

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้

- 1 เพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนใน วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดใหญ่โรงเรียนหนึ่ง ในจังหวัดขอนแก่น สังกัดกรมสามัญศึกษา
- 2 เพื่อหาปัจจัยและสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ว 306) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 2 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 89 คน

กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยทำการสัมภาษณ์ทั้งก่อนและหลังการเรียนการสอน โดยเลือกนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 66.67% ของแบบทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ ก่อนเรียน จำนวน 42 คน และหลังเรียน จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียน 2 กลุ่มนี้มาสัมภาษณ์ ก่อนเรียน จำนวน 25 คน และหลังเรียน จำนวน 25 คน โดยเรียงลำดับจากผู้ที่ได้คะแนนน้อยที่สุดขึ้นมา

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มี 3 ชนิด คือ

- 1) แบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุมมโนคติ 14 มโนคติ ได้ค่าสัมประสิทธิ์

แอลฟา เท่ากับ 0.87 ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.08 - 0.60 และมีค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.16 - 0.71

2) แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Non-structured interview test) เป็นการสนทนา ซักถาม โดยใช้คำตอบของนักเรียนเป็นตัวกำหนดคำถามของข้อต่อไป

3) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-participant observation) ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ "การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง" ของ De Cecco (1968), Tyler (อ้างถึงใน Hoover 1965), คณะอนุกรรมการการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของ ดิลก อุทะนุต (2523)

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนนี้ เป็นแบบ การจดบันทึกข้อความที่ได้จากการสังเกต โดยได้กำหนดหัวข้อที่ใช้ในการสังเกตไว้ล่วงหน้า แล้วจดบันทึกตามพฤติกรรมที่เห็น

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ IAP

ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ นำค่าที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าความดี และร้อยละ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัย แบ่งการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนทัศน์ออกเป็น 4 หัวข้อคือ

- 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า
- 2) วงจรไฟฟ้า
- 3) เครื่องใช้ไฟฟ้า
- 4) กำลังไฟฟ้า

5.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้

5.1.1.1 มโนติย้อยเรื่อง คุณสมบัติของสายไฟ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 59.55 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 38.20

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 49.44 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 7.87

ตัวอย่างมโนติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนไม่สามารถอธิบายความหมายของตัวอักษรที่กำกับบนสายไฟ ได้อย่างถูกต้อง เช่น

1. สายไฟฟ้าที่เขียนกำกับไว้ว่า 250 V ไม่สามารถใช้กับไฟฟ้าในบ้านได้ เพราะว่าไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านมีความต่างศักย์ 220 โวลต์
2. สายไฟฟ้าที่เขียนกำกับไว้ว่า 60 °C หมายความว่า ใช้กับอุณหภูมิ 60 °C เท่านั้น

5.1.1.2 มโนติย้อยเรื่อง ความปลอดภัยในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 51.68 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.25

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 42.70 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.25

ตัวอย่างมโนติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ช่วยเหลือคนให้ปลอดภัยจากการถูกไฟฟ้าดูดภายในบ้าน นักเรียนไม่สามารถบอกวิธีการช่วยเหลืออย่างถูกต้องและปลอดภัยได้ เช่น นักเรียนบอกว่า เมื่อไฟดูดน้องการช่วยเหลือที่ปลอดภัยควรหาผ้าแห้งมาคล้องตัวน้องแล้วดึงให้หลุดออกจากสายเตาเร็ดเสียก่อนแล้วจึงปฏิบัติในขั้นตอนต่อไป

5.1.1.3 มโนติย้อยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์และ กระแสไฟฟ้า

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 55.05 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 39.33

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 42.57 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 5.62

ตัวอย่างมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าได้ (บอกสูตรไม่ได้)
- นักเรียนเข้าใจว่ากำลังไฟฟ้าแปรผกผันกับกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์
- นักเรียนเข้าใจว่า ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์) จะมีเขียวกากับไ่วเฉพาะหลอดไฟเท่านั้น ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นจะไม่กากับไ่วเพราะว่าไม่ให้แสงสว่าง
- นักเรียนเข้าใจว่า วัตต์ เป็นหน่วยของแสงสว่าง

5.1.1.4 มโนติย่อยเรื่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าในบ้าน

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 76.16 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.24

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 32.48 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.12

ตัวอย่างมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่า เต้าเสียบ 3 ขา สามารถป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้
- นักเรียนเข้าใจว่า ลวดทองแดงเส้นเล็กๆ สามารถนำมาต่อแทนฟิวส์ได้อย่างปลอดภัย

5.1.1.5 มโนติย่อยเรื่อง ความต้านทานของลวดตัวนำ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 84.00 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.24

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 23.52 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.24

ตัวอย่างมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนมีความเข้าใจว่า ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำขึ้นอยู่กับชนิดของฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำ
- นักเรียนเข้าใจว่า ลวดทองแดงนำไฟฟ้าได้ดีและมีความต้านทานไฟฟ้าสูง
- นักเรียนเข้าใจว่า ลวดตัวนำที่มีขนาดใหญ่จะมีความต้านทานไฟฟ้ามาก
- นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของคำว่า ความนำไฟฟ้า และ ความต้านทานไฟฟ้า ของลวดตัวนำได้

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า
สรุปได้ดังนี้

1. พื้นฐานความรู้เดิม ความเชื่อ และประสบการณ์เดิมที่ได้พบเห็น ในชีวิตประจำวัน หรือความรู้เดิม ซึ่งเป็นแนวความคิดที่ไม่ถูกต้อง จึงทำให้นักเรียนลงข้อสรุป โดยใช้ความคิดเห็น ที่มีอยู่ในขอบเขตประสบการณ์ของตนเอง เช่น นักเรียนเคยเห็นผู้ปกครองใช้หลอดทองแดงต่อแทน ฟิวส์ จึงทำให้เชื่อว่า หลอดทองแดงสามารถใช้ต่อแทนฟิวส์ได้โดยไม่เป็นอันตราย
2. นักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ตรง ไม่ได้สัมผัสกับอุปกรณ์จริง ทำให้ต้องอาศัยการ จินตนาการซึ่งผิดไปจากที่เป็นจริง ตัวอย่างเช่น นักเรียนไม่เคยเห็นเต้าเสียบ 3 ขา ไม่เคย เห็นสายดิน จึงไม่สามารถอธิบายลักษณะและหลักการทำงานได้อย่างถูกต้อง
3. นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติย่อย ต่าง ๆ ได้ เช่น ไม่สามารถคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ไฟฟ้าได้
4. กิจกรรมการสอนของครูส่วนใหญ่เน้นการสอนแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติ ที่คลาดเคลื่อนได้
5. นักเรียนไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่เกิดความต้องการในการเรียนรู้ ขาดการฝึกฝน ในด้านการคิดคำนวณ
6. นักเรียนไม่ตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ตัวอย่าง เช่น นักเรียนเข้าใจว่า การที่จะช่วยเหลือคนถูกไฟฟ้าดูดนั้น สิ่งแรกที่จะต้องทำคือ หาวิธีการดึง คนออกจากสายไฟ แล้วจึงไปยกสะพานไฟ เพื่อตัดกระแสไฟฟ้า
7. นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน เช่น คู่กัน เล่นกันในระหว่างที่มีการเรียนการสอน

5.1.2 วงจรไฟฟ้า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้

5.1.2.1 มโนคติย่อยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 23.52 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 69.44

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 62.72 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 16.80

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้ (บอกสูตรไม่ได้)
- นักเรียนเข้าใจว่า กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์แปรผกผันกัน

5.1.2.2 มโนคติย่อยเรื่อง กระแสไฟฟ้ารั่ว

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 66.29 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 28.09

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 57.31 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 3.37

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนมีความเข้าใจว่า การตรวจสอบกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำได้ ดังนี้

- ใช้ไขควงสอดเข้าไปในเต้ารับ
- ดูจากสายไฟที่เก่าเมื่อจับดูทำให้ไฟดูด
- ดูตัวเลขในมิเตอร์
- สังเกตที่ข้างๆ สายไฟจะรู้สึกร้อนและมีกลิ่นเหม็น
- ใช้มือสัมผัสหรือแตะดูที่ตู้เย็นจะรู้สึกคันๆ เจ็บๆ

5.1.2.3 มโนคติย่อยเรื่อง วงจรไฟฟ้า

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 75.04 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 3.36

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 30.28 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 0.00

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่า ขณะที่เปิดไฟ (หลอดไฟสว่าง) เป็นวงจรเปิดและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- การกดสวิตช์เพื่อปิดไฟ เป็นการทำให้วงจรปิด

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องวงจรไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

1. ประสบการณ์ และความเชื่อของตัวนักเรียน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เช่น เคยได้สัมผัสกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้ารั่วออกมา แล้วไม่เป็นอันตรายใด ๆ จึงเชื่อว่า กระแสไฟฟ้าที่รั่วออกมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ไม่เป็นอันตราย สามารถใช้มือสัมผัสได้
2. นักเรียนไม่ได้ทำปฏิบัติการด้วยตัวเอง จึงขาดประสบการณ์ตรง ไม่ได้สัมผัสอุปกรณ์จริง ครูบอกแต่เพียงผลการทดลองเท่านั้น ทำให้นักเรียนได้รับรู้มโนคติแบบท่องจำ จึงไม่เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
3. ในกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนเน้นเฉพาะตัวอย่างมโนคติทางบวก โดยไม่ได้เสนอตัวอย่างมโนคติทางลบ จึงไม่มีการประเมินผลมโนคติของนักเรียน นอกจากนี้ ตัวครูผู้สอนเองไม่ตระหนักต่อการรับรู้มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ตัวอย่างเช่น ในบางคำถาม ครูถามแล้วนักเรียนตอบไม่ถูก แต่ครูก็ไม่ได้บอกอย่างใด ครูจะถามคำถามใหม่กับนักเรียนคนอื่น ๆ ต่อไป เป็นเหตุให้นักเรียนเกิดความสับสน ไม่แน่ใจในคำตอบของตนเองว่าตอบถูกหรือไม่
4. ภาษาที่ใช้ในทางวิชาการ และภาษาที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กัน เช่น นักเรียนเข้าใจว่า คำว่า วงจรปิด ความหมายเดียวกันกับคำว่า ปิดไฟ เพราะว่า ใช้คำว่า ปิด เหมือนกัน
5. ความไม่ตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนและครูไม่ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ในขณะที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนไม่ซักถามครูเกี่ยวกับประสบการณ์ของตนเอง จึงทำให้ความเชื่อที่มีอยู่เดิมนั้น ไม่ได้รับการแก้ไขให้ถูกต้อง
6. นักเรียนไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่ชอบวิชาที่เป็นคำนวณ และไม่พยายามฝึกทำโจทย์แบบฝึกหัด สังเกตได้จากการที่ครูให้โจทย์คำนวณ นักเรียนส่วนใหญ่จะลอกเพื่อน โดยไม่ได้ฝึกทำด้วยตนเอง
7. นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริงได้ เช่น นักเรียนสามารถท่องสูตรที่ใช้คำนวณได้ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าสัญลักษณ์จากสูตรนั้น หมายถึงอะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5.1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้

5.1.3.1 มโนติย่อยเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไฟพลังงานแสง

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 81.76 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 10.08

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 60.48 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.24

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้ นักเรียนเข้าใจว่า

- ลวดทั้งสแตนที่ใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้าควรมีขนาดใหญ่ และยึดเป็นเส้นตรง เพราะว่าเป็นโลหะที่หาง่าย ราคาไม่แพง มีจุดหลอมเหลวสูง เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะไม่ขาดง่าย
- เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟจะทำให้หลอดไฟสว่าง ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานแสง $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน
- เมื่อหลอดเรืองแสงสว่างแล้ว ถ้าเอาสตาร์ทเตอร์ออกจากวงจรหลอดไฟจะดับทันที

5.1.3.2 มโนติย่อยเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 77.53 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 5.62

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 57.30 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.12

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- ไดนาโม เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
- การเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เป็นหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

5.1.3.3 มโนติย่อยเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 72.80 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 4.48

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 40.32 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.12

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่า ขดลวดที่ให้พลังงานความร้อนในเตาไฟฟ้าทำจากโลหะต่างๆ ดังนี้
 - ลวดเงิน เพราะทำให้ความร้อนมาก ทนต่อความร้อน
 - ลวดทองแดง เพราะว้านำไฟฟ้าได้ดี ราคาถูก หาง่าย

- นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจำนวนเท่ากันเข้าไปในลวดที่มีความต้านทานต่างกัน ในระยะเวลาเท่ากัน ลวดที่มีความต้านทานต่ำจะเกิดความร้อนมากกว่าลวดที่มีความต้านทานสูง

5.1.3.4 มโนมิตีย่อยเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใหพลังงานเสียง

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 65.17 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 33.71

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 38.20 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 7.87

ตัวอย่างมโนคติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่า ไมโครโฟนและลำโพงเสียงในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใหพลังงานเสียงทำหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

- ไมโครโฟน ทำให้เสียงแคบ ๆ ได้ ส่วนลำโพงเสียงทำให้เสียงกระจายไปไกล ๆ ได้
- ไมโครโฟนขยายสัญญาณ ส่วนลำโพงเสียงขยายเสียง
- ไมโครโฟนเปลี่ยนเสียงให้เป็นไฟฟ้า ส่วนลำโพงทำหน้าที่ขยายเสียง

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

1. ประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่เป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนเคยพบเห็นว่า หลอดไฟถ้าเปิดทิ้งไว้นาน ๆ แล้วจับที่ผิวด้านนอก จะรู้สึกร้อน ทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน จาก พลังงานแสง—>พลังงานความร้อน

2. นักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ตรง เช่น นักเรียนไม่ได้พบเห็นไดนาโมและมอเตอร์จริง จึงไม่รู้แน่ชัดว่ามีลักษณะอย่างไร

3. กระบวนการเรียนการสอนไม่มีการเชื่อมโยงมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่ ตัวอย่างเช่น ครูอธิบายหลักการทำงานของสตาร์ทเตอร์ว่า กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าไปในสตาร์ทเตอร์ซึ่งมีก๊าซที่ติดไฟ พอติดไฟก็จะเกิดความร้อน เมื่อเกิดความร้อน โลหะ 2 อันก็จะโค้งเข้ามาแตะกัน และความต้านทานก็จะลดลง ซึ่งครูไม่ได้ทบทวนมโนคติเดิมที่นักเรียนเคยมีมาก่อนว่า โลหะเมื่อได้รับความร้อนแล้วจะขยายตัว ทำให้โค้งมาแตะกันได้

4. ผู้สอนไม่ได้ยกตัวอย่างมโนคติทางบวกและทางลบไปพร้อม ๆ กัน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถลงข้อสรุปที่ตรงกันข้ามกับความคิดของตนเองได้ เช่น ครูไม่ได้เปรียบเทียบลวดตัวนำชนิดต่าง ๆ ที่มีค่าความต้านทานต่างกัน เช่น ทองแดง กับ นิโครม ว่าลวดชนิดใดเหมาะที่จะนำมา

มาใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน ครอบคลุมแต่เพียงว่าที่นำมาใช้คือลวดนิโครมเท่านั้น

5. นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน คุกกันในระหว่างเรียน ทำให้การรับรู้โนมติกลาดเคลื่อนได้

5.1.4 กำลังไฟฟ้า นักเรียนมีโนมติกลาดเคลื่อน (PS+AC) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้

5.1.4.1 มโนติย้อยเรื่อง พลังงานไฟฟ้า

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีโนมติกลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 70.56 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 26.88

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีโนมติกลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 63.84 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 7.84

ตัวอย่างมโนติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์
- นักเรียนไม่สามารถบอกวิธีการคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าได้

5.1.4.2 มโนติย้อยเรื่อง มาตรการไฟฟ้า

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีโนมติกลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 58.24 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.24

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีโนมติกลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 30.24 และไม่เข้าใจมโนติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.12

ตัวอย่างมโนติที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน มีดังนี้ คือ นักเรียนเข้าใจว่า

- มาตรการไฟฟ้าใช้วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า และ ใช้วัดความต้านทานไฟฟ้า
- การเลือกใช้มาตรการไฟฟ้า ควรเลือกขนาดใหญ่ที่สุด เพื่อให้ทนทาน และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้มาก

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนติกลาดเคลื่อน เรื่อง กำลังไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

1. ความเชื่อ และประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่พบเห็นมาอย่างไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น นักเรียนเชื่อว่าในบ้านเรือนของเรานั้น จะต้องเลือกใช้มาตรการไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ที่

สุด เพื่อให้รับกระแสไฟฟ้าได้มาก ๆ และทนทาน

2. เนื้อหาเป็นนามธรรม เข้าใจยาก โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นคำนวณ

3. นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน ไม่ฝึกทำแบบฝึกหัด เช่น นักเรียนบางคนเมื่อครูให้ทำโจทย์คำนวณ มักใช้วิธีการลอกจากเพื่อน ไม่ได้คิดเอง ทำเอง ทำให้ไม่เกิดทักษะในการคำนวณ

4. นักเรียนขาดแรงกระตุ้น ที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดมโนคติ ไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้ตระหนักถึงความสำคัญที่จะคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า เพราะโดยหลักปฏิบัติจริง ๆ แล้ว ไม่ได้กระทำในชีวิตประจำวัน จึงเห็นว่าไม่มีความจำเป็นที่จะต้องคำนวณเอง เพราะสามารถอ่านค่าได้จากมาตรไฟฟ้าอยู่แล้ว

5. พฤติกรรมการสอน ครูเน้นการสอนแบบบรรยาย โดยนักเรียนไม่ได้สัมผัสอุปกรณ์จริง จึงไม่เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

5.1.5 สรุปสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้แก่

1. พฤติกรรมการเรียนการสอน เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดขึ้น เช่น ครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ตัวครูไม่ตระหนักต่อความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน จะเห็นได้จากการที่ครูเริ่มต้นบทเรียน โดยไม่ได้ค้นหาความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน การเน้นเฉพาะมโนคติทางบวกโดยไม่ยกตัวอย่างมโนคติทางลบ นอกจากนี้ครูไม่เน้นมโนคติพื้นฐานที่สำคัญ ไม่เน้นการเชื่อมโยงมโนติย่อย และยังขาดการเชื่อมโยง ระหว่างมโนคติที่จะรับเข้าใหม่กับประสบการณ์ ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน การที่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติการจริง ไม่มีประสบการณ์ตรง ไม่ได้สัมผัสอุปกรณ์จริง ทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และไม่เกิดความคงทนในการจำ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้

2. เนื้อหาหลักสูตร เกิดจากเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะการคำนวณ สูตรและสัญลักษณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ภาษาที่ใช้ในเชิงวิชาการ กับภาษาที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวันไม่สอดคล้องสัมพันธ์กัน จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

3. ตัวผู้เรียน เกิดจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ ความเชื่อ ประสบการณ์ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ในการรับรู้มโนคติ สถานการณ์การเรียนรู้มโนคติของนักเรียน ตลอดจนพฤติกรรมการเรียนรู้มโนคติของนักเรียน นักเรียนไม่ตั้งใจเรียนขณะที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งการอภิปรายตามเนื้อหาเป็น 4 หัวข้อ คือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า
2. วงจรไฟฟ้า
3. เครื่องใช้ไฟฟ้า
4. กำลังไฟฟ้า

5.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง คุณสมบัติของสายไฟ เช่น "สายไฟฟ้าที่เขียนกำกับไว้ว่า 250 V 60 °C PVC 2 x 1.0 SQ.mm. หมายความว่า สายไฟเส้นนี้มีความต่างศักย์ 250 โวลต์ใช้กับอุณหภูมิ 60 °C และไม่สามารถใช้กับไฟฟ้าในบ้านเรือนได้" เรื่องความปลอดภัยในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เช่น "เมื่อน้องถูกไฟดูดการช่วยเหลือที่ปลอดภัยคือ หาผ้าแห้งมาคล้องตัวน้องแล้วดึงให้หลุดออกจากสายไฟก่อนแล้วจึงไปยกสะพานไฟเพื่อดับไฟทั้งบ้าน" เรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าในบ้าน เช่น "เต้าเสียบ 3 ขา สามารถป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้ และเข้าใจว่าสามารถนำลวดทองแดงเส้นเล็ก ๆ มาต่อแทนฟิวส์ได้อย่างปลอดภัย" เรื่องความต้านทานของลวดตัวนำ เช่น "นักเรียนเข้าใจว่า ความต้านทานของลวดตัวนำขึ้นอยู่กับขนาดที่หุ้มตัวนำ" และ "ลวดตัวนำที่มีขนาดใหญ่จะมีความต้านทานมากกว่าลวดตัวนำขนาดเล็ก" เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า เช่น "นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง (บอกสูตรและคำนวณไม่ได้) และนักเรียนเข้าใจว่า กำลังไฟฟ้าแปรผกผันกับกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์"

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอภิปรายได้ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่า มีนักเรียนเป็นจำนวนมากที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในมโนคติที่เป็นข้อความรู้ประเภทมโนคติที่ได้จากความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นมโนคติที่ได้จากการสังเกตโดยตรง มีการโยงความคิดในเชิงเหตุผล และจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน ครูจัดกิจกรรมการสอน โดยเน้นวิธีการสอนแบบบรรยายและถาม-ตอบ นักเรียนไม่ได้ทำปฏิบัติการ ทำให้ไม่ได้รับประสบการณ์ตรง ไม่ได้สัมผัสกับอุปกรณ์จริง จึงทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ซึ่งได้เสนอแนะหลักการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติไว้ว่า "การจัด

ประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน ให้ได้สัมผัสของจริงมากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย และการนำประสบการณ์ตรงมาใช้ในการสอน ก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ขึ้นมาด้วยตนเองได้" และ "วิธีสอนแบบบรรยาย ควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนติดอย่างผิด ๆ ได้ง่าย"

จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจว่าลวดทองแดงเส้นเล็กๆ สามารถนำมาต่อแทนฟิวส์ได้ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนนั้นมาจากความเชื่อและประสบการณ์ที่ได้พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น นักเรียนเคยเห็นผู้ปกครองต่อไฟในบ้าน ซึ่งสาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้สอดคล้องกับคำกล่าวของ ฟิชเชอร์ (Fisher อ้างถึงใน วราภรณ์, 2532) ซึ่งได้กล่าวถึงสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องก็เกี่ยวกับความเชื่อมั่น ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบและมีแนวโน้มจะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย"

5.2.2 วงจรไฟฟ้า จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระแสไฟฟ้าเร็ว เช่น "สามารถตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่เร็วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดย ใช้ไขควงสอดเข้าไปในเต้ารับ, สวิตช์ที่ข้าง ๆ สายไฟจะรู้สึกร้อนและมีกลิ่นเหม็น หรือใช้มือแตะที่ตู้เย็นจะรู้สึกคัน ๆ เจ็บ ๆ " เรื่องวงจรไฟฟ้า เช่น "ขณะเปิดไฟ (หลอดไฟสว่าง) เป็นวงจรเปิดและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และการกดสวิตช์เพื่อปิดไฟเป็นการทำให้วงจรปิด" และเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า เช่น "นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า ได้ถูกต้อง และใช้สูตร $V=IR$ ไม่ถูกต้อง" ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โคเฮน และคณะ (Cohen et al., 1982) ที่ได้ทำการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยพบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์, กระแสไฟฟ้าและความต้านทานได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนมักใช้สูตร $V=IR$ ไม่ถูกต้อง

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน อภิปรายผลได้ดังนี้

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง กระแสไฟฟ้าเร็ว พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้อยู่มาก โดยมีความเข้าใจว่า กระแสไฟฟ้าที่เร็วออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่เป็นอันตราย และเราสามารถตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่เร็วออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยใช้มือสัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวนี้ เกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียน

เคยล้มล้มด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเชื่ออย่างฝังใจว่า กระแสไฟฟ้าที่รั่วออกมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่เป็นอันตราย เพราะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย สาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในลักษณะนี้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ คักดีลิน สมอุมจารย์ (1990) ที่ว่า นักเรียนอาจจะมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมาจากสาเหตุอย่างหนึ่งคือ นักเรียนพยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตของตนเอง และนักเรียนไม่สามารถพัฒนาเหตุผลที่เป็นนามธรรมได้ เพราะเนื้อหาเรื่องนี้ ค่อนข้างเป็นนามธรรม จึงยากต่อการทำความเข้าใจ

จากการสัมภาษณ์เด็กชายก่อเกียรติ เรื่อง วงจรไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจสับสนเกี่ยวกับวงจรเปิด - วงจรปิด ซึ่งสาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้ เนื่องมาจากภาษาที่ใช้ในทางวิชาการ และภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กัน จึงเป็นเหตุให้นักเรียนเกิดความสับสน และมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวนี้สอดคล้องกับข้อสรุปของ เขียวแก้ว (Kiokaew S. อ้างถึงใน นภาพร แก้วโนนจิว, 2537) ที่ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ 4 ประการคือ

1. ตำราเรียน
2. ระดับพัฒนาการทางสติปัญญา
3. ภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร
4. ตัวครูผู้สอน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน พบว่า ครูผู้สอนเน้นเฉพาะมโนคติที่ถูก ที่ใช้โดยไม่เน้นมโนคติที่ไม่ใช่ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ไม่แน่ใจในคำตอบที่ตนเองตอบ และไม่เกิดมโนคติที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ สาเหตุนี้สอดคล้องกับ จอห์น ดี เดอ เซคโค (De Cecco อ้างถึงใน กรรณิกา, 2534) ซึ่งได้เสนอแนะวิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติไว้ว่า "ครูควรแสดงตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบของมโนคติที่ต้องการสอนให้นักเรียนได้สังเกตและศึกษา โดยตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบจะต้องมีมากเพียงพอ ที่จะทำให้นักเรียนสรุปลักษณะร่วมของมโนคตินั้น และจำแนกลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับมโนคตินั้นออกไป "

จากการสัมภาษณ์เด็กชายสิโรฒ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้อยู่มาก ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากตัวนักเรียนไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่ชอบวิชาที่เป็นคำนวณ ท่องสูตรไม่ได้ และทำให้นักเรียนไม่ยอมตอบคำถามเกี่ยวกับการคำนวณ ซึ่งสังเกตได้จากตารางที่

21 พบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่ตอบคำถาม โดยก่อนเรียนมีร้อยละ 69.44 และหลังเรียนมีร้อยละ 16.80 นอกจากนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยนักเรียนไม่สามารถแยกสูตรในการคำนวณ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากครูผู้สอนไม่ได้อธิบายเน้นถึงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ระหว่าง V, I, R เพียงแต่ให้สูตร บอกสัญลักษณ์จากสูตร และยกตัวอย่างการคำนวณ จึงทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เป็นแต่เพียงการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote learning) นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริง จึงทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ไพน์ส และ เวส (Pines and West อ้างถึงใน กรรณิกา แจ่มื่นไวย, 2534) ที่ได้แบ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้ ที่แตกต่างกันว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากสถานการณ์ ที่ให้ความรู้โดยสัญลักษณ์ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริงได้"

5.2.3 เครื่องใช้ไฟฟ้า จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง เช่น "เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟจะทำให้หลอดไฟสว่าง และมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนี้คือ พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานแสง $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน " เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เช่น "ไดนาโม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล" เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน เช่น "เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจำนวนเท่ากันเข้าไปในหลอดที่มีความต้านทานต่างกัน ในระยะเวลาเท่ากัน หลอดที่มีความต้านทานต่ำจะเกิดความร้อนมากกว่าหลอดที่มีความต้านทานสูง เพราะหลอดที่มีความต้านทานต่ำกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปได้มาก จึงทำให้เกิดความร้อนมากกว่า" และเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงเช่น "ไมโครโฟนทำหน้าที่ขยายสัญญาณ ลำโพงเสียงทำหน้าที่ขยายเสียง"

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอภิปรายได้ ดังนี้

จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อนี้อยู่มาก โดยมีสาเหตุมาจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น เคยพบเห็นว่า หลอดไฟถ้าเปิดไว้นานๆ แล้วจับตู้ที่ผิวด้านนอกจะรู้สึกร้อน จึงทำให้เข้าใจคลาดเคลื่อนว่ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากพลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานแสง $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน ในเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากพฤติกรรมการให้ มโนคติของครู โดยขณะที่ครูให้มโนคตินั้น บางครั้งไม่ได้เชื่อมโยงมโนคติเดิมให้เข้ากับมโนคติ ใหม่ ตัวอย่างเช่น ขณะที่ครูอธิบายหลักการทำงานของสตาร์ทเตอร์ ครูบอกนักเรียนว่า กระแส ไฟฟ้าวิ่งเข้าไปในสตาร์ทเตอร์ ซึ่งมีก๊าชที่ติดไฟ พอไฟติดก็จะเกิดความร้อน เมื่อเกิดความร้อน โลหะ 2 อัน ก็จะโค้งมาแตะกันและความต้านทานก็จะลดลง ซึ่งครูไม่ได้ทบทวนมโนคติพื้นฐานที่ นักเรียนมีมาก่อนว่าโลหะเมื่อได้รับความร้อนแล้วจะขยายตัว ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติ ที่คลาดเคลื่อนได้เนื่องจากโครงสร้างทางสติปัญญายังไม่แข็งแกร่งพอที่จะรับมโนคติใหม่ได้ จึงทำ ให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เกิดการสับสนในการรับรู้มโนคติ ซึ่งเหตุผลนี้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ โนวาคและโกวิน (Novak & Govin, 1985) ที่กล่าวว่าการเรียนรู ้อย่างมีความหมายเกิดขึ้นเมื่อ ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนคติหรือ กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วอย่างสัมพันธ์กัน

นอกจากนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ พลังงานความร้อน พบว่า ครูให้มโนคติโดยเน้นเฉพาะมโนคติทางบวก และไม่ได้ให้มโนคติทาง ลบแก่นักเรียน จะเห็นได้จากการซักถามให้นักเรียนตอบ เมื่อนักเรียนตอบผิดครูจะไม่อธิบาย ต่อและไม่บอกนักเรียนว่า คำตอบนั้นไม่ถูก โดยครูจะเน้นอธิบายเฉพาะมโนคติที่ถูกเท่านั้น จึง เห็นได้ว่าตัวครูผู้สอนไม่ตระหนักถึงความสำคัญในการรับรู้มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่ง นักเรียนไม่สามารถแยกแยะลักษณะที่แตกต่างกันของมโนคติ จึงทำให้การรับรู้มโนคติคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ เดอ เซคโค (De Cecco อ้างถึงใน กรรณิกา แจ่มพินัยไวย, 2534) ที่ได้เสนอวิธีการสอน เพื่อให้เกิดมโนคติไว้ข้อหนึ่งว่า ครูควรเสนอตัวอย่างทั้งทางบวก และทางลบของมโนคติที่ต้องการสอนให้นักเรียนได้สังเกตและศึกษา โดยตัวอย่างทั้งทางบวกและ ทางลบจะต้องมีมากเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนสรุปลักษณะร่วมของมโนคตินั้น และจำแนกลักษณะที่ ไม่เกี่ยวข้องกันกับมโนคตินั้นออกไป

5.2.4 กำลังไฟฟ้า จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง พลังงานไฟฟ้า เช่น "ไม่สามารถบอกสูตรและวิธีการคำนวณหาค่าพลังงาน ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง" และเรื่อง มาตรการไฟฟ้า เช่น "มาตรการไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า และเข้าใจว่า การเลือกมาตรการไฟฟ้าควรเลือกขนาดใหญ่ที่สุด เพื่อให้ทนทานและสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้มาก"

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน ในเรื่อง มาตรการไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

อภิปรายได้ ดังนี้

จากการพิจารณาเนื้อหา พบว่า เนื้อหาในเรื่องนี้มีลักษณะเป็นนามธรรม เนื้อหาค่อนข้างยาก เป็นการคำนวณ ซึ่งจากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน สาเหตุเนื่องมาจากนักเรียนไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มักจะมีความเชื่ออยู่ตลอดเวลาว่าการคำนวณเป็นเรื่องยาก โดยเฉพาะการคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมาคำนวณ เพราะในชีวิตประจำวันก็ไม่ได้คำนวณเองอยู่แล้ว นักเรียนไม่มีการฝึกฝนตนเองอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ไม่เกิดแรงกระตุ้นที่จะช่วยส่งเสริมการเกิดมโนคติของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่มิมโนคติในเรื่องนี้ สังเกตได้จากตารางที่ 37 พบว่า ก่อนเรียนร้อยละ 26.88 และหลังเรียนร้อยละ 7.84 ซึ่งจะเห็นว่ามโนคติของนักเรียนจำนวนมากตั้งใจไม่ตอบคำถาม ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ พบว่า สาเหตุที่นักเรียนไม่ตอบคำถามเพราะนักเรียนไม่สามารถทำการคำนวณได้ เนื่องจากไม่มีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทำให้รู้สึกไม่ชอบวิชาที่เป็นคำนวณ จึงไม่ตอบคำถามนั้น ซึ่งถ้าหากนักเรียนมีพื้นฐานความรู้เดิม และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้มาบ้าง ก็จะช่วยให้นักเรียนรับรู้มโนคติใหม่ได้ดียิ่งขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียนยังไม่แข็งแกร่งเพียงพอที่จะรับมโนคติใหม่เข้าไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ที่ได้เสนอหลักการสร้างมโนคติว่า ครูควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ซึ่งปัจจัยข้อหนึ่งกล่าวว่าประสบการณ์เดิมของนักเรียน ประสบการณ์และมโนคติที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนคติในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์หรือมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้นๆ มาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอจะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนคติได้ดียิ่งขึ้น

สาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอภิปรายได้ดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพิจารณาเนื้อหาหลักสูตรในเรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยละเอียดแล้ว พบว่า เนื้อหาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรม เนื้อหาค่อนข้างยาก บางส่วนมีการคำนวณต้องใช้สูตร ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกฝนให้ชำนาญ เพื่อให้เกิดการรับรู้มโนคติที่ถูกต้อง ซึ่งมีมโนคติที่เป็นข้อความรู้ส่วนใหญ่จัดเป็นกลุ่มของมโนคติที่ได้จากความสัมพันธ์ (Relation concept) และมโนคติที่ได้จากทฤษฎี (Theoretical concept) ซึ่งมีมโนคติประเภทนี้มีความเป็นนามธรรมสูง นักเรียนเข้าใจยาก มโนคติเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้จากการสังเกตโดยตรง และมีการโยงความคิดในเชิงเหตุผล ดังนั้นผู้เรียนจะต้องสร้างมโนคติให้เกิดขึ้นในตนเอง ซึ่งจะเริ่มจากการสังเกต การรับรู้ การจัด

ระบียบความคิด และนำมาแยกแยะประสบการณ์แล้วนำมาสัมพันธ์กับความคิดของตน เกิดเป็นความเข้าใจเพื่อสรุปคุณลักษณะเฉพาะของมโนตินั้นๆ การที่ผู้เรียนจะรับรู้มโนติดังกล่าวนั้น ตัวผู้เรียนเองจะต้องมีความพร้อม ไม่ว่าจะเป็นด้านสติปัญญา วุฒิภาวะ พื้นฐานความรู้เดิม ประสบการณ์ ตลอดจนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงกระตุ้นที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนติที่ถูกต้องได้

จากการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อหาสาเหตุของการเกิดมโนติที่คลาดเคลื่อน ในส่วนที่เป็นสาเหตุจากตัวนักเรียนเองพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเนื่องมาจากประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ความเข้าใจที่เป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมาก่อน และไม่ได้ได้รับการแก้ไขให้ถูกต้อง ความเข้าใจเหล่านั้นจึงติดอยู่ในความคิดของนักเรียนตลอดมา จึงทำให้นักเรียนพยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตของตนเอง (ศักดิ์สิน สมอุมจารย์, 1990)

การสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการรับรู้มโนติของนักเรียน ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการเกิดมโนติที่คลาดเคลื่อนในการวิจัยครั้งนี้ ในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนนั้นพบว่า จากมโนติย่อย 14 มโนติ ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบรรยาย มีบางกิจกรรมสอนแบบทดลอง บางกิจกรรมแทรกสื่อแผ่นใสและแทรกคำถามคำตอบ เมื่อนักเรียนได้เรียนเนื้อหาในบทเรียนทุกมโนติแล้ว พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีมโนติที่คลาดเคลื่อน ลดลงทุกมโนติ แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู มีผลทำให้นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อนลดลง แต่ยังมีบางมโนติที่นักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนในบางเรื่อง จะเห็นได้ว่า ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม ต่อการรับรู้มโนติของนักเรียน มีการจัดประสบการณ์จริงให้นักเรียนได้สัมผัสกับอุปกรณ์จริง ใช้อุปกรณ์การสอนตรงกับเนื้อหาและนักเรียนได้ทำปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนเกิดการรับรู้มโนติที่ถูกต้อง ซึ่งสนับสนุนคำกล่าวของ พันธ์ (2526) ที่ได้กล่าวถึงการสอน เพื่อให้เกิดมโนติไว้ ข้อหนึ่งว่า ครูควรจัดหาประสบการณ์ที่เป็นจริง การอธิบายมโนติจะชัดเจนหากว่าการอธิบายนั้นสัมพันธ์กับสิ่งที่เข้าใจอยู่ก่อนแล้ว โดยเฉพาะหากเป็นสิ่งที่มิใช่ลักษณะเป็นของจริง หรือประสบการณ์จริงในกรณีเช่นนี้การหาอุปกรณ์การสอนที่ตรงกับเรื่อง จะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ดีขึ้น

อย่างไรก็ตามในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน พบว่า มีพฤติกรรมบางอย่างที่เป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีมโนติที่คลาดเคลื่อนในบางหัวข้อ ซึ่งสาเหตุเหล่านั้นเกิดจากการจัด

กิจกรรมในขณะที่มีการเรียนการสอน ตัวครูเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้มีขึ้นในห้องเรียน โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ เป็นปัจจัยสำคัญในการแปลความหมายของสิ่งที่เรียนรู้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นๆ และสิ่งสำคัญที่สุดคือ ครูผู้สอนจะต้องค้นหาความรู้เดิม ที่นักเรียนมีอยู่ก่อนเรียน เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน ซึ่งจากทฤษฎี Constructivism (อ้างถึงใน วรพงษ์รีย มังสิงห์, 2536) ได้กล่าวไว้ว่า "ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์กำหนดขึ้น ดังนั้นการรับรู้ของมนุษย์จึงถูกกำหนดโดยความรู้เดิม ความเชื่อ ทฤษฎีและความคาดหวังของแต่ละบุคคล การทำความเข้าใจต่อเหตุการณ์หนึ่ง ๆ จึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์นั้นเพียงอย่างเดียว หากยังขึ้นอยู่กับแปลความหมายของความรู้ ของบุคคลนั้น ๆ ด้วย" ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการสอน ครูจะต้องเริ่มต้นจากพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ที่นักเรียนรับเข้าใหม่ได้เป็นอย่างดี สาเหตุของกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน มีหลายประการ เช่น การเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก บางครั้งพบว่าครูนำวิธีการสอนแบบบรรยาย มาใช้แทนวิธีสอนแบบทดลอง ทำให้นักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ตรง จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ ดังคำแนะนำของคณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แก่นักเรียนไว้ว่า ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียน และนักเรียนในการสอนสิ่งใดก็ตาม ครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอน และจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยาย ควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพ ที่จะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์อย่างผิด ๆ ได้ง่าย นอกจากนี้การเชื่อมโยงมโนคติ ครูไม่ได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนคติ หรือข้อความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียน ทำให้มโนคติไม่สอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง เป็นเหตุให้นักเรียนรับรู้มโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนพบว่า ตัวครูผู้สอนไม่ได้ใส่ใจและไม่ให้ความสำคัญในการรับรู้มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากการให้มโนคติ โดยครูจะเน้นเฉพาะมโนคติบวก ส่วนมโนติด้านลบครูจะไม่กล่าวถึง ทำให้การรับรู้มโนคติคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถแยกลักษณะที่แตกต่างกัน ของมโนคติได้ พฤติกรรมดังกล่าวในบางครั้งทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในขณะที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ครูไม่ได้ทำการแก้ไข ในส่วนที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เป็นเหตุให้นักเรียนเข้าใจว่าตัวอย่างมโนคติ (มโนติด้านลบ) ที่นักเรียนตอบครูไปนั้นเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องแล้ว ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่ง ที่ทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ สาเหตุดังกล่าวนี้สนับสนุนคำกล่าวของ ไพน์ส และ เวส (Pines and West อ้างถึงในกรรณิกา, 2534) ที่ได้กล่าวเกี่ยวกับสถานการณ์การเรียนรู้ที่ทำ

ให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ คือมโนคติที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน แบ่งตามขั้นตอนของการเกิดมโนคติ 3 ระยะ คือ ระยะการรับรู้ , ระยะการไม่สมดุลย์ และระยะการจัดระบบใหม่ ซึ่งในระยะการรับรู้ นั้น ครูจะต้องจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อชักนำในสิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียนให้ปรากฏออกมา ในระยะนี้นักเรียนจะสร้างความรู้ใหม่ในขอบเขตของตน และเมื่อไม่พบสิ่งที่พอใจ อาจจะทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ เป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องแก้ไขความคิดที่เกิดขึ้น

โดยสรุปแล้ว การที่นักเรียนจะได้รับมโนคติที่ถูกต้องและไม่คลาดเคลื่อนนั้นมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้องซึ่งได้แก่ ตัวนักเรียนเอง โดยนักเรียนจะต้องมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความตั้งใจจริงที่จะรับรู้มโนคติ นอกจากนี้ ตัวครูผู้สอนเองเป็นผู้มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะต้องเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหา หลักสูตร มีการจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน ให้นักเรียนทำการปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความหมาย และที่สำคัญครูจะต้อง ใส่ใจในการรับรู้มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แล้วทำการแก้ไขมโนคติที่คลาดเคลื่อนนั้น ให้เป็นมโนคติที่ถูกต้องได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และได้ทราบปัจจัยและสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังนั้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป ลักษณะเนื้อหาในบทนี้ เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก มีลักษณะเป็นนามธรรมเกือบทุกมโนคติ จากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู พบว่า ครูผู้สอนจะเน้นการคำนวณค่อนข้างมาก ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าเป็นเรื่องยาก ต้องใช้ทักษะการคำนวณ ดังนั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลง จึงควรปรับปรุงให้มีลักษณะเป็นนามธรรมน้อยที่สุด เช่น จัดทำเนื้อหาในบทเรียนให้อยู่ในลักษณะรูปธรรม จัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงมากที่สุด ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถจัดให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองได้ ควรมียุทธวิธี แผนภาพ เครื่องช่วยสอน หรือสื่อที่เหมาะสมในการสอนมโนคติประกอบการบรรยาย เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพจริงอย่างชัดเจนและมีความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ด้านการเรียนการสอน

เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องยิ่งขึ้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

5.3.2.1 ครูควรใส่ใจในการรับรู้แนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เมื่อใดที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องใด ครูควรทำการแก้ไขให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะทำได้ โดยการให้ทำแบบทดสอบวัดมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วจัดกิจกรรมการสอนโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐาน

5.3.2.2 ในการประเมินผลมโนคติ ครูควรเพิ่มทักษะการเขียน การอธิบายตลอดจนเน้นคำถามที่ให้เหตุผลในการตอบเช่น ในแบบทดสอบควรมีคำถามว่า อย่างไร? เพราะเหตุใด? เพื่อให้ นักเรียนได้เขียนคำอธิบาย และคิดหาเหตุผลในการตอบคำถาม และจะทำให้ครูผู้สอนทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ หรือไม่เพียงใด หรือนักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ เพื่อครูจะได้ทำการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นให้ถูกต้อง

5.3.2.3 ควรเลือกใช้วิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียนโดยเน้นให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและได้สัมผัสอุปกรณ์จริงให้มากขึ้น นอกจากนี้ควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน วิธีการสอนแบบบรรยาย ควรนำมาใช้ให้น้อยที่สุด เพราะจะทำให้ นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้

5.3.2.4 ควรเน้นให้นักเรียนได้ทำปฏิบัติการจริง ให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความหมาย

5.3.2.5 ครูผู้สอนควรให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดในเรื่องที่จะสอนมีการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่ ซึ่งจะทำให้โครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียนแข็งแกร่งพร้อมที่จะรับรู้แนวคิดใหม่และเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

5.3.2.6 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูไม่ควรเน้นการคำนวณให้มากเกินไป ซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีความรู้สึกว่าการเรียนนั้นยาก ไม่ชอบเรียน และไม่ชอบฝึกการคิดคำนวณ

5.3.3 ด้านการวิจัย

5.3.3.1 ควรทำการศึกษาวิจัยในเรื่องเดียวกันนี้ กับกลุ่มประชากรอื่น ๆ เพื่อจะได้เปรียบเทียบผลการวิจัยว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

5.3.3.2 ควรทำการศึกษาวิจัยในวิชาอื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้ทำการศึกษามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่กว้างและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

5.3.3.3 ควรทำการศึกษาวิจัยวิธีการสอน เพื่อแก้ไขมนต์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

5.3.3.4 ควรทำการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบมนต์ที่คลาดเคลื่อน ในเรื่องเดียวกันนี้ ระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย ว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น