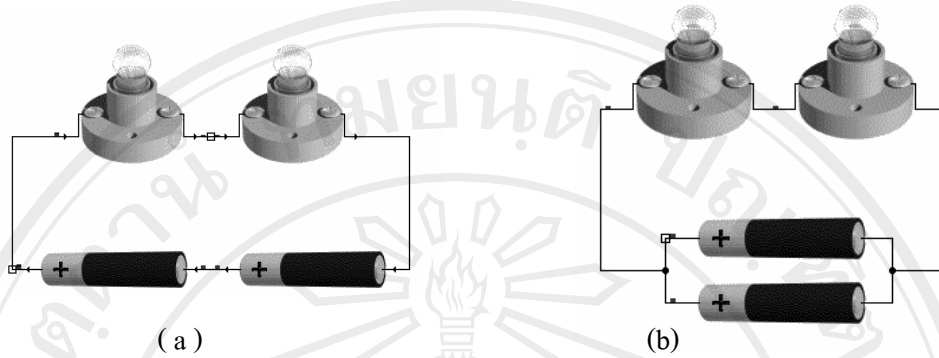
สายสามัญ : “กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน R มากขึ้นและผ่านหลอดไฟ B ลดลงทำให้ความสว่าง A เท่าเดิม และหลอด B ลดลง”

สายอาชีพ : “กระแสไฟฟ้าจะลัดวงจรไปที่ R ทำให้ความสว่างของหลอด B ลดลง”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจความสัมพันธ์ของความต้านทานรวมกับกระแสรวมที่ไหลในวงจรอยู่ โดยแยกพิจารณาได้ 2 กรณีคือ

1. นักเรียนเลือกพิจารณา เฉพาะในส่วนของตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ที่ต่อขนานกับหลอดไฟ B เท่านั้น โดยคิดว่า หากปรับค่าความต้านทานที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ให้มีค่าลดลง จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอด B ลดลง ความสว่างของหลอด B จะลดลง แต่ไม่ได้พิจารณาค่าความต้านทานรวมของวงจรมีค่าลดลงและ จะทำให้กระแสรวมของวงจรมีค่ามากขึ้น ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอด A มากขึ้น ส่งผลให้หลอดไฟ A สว่างมากขึ้น
2. นักเรียนคิดว่าเมื่อความต้านทานที่ปรับค่าได้มีค่าลดลงจะทำให้กระแสที่ไหลในวงจรมีค่ามากขึ้น ทำให้ความสว่างของหลอดไฟทั้งสองมีความสว่างมากขึ้น โดยไม่ได้พิจารณาถึงลักษณะการต่อวงจรเลย

6. จากวงจรรูปถ้าต้องการให้หลอดไฟทั้งสองดวงมีความสว่างเพิ่มขึ้นต้องนำแบตเตอรี่มาต่อเข้ากับวงจรดังรูปใด



คำตอบ : วงจรที่ทำให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นคือ a

รูปที่ 4.7 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 6

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 6 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 6

โรงเรียน	A	B
สามัญ 1	18	22
สามัญ 2	29	11
อาชีพ 1	32	8
อาชีพ 2	30	10

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 109 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 68.12 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 47 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 58.75 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 62 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 แสดงว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจในเรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้า ดีกว่านักเรียนสายสามัญ และฐานนิยมที่นักเรียนสายสามัญตอบ คือ ข้อ a. ซึ่งเป็นคำตอบที่ ถูก โดยมีจำนวน 47 คน ส่วนฐานนิยมที่นักเรียนสายอาชีพตอบคือ ข้อ a. ซึ่งเป็นคำตอบที่ ถูก โดยมีจำนวน 62 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักส่วนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องนี้ดีพอสมควร

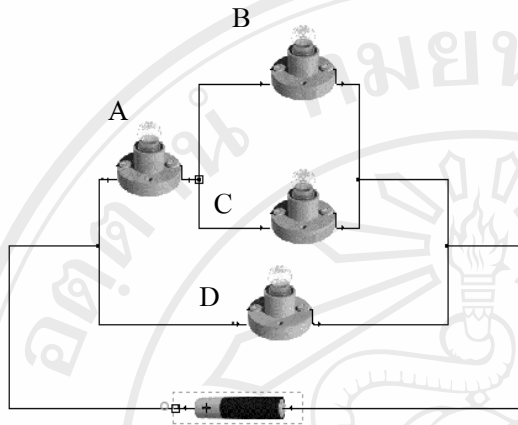
ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “ถ้านำแบตเตอรี่มาต่อกันแบบอนุกรมจะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากขึ้น ทำให้ความสว่างหลอดไฟมากขึ้น”

สายอาชีพ : “การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมจะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากขึ้น แต่การต่อแบบขนานจะทำให้ใช้ได้นานขึ้น”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ นักเรียนทั้งสองมีความเข้าใจในเรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าดีพอสมควร สังเกตได้จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นซึ่งเป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

7.จากรูปกำหนดให้หลอดไฟทุกดวงในวงจรมีความต้านทานเท่ากันคือ R โอมห้มจงตอบคำถามต่อไปนี้



คำตอบ: 7.1 ความต้านทานรวมของวงจรเป็นเท่าใด ($0.6R$ โอมห้ม)

รูปที่ 4.8 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 7.1

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 7.1 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 7.1

โรงเรียน	ตอบถูก	ตอบไม่ถูก	ไม่ตอบ
สามัญ 1	13	27	0
สามัญ 2	12	12	13
อาชีพ 1	0	0	40
อาชีพ 2	0	0	40

จากแบบสอบถามพบว่า มีเพียงนักเรียนสายสามัญเท่านั้นที่ตอบคำถามนี้ อาจเนื่องจากความไม่ชัดเจนของคำถามที่ไม่ได้กำหนด ค่าความต้านทานที่แน่นอน อย่างไรก็ตาม นักเรียนสายสามัญตอบคำถามถูก จำนวน 25 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 และฐานนิยมที่นักเรียนสายสามัญตอบ คือ ตอบไม่ถูก โดยมีจำนวน 39 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนสายสามัญส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในการหาความต้านทานรวมอยู่

7.2 ถ้าหลอดไฟ B ขาดวงจรนี้ยังสามารถทำงานได้อยู่หรือไม่ เพราะเหตุใด (ได้เพราะกระแสยังสามารถไหลครบวงจร)

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆ ในข้อที่ 7.2 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 7.2

โรงเรียน	วงจรทำงานได้	วงจรทำงานไม่ได้	ไม่ตอบ
สามัญ 1	39	0	1
สามัญ 2	39	1	0
อาชีพ 1	34	6	0
อาชีพ 2	39	1	0

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 151 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 94.38 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 78 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 97.50 ส่วนนักเรียนที่เรียนสายอาชีพตอบคำถามถูกจำนวน 73 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 91.25 แสดงว่านักเรียนสายสามัญมีความเข้าใจในเรื่องการทำงานของวงจรไฟฟ้าดีกว่านักเรียนสายอาชีพล็กน้อย และฐานนิยมที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบ คือ วงจรทำงานได้ ซึ่งเป็นคำตอบที่ ถูก แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องนี้ดีมาก

ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “วงจรทำงานได้เพราะกระแสไหลครบวงจร”

สายอาชีพ : “กระแสไหลครบวงจร”

7.3 จากข้อ 7.2 หากวงจรทำงานได้ ความสว่างของหลอดไฟ A และ D เป็นอย่างไร

คำตอบ : หลอดไฟ A ลดลง หลอดไฟ D เท่าเดิม

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 7.3 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 7.3

โรงเรียน	หลอด A				หลอด D			
	สว่าง เพิ่มขึ้น	สว่าง ลดลง	สว่าง เท่าเดิม	ไม่ สว่าง	สว่าง เพิ่มขึ้น	สว่าง ลดลง	สว่าง เท่าเดิม	ไม่สว่าง
สามัญ 1	11	2	27	0	5	2	33	0
สามัญ 2	12	2	26	0	12	2	26	0
อาชีพ 1	21	1	18	0	7	10	23	0
อาชีพ 2	5	7	28	0	12	10	18	0

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดว่าหลอดไฟ A มีความสว่างลดลงมีจำนวน 12 คน จากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 4 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 ส่วนนักเรียนที่เรียนสายอาชีพตอบคำถามถูกจำนวน 8 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ส่วนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบหลอดไฟ D มีความสว่างเท่าเดิมมีจำนวน 100 คน จากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 59 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 73.75 ส่วนนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 41 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 51.25 แสดงว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความเข้าใจหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามหากมองหลักการทำงานทั้งระบบ ถือว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรยังขาดความเข้าใจในเรื่องนี้อยู่มาก โดยพิจารณาจากฐานนิยามที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบคือ หลอดไฟ A มีความสว่างเท่าเดิม ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด มีจำนวนถึง 99 คน

7.4 จากข้อ 7.3 กระแสรวมในวงจร เป็นอย่างไร (เพิ่มขึ้น, ลดลง หรือเท่าเดิม)

คำตอบ: กระแสลดลง

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 7.4 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 7.4

โรงเรียน	กระแสเพิ่มขึ้น	กระแสลดลง	กระแสเท่าเดิม
สามัญ 1	4	3	33
สามัญ 2	9	8	23
อาชีพ 1	6	10	24
อาชีพ 2	0	5	35

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 26 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 11 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 13.75 ส่วนนักเรียนที่เรียนสายอาชีพตอบคำถามถูกจำนวน 15 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 18.75 แสดงว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความเข้าใจเรื่องหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจร ใกล้เคียงกันและฐานนิยมที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบ คือ กระแสเท่าเดิม ซึ่งเป็นคำตอบที่ ผิดซึ่งมีจำนวนถึง 115 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในเรื่องนี้อยู่มาก

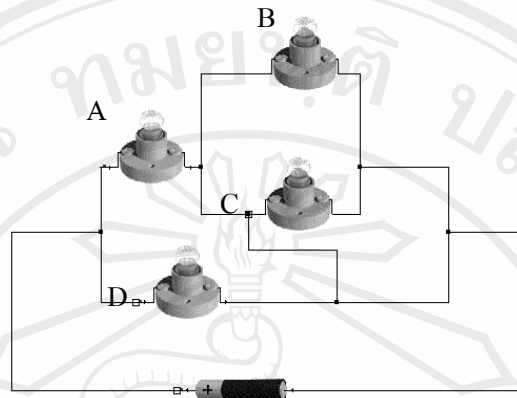
ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “กระแสยังคงไหลครบวงจรอยู่โดยไหลผ่าน หลอด C แทน”

สายอาชีพ : “แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าเดิม ทำให้ความสว่างของหลอดไฟเท่าเดิม”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มยังขาดความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ของความต้านทานรวมกับกระแสรวมที่ไหลในวงจรที่มีความซับซ้อนอยู่ และไม่สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของ หลอดไฟแต่ละหลอด โดยส่วนใหญ่คิดว่าหากกระแสสามารถไหลครบวงจรกระแสรวมในวงจรต้องมีค่าเท่าเดิม แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มยังขาดความเข้าใจถึงหลักการของวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อนอยู่มาก

8. จากรูป ข้อ 7 หากต่อสายไฟเข้าไปในวงจรคร่อมระหว่างหลอด C และ D ดังรูป โดยยังให้หลอดไฟทุกดวงมีความต้านทานเท่ากันจงตอบคำถามต่อไปนี้



8.1 ความต้านทานรวมของวงจรเป็นเท่าใด คำตอบ: $0.5R$

รูปที่ 4.9 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 8.1

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 8.1 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 8.1

โรงเรียน	ตอบถูก	ตอบไม่ถูก	ไม่ตอบ
สามัญ 1	4	10	26
สามัญ 2	5	25	10
อาชีพ 1	0	0	40
อาชีพ 2	0	0	40

จากแบบสอบถามพบว่า มีเพียงนักเรียนสายสามัญเท่านั้นที่ตอบคำถามนี้ อาจเนื่องจากความไม่ชัดเจนของคำถามซึ่งไม่ได้กำหนดค่าความด้านทานของหลอดไฟให้ แต่กำหนดให้หลอดไฟทุกดวงมีค่าความด้านทานเท่ากัน อย่างไรก็ตามจะเห็นว่านักเรียนที่ตอบถูกมีจำนวน 9 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 11.25

8.2 ความสว่างของหลอดไฟ A และ D เป็นอย่างไร

คำตอบ : หลอดไฟ A เพิ่มขึ้น หลอดไฟ D เท่าเดิม

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 8.2 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 8.2

โรงเรียน	หลอด A				หลอด D			
	สว่าง เพิ่มขึ้น	สว่าง ลดลง	สว่าง เท่าเดิม	ไม่ สว่าง	สว่าง เพิ่มขึ้น	สว่าง ลดลง	สว่าง เท่าเดิม	ไม่สว่าง
สามัญ 1	3	1	36	0	2	7	31	0
สามัญ 2	3	6	31	0	3	6	31	0
อาชีพ 1	10	7	23	0	1	7	32	0
อาชีพ 2	6	7	17	0	6	4	30	0

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบหลอด A ถูก มีจำนวน 22 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 13.75 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 6 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพตอบ จำนวน 16 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ส่วนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบหลอดไฟ D มีความสว่างเท่าเดิมมีจำนวน 124 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 62 คน จากทั้งหมด

80 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 ส่วนนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 62 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 แสดงว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความเข้าใจหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามหากมองหลักการทำงานทั้งระบบ ถือว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรยังขาดความเข้าใจในเรื่องนี้อยู่มากโดยพิจารณาจากฐานนิยามที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบคือ หลอดไฟ A มีความสว่างเท่าเดิม ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด มีจำนวนถึง 107 คน

8.3 กระแสรวมในวงจร เป็นอย่างไร คำตอบ : กระแสเพิ่มขึ้น

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 8.3 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 8.3

โรงเรียน	กระแสเพิ่มขึ้น	กระแสลดลง	กระแสเท่าเดิม
สามัญ 1	5	9	26
สามัญ 2	5	4	31
อาชีพ 1	0	10	30
อาชีพ 2	5	12	23

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 15 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 9.38 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 10 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 5 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 แสดงว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความเข้าใจเรื่องนี้ใกล้เคียงกัน และฐานนิยามที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบ คือ กระแสเท่าเดิม ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรยังขาดความเข้าใจในเรื่องนี้อยู่มาก โดยมีจำนวน 110 คน

ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายใช้อธิบายมีดังต่อไปนี้

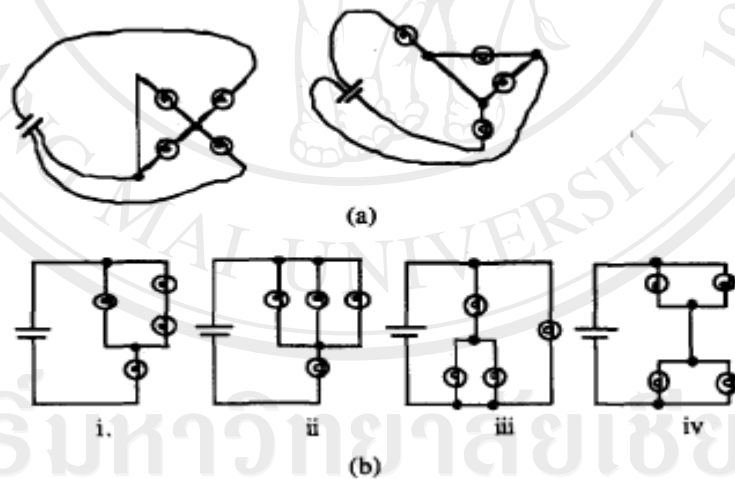
สายสามัญ : “ความต่างศักย์ของแต่ละหลอดเท่าเดิม”

สายอาชีพ : “แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าเดิม ทำให้ความสว่างของหลอดไฟเท่าเดิม”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ ดังนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มยังขาดความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ของความต้านทานรวมกับกระแสรวมที่ไหลในวงจรที่เกิดการลัดวงจร และไม่สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของหลอดไฟแต่ละหลอด โดยส่วนใหญ่คิดว่าหากกระแสสามารถไหลครบวงจรกระแสรวมในวงจรต้องมีค่าเท่าเดิม แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มยังขาดความเข้าใจถึงหลักการของวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อนอยู่มาก

9. จากแผนภาพที่กำหนดให้ในรูป (a) เป็นวงจรเดียวกัน สามารถเขียนเป็นวงจรไฟฟ้าข้อใดในรูป

(b)



คำตอบ : ข้อ ii

รูปที่ 4.10 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 9

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 9 มีผลดังนี้

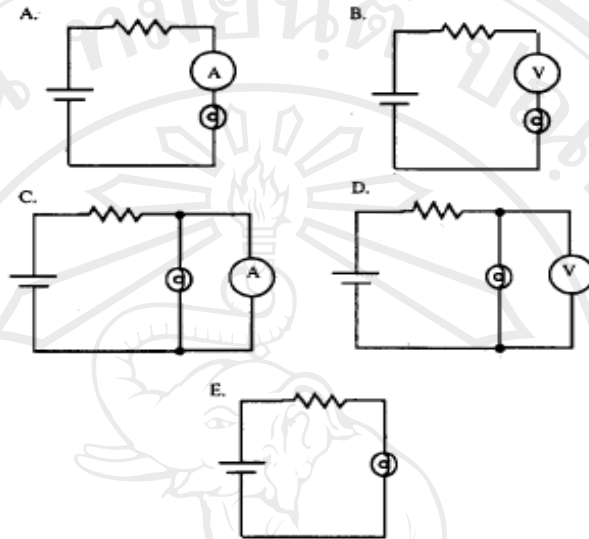
ตารางที่ 4.15 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 9

โรงเรียน	i	ii	iii	iv
สามัญ 1	16	12	5	7
สามัญ 2	4	15	15	6
อาชีพ 1	0	27	12	4
อาชีพ 2	3	23	4	10

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 77 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 48.12 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 27 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 33.75 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 51 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 63.75 แสดงว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจในเรื่องการต่อต้านการทุจริตจากแผนภาพไดอะแกรมดีกว่านักเรียนสายสามัญ และฐานนิยมที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบ คือ วงจร ii ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูก แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องนี้พอสมควร แต่หากคิดเป็นอัตราส่วนแล้วนักเรียนสายสามัญยังคงขาดความเข้าใจในเรื่องนี้อยู่พอสมควร

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ดังนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจในเรื่องการต่อต้านการทุจริตพอสมควร แต่อย่างไรก็ตามควรมีการแนะนำและให้นิยามการต่อต้านการทุจริตในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจถึงลักษณะการต่อต้านการทุจริตที่ดีขึ้น

10. ถ้าต้องการวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ของหลอดไฟจะต้องนำแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์มาต่อ เข้ากับวงจรดังในรูปใด และจำเป็นที่ แต่ละวงจรต้องต่อตัวต้านทานไว้ในวงจรหรือไม่



คำตอบ : 10.1 ต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจรรูปใด คำตอบ: รูป A

รูปที่ 4.1 แสดงคำตอบจากแบบสอบถามวัดความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงข้อที่ 10

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 10.1 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.16 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 10

โรงเรียน	A	B	C	D	E
สามัญ 1	30	0	10	0	0
สามัญ 2	30	0	10	0	0
อาชีพ 1	32	0	8	0	0
อาชีพ 2	22	1	11	4	2

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 114 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 71.25 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 60 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 54 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 67.50 แสดงว่านักเรียนสายสามัญมีความเข้าใจในเรื่องการต่อแอมมิเตอร์ ดีกว่านักเรียนสายอาชีวะเล็กน้อย และ ฐานนิยมที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบ คือ วงจร A ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูก แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องนี้พอสมควร

10.2 ต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับวงจรรูปใด คำตอบ : รูป D

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 10.2 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.17 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 10.2

โรงเรียน	A	B	C	D	E
สามัญ 1	0	8	3	29	0
สามัญ 2	0	12	0	28	0
อาชีพ 1	0	6	0	34	0
อาชีพ 2	2	13	1	24	0

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 115 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 71.25 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 57 คน จากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 71.25 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 58 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 72.50 แสดงว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรมีความเข้าใจในเรื่องการต่อโวลต์มิเตอร์ใกล้เคียงกัน และฐานนิยมที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรตอบ คือ วงจร D ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูก แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเรื่องนี้พอสมควร

10.3 (เลือกตอบ 1 ข้อ)

10.3.1 จำเป็นต้องต่อตัวด้านทานเข้ากับวงจรเพราะ.....

10.3.2 ไม่จำเป็นต้องต่อตัวด้านทานเข้ากับวงจรเพราะ.....

คำตอบ : จำเป็น เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไหลในวงจรมากเกินไป

คำตอบจากแบบสอบถามโรงเรียนต่างๆในข้อที่ 10.3 มีผลดังนี้

ตารางที่ 4.18 แสดงคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างข้อที่ 10.3

โรงเรียน	จำเป็น	ไม่จำเป็น	ไม่ตอบ
สามัญ 1	8	7	25
สามัญ 2	5	6	29
อาชีพ 1	17	3	20
อาชีพ 2	16	0	24

จากแบบสอบถามพบว่านักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูก มีจำนวน 46 คนจากทั้งหมด 160 คน คิดเป็นร้อยละ 28.75 โดยเป็นนักเรียนที่เรียนสายสามัญจำนวน 13 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 และนักเรียนที่เรียนสายอาชีพจำนวน 33 คนจากทั้งหมด 80 คน คิดเป็นร้อยละ 41.25 แสดงว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจเรื่องหลักการทำงานของวงจร ดีกว่านักเรียนสายสามัญ และฐานนิยมที่นักเรียนทั้ง 2 หลักสูตรคือไม่ตอบ อาจเป็นเพราะไม่ทราบ หรือคำถามคลุมเครือ แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในสายอาชีพมีจำนวนมากกว่าสายสามัญ แสดงว่านักเรียนสายสามัญมีความเข้าใจในเรื่องนี้ดีกว่าสายสามัญ

ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายโซ่อธิบายมีดังต่อไปนี้

สายสามัญ : “แอมมิเตอร์ต้องต่อ อนุกรมกับวงจร ส่วนโวลต์มิเตอร์ต้องต่อขนานกับวงจร”

สายอาชีพ : “แอมมิเตอร์ใช้วัดกระแส โดยนำไปต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน ส่วนโวลต์มิเตอร์ใช้วัดความต่างศักย์ โดยนำไปต่อขนานกับตัวต้านทาน”

จากเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละสายตอบวิเคราะห์ได้ ดังนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจในการใช้แอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์ดีพอสมควร สังเกตได้จากคำอธิบายเหตุผลที่ให้มาในรูปแบบสอบถาม