

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การ
การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3

ผู้ศึกษา นางสาวนันทน์ภัส ลิมสันติธรรม **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษย์ **ปีการศึกษา** 2546

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของ
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การ
ศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียน
ปทุมคงคา และโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี จำนวน 316 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดมโนคติเรื่องความร้อน แบบทดสอบมีลักษณะเป็น
แบบทดสอบอัตนัย วัดมโนคติของนักเรียนในเรื่องความร้อน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับ
มัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน
เรื่องความร้อน 5 กลุ่มดังนี้ 1) มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำและน้ำแข็ง
2) มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ 3) มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมดุล
ความร้อน 4) มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน 5) มโนคติที่คลาดเคลื่อน
เกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย

คำสำคัญ มโนคติที่คลาดเคลื่อน ความร้อน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินดาบุรุษย์ อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ และรองศาสตราจารย์
ดร.สุจินต์ วิสุทธิรานนท์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเมตตา
และเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำ ตลอดจน
ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอย่างดียิ่ง ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน
อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์โรงเรียนปทุมคงคา และโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ที่ให้ความร่วมมือ
ในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เส็งหะพันธ์
รองศาสตราจารย์ อนันตสิน เตชะกำพูน ที่คอยเป็นที่ปรึกษาด้านเนื้อหาทางฟิสิกส์ แก้ไขเครื่องมือ
ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และให้ความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ จนทำให้การวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณบิดา มารดา พี่สาว เพื่อนๆ พี่ๆ หัวหน้าสาขาฟิสิกส์และอาจารย์ในสาขา
ฟิสิกส์ของ สสวท. ที่ให้กำลังใจ และคำชี้แนะด้วยดีเสมอมา ซึ่งผู้วิจัยถือว่ามีค่าเป็นอย่างยิ่ง และ
ขอระลึกถึงพระคุณคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจการศึกษาทั้งหมด

นันทน์ภัท ลิมสันติธรรม

เมษายน 2547

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
มโนคติ	4
มโนคติที่คลาดเคลื่อน	8
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	18
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
การเก็บรวบรวมข้อมูล	21
การวิเคราะห์ข้อมูล	21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	22
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	52
สรุปการวิจัย	52
อภิปรายผล	55
ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	61
ก ราชานามผู้ทรงคุณวุฒิ	62
ข แบบตรวจความถูกต้องของเนื้อหา	65
ค หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย	73
ง แบบทดสอบวัดมโนคติเรื่องความร้อน.....	76
จ แบบฟอร์มกระดาษคำตอบ	83
ฉ แบบฟอร์มขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ	86
ประวัติผู้ศึกษา	92

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดของโรงเรียน.....	19
ตารางที่ 4.1 จำนวน และร้อยละของผู้ตอบแบบทดสอบในแต่ละตัวเลือก	22

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546: 1-6) โดยมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากกระบวนการสร้างองค์ความรู้ที่ได้จากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หรือจากกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียน หรือจากประสบการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (Pines and West, 1989: 583: 604) ดังนั้นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงเป็นความคิดของนักเรียนที่มีมาก่อน รวมเข้าด้วยกันกับความคิดของนักเรียนที่ได้รับเข้ามาในปัจจุบัน (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ 2540: 1-11) ถ้าความคิดที่มีมาก่อนของนักเรียนนั้นเป็นความคิดที่ไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์หรือเป็นความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ไม่มีเหตุผลเพียงพอ และปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ย่อมจะมีผลต่อการเรียนรู้มโนคติต่อไป (สุชาติ โสมประยูร 2512: 27-28) และอาจนำไปสู่มโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ (Berman and etal , 1995)

ความคิดที่คลาดเคลื่อนนี้จะฝังอยู่ในใจอย่างแนบแน่น และกลายเป็นปัญหาที่ยากต่อการแก้ไขในภายหลัง ที่ผ่านมามีผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนนะ (2534: 6-33) ศึกษาความเข้าใจที่ผิดพลาดในเรื่องแรง ความเร่ง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องแรง ความเร่ง และกฎการเคลื่อนที่ นายอนันต์ วงศ์พิเชษฐ์ (2534: 6-34) ได้สำรวจความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ และนายสำเร็จ สระขาว (2540) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องการแพร่และออสโมซิสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่และออสโมซิส มโนคติเกี่ยวกับเรื่องความร้อนนั้นเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก เพราะความร้อนเป็นเรื่องที่มีลักษณะเป็นนามธรรม และเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนมาก นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องความร้อนในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ หรือมโนคติเกี่ยวกับความร้อนที่เกิดจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง นอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียน ประกอบกับในประเทศไทยผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยที่ผู้อื่นทำเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรที่ศึกษาเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 จำนวน 13 โรงเรียน

3.2 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อน คือ มโนคติเกี่ยวกับความร้อน อุณหภูมิ การถ่ายเทความร้อนและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สมบัติของอุณหภูมิ ที่ต่างจากมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปยอมรับ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ คือแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 ซึ่งพัฒนาแบบทดสอบเรื่องมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนจากแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของ Shelley Yeo and Marjan Zadnik

4. นิยามศัพท์

4.1 มโนคติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยได้รับประสบการณ์แล้วนำมาประมวลเพื่ออธิบายลักษณะจนเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้น

4.2 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อน หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำ และน้ำแข็ง การเปลี่ยนสถานะของน้ำ การถ่ายโอนความร้อนของสสาร สมดุลความร้อน ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายของนักเรียนที่นอกเหนือจากเหตุผลที่ถูกต้อง และเหตุผลที่แสดง

ถึงการใช้ความรู้พื้นฐานที่ถูกต้อง และวัดได้จากแบบทดสอบมโนคติ เรื่องความร้อน เมื่อนักเรียน
เลือกคำตอบถูกต้องหรือคำตอบไม่สมบูรณ์ พร้อมให้เหตุผลอื่นๆ ที่นอกเหนือจากเหตุผลที่ถูกต้อง
และเหตุผลที่แสดงถึงการใช้ ความรู้พื้นฐานที่ถูกต้อง

5. ประโยชน์ที่ได้รับ

5.1 ครูผู้สอนนำผลมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนไปปรับปรุงการเรียนการสอน
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2 ได้แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนไปใช้สำรวจมโนคติที่คลาด
เคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียน

5.3 ได้ข้อมูลพื้นฐานและแนวทางสำหรับผู้สอน ในการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน
เรื่องอื่นๆ ของนักเรียน

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้คือ

1. มโนคติ
 - 1.1 ความหมายของมโนคติ
 - 1.2 การสร้างมโนคติ
2. มโนคติที่คลาดเคลื่อน
 - 2.1 ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน
 - 2.2 ลักษณะและสาเหตุของมโนคติที่คลาดเคลื่อน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

1. มโนคติ

ความหมายของมโนคติ

กรมวิชาการ (2544 : 61) ได้ให้ความหมายคำว่า “มโนคติ” ซึ่งแปลมาจากภาษาอังกฤษว่า “Concept” และมีชื่อเรียกเป็นภาษาไทยอีกหลายอย่างเช่น มโนทัศน์ มโนคติ มโนคติ ความคิดรวบยอด โดยในการรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะใช้คำว่า “มโนคติ” แทนคำต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น และได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่ามโนคติไว้ดังนี้

กู๊ด (Good 1973: 142) เป็นผู้ให้ความหมายของมโนคติไว้ 3 ประการคือ

1) ความคิด หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

- 2) สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไปหรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์กิจการหรือวัตถุ
- 3) ความคิดเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

เด เคกโค (De-CeCCo 1974 อ้างถึงใน พรณี ชูทัย เจนจิต 2538: 422-423) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า มโนมติ คือกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน อาจแยกออกเป็นประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด โดยทั่วไปเราเรียกมโนมติของสิ่งต่างๆ ด้วยชื่อของสิ่งนั้น เช่นหนังสือ สงคราม นักเรียน ผู้หญิงสวย หมอ ฯลฯ สิ่งเร้าบางอย่างไม่จัดว่าเป็นมโนมติเช่นหนังสือสามก๊ก เด็กชายดำ ครูวนิดา ฯลฯ เพราะสิ่งเร้าเหล่านี้เป็นสิ่งเร้าเฉพาะไม่ใช่สิ่งเร้าเป็นกลุ่ม

กูดวินและคลอสไมเออ (Goodwin and Klausmeier 1975 อ้างถึงในพรณี ชูทัย เจนจิต 2538:421-422) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนมติว่า “มโนมติจะบอกให้ทราบถึงคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือขบวนการ ซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่างๆ นั้นออกจากสิ่งอื่นๆ ได้ และในขณะที่เดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้

ฟิลด์แมน (Fieldman 1987: 210) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนมติไว้ว่า “มโนมติเป็นการจัดกลุ่มสิ่งของ เหตุการณ์หรือคนที่มีคุณสมบัติคล้ายกันเข้าด้วยกัน การไข่มโนมติทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น มโนมติทำให้เราสามารถจัดจำแนกสิ่งใหม่ๆ ที่เราพบให้อยู่ในรูปที่เราสามารถเข้าใจได้ตามประสบการณ์ที่ผ่านมาของเรา”

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532: 18) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า เป็นภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติคุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิดประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์หรือบุคคลก็ได้

มาลินี จุฑารพ (2537: 121) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า มโนมติ หมายถึงความเข้าใจในลักษณะของสิ่งเร้า และสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าได้

อนันต์ ธีระกุล (2544: 32) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า มโนมติ หมายถึงการที่เราให้คำจำกัดความ การนิยามหรือการให้ความหมาย หรือมีความรู้ ความเข้าใจ ต่อของสิ่งหนึ่งว่า

คืออะไร มีลักษณะหรือกลไกในการทำงานอย่างไร ใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง เมื่อเรารู้จักเข้าใจ ต่อสิ่งเหล่านั้นว่าคืออะไร สามารถอธิบายสิ่งนั้นได้ แสดงว่าเรามีความรู้ มีความเข้าใจ หรือ มีมโนคติในเรื่องๆนั้นหรือของสิ่งนั้น

จากการที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนมติดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยได้รับประสบการณ์ ในอดีตแล้วนำมาประมวลเพื่ออธิบายลักษณะจนเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้น

1.1 การสร้างมโนคติ

ได้มีผู้เสนอ มโนคติเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนคติในลักษณะต่างๆกันดังนี้

คลอสมิเออและคณะ (Klausmier et al. 1974 อ้างใน ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา 2531: 5) ได้ทำการวิจัยพบว่าการเรียนมโนคติขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน และ อิทธิพลจากสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน โดยพัฒนาการของการเรียนมโนคติแบ่งได้ 4 ระดับดังนี้

- 1) ขั้นที่ผู้เรียนจำวัตถุ สิ่งต่างๆ และนึกเชื่อสิ่งนั้นได้
- 2) ขั้นที่ผู้เรียนจำสิ่งหนึ่งสิ่งใดในสภาพการณ์และเวลาที่ต่างกัน ได้ สามารถสรุป

ความคล้ายคลึงและแผ่ขยายมโนคติที่มีอยู่ได้

- 3) ขั้นที่ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสิ่งที่มีลักษณะร่วมเข้าไว้ด้วยกันได้
- 4) ขั้นสุดท้ายเป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถให้ชื่อมโนคติอธิบายความหมาย จำแนก

ความแตกต่างระหว่างมโนคติต่างๆได้ เป็นระดับที่มีการเรียนรู้มโนคติอย่างสมบูรณ์

ฮันเลย์ (Hanley, 1994) จากทฤษฎี ConstruCtivism เป็นการเชื่อมโยงประสบการณ์

เมื่อนักเรียนเข้าสู่ชั้นเรียนจะมีประสบการณ์หนึ่งของตนเอง และมีโครงสร้างความรู้ความคิด จากพื้นฐานของประสบการณ์ที่ตนได้รับมา โครงสร้างความรู้ความคิดที่มีนั้นอาจถูกหรือไม่ถูก หรืออาจไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะมีการเปลี่ยนโครงสร้างนั้น เมื่อได้รับสารสนเทศหรือประสบการณ์ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่เดิม การจดจำข้อเท็จจริงหรือสารสนเทศที่ไม่ได้เชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมจะทำให้เกิดการลืมได้อย่างรวดเร็ว นั่นคือผู้เรียนจะต้องตื่นตัว

ในการสร้างสารสนเทศใหม่ให้เข้ากับกรอบความคิดที่มีอยู่เดิม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้น

พรรณิ ชูทัย เจนจิต (2538: 423-424) ลำดับขั้นการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนมโนคติใดแล้วจะทำอะไรได้บ้าง
- 2) วิเคราะห์มโนคติที่จะให้เรียน ถ้ามโนคติที่จะเรียนมีหลายลักษณะ พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย
- 3) ใช้สื่อทางภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจ หรือแนะให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่นการใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนความคิดรวบยอดผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่างๆ มาก
- 4) ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป จะได้ผลดีกว่าตัวอย่างที่ถูกอย่างเดียว หรือผิดอย่างเดียว
- 5) ให้ดูตัวอย่างต่างๆ ทั้งในทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างทางลบก่อน แล้วตามด้วยตัวอย่างทางบวก จะช่วยให้เรียนความคิดรวบยอดง่ายขึ้น
- 6) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามโต้ตอบและให้กำลังใจเป็นการเสริมแรง ทุกกระยะถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนคติ
- 7) พยายามให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติที่เรียนไปด้วยคำพูดของตนเอง

บุพผชาติ ทัพพิกรณ์ (2540: 1-11) การเรียนรู้ของนักเรียนจะมีอิทธิพลมาจากความคิดที่มีอยู่เดิมของนักเรียน ความเข้าใจเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเชื่อมโยงมโนคติหรือความคิดที่มีเข้าด้วยกันมโนคติจะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อมโนคตินั้นเกิดการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติและจะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อการเกิดมโนคติเกิดในบริบทหรือสภาพแวดล้อมที่หลากหลายหรือมีทางเลือกหลายทาง และเมื่อนักเรียนมีโอกาสใช้มโนคตินั้นในเรื่องที่เกิดขึ้นจริง

กล่าวโดยสรุปการสร้างมโนคติจะเกิดขึ้นเมื่อมีการรับรู้เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ สามารถแยกแยะ และสามารถสรุปมโนคติถึงความสัมพันธ์และลักษณะร่วมกันของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ โดยขึ้นอยู่กับความพร้อม ประสบการณ์เดิม รวมทั้งแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแต่ละบุคคล เมื่อเกิดมโนคติหนึ่งขึ้นแล้วจะมีผลต่อการเรียนรู้มโนคติในขั้นต่อไป

2. มโนคติที่คลาดเคลื่อน

2.1 ความหมายของมโนคติ

ปัจจุบันนักการศึกษาได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับความคิดของนักเรียน ซึ่งพบว่าความรู้ของนักเรียนก่อนที่จะเข้าสู่ชั้นเรียนจะมีผลต่อความสำเร็จในการเรียน และจะมีผลต่อกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ของนักเรียนด้วย นักการศึกษาเชื่อว่าความรู้ของนักเรียนเกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันและได้มาจากการสอนในชั้นเรียน ไพนส์และเวสต์ (Pines และ West 1986 : 585) โดยการสอนในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะใช้ทั้งความรู้ที่เขามีมาก่อนแล้วและความรู้ที่ได้จากการสอนของครูมาสร้างเป็นความรู้ของตัวเอง กิลเบิร์ตและคณะ (Gilbert et al, 1982 : 624) ซึ่งถ้านักเรียนได้รับความรู้จากครู แต่กระบวนการสร้างความคิดของนักเรียนไม่สอดคล้องกับความคิดทางวิทยาศาสตร์ ก็จะทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ เบอร์แมนและคณะ (Burman et al, 1995 : 775) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้พอสรุปได้ดังนี้

บราวน์ (Brown, 1992:17) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าเป็นความคิดที่ไม่สมบูรณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์โดยทั่วไปยอมรับ

แนคเลห์ (Nakhleh, 1992:191) ได้กล่าวถึงมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าเป็นความเข้าใจในโครงสร้างความรู้ของนักเรียนซึ่งแตกต่างจากที่นักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปยอมรับ

บาร์แมนและคณะ (Barman et al, 1995:775) ได้กล่าวถึง มโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าหมายถึงความคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิดของนักเรียน แต่เป็นความคิดที่ไม่สอดคล้องกับความคิดทางวิทยาศาสตร์

แอ็ดวูดและแอ็ดวูด (Atwood and Atwood, 1996:553) ได้กล่าวถึงมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า เป็นมโนคติที่ไม่สอดคล้องกับความเห็นและการยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

สุชาติ โสภประยูร (2512: 27) ได้ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนโดยสรุปว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นความเชื่อและความเข้าใจผิด เกิดจากมโนคติซึ่งได้มาจากประสบการณ์หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ไม่มีเหตุผลเพียงพอและปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523: 10-11) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยสรุปได้ดังนี้ มโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นการสั่งสมหรือสรุปความคิดที่ผิดพลาดจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลงไม่บังเกิดผล

คลีเมนต์ (Clement, 1993: 1255) และ กริฟฟิธส์ และอื่นๆ (Griffiths and other, 1988: 709) มโนคติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง มโนคติที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตัวของเขาเองมักจะอาศัยการมีมโนคติคล่องหน้าหรือที่มีอยู่ก่อน ซึ่งไม่เคยได้รับมาจากการศึกษาเล่าเรียน หรือใช้มโนคติที่ได้จากการเรียนในโรงเรียนสำหรับบูรณาการ ความรู้ใหม่ๆ ที่คล้ายคลึงกัน มโนคติที่คลาดเคลื่อนอาจแตกต่างไปจากของนักวิทยาศาสตร์โดยสิ้นเชิง แตกต่างเพียงบางส่วน หรือสอดคล้องกับมโนคติของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายของคำว่ามโนคติที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิด หรือความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง และไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

2.2 ลักษณะและสาเหตุของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

ออสบอร์น และคณะ (Osborne et.al. 1982 อ้างถึงใน Osborne และ Wittrock, 1983: 496) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่นักเรียนมีความคิดเห็นหรือมุมมองที่หลากหลาย และแตกต่างจากที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ โดยมีสาเหตุที่เป็นไปได้ดังต่อไปนี้

- 1) นักเรียนมีแนวโน้มที่จะมองสิ่งต่างๆ จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง แล้วนำไปใช้ในการตัดสินใจ และสร้างความรู้ของตัวเองขึ้นมา
- 2) ประสบการณ์ของนักเรียนมีขอบเขตจำกัดและมีจำนวนน้อยในการนำไปใช้ในการสร้างเป็นความรู้ของตัวเอง โดยไม่รวมถึงสถานการณ์จากการทดลอง
- 3) นักเรียนมีแนวโน้มที่จะสนใจปรากฏการณ์เฉพาะอย่างและเป็นปรากฏการณ์ที่พิเศษ โดยไม่มีความสนใจที่จะอธิบายความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงกัน หรือความสอดคล้องกัน ปรากฏการณ์หลายๆปรากฏการณ์

ภาษาในชีวิตประจำวันมีแนวโน้มที่แตกต่างจากภาษาที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ คำที่เป็นพื้นฐานและมีความสำคัญเช่น คำว่า “สัตว์” “แรงเสียดทาน” “แรง” นั้นนักเรียนมีแนวโน้มที่จะใช้ความหมายในชีวิตประจำวันกับคำเหล่านี้เพื่อนำมาใช้ในการสร้างความรู้

ฟิชเชอร์ (Fisher 1985 อ้างใน วราภรณ์ ธีรสิริ 2533: 26) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนคติของผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ
- 2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวสามารถขยายวงกว้างออกไปได้ เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของบุคคลเป็นจำนวนมาก
- 3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไปจากเรื่องที่ยากไปสู่เรื่องที่ง่ายขึ้น และถ้าใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมจะทำให้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยากต่อการแก้ไข
- 4) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องก็เกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ และมีแนวโน้มจะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย
- 5) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเป็นสิ่งที่ถ่ายทอดกันมาแต่อดีต จากผู้ที่เป็นผู้นำทางความรู้ในแขนงวิชานั้นๆ แล้วถูกถ่ายทอดมาสู่นักเรียน

ออสบอร์น และเฟร์เบอร์ก (Osborne and Freyberg, 1985 : 27) ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียน จะแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนมี เป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนได้แก่

- 1) คำราเรียน
- 2) การแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์
- 3) การทำกิจกรรม
- 4) การสรุปความรู้ต่างๆ

เวสต์บรูค มาร์ค (Westbrook and Marek , 1992: 54) แบ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

- 1) ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ หมายถึง เลือกรับคำตอบได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบสมบูรณ์ ตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

- 2) ความเข้าใจเพียงบางส่วน หมายถึง เลือกคำตอบได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลถูกต้องได้ไม่ครบสมบูรณ์ตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป
- 3) ความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดอยู่ด้วย หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้อง แต่การอธิบายเหตุผลบางส่วน ถูกตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และมีผิดบางส่วนปะปนอยู่ด้วย
- 4) มโนคติที่ผิดพลาด หมายถึง เลือกคำตอบถูก แต่อธิบายเหตุผลผิด หรือไม่ถูกต้องตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์
- 5) ไม่เข้าใจ หมายถึง เลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบ หรืออธิบายเหตุผลไม่เหมาะสมสอดคล้องกับประเด็นปัญหาหรือเลือกคำตอบผิด

จากลักษณะและสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน พอจะสรุปได้ว่ามโนคติที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เนื้อหาที่เป็นนามธรรม ตำราเรียนที่ไม่ชัดเจน ตลอดจนการใช้ภาษาในทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เดิมและการมีเหตุผลของนักเรียน และตัวครูผู้สอนเอง

ในเรื่องความร้อนเราจะพบว่าความร้อนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม เพราะพรหม (2540: 3-6) จากทฤษฎีของพือาเจต์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการของสติปัญญาและความคิดไว้ดังนี้

- 1) ช่วงแรกเกิดถึง 2 ปี เป็นระยะการสัมผัสการรับรู้กับการตอบสนอง
- 2) ช่วงอายุ 2 - 11 ปี เป็นขั้นที่มีความคิดในระดับรูปธรรม
- 3) ช่วงอายุ 11 - 14 ปี เป็นขั้นที่มีความคิดอยู่ในระดับนามธรรม

จากการแบ่งขั้นพัฒนาการของสติปัญญาและความคิด พบว่าการพัฒนาสติปัญญาและความคิดในระดับนามธรรมนั้นต้องรอจนถึงอายุ 11 - 14 ปี ถึงจะสามารถเรียนรู้ได้ ประกอบกับ สุวิมล เขี้ยวแก้ว (SuWimon Kiakeaw , 1988: 15-18) ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ว่าภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากนักเรียนมักนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาปะปนกับศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์คำบางคำในชีวิตประจำวันกับในทางวิทยาศาสตร์ใช้คำเดียวกัน แต่ความหมายไม่เหมือนกันนักเรียนมักนำคำที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ไปเทียบความหมายกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

จึงเป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นจะเห็นว่าความร้อนเป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตประจำวัน และเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมการที่จะเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนนั้นย่อมเกิดได้ง่าย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนยังไม่พบผู้ทำการวิจัย นอกจากงานวิจัยในต่างประเทศซึ่งก็มีอยู่ไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนในทางวิทยาศาสตร์

3.1 งานวิจัยในประเทศ

ในประเทศได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนดังนี้

โสภภาพรรณ แสงศัพท์ (2519) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 12 เล่ม โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ว่ามีมากน้อยเพียงไร เพื่อแก้ไขความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นให้เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่หนึ่งเกี่ยวกับการคัดเลือกความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากหนังสือ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็นสาขา คือสาขาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา โดยค้นพบจากวารสาร และจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ จากนั้นนำความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมาสร้างเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิดและปลายเปิด ตอนที่สองเพื่อสนับสนุนผลการวิเคราะห์ในตอนแรก โดยใช้ประชากรทั้งหมด 506 คน จาก 4 โรงเรียน แล้วนำผลมาหาความถี่ของผู้มีความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และของผู้มีมโนคติที่ถูกต้อง ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ตอนที่หนึ่ง ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นด้วยกับมโนคติที่นำมาจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 เล่ม ว่าเป็นความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ส่วนตอนที่สองปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์

กิ่งแก้ว คูมรพัฒนะ (2532) ได้ศึกษาความเข้าใจผิดพลาดในวิชาฟิสิกส์เรื่อง แรง ความเร่งและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาขาน้ำผึ้ง ปีการศึกษา 2532 จำนวน 180 คน ภายหลังที่นักเรียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 2021 แล้ว โดยใช้

แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ พบว่านักเรียนร้อยละ 73.39 มีความเข้าใจผิดในเรื่องของแรงว่าวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะต้องมีความเร่งกระทำต่อวัตถุนั้นในทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ นักเรียนร้อยละ 92.78 มีความเข้าใจผิดในเรื่องของความเร่งว่าวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่มีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่แต่ขนาดของความเร่งลดลง วัตถุจะเคลื่อนที่โดยมีความเร็วลดลงด้วย นักเรียน ร้อยละ 79.67 มีความเข้าใจผิดในเรื่องของความเร่งว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวตั้งอิสระที่จุดสูงสุดของการเคลื่อนที่ ในขณะที่ความเร็วของวัตถุเป็นศูนย์ ความเร่งของวัตถุ ณ ตำแหน่งนั้นจะเป็นศูนย์ด้วย นักเรียนร้อยละ 45.55 ไม่เข้าใจกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน นักเรียนร้อยละ 89.95 ไม่เข้าใจกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน นักเรียนร้อยละ 70.74 ไม่เข้าใจกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และภายหลังที่นักเรียนเรียนฟิสิกส์ ว 022 แล้วผู้วิจัยได้ใช้ข้อสอบชุดเดิมทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดิมเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์เรื่องแรงและความเร่งภายหลังการเรียนฟิสิกส์ ว 021 ที่ระดับ นัยสำคัญ .01 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันนั้นไม่แตกต่างกันที่ระดับ นัยสำคัญ .01

อนันต์ วงศ์พิเชษฐ์ (2533) ได้ศึกษานิพนธ์ที่ตลาดเคลื่อน เรื่องการเคลื่อนที่จากกฎนิวตันบางส่วน กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4,5 และ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2533 จำนวน 1,861 คน จาก 5 โรงเรียนในจังหวัดสงขลา โดยใช้แบบทดสอบเปิดเพื่อการวิจัยวัดความเข้าใจและมโนคติ แล้วนำคำตอบและเหตุผลในการตอบของนักเรียนมาเสนอเฉพาะมโนคติที่ตลาดเคลื่อนที่น่าสนใจ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ นักเรียนคิดว่า เมื่อออกแรงผลักวัตถุไปแล้วยังมีแรงติดไปกับวัตถุนั้น แรงปฏิกิริยาดังกล่าวจะตรงข้ามกับแรง mg เมื่อความเร็วเป็นศูนย์ ความเร่งเป็นศูนย์ ความเร่งมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ นักเรียนต่างระดับชั้นกันมีความเข้าใจ มโนคติที่ตลาดเคลื่อนและถูกต้องใกล้เคียงกัน นักเรียนผู้ชายมีมโนคติที่ถูกต้องมากกว่านักเรียนหญิง ในจังหวัดสงขลา

สำเร็จ สระขาว (2540) ได้ศึกษานิพนธ์ที่ตลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่ และออสโมซิสของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จาก 2 โรงเรียนในอำเภอ จังหวัดนราธิวาส ปีการศึกษา 2539 จำนวน 213 คน โดยการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสำรวจมโนคติเรื่องการแพร่และออสโมซิสชนิดเลือกตอบ ซึ่งพัฒนาตัวเลือกรวมจากการสัมภาษณ์และแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่และค่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนคติที่ถูกต้องสมบูรณ์ มโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และมโนคติที่

คลาดเคลื่อน จากผลการสำรวจมโนคติเรื่องการแพร่และออสโมซิส พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การแพร่และออสโมซิสว่า การแพร่เป็นการละลายหรือเป็นปฏิกิริยาเคมีของสาร และเป็นการเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยไปยังที่มีความเข้มข้นของสารมากกว่าและจะหยุดการเคลื่อนที่เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนออสโมซิสเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมาไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า และมีมโนคติว่าเยื่อเลือกผ่านเป็นเยื่อ ที่ยอมให้สารทุกชนิดผ่าน หรือให้เฉพาะน้ำผ่านเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีมโนคติว่าการแพร่และออสโมซิสจะไม่เกิดขึ้นในเซลล์ที่ตายแล้ว

อำนาจ ระวิพงษ์ (2542) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดสุรินทร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2542 กลุ่มการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 133 คน โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดมโนคติวิชาชีววิทยาของนักเรียนและแนวคำถามในการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย วัดมโนคติของนักเรียนในบทเรียนวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รวม 4 บทเรียน คือระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส ฮอร์โมน การเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต และพฤติกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสุรินทร์ มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา 8 มโนคติดังนี้

- 1) การเกิด กระแสประสาท
- 2) การเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท
- 3) การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท
- 4) หน้าที่ของตับอ่อน
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุของไอโอดีนกับฮอร์โมนไทรอกซิน
- 6) อิทธิพลของแสงต่อการเจริญของพืชเนื่องจากฮอร์โมนออกซิน
- 7) ความหมายของพฤติกรรม และ
- 8) พฤติกรรมทางสังคม สาเหตุสำคัญของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ได้แก่

- 1) ความเข้าใจเนื่องมาจากการอ่านหนังสือเรียนและหนังสือคู่มือเตรียมสอบ
- 2) ความเข้าใจของตนเอง
- 3) ความเข้าใจที่ได้รับจากประสบการณ์จริง

3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เชลลี่ โยว และมาร์จิน แซดนิค (Shelly Yeo and marjan Zadnik, 2001) ได้ศึกษาการประเมินมโนคติหลักที่เกี่ยวกับความร้อน โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 478 คน เป็นนักเรียนเกรด 10-13 จากสถาบันที่แตกต่างกัน 9 สถาบัน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบเลือกตอบที่ใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติในทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งแบบทดสอบมีความเชื่อมั่น 0.81 จำนวน 26 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า

- 1) มโนคติจำนวนมากที่ต้องอาศัยเนื้อหา ซึ่งคำอธิบายก็ถูกทำให้สัมพันธ์กับสถานการณ์เดี่ยวๆ หรือสถานการณ์ที่แยกออกจากกัน การลงข้อสรุปที่เหมาะสมก็จะไม่เป็นที่ยอมรับ
- 2) นักเรียนมีคำอธิบายที่ขัดแย้งกัน เพราะพวกเขาใช้มโนคติหลักแตกต่างกัน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกัน และโดยทั่วไปนักเรียนจะไม่ยอมรับสิ่งที่ตรงข้ามกับความคิดของนักเรียน
- 3) นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความคิดที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนต่อสถานการณ์ประจำวัน พวกนักเรียนชอบที่จะแสดงออกถึงมโนคติหลักที่แตกต่างกันมากกว่าที่จะอธิบายสถานการณ์จริง
- 4) กรอบความคิดของนักเรียน มักจะปล่อยให้เขายอมรับข้อความว่าอะไรคือสิ่งที่เพียงพอในการอธิบายคำว่า เพราะเหตุใด ตัวอย่างเช่น นักเรียนเชื่อว่าความร้อนสูงขึ้น แต่หลายคนไม่ยอมรับสิ่งนี้เป็นคำอธิบาย แต่ยอมรับว่าเป็นการพาความร้อน
- 5) แม้นักเรียนได้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง แต่เขาก็มักจะไม่เข้าใจชัดเจนเกี่ยวกับมโนคติของพวกเขา

มารีเอน่า และ ปีเตอร์ (Mariana and Peter, 2003) ได้ศึกษาผลของการใช้ความรู้ของนักเรียนที่มีมาก่อน และวิธีการเปลี่ยนแปลงมโนคติในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกับนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์คือความรู้ที่มีอยู่ก่อน ความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อน เป็นสิ่งที่บอกลถึงความแตกต่างของมโนคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ กับความคิดที่แตกต่างกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และแผนการสอนมีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนความคิดที่แตกต่างจากความคิดทางวิทยาศาสตร์ กระทำโดยการปรับโครงสร้างการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ซึ่งจะใช้การกระทำภายใต้เงื่อนไขความคิดที่แตกต่างจากความคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถแทนที่โดยเปลี่ยนความคิดทางวิทยาศาสตร์และความคิดใหม่ให้รวมเข้าด้วยกันกับความคิดที่มีอยู่เดิม เครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนมโนคติที่มีอยู่เดิม และมโนคติที่คลาดเคลื่อน คือแผนการสอนและเนื้อหาที่ถูกพัฒนาจากนักเรียน ผิวดำในอเมริกาใต้ ซึ่งแผนการสอนและเนื้อหาเป็นมโนคติเกี่ยวกับน้ำหนัก จำนวน และความหนาแน่น เมื่อเราใช้แผนการสอนและเนื้อหาพิเศษนี้ทดลองกับกลุ่มนักเรียน 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เราจะมี การ

ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการทดลองนี้พบว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการใช้แผนการสอนและการให้เนื้อหาที่ชัดเจนเกี่ยวกับการเปลี่ยนมโนคติกับนักเรียน

ฮอง เคน บู (Hong Kwen Boo, 1998) ได้ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องพันธะเคมี และพลังงานของปฏิกิริยาเคมี จากการสำรวจตรวจสอบความเข้าใจพันธะเคมีและพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีที่คล้ายคลึงกันตามหลักสูตรที่นักเรียนเกรด 12 ได้เรียน ซึ่งจากการแสดงรายการมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์ได้ระบุออกมาสามารถแบ่งมโนคติได้ 5 ปฏิกิริยา ได้นำมโนคติทั้ง 5 ปฏิกิริยาให้นักเรียนทำข้อเขียนและสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 48 คน พบว่านักเรียนแสดงมโนคติที่แตกต่างจากมุมมองของนักเคมี ซึ่งจากมโนคติของนักเรียนเต็มไปด้วยข้อควรระมัดระวังมากมาย ซึ่งนักเรียนจะสร้างมโนคติและหลักการที่ผิดได้ ครู นักพัฒนาหลักสูตร ผู้เขียนหนังสือ จะต้องระมัดระวังแนวทางที่แตกต่างกัน ในการนำเสนอผลงานของตัวเอง ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจผิดได้ง่าย และเหตุนี้ก็จะเป็นสิ่งกีดขวางการเรียนรู้ของนักเรียน

อีลีน และ มาร์เซีย (Eileen and MarCia , 2003) ได้ศึกษาแนวคิดของพลังงานความร้อนและอุณหภูมิของกลุ่มวัยรุ่น ผู้ใหญ่ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตร จากการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี 1. การศึกษาการทดลองในห้องปฏิบัติการ 2. การศึกษาปรากฏการณ์ความร้อนที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน สำหรับกรณีศึกษาแรกจะบอกถึงมโนคติของพลังงานความร้อนและอุณหภูมิ จากกลุ่มวัยรุ่น ผู้ใหญ่ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิทยาศาสตร์ เราพบว่าการแบ่งแยกการศึกษาในโรงเรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นทุกวัน ซึ่งเราจัดสัมภาษณ์นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 37 คน ผู้ใหญ่ 9 คน นักเคมี 8 คน และนักฟิสิกส์จำนวนมากได้รับคำทำนาย และการอธิบายเกี่ยวกับข้อเท็จจริงของโลก นักเรียนส่วนมากเชื่อว่าโลหะสามารถดูดหรือกักเก็บความเย็นได้ดีกว่าวัสดุอื่น และอุณหภูมิเย็นมีความสามารถนำความเย็นได้ดีกว่าไม้ หรือผ้าฝ้าย อุณหภูมิจะมีการหดตัวเพื่อเก็บความเย็นไว้ ผู้ที่ตอบคำถามในแต่ละกลุ่มเขาจะยึดแนวความคิดของเขาว่าเป็นสิ่งที่ถูกต้องแล้ว แม้ว่านักวิทยาศาสตร์ได้ทำนายได้แม่นยำกว่านักเรียน และได้ให้ทฤษฎีคำจำกัดความต่างๆ พวกเขาที่มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทุกวันให้นักศึกษาหรือบุคคลทั่วไปฟัง กรณีที่ 2 จะศึกษาผลของหลักสูตรทางวิทยาศาสตร์ของมัธยมต้น และมีการออกแบบหลักสูตรที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ความร้อนที่เกิดขึ้นทุกวัน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ความร้อนที่เกิดขึ้นทุกวันได้ เมื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับการสอนที่แตกต่างกัน แล้วทำการทดสอบวัดคะแนนก่อนและหลังการผ่าน

หลักสูตรที่ได้ออกแบบไว้พบว่านักเรียนที่ผ่านหลักสูตรที่ออกแบบไว้ให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ความร้อนที่เกิดขึ้นทุกๆวัน มีผลคะแนน ผลการตอบ และการสัมภาษณ์ดีขึ้น

อีฟ ไคคัส (Eve Kikas , 2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดและมโนคติที่คลาดเคลื่อนของครูเกี่ยวกับ 3 ปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนี้ 1. การเคลื่อนที่ของวัตถุ 2. การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา 3. การเปลี่ยนแปลงของสสาร จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ตอบแบบสอบถามสมบูรณ์จำนวน 198 คน ครูกลุ่มแรกเราสามารถประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้ 4 ประเภท 1. บรรยายแบบง่าย ๆ 2. บรรยายเป็นช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง 3. บรรยายเกี่ยวกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน 4. การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และครูกลุ่มที่สองตอบคำถามเป็นตัวเลือกมีการอธิบายตัวเลือกที่เขาเลือก จากการวิจัยครั้งนี้ไม่เพียงแต่จะบอกว่าครูมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากมาย แต่ยังบ่งบอกถึงข้อเท็จจริงของกลุ่มครูด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนการเสนอรายงานดังนี้

- 1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่มที่ 3 จำนวน 13 โรงเรียน ซึ่งมีประชากรจำนวน 1,739 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 จำนวน 2 โรงเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นจากโรงเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่พิเศษ และกลุ่มโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่ กลุ่มละ 1 โรงเรียน และโรงเรียนละ 4 ห้องเรียน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเปิดตารางของเครซี มอร์แกน (KrejCie and Morgan) ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 316 คน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดของโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน
โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ	โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี	177
โรงเรียนขนาดใหญ่	โรงเรียนปทุมคงคา	139
รวม		316

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบมีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก หรือ บางข้อมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก โดยแบบทดสอบฉบับนี้ได้ผ่านการปรับปรุงจากแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนของเชลลี โยว และมาร์จิน แซคติก (Shelley Yeo and Marjan) การพัฒนาเครื่องมือโดยการศึกษาจากเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อของ นักเรียนในเรื่องความร้อน ซึ่งจากการ สกัดความเชื่อของ นักเรียนจากงานวิจัยก็จะได้คำถามจำนวน 32 ข้อ ต่อมาได้พัฒนาและปรับปรุง จนเหลือเพียง 26 ข้อ ซึ่งคำถามของแบบทดสอบจะเป็นลักษณะคำถามที่ทำให้นักเรียนประยุกต์ทั้ง ฟิสิกส์ในชีวิตประจำวัน และฟิสิกส์ในห้องเรียน หลายคำถามของแบบทดสอบที่สร้างจากการเก็บ ข้อมูลเบื้องต้นจากการสนทนาที่เกิดขึ้นของนักเรียนระหว่างที่อยู่ที่บ้าน หรือ โรงอาหารของ โรงเรียน และแบบทดสอบนี้ได้มีการนำมาทดสอบกับนักเรียนจำนวน 478 คน จำนวน 9 สถาบัน พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.81 ซึ่งหาโดยวิธีการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีของ สเปียร์แมน (Spearman Brown Correlation) ได้แบบทดสอบจำนวน 26 ข้อ จากแบบทดสอบ มโนคติเรื่องความร้อนชนิดเลือกตอบฉบับที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาจน ได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามให้นักเรียน เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ โดยให้นักเรียนพิจารณาตามแนวคิดของนักเรียนเองว่าคำตอบ ใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเลือกเพียงตัวเลือกเดียว ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลของคำตอบที่นักเรียน เลือก โดยนักเรียนเลือกตัวเลือกที่แสดงเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเลือกนั้น ลงในกระดาษ คำตอบของช่องแสดงเหตุผล

2.1 การพัฒนาแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบมาจากแบบทดสอบของ Shelley Yeo and Marjan Zadnik ซึ่งแบบทดสอบของเชลลี โยว และมาร์จิน แซคติก ฉบับนี้มีจำนวน 26 ข้อ และผู้วิจัยได้ พัฒนาและปรับปรุงจนได้แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาและปรับปรุงแบบทดสอบ ดังนี้

2.1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบที่แปลมากับต้นฉบับภาษาอังกฤษ เพื่อ ดู ความถูกต้องของเนื้อหาที่แปลมา

2.1.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความเหมาะสมของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ดังนี้

1) ความเหมาะสมของเนื้อหาแก่นักเรียนไทยในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ข้อใดที่มีเนื้อหาไม่เหมาะสมแก่นักเรียนไทย และระดับความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะตัดแบบทดสอบข้อนั้นออกไป

2) แบบทดสอบที่ไม่สามารถวัดมโนคติของนักเรียนได้ชัดเจน เนื่องจากภาษาที่ใช้ไม่เหมาะสม จะตัดแบบทดสอบข้อนั้นออกไป

2.1.3 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญไปสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนในตัวแบบทดสอบ เพื่อดูว่านักเรียนเข้าใจโจทย์และตัวเลือกตรงตามจุดประสงค์ของแบบทดสอบหรือไม่

2.1.4 นำผลสัมภาษณ์ไปปรับปรุงแบบทดสอบ

2.1.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความตรงของเนื้อหา โดยมีแบบประเมินความตรงของเนื้อหา ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการบันทึกผล พบว่า ในแต่ละข้อผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน พิจารณาความตรงของเนื้อหา ซึ่งค่าเฉลี่ยความตรงของเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.91

2.1.6 ปรับปรุงแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาความตรงของเนื้อหาจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

3.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนปทุมคงคา และโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

3.2 พบอาจารย์ผู้สอนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาฟิสิกส์ โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงรายละเอียดของแบบทดสอบและขอความร่วมมือในการใช้แบบทดสอบสำรวจกับนักเรียนในโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.3 นำแบบทดสอบมโนคติเรื่องความร้อน ให้กับอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นผู้เก็บข้อมูลให้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 จำแนกคำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับมโนคติเรื่องความร้อนที่ได้จากแบบทดสอบในแต่ละข้อคำถาม โดยแสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่เลือกคำตอบถูกต้อง และนักเรียนที่เลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

4.2 รวบรวมเหตุผลของนักเรียนที่เลือกตอบคำตอบของคำถามมาจำแนกเป็นรายชื่อ

4.3 วิเคราะห์เหตุผลของนักเรียน จากการอ่านคำถาม ตัวเลือกที่นักเรียนเลือกตอบ และเหตุผลที่นักเรียนแสดง เพื่อรวบรวมเหตุผลที่แสดงมโนคติที่คลาดเคลื่อน

4.4 จำแนกเหตุผลที่แสดงมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยจำแนกออกเป็น

5 กลุ่ม ดังนี้

4.3.1 มโนคติเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำและน้ำแข็ง

4.3.2 มโนคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

4.3.3 มโนคติเกี่ยวกับสมดุลความร้อน

4.3.4 มโนคติเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

4.3.5 มโนคติเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความร้อนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 การดำเนินการวิจัยใช้แบบทดสอบปรนัยวัดมโนคติในเรื่องความร้อนของนักเรียนจำนวน 316 คน ผลการสำรวจข้อมูลเป็นดังนี้

1. ผลการสำรวจจำนวนของผู้ตอบแบบทดสอบเรื่องความร้อนในแต่ละตัวเลือกแสดงเป็นค่าร้อยละและจำนวนนักเรียน ดังตารางที่ 4.1
2. ผลการแสดงผลมโนคติ และผลการวิเคราะห์มโนคติของนักเรียนในการเลือกคำตอบในแบบทดสอบเรื่องความร้อน แสดงเป็นรายชื่อ และรายตัวเลือก
3. ผลการวิเคราะห์มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนที่ได้จากการรวบรวมเหตุผลในการตอบแบบทดสอบของนักเรียน จำแนกมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ 5 กลุ่ม

ผลการสำรวจจำนวนของผู้ตอบแบบทดสอบเรื่องความร้อนในแต่ละตัวเลือกแสดงเป็นค่าร้อยละและจำนวนนักเรียน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบทดสอบในแต่ละตัวเลือก

ข้อที่	นักเรียน ที่	คิดเป็น ร้อยละ	นักเรียน ที่	คิดเป็น ร้อยละ	นักเรียน ที่	คิดเป็น ร้อยละ	นักเรียน ที่	คิดเป็น ร้อยละ	นักเรียน ที่	คิดเป็น ร้อยละ
	ตอบ ก	ที่ตอบ ก	ตอบ ข	ที่ตอบ ข	ตอบ ค	ที่ตอบ ค	ตอบ ง	ที่ตอบ ง	ตอบ จ	ที่ตอบ จ
1	159*	50.32*	130	41.14	7	2.22	20	6.33	0	0.00
2	7	2.22	199*	62.97*	53	16.77	57	18.04	0	0.00
3	12	3.80	233*	73.73*	33	10.44	38	12.03	0	0.00
4	78	24.68	193*	61.08*	12	3.80	33	10.44	0	0.00
5	8	2.53	242*	76.58*	43	13.61	19	6.01	4	1.27

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

	นักเรียน ข้อที่	คิดเป็น ที่	นักเรียน ร้อยละ	คิดเป็น ที่	นักเรียน ร้อยละ	นักเรียน ข้อที่	คิดเป็น ที่	นักเรียน ร้อยละ	คิดเป็น ที่	นักเรียน ร้อยละ	นักเรียน ข้อที่	คิดเป็น ที่	นักเรียน ร้อยละ	คิดเป็น ที่	นักเรียน ร้อยละ
	ตอบ ก	ที่ตอบ ก	ตอบ ข	ที่ตอบ ข	ตอบ ค	ที่ตอบ ค	ตอบ ง	ที่ตอบ ง	ตอบ จ	ที่ตอบ จ					
6	90	28.48	126*	39.87*	76	24.05	21	6.65	3	0.95					
7	122*	38.61*	61	19.30	122	38.61	10	3.16	1	0.32					
8	36	11.39	92*	29.11*	35	11.08	108	34.18	45	14.24					
9	40	12.66	209*	66.14*	26	8.23	23	7.28	18	5.70					
10	52	16.46	129	40.82	124*	39.24*	11	3.48	0	0.00					
11	82	25.95	43	13.61	15	4.75	173*	54.75*	3	0.95					
12	54	17.09	63*	19.94*	22	6.96	177	56.01	0	0.00					
13	152*	48.10*	24	7.59	35	11.08	72	22.78	33	10.44					
14	150*	47.47*	100	31.65	29	9.18	37	11.71	0	0.00					
15	45	14.24	93	29.43	22	6.96	144*	45.57*	12	3.80					
16	73*	23.10*	82	25.95	25	7.91	136	43.04	0	0.00					
17	92	29.11	9	2.85	83*	26.27*	123	38.92	9	2.85					
18	47	14.87	70	22.15	126	39.87	71*	22.47*	2	0.63					
19	4	1.27	18	5.70	175*	55.38*	119	37.66	0	0.00					
20	57	18.04	118	37.34	71	22.47	70*	22.15*	0	0.00					

หมายเหตุ * แสดงคำตอบที่ถูกต้อง

ผลการแสดงมโนคติ และผลการวิเคราะห์มโนคติของนักเรียนในการเลือกคำตอบในแบบทดสอบ เรื่องความร้อนแสดงเป็นรายข้อ และรายตัวเลือกพบว่า

ข้อที่ 1 อุณหภูมิที่เหมาะสมของก้อนน้ำแข็งที่เก็บไว้ในช่องแช่แข็งของผู้เย็นน่าจะมีอุณหภูมิเป็นกิโลเซลเซียสมากที่สุด

นักเรียนร้อยละ 50.32 เลือกคำตอบ ก. -10°C * ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิของน้ำแข็งที่อยู่ในช่องแช่แข็งต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง
- 2) ช่องแช่แข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C ดังนั้นน้ำแข็งจะมีการลดอุณหภูมิจนกระทั่งต่ำกว่า 0°C เท่าช่องแช่แข็ง เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 41.14 เลือกคำตอบ ข. 0°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำแข็งจะมีอุณหภูมิที่ 0°C เท่านั้น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจอุณหภูมิของน้ำแข็ง เพราะน้ำแข็งจะมีอุณหภูมิตดลบกก็ได้ ไม่จำเป็นต้องมีอุณหภูมิ 0°C เท่านั้น
- 2) เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ช่องแช่แข็งไม่ต้องใช้อุณหภูมิต่ำมาก ๆ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจอุณหภูมิของช่องแช่แข็ง ว่าช่องแช่แข็งต้องมีอุณหภูมิตดลบเสมอเพื่อที่จะเปลี่ยนน้ำให้เป็นน้ำแข็ง เนื่องจากการเปลี่ยนน้ำไปเป็นน้ำแข็งต้องอาศัยการถ่ายโอนความร้อน และหลักของการถ่ายโอนความร้อนก็คือระบบกับสิ่งแวดล้อมต้องมีอุณหภูมิต่างกันจึงเกิดการถ่ายโอนความร้อนได้ และการถ่ายโอนความร้อนจะถ่ายโอนจากที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่มีอุณหภูมิต่ำเสมอ

นักเรียนร้อยละ 2.22 เลือกคำตอบ ค. 5°C นักเรียนไม่แสดงเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้

นักเรียนร้อยละ 6.33 เลือกคำตอบ ง. ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนน้ำแข็ง ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิของน้ำแข็งขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนน้ำแข็ง ถ้าน้ำแข็งก้อนใหญ่อุณหภูมิก็นิ่งติดลบบาก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำแข็งว่าอุณหภูมิของน้ำแข็งไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนน้ำแข็ง เนื่องจากอุณหภูมิเป็นตัวบอกระดับความร้อน
- 2) น้ำแข็งก้อนใหญ่ต้องใช้ความเย็นมากกว่าน้ำแข็งก้อนเล็ก จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนใช้ความเย็นมาอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อน ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช้ความเย็นในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆเกี่ยวกับความร้อน

ข้อที่ 2 แดงนำน้ำแข็ง 6 ก้อนจากช่องแช่แข็ง และใส่น้ำแข็ง 4 ก้อนลงในแก้วที่มีน้ำ และปล่อย 2 ก้อนทิ้งไว้บนโต๊ะ แดงคนน้ำแข็งจนกระทั่งน้ำแข็งในแก้วมีขนาดเล็กลง และหยุดละลาย อุณหภูมิของน้ำในแก้วที่สภาวะนี้น้ำจะเป็นที่องศาเซลเซียส

นักเรียนร้อยละ 2.22 เลือกคำตอบ ก. -10°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เมื่อมีน้ำแข็งเหลืออยู่อุณหภูมิต้องมีค่าน้อยกว่า 0°C เท่านั้น จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับคำถาม เนื่องจากคำถามถามอุณหภูมิของน้ำที่ละลายจากน้ำแข็ง ไม่ได้ถามอุณหภูมิของน้ำแข็ง

นักเรียนร้อยละ 62.97 เลือกคำตอบ ข. 0°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำแข็งละลาย น้ำที่ได้ควรมีอุณหภูมิมากกว่า 0°C จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกพบว่าทำให้เหตุผลไม่ชัดเจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้
- 2) น้ำแข็งละลายไม่หมด น้ำที่ละลายจากน้ำแข็งควรมีอุณหภูมिन้อยกว่า 0°C จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่ทราบอุณหภูมิของน้ำ น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิตดลได้ เนื่องจากถ้ามีอุณหภูมิตดลจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง
- 3) น้ำที่มีสถานะเป็นของเหลวไม่สามารถมีอุณหภูมิต่ำกับ 0°C ได้ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่ทราบอุณหภูมิของน้ำ น้ำสามารถมีอุณหภูมิต่ำกับ 0°C ได้
- 4) น้ำแข็งหยุดละลาย เมื่ออุณหภูมิต่ำกับ 0°C เนื่องจาก 0°C เป็นจุดหลอมเหลวของน้ำ หรือจุดเยือกแข็งของน้ำ การให้เหตุผลไม่ชัดเจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้
- 5) อุณหภูมิของน้ำที่ละลายจากน้ำแข็งต้องมากกว่า 0°C เพราะใช้ช้อนคน ทำให้เกิดพลังงานจลน์ การให้เหตุผลไม่ชัดเจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้

นักเรียนร้อยละ 16.77 เลือกคำตอบ ค. 5°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิของน้ำแข็งนอกแก้วจะมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำที่ละลายจากน้ำแข็งในแก้วเย็นกว่าอุณหภูมิของน้ำนอกแก้วนิดหน่อย จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอาจจะไม่เข้าใจเกี่ยวกับการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

นักเรียนร้อยละ 18.04 เลือกคำตอบ ง. 10°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิของน้ำแข็งนอกแก้วจะมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำที่ละลายจากน้ำแข็งในแก้วเย็นกว่าอุณหภูมิของน้ำนอกแก้วนิดหน่อยจากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอาจจะไม่เข้าใจเกี่ยวกับการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

ข้อที่ 3 ก้อนน้ำแข็งที่แดงนำออกมาวางทิ้งไว้บนโต๊ะ ปรากฏว่าน้ำแข็งที่วางทิ้งไว้บนโต๊ะละลายเกือบหมด จนเหลือก้อนน้ำแข็งเล็กๆ อุณหภูมิของก้อนน้ำแข็งที่เหลือน่าจะมีอุณหภูมิห้องสากลเซลเซียส

นักเรียนร้อยละ 3.80 เลือกคำตอบ ก. -10°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ถ้าน้ำแข็งที่ละลายยังละลายไม่หมด หรือยังมีก้อนน้ำแข็งเหลืออยู่ น้ำที่ได้จากการละลายของน้ำแข็งจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนให้เหตุผลไม่ตรงกับคำถาม และนักเรียนไม่ทราบอุณหภูมิของน้ำ น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิตดลได้ เนื่องจากถ้าน้ำมีอุณหภูมิตดลจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง

นักเรียนร้อยละ 73.73 เลือกคำตอบ ข. 0°C * ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกับ 0°C เท่านั้น เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 10.44 เลือกคำตอบ ค. 5°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำแข็งเมื่อเกิดการละลายกลายเป็นน้ำอุณหภูมิจะต่ำกว่า 0°C เล็กน้อย จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่ทราบอุณหภูมิของน้ำ น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิตดลได้ เนื่องจากถ้าน้ำมีอุณหภูมิตดลจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง

นักเรียนร้อยละ 12.03 เลือกคำตอบ ง. 10°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำแข็งเมื่อเกิดการละลายกลายเป็นน้ำอุณหภูมิจะต่ำกว่า 0°C เล็กน้อย จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่ทราบอุณหภูมิของน้ำ น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิตดลได้ เนื่องจากถ้าน้ำมีอุณหภูมิตดลจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง

ข้อที่ 4 กาต้มน้ำที่มีน้ำอยู่เต็มวางอยู่บนเตาไฟ น้ำในกาเริ่มจะเดือดอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิของน้ำน่าจะมีอุณหภูมิประมาณห้องสากลเซลเซียส

นักเรียนร้อยละ 24.68 เลือกคำตอบ ก. 88°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำเริ่มเดือดจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 100°C เล็กน้อย เนื่องจากน้ำเริ่มเดือดแสดงว่ายังไม่เดือด จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความหมายของคำว่าเริ่มเดือด การเริ่มเดือด แสดงว่าน้ำเดือดแล้ว

นักเรียนร้อยละ 61.08 เลือกคำตอบ ข. 100°C * ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำเดือดจะมีอุณหภูมิเท่ากับ 100°C เนื่องจากจุดเดือดของน้ำที่ความดัน 1 บรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 100°C เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 3.80 เลือกคำตอบ ก. 110°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เมื่อเราให้อุณหภูมิของน้ำสูงๆ ทำให้น้ำเดือดอย่างรวดเร็วอุณหภูมิต้องมีค่ามากกว่า 100°C จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจจุดเดือดของน้ำ ถ้าน้ำเดือดที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำจะมีค่า 100°C ดังนั้นน้ำเดือดจะมีอุณหภูมิเกิน 100°C ไม่ได้ถ้าต้มน้ำที่ความดัน 1 บรรยากาศ

นักเรียนร้อยละ 10.44 เลือกคำตอบ ง. 120°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เมื่อเราให้อุณหภูมิของน้ำสูงๆ ทำให้น้ำเดือดอย่างรวดเร็วอุณหภูมิต้องมีค่ามากกว่า 100°C จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจว่าความดันที่ 1 บรรยากาศ น้ำจะเดือดที่ 100°C เสมอถึงแม้จะเดือดเร็วก็ตาม

ข้อที่ 5 จากข้อ 4 น้ำยังคงเดือดต่อไปอีก 5 นาที นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของน้ำในภาชนะจะมีอุณหภูมิประมาณกี่องศาเซลเซียส

นักเรียนร้อยละ 2.53 เลือกคำตอบ ก. 88°C ซึ่งนักเรียนไม่แสดงเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนี้

นักเรียนร้อยละ 76.58 เลือกคำตอบ ข. 100°C^* ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) จุดเดือดของน้ำที่ความดัน 1 บรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 100°C เท่านั้น เป็นเหตุผลที่ถูก

นักเรียนร้อยละ 13.61 เลือกคำตอบ ค. 110°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิจะแปรผันตามระยะเวลาที่ต้ม จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการเดือดของน้ำ เมื่อน้ำเดือดแสดงว่าอุณหภูมิจะมีค่าเท่ากับจุดเดือดของน้ำ และไม่ว่าจะให้ปริมาณความร้อนมากนานเท่าใด น้ำจะไม่สามารถมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือด
- 2) อุณหภูมิของน้ำเดือดเป็นระยะเวลานานกับเริ่มเดือดจะไม่เท่ากัน ก็คือเริ่มเดือดจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เดือดมาเป็นเวลานาน จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจความหมายของคำว่าเริ่มเดือด แต่การเริ่มเดือด แสดงว่าน้ำเดือดแล้ว เมื่อน้ำถึงจุดเดือดก็จะมีอุณหภูมิคงที่ แต่ถ้าให้ปริมาณความร้อนต่อไปน้ำจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นไอน้ำ

นักเรียนร้อยละ 6.01 เลือกคำตอบ **ง. 120 °C** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิจะแปรผันตามระยะเวลาที่ต้ม จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการเดือดของน้ำ เมื่อน้ำเดือดแสดงว่าอุณหภูมิจะมีค่าเท่ากับจุดเดือดของน้ำ และไม่ทำให้ปริมาณความร้อนนานเท่าใด น้ำจะไม่สามารถมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดได้
- 2) อุณหภูมิของน้ำเดือดเป็นระยะเวลานานกับเริ่มเดือดจะไม่เท่ากัน ก็คือเริ่มเดือดจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เดือดมาเป็นเวลานาน จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจการเดือดของน้ำ เมื่อน้ำเดือดแสดงว่าอุณหภูมิจะมีค่าเท่ากับจุดเดือดของน้ำ และไม่ทำให้ปริมาณความร้อนนานเท่าใด น้ำจะไม่สามารถมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดได้

นักเรียนร้อยละ 1.27 ไม่เลือกตอบคำถามข้อนี้

ข้อที่ 6 นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของไอน้ำที่อยู่เหนือน้ำในกาต้มน้ำน่าจะมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส

นักเรียนร้อยละ 28.48 เลือกคำตอบ **ก. 88 °C** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ไอน้ำเมื่อสัมผัสอากาศ ความร้อนจะน้อยลงทำให้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C จากเหตุผลที่นักเรียนแสดง นักเรียนเข้าใจตำแหน่งที่ไจท์ถ่มผิด
- 2) ไอน้ำเกิดจากการควบแน่นของน้ำ ดังนั้นไอน้ำจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจไอน้ำ เนื่องจากไอน้ำเราจะมองไม่เห็น แต่สิ่งที่เราเห็นนั่นมันเป็นไอน้ำควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ
- 3) การเปลี่ยนน้ำไปเป็นไอน้ำ ต้องใช้ความร้อนแฝงในการเปลี่ยนสถานะของของเหลวไปเป็นก๊าซ ดังนั้นอุณหภูมิของไอน้ำควรมีอุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจไอน้ำที่ 1 บรรยากาศจะมีอุณหภูมิ 100 °C

นักเรียนร้อยละ 39.87 เลือกคำตอบ **ข. 100 °C *** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิของไอน้ำกับอุณหภูมิของน้ำมีอุณหภูมิเท่ากันเนื่องจากความร้อนที่นำมาใช้น้ำไปสลายพันธะของของเหลวให้กลายเป็นก๊าซ เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 24.05 เลือกคำตอบ **ค. 110 °C** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำกลายเป็นไอน้ำต้องใช้อุณหภูมิมากกว่า 100 °C เนื่องจากต้องใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะของสสาร จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการเปลี่ยนสถานะของน้ำไปเป็นไอน้ำเนื่องจากเมื่อน้ำถึงจุดเดือดอุณหภูมิของน้ำจะคงที่ และเมื่อให้ปริมาณความร้อนเข้าไปพลังงานความร้อนที่ให้ไปนำไปใช้สำหรับการสลายพันธะเพื่อเปลี่ยนสถานะจากน้ำไปเป็นไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำกับไอน้ำยังเท่ากัน แต่สถานะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

นักเรียนร้อยละ 6.65 เลือกคำตอบ **ง. 120 °C** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำกลายเป็นไอน้ำต้องใช้อุณหภูมิมากกว่า 100 °C เนื่องจากต้องใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะของสสาร จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการเปลี่ยนสถานะของน้ำไปเป็นไอน้ำเนื่องจากเมื่อน้ำถึงจุดเดือดอุณหภูมิของน้ำจะคงที่ และเมื่อให้ปริมาณความร้อนเข้าไปพลังงานความร้อนที่ให้ไปนำไปใช้สำหรับการสลายพันธะเพื่อเปลี่ยนสถานะจากน้ำไปเป็นไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำกับไอน้ำยังเท่ากัน แต่สถานะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

นักเรียนร้อยละ 0.95 ไม่ตอบคำถามข้อนี้

ข้อที่ 7 บอลเชื่อว่า เขาต้องใช้น้ำเดือดชงน้ำชา ซึ่งบอลบอกเพื่อนของเขาว่า “ผมไม่สามารถชงน้ำชาได้ ถ้าผมตั้งแคมป์บนภูเขาสูง เพราะน้ำจะไม่เดือดที่ระดับความสูงมากๆ” คุณคิดว่าใครพูดถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 38.61 เลือกคำตอบ **ก. จอยพูดว่า “น้ำเดือดได้ แต่น้ำเดือดบนเขาจะไม่ร้อนเหมือนที่เราต้มอยู่ที่ตีนเขา” *** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ที่ความสูงมากๆ ความดันจะลดลง มีผลต่อจุดเดือดของน้ำด้วยซึ่งความดันลดลงจุดเดือดของน้ำก็จะลดลงด้วย เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 19.30 เลือกคำตอบ **ข. บอยพูดว่า “มันไม่เป็นความจริง น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิเดียวกันเสมอ”** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำมีจุดเดือดที่ 100 °C เท่ากันทุกที่ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจจุดเดือดของน้ำ เนื่องจากจุดเดือดของน้ำขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศจุดเดือดจึงไม่เท่ากันทุกที่

นักเรียนร้อยละ 38.61 เลือกคำตอบ **ค. ปูพูดว่า “จุดเดือดของน้ำจะลดลง แต่ตัวน้ำยังคงมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส”** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) บนที่สูงอากาศหนาวเย็น เนื่องจากความดันต่ำ ส่งผลให้จุดเดือดของน้ำลดลง แต่น้ำยังมีอุณหภูมิ 100°C จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจจุดเดือดของน้ำ เนื่องจากจุดเดือดของน้ำขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศต่ำจุดเดือดก็จะต่ำด้วย ถ้าความดันบรรยากาศสูงจุดเดือดก็จะสูงด้วย เพราะการเดือดขึ้นอยู่กับความดันไอเท่ากับความดันของสิ่งแวดล้อมของระบบ และเมื่อน้ำเดือดอุณหภูมิของน้ำไม่สามารถสูงกว่าจุดเดือดได้
- 2) ยิ่งสูงจุดเดือดของน้ำลดลง แต่ความร้อนของน้ำยังเท่าเดิม จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจจุดเดือดของน้ำ เนื่องจากจุดเดือดหมายถึงอุณหภูมิของน้ำเดือด

นักเรียนร้อยละ 3.16 เลือกคำตอบ **ง. แก้วพูดว่า “ฉันเห็นด้วยกับบอล น้ำไม่สามารถไปถึงจุดเดือดได้ที่ระดับความสูงมากๆ”** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ความกดอากาศเบาบาง ทำให้น้ำไม่สามารถเดือดได้บนที่สูงๆ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจการเดือดของน้ำ ว่าน้ำเดือดจะขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศต่ำกว่าความดันบรรยากาศจุดเดือดจะต่ำกว่า 100°C ด้วย ดังนั้นน้ำเดือดได้ทุกที่
- 2) ที่สูงความดันบรรยากาศต่ำ ถ้าช้อออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวทำให้ไฟติดมีน้อย จึงไม่สามารถจุดไฟได้ และน้ำก็ไม่สามารถต้มได้ จึงทำให้น้ำไม่สามารถไปถึงจุดเดือดได้ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงไม่ได้ตอบคำถามของโจทย์

นักเรียนร้อยละ 0.32 ไม่เลือกตอบคำถามข้อนี้

ข้อที่ 8 แม่น้ำกระป๋องโคล่า และขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำโคล่าที่แช่อยู่ในตู้เย็นตั้งแต่ 2 วันที่แล้ว ออกมาจากตู้เย็น จากนั้นเขาริบนำเอาเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิของโคล่าที่อยู่ในกระป๋องได้ อุณหภูมิ 7°C อุณหภูมิของขวดพลาสติกและน้ำโคล่าในขวดน่าจะมีค่าเท่าใด
นักเรียนร้อยละ 11.39 เลือกคำตอบ **ก. ทั้งคู่จะมีอุณหภูมिन้อยกว่า 7°C** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ขวดพลาสติกจะเก็บความเย็นได้ไม่ดีเท่ากระป๋องโคล่า ดังนั้นน้ำโคล่าที่อยู่ในขวดพลาสติกและขวดพลาสติกจะมีอุณหภูมिन้อยกว่าอุณหภูมิของกระป๋องโคล่า และน้ำในกระป๋องโคล่า จากเหตุผลนี้แสดงไม่สอดคล้องกับตัวเลือก

นักเรียนร้อยละ 29.11 เลือกคำตอบ ข. ทั้งคู่จะมีค่าเท่ากับ 7°C * ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) กระจกโกล่า และน้ำโกล่าในกระจก มีอุณหภูมิ 7°C เพราะฉะนั้นอุณหภูมิผสมมีค่าเท่ากับ 7°C ดังนั้นอุณหภูมิของขวดพลาสติกและน้ำในขวดพลาสติกมีอุณหภูมิ 7°C เนื่องจากอยู่ในสถานะเดียวกัน จากเหตุผลนี้ นักเรียนใช้คำพูดผิดตรงที่ว่าอุณหภูมิผสม ที่ถูกต้องควรใช้อุณหภูมิ
- 2) กระจกโกล่า และน้ำโกล่าในกระจก มีอุณหภูมิ 7°C ดังนั้นอุณหภูมิของขวดพลาสติกและน้ำในขวดพลาสติกมีอุณหภูมิ 7°C เนื่องจากอยู่ในสถานะเดียวกัน เป็นเหตุผลที่ถูก

นักเรียนร้อยละ 11.08 เลือกคำตอบ ค. ทั้งคู่มีค่ามากกว่า 7°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) โกล่าที่อยู่ในกระจกจะเก็บรักษาความเย็นได้ดีกว่าขวดพลาสติก ดังนั้นจึงทำให้โกล่าในกระจกโกล่าและกระจกโกล่ามีอุณหภูมิมากกว่าน้ำในขวดพลาสติกและขวดพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจหลักสมดุลความร้อน ถ้าวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน จะมีอุณหภูมิเท่ากัน แม้ว่าวัตถุนั้นจะนำความร้อนได้ดีหรือไม่ก็ตาม และนักเรียนใช้คำว่าความเย็นมาอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 25.31 เลือกคำตอบ ง. โกล่ามีค่าเท่ากับ 7°C แต่ขวดพลาสติกมีค่ามากกว่า 7°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำโกล่าที่บรรจุในขวดพลาสติกจะเย็นกว่าขวดพลาสติกเนื่องจากขวดพลาสติกนำความเย็นได้ไม่ดี จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจหลักสมดุลความร้อน ถ้าวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันจะมีอุณหภูมิเท่ากัน แม้ว่าวัตถุนั้นจะนำความร้อนได้ดีหรือไม่ก็ตาม และนักเรียนใช้คำว่าความเย็นมาอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 14.24 เลือกคำตอบ **จ. ขึ้นอยู่กับปริมาณโคล่า และ / หรือ ขนาดของขวด** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำโคล่า และขนาดของภาชนะที่บรรจุ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมามีว่านักเรียนไม่เข้าใจหลักสมดุลความร้อน ถ้าวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันจะมีอุณหภูมิเท่ากัน โดยไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำหรือขนาดของภาชนะที่บรรจุ

ข้อที่ 9 โอ้ถามเพื่อนในกลุ่มว่า “ถ้าฉันวางน้ำแข็ง 100g ที่อุณหภูมิ 0°C และน้ำ 100 g ที่ 0°C ลงในช่องแช่แข็งอะไรสูญเสียความร้อนมากกว่ากัน

นักเรียนร้อยละ 12.66 เลือกคำตอบ **ก. หนึ่งพูดว่า “น้ำแข็ง 100 g”** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำแข็งสูญเสียความร้อนมากกว่าน้ำจึงทำให้น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมามีว่านักเรียนไม่เข้าใจการเปลี่ยนสถานะจากน้ำไปเป็นน้ำแข็ง เนื่องจากน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็งต้องสูญเสียความร้อนไปจำนวนหนึ่ง และการที่จะเปลี่ยนสถานะจากน้ำ 0°C ไปเป็นน้ำแข็งได้นั้น อุณหภูมิของช่องแช่แข็งต้องต่ำกว่า 0°C และเมื่อน้ำเปลี่ยนไปเป็นน้ำแข็งแล้ว ต้องสูญเสียพลังงานความร้อนจำนวนหนึ่ง เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำแข็งด้วย ส่วนน้ำแข็งต้องสูญเสียพลังงานความร้อนในการลดอุณหภูมิอย่างเดียวก ดังนั้นเมื่อเข้าสู่สมดุลน้ำจะต้องสูญเสียพลังงานความร้อนมากกว่าน้ำแข็ง
- 2) น้ำแข็งมีพลังงานมากกว่าน้ำ จึงสูญเสียความร้อนมากกว่าน้ำ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมามีว่านักเรียนไม่เข้าใจพลังงานความร้อน นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าน้ำแข็งหรือน้ำมีพลังงานความร้อนมากกว่ากัน แต่นักเรียนทราบว่าอะไรสูญเสียความร้อนมากกว่ากัน

นักเรียนร้อยละ 66.14 เลือกคำตอบ **ข. ดาวพูดว่า “น้ำ 100 g” *** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบ ข้อนี้ก็คือ

- 1) ที่สมดุลความร้อน น้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำแข็ง จึงสูญเสียพลังงานความร้อนมากกว่า จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมดุลความร้อน ถ้าที่สมดุลความร้อน อุณหภูมิของระบบจะเท่ากัน และน้ำต้องสูญเสียพลังงานความร้อนในการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะ ส่วนน้ำแข็งสูญเสียพลังงานความร้อนในการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งโจทย์น้ำมีอุณหภูมิเท่ากับน้ำแข็ง ไม่ใช่มีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำแข็ง

- 2) น้ำมีความร้อนมากกว่าน้ำแข็ง จากเหตุผลนี้เราไม่สามารถบอกได้ว่าวัตถุใดมีความร้อนมากกว่ากัน แต่เราจะบอกได้ว่าอะไรจะสูญเสียความร้อนมากกว่ากัน เมื่อเข้าสู่สมดุลทางความร้อน
- 3) น้ำจะต้องใช้ความร้อนแฝงมาเปลี่ยนสถานะตัวเอง เพื่อจะได้กลายเป็นน้ำแข็ง ส่วนน้ำแข็งใช้ความร้อนในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิให้ลดต่ำลงเป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 8.23 เลือกคำตอบ ค. ทิมพูดว่า “ไม่แตกต่างเพราะมันมีความร้อนจำนวนเท่ากัน” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิเดียวกันจะมีความร้อนเท่ากัน จึงไม่มีการถ่ายโอนความร้อนเกิดขึ้น จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจอุณหภูมิของช่องแช่แข็งว่า อุณหภูมิของช่องแช่แข็งต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C ดังนั้นจึงมีการถ่ายโอนความร้อนเกิดขึ้น และการที่จะบอกว่าอุณหภูมิเดียวกัน จะมีความร้อนเท่ากันนั้นเราไม่สามารถบอกได้ เพราะสสารมีพลังงานมากมาย สิ่งที่เราสามารถบอกได้ ก็คือการสูญเสียพลังงานความร้อนไปเท่าไร
- 2) อุณหภูมิที่ 0°C จะไม่มีความร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจสมบัติทางความร้อนของสสารเนื่องจากที่อุณหภูมิ 0°C ก็ยังคงมีความร้อน

นักเรียนร้อยละ 7.28 เลือกคำตอบ ง. แจงพูดว่า “ไม่มีคำตอบ เพราะน้ำแข็งไม่มีความร้อน” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำแข็งจะไม่มีความร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่า นักเรียนไม่เข้าใจสมบัติทางความร้อนของสสารเนื่องจากที่อุณหภูมิตัดลบ ก็ยังคงมีความร้อน

นักเรียนร้อยละ 5.70 เลือกคำตอบ จ. หมูพูดว่า “ไม่มีคำตอบ เพราะเธอไม่สามารถทำให้น้ำเป็น 0°C ได้” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิ 0°C ได้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการเปลี่ยนสถานะของน้ำ เนื่องจากน้ำแข็งเมื่อหลอมเหลวจะกลายเป็นน้ำที่ 0°C หรือน้ำที่ 0°C จะกลายเป็นน้ำแข็งที่ 0°C เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่ 10 หนึ่งตัมน้ำในกะทะห้องเบนบนเตาไฟ คุณคิดว่าอะไรที่อยู่ในฟองของน้ำที่เดือด

นักเรียนร้อยละ 16.46 เลือกคำตอบ **ก. อากาศ** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อากาศอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อนไปกระตุ้นทำให้อากาศเคลื่อนตัวขึ้นมาเป็นฟองน้ำที่เดือด จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่ทราบว่าในฟองอากาศมีไอน้ำ เนื่องจากในฟองอากาศมีก๊าซบรรจุอยู่ และน้ำที่มีสถานะเป็นก๊าซก็คือไอน้ำ ดังนั้นในฟองอากาศจะเป็นไอน้ำไม่ใช่อากาศ
- 2) เนื่องจากฟองอากาศมีช่องว่างจึงมีอากาศอยู่ในฟองของน้ำที่เดือด จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่ทราบว่าในฟองอากาศมีไอน้ำเนื่องจากในฟองอากาศมีก๊าซบรรจุอยู่ และน้ำที่มีสถานะเป็นก๊าซก็คือไอน้ำ ดังนั้นในฟองอากาศจะเป็นไอน้ำไม่ใช่อากาศ

นักเรียนร้อยละ 40.82 เลือกคำตอบ **ข. ก๊าซออกซิเจน และไฮโดรเจน** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ก๊าซออกซิเจน และก๊าซไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบของน้ำจึงทำให้ฟองของน้ำเดือดต้องมีก๊าซสองตัวนี้จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่ทราบว่าในฟองอากาศมีไอน้ำ เนื่องจากในฟองอากาศมีก๊าซบรรจุอยู่ และน้ำที่มีสถานะเป็นก๊าซก็คือไอน้ำ ดังนั้นในฟองอากาศจะเป็นไอน้ำไม่ใช่ ก๊าซออกซิเจน และก๊าซไฮโดรเจน

นักเรียนร้อยละ 39.24 เลือกคำตอบ **ค. ไอน้ำ*** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ไอน้ำเป็นตัวดันฟองอากาศขึ้นมา เนื่องจากน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซ และฟองอากาศมาจากกันภาชนะ จึงทำให้ในฟองอากาศเป็นไอน้ำ เป็นเหตุผลที่ถูก

นักเรียนร้อยละ 3.48 เลือกคำตอบ **ง. ไม่มีอะไรในฟองอากาศ** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ในฟองอากาศเป็นสุญญากาศจึงไม่มีอะไรในฟองอากาศ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจสุญญากาศ ในน้ำมีแรงดัน ถ้าเป็นสุญญากาศก็จะไม่เป็นฟองมันจะถูกน้ำบีบจนไม่เห็นเป็นฟอง

ข้อที่ 11 หลังจากที่ตั้งไม้ลงในน้ำเดือด เมล็ดทำไข่ให้เย็นโดยวางลงในอ่างน้ำเย็น ข้อใดอธิบายกระบวนการทำให้เย็น

นักเรียนร้อยละ 25.95 เลือกคำตอบ **ก. อุณหภูมิถูกส่งผ่านจากไข่ไปยังน้ำ** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำมีปริมาณมากจึงทำให้มีการเคลื่อนที่ของอุณหภูมิจากไขไปยังน้ำ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อนว่าการถ่ายโอนความร้อนไม่ใช่เป็นการเคลื่อนที่ของอุณหภูมิ แต่การถ่ายโอนความร้อนจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน และจะมีการถ่ายโอนความร้อนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
- 2) อุณหภูมิสูงจะแพร่ไปสู่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ไขมีอุณหภูมิลดลง จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อนว่าการถ่ายโอนความร้อนไม่เกี่ยวกับการแพร่ของอุณหภูมิ แต่การถ่ายโอนความร้อนจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน และจะมีการถ่ายโอนความร้อนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
- 3) อุณหภูมิสูงจะไหลไปสู่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ไขมีอุณหภูมิลดลง จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อนว่าการถ่ายโอนความร้อนไม่เกี่ยวกับการไหลของอุณหภูมิ แต่การถ่ายโอนความร้อนจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน และจะมีการถ่ายโอนความร้อนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

นักเรียนร้อยละ 13.61 เลือกคำตอบ ข. ความเย็นเคลื่อนที่จากน้ำไปสู่ไข ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ความร้อนของไขถูกแทนที่ด้วยไอเย็นจึงทำให้ไขเย็นตัวลง จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนใช้ความเย็นมาอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 4.75 เลือกคำตอบ ค. วัตถุที่ร้อนโดยปกติจะเย็นลง ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) วัตถุที่ร้อนโดยปกติจะเย็นตัวลง จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การเย็นตัวของวัตถุได้ว่าวัตถุมีอุณหภูมิลดต่ำลงเนื่องจากอะไร

นักเรียนร้อยละ 54.75 เลือกคำตอบ ง. พลังงานถูกส่งผ่าน จากไขไปสู่ น้ำ* ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) พลังงานความร้อนจากไขสูญเสียไปที่น้ำ ทำให้อุณหภูมิของไขลดลง เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง
- 2) ไขถ่ายโอนความร้อนสู่น้ำจึงทำให้ไขเย็นตัวลง เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 0.95 ไม่เลือกคำตอบข้อนี้

ข้อที่ 12 เจนบอกว่า หล่อนไม่ชอบนั่งบนเก้าอี้เหล็กในห้อง เพราะว่า “มันเย็นกว่าเก้าอี้พลาสติก”
คุณคิดว่าใครพูดถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 17.09 เลือกคำตอบ ก. จิมเห็นด้วยและพูดว่า “มันเย็นกว่าเพราะเหล็กโดยธรรมชาติจะเย็นกว่าพลาสติก” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กโดยธรรมชาติจะเย็นกว่าพลาสติกเนื่องจากเหล็กอมความเย็นได้ดีกว่าพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์
- 2) เหล็กโดยธรรมชาติจะเย็นกว่าพลาสติกเนื่องจากเหล็กรักษาอุณหภูมิได้ดีกว่าพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากเหล็กเรารู้สึกเย็นกว่าพลาสติกเพราะร่างกายเราถ่ายโอนความร้อนให้กับเหล็กได้ดีกว่าพลาสติก จึงทำให้เรารู้สึกเย็นและนักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็นซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของ นักวิทยาศาสตร์
- 3) เหล็กมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าพลาสติกมากจึงทำให้ธรรมชาติของเหล็กจะเย็นกว่าพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากจุดหลอมเหลวของวัตถุไม่เกี่ยวกับวัตถุมีอุณหภูมิลดลง
- 4) เหล็กมีการปรับอุณหภูมิได้ดีกว่าพลาสติกมากจึงทำให้ธรรมชาติของเหล็กจะเย็นกว่าพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากวัตถุไม่สามารถปรับอุณหภูมิได้ แต่วัตถุมีอุณหภูมิลดลงได้

นักเรียนร้อยละ 19.94 เลือกคำตอบ ข. แดงพูดว่า “มันไม่ได้เย็นกว่า มันมีอุณหภูมิเดียวกัน เพราะเหล็กนำความร้อนได้ดีกว่า” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กไม่ได้เย็นกว่าพลาสติก แต่เหล็กนำความร้อนได้ดีกว่า จึงทำให้เรารู้สึกเย็นกว่า
- 2) เหล็กไม่ได้เย็นกว่าพลาสติก แต่เหล็กเป็นตัวนำความร้อนและพลาสติกเป็นฉนวน ทำให้เรารู้สึกว่าเหล็กเย็นกว่าพลาสติก

นักเรียนร้อยละ 6.96 เลือกคำตอบ ค. ดาวพูดว่า “มันไม่ได้เย็นกว่า เหล็กเราจะรู้สึกว่าย็นกว่า เพราะมันหนักกว่า” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กมีโมเลกุลเรียงชิดกันมากกว่าพลาสติก จึงทำให้รู้สึกว่าย็นกว่าเพราะเหล็กหนักกว่าพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย และการนำความร้อนของวัตถุเนื่องจากความรู้สึกร้อนและเย็นไม่เกี่ยวกับการเรียงตัวของโมเลกุลที่ชิดกัน

นักเรียนร้อยละ 56.01 เลือกคำตอบ ง. ดาวพูดว่า “มันเย็นกว่า เพราะเหล็กมีความร้อนที่จะสูญเสีย น้อยกว่าพลาสติก” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กเย็นกว่าพลาสติกเพราะเหล็กมีความร้อนที่จะสูญเสีย น้อยกว่าพลาสติก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนใช้ความเย็นมาอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อน
- 2) เหล็กเย็นกว่าพลาสติกเนื่องจากเหล็กคายและรับพลังงานไว้ได้ไม่นาน จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนเย็นของร่างกาย ว่าการที่เราารู้สึกร้อนคือความร้อนถ่ายโอนจากตัวเราออกไป และเหล็กถ่ายโอนความร้อนจากตัวเราได้ดีเพราะเหล็กเป็นตัวนำความร้อนที่ดี

ข้อที่ 13 ด้อมหยิบไม้บรรทัดเหล็กและไม้บรรทัดไม้จากกล่องดินสอของเขา เขาบอกว่าไม้บรรทัดเหล็กรู้สึกเย็นกว่าไม้บรรทัดไม้ คุณคิดว่าคำอธิบายข้อใดถูกต้องที่สุด

นักเรียนร้อยละ 48.10 เลือกคำตอบ ก. เหล็กนำพลังงานออกไปจากมือของเขาได้รวดเร็วกว่าไม้* ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กนำพลังงานความร้อนออกจากมือของเขาได้เร็วกว่าไม้จึงทำให้รู้สึกว่าย็นกว่าบรรทัดเหล็กเย็นกว่าไม้บรรทัดไม้
- 2) เหล็กถ่ายโอนความร้อนได้ดีกว่าไม้ จึงทำให้เหล็กเย็นกว่าไม้ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายเนื่องจากนักเรียนนำความชื้นมาอธิบายเพราะความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายไม่เกี่ยวกับความชื้น ความชื้นเกี่ยวกับปริมาณไอน้ำที่ปะปนอยู่ แต่เหล็กไม่มีไอน้ำปะปนอยู่
- 3) อุณหภูมิของมือถ่ายโอนไปให้เหล็กได้ดีกว่าไม้ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากการถ่ายโอนความร้อนเป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ไม่ใช่เป็นการถ่ายโอนอุณหภูมิ

- 4) ไม้ นำความร้อนได้ดีกว่าเหล็ก จึงทำให้เหล็กเย็นกว่าไม้ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจการนำความร้อน เนื่องจากเหล็กนำความร้อนได้ดีกว่าไม้ การนำความร้อนของเหล็กทำให้ความร้อนในร่างกายถ่ายโอนไปให้เหล็กได้ดีกว่าไม้ เราจึงรู้สึกเย็นเมื่อจับเหล็ก

นักเรียนร้อยละ 7.59 เลือกคำตอบ ข. ไม้ โดยธรรมชาติจะเป็นวัตถุที่อุ่นกว่าเหล็ก ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กเก็บความร้อนได้ดีกว่าไม้ จึงทำให้เหล็กเย็นกว่าไม้ จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย
- 2) โดยธรรมชาติของไม้จะมีอุณหภูมิมากกว่าเหล็ก จากเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย
- 3) โดยธรรมชาติของเหล็กจะเย็นกว่าไม้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายถ้าสารอยู่ที่ที่มีอุณหภูมิเดียวกันเวลานาน อุณหภูมิของไม้และเหล็กจะเท่ากัน แต่การที่เราสัมผัสเย็น เกิดจากการถ่ายโอนความร้อนออกจากร่างกาย
- 4) เหล็กดูดความร้อนจากมือได้ดีกว่าไม้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน การถ่ายโอนความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนจากที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และเหล็กไม่สามารถดูดความร้อนจากมือได้

นักเรียนร้อยละ 11.08 เลือกคำตอบ ค. ไม้บรรทัดไม้มีความร้อนบรรจุอยู่มากกว่าไม้บรรทัดเหล็ก ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ไม้บรรทัดไม้มีความร้อนบรรจุอยู่มากกว่าไม้บรรทัดเหล็ก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน ในเรื่องความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เพราะความรู้สึกร้อนและเย็นไม่ใช่เป็นการบอกว่าวัตถุใดมีความร้อนบรรจุอยู่มากกว่ากัน

นักเรียนร้อยละ 22.78 เลือกคำตอบ ง. เหล็กแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าไม้ ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กแผ่รังสีความร้อนออกไปมากจึงทำให้เย็นกว่าไม้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและสมบัติทางความร้อนของสาร เนื่องจากเหล็กไม่มีสมบัติในการแผ่รังสีความร้อน

- 2) เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าไม้ จึงนำความร้อนได้ดีกว่าไม้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติทางความร้อนของสสาร เนื่องจากการนำความร้อนไม่ได้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น
- 3) เหล็กเกิดความเย็นได้ดีกว่าไม้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักพลังงานความร้อน เนื่องจากเหล็กไม่สามารถสร้างพลังงานความร้อนได้ และนักเรียนก็อธิบายความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์
- 5) เหล็กนำความร้อนได้ดีกว่าไม้ เพราะเหล็กดูดพลังงานจากมือเราทำให้เราเย็น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนใช้คำพูดที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเหล็กไม่สามารถดูดพลังงานจากมือเราไปได้ แต่มือถ่ายโอนความร้อนให้กับเหล็กเราจึงรู้สึกเย็น

นักเรียนร้อยละ 10.44 เลือกคำตอบ **จ. ความเย็นไหลจากเหล็กอย่างรวดเร็วมาก** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กนำความร้อนได้ดี และก็นำความเย็นได้ดีด้วย จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนเข้าใจศัพท์ในวิชาการคลาดเคลื่อน เนื่องจากความเย็นไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 14 เขี่ยนำขวดแก้ว 2 ใบที่บรรจุน้ำ 20°C ขวดหนึ่งห่อด้วยผ้าเช็ดมือเปียก อีกขวดหนึ่งห่อด้วยผ้าเช็ดมือแห้งทิ้งไว้ 20 นาทีต่อมาเขาวัดอุณหภูมิของน้ำในแต่ละขวด น้ำในขวดที่ห่อด้วยผ้าเช็ดมือที่เปียกมีค่า 18°C น้ำที่ห่อด้วยผ้าเช็ดมือแห้งมีค่า 22°C อุณหภูมิห้องขณะที่ทำการทดลองน่าจะมีค่ากึ่งกลางเซลเซียส

นักเรียนร้อยละ 47.47 เลือกคำตอบ **ก. 24°C *** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ผ้าเปียกและผ้าแห้งเป็นฉนวนกั้นความร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเนื่องจากผ้าเปียกต้องใช้ความร้อนในการทำให้น้ำระเหยออกจากผ้าเปียกกลายเป็นไอน้ำเพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำในขวดมีอุณหภูมิลดลง ส่วนผ้าแห้งเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นจากเดิมเล็กน้อยไม่เท่ากับอุณหภูมิของห้อง
- 2) น้ำในผ้าเช็ดมือดึงความร้อนจากน้ำในขวดออกมาเพื่อทำให้น้ำในผ้าเช็ดมือระเหยออกไป น้ำในขวดจึงมีอุณหภูมิลดลง แสดงว่าอุณหภูมิของห้องที่ทำการทดลองต้องมีอุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิน้ำในขวด ข้อนี้เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 31.65 เลือกคำตอบ ข. 20°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำจะระเหยมาที่ผ้าเปียก และผ้าเปียกจะเก็บความชื้นไว้ อุณหภูมิจึงไม่เพิ่มขึ้นอีก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการระเหยเนื่องจากน้ำไม่สามารถระเหยผ่านพลาสติกได้ และนักเรียนแสดงเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม
- 2) อุณหภูมิของห้องควรอยู่ระหว่างอุณหภูมิของน้ำ เนื่องจากผ้าเปียกจะให้ความชื้น และผ้าแห้งจะให้ความร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนของสสาร เนื่องจากการถ่ายโอนความร้อนเป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นผ้าเปียกจะให้ความชื้นไม่ได้ ผ้าแห้งก็จะให้ความร้อนไม่ได้ และนักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ความร้อนด้วยความชื้นซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 9.18 เลือกคำตอบ ค. 21°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิของห้องควรอยู่ระหว่างอุณหภูมิของน้ำ เนื่องจากผ้าเปียกจะให้ความชื้น และผ้าแห้งจะให้ความร้อนจากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากผ้าแห้งและผ้าเปียกไม่สามารถให้ความร้อนและความชื้นได้ และนักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ความร้อนด้วยความชื้นซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 11.71 เลือกคำตอบ ง. 18°C ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ผ้าเปียกสามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเนื่องจากผ้าเปียกต้องใช้ความร้อนในการทำให้น้ำระเหยออกจากผ้าเปียกกลายเป็นไอน้ำเพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำในขวดมีอุณหภูมิลดลง ส่วนผ้าแห้งเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นจากเดิมเล็กน้อยไม่เท่ากับอุณหภูมิของห้อง ซึ่งผ้าเปียกไม่สามารถรักษาอุณหภูมิไว้ได้
- 2) น้ำจะปรับตัวให้เข้ากับอากาศในสภาพแวดล้อม นักเรียนให้เหตุผลที่ไม่อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 3) น้ำในขวดอุณหภูมิลดลง อากาศในห้องน่าจะมีส่วนช่วยผ้าเช็ดหน้าแห้งดูดความชื้นจากน้ำในขวด ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากผ้าเช็ดหน้าดูดความชื้นไม่ได้ และการที่จะทำให้ น้ำอุณหภูมิลดลงหรือเพิ่มขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับการถ่ายโอนความร้อน และนักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ความร้อนด้วยความชื้นซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

- 4) ขวดที่ห่อด้วยผ้าเปียก ผ้าเปียกทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากผ้าเช็ดหน้าดูดความเย็นไม่ได้ และการที่จะทำให้น้ำอุณหภูมิลดลงหรือเพิ่มขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับการถ่ายโอนความร้อน และผ้าเปียกรักษาอุณหภูมิไม่ได้ เนื่องจากผ้าเปียกไม่ได้เป็นฉนวนความร้อนที่ดี

ข้อที่ 15 อ้อหิบบนมกล่องช็อกโกแลต 2 กล่อง พร้อมกัน กล่องที่เย็นหิบบมาจากตู้เย็น และกล่องที่อุ่นวางไว้บนโต๊ะมานานแล้ว ทำไมกล่องที่หิบบมาจากตู้เย็นเราจึงรู้สึกเย็นกว่ากล่องที่เราหิบบมาจากโต๊ะ ให้เปรียบเทียบกับกล่องอุ่น ทำไมจึงเป็นเช่นนี้

นักเรียนร้อยละ 14.24 เลือกคำตอบ ก. กล่องเย็นบรรจุกายเย็นมากกว่ากล่องที่อุ่น ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ร่างกายเรามีความร้อนเมื่อสัมผัสกับความเย็นจึงรู้สึกได้เร็ว จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย
- 2) กล่องที่เย็นแช่ในตู้เย็น น่าจะนำความเย็นออกมาด้วย จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากเมื่อนมแช่อยู่ในตู้เย็นพลังงานความร้อนจากกล่องนมจะถ่ายโอนให้กับตู้เย็น และเมื่อเราหิบบกล่องนมออกจากตู้เย็นร่างกายเราจะถ่ายโอนพลังงานความร้อนให้กับกล่องนมเนื่องจากอุณหภูมิของร่างกายของเราสูงกว่ากล่องนมเราจึงรู้สึกเย็นกว่า

นักเรียนร้อยละ 29.43 เลือกคำตอบ ข. กล่องที่เย็นมีความร้อนน้อยกว่ากล่องที่อุ่น ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) กล่องที่เย็นปล่อยความร้อนมาน้อยมาก จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อน และความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากกล่องที่เย็นปล่อยความร้อนไม่ได้ แต่จะถ่ายโอนพลังงานความร้อนเมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างกล่องนมกับร่างกาย
- 2) กล่องที่เย็นมีความร้อนน้อยกว่า จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย การที่รู้สึกเย็นเนื่องจากร่างกายถ่ายโอนพลังงานความร้อนให้กับกล่องนมเราจึงรู้สึกเย็น

- 3) กล่องที่เย็นอยู่ในขณะสูญเสียความเย็น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากการที่เรารู้สึกเย็นเมื่อจับกล่องที่เย็น เพราะร่างกายถ่ายโอนพลังงานความร้อนให้กับกล่องนมเราจึงรู้สึกเย็น ไม่ใช่กล่องที่เย็นสูญเสียความเย็น เราจึงรู้สึกเย็น
- 4) ความร้อนในกล่องที่เย็นมีอยู่น้อย การถ่ายโอนความร้อนจึงมีน้อย จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากการที่เรารู้สึกเย็นเพราะร่างกายถ่ายโอนพลังงานความร้อนให้กับกล่องนมเราจึงรู้สึกเย็น ไม่ใช่ความร้อนในกล่องเย็นมีน้อยจึงทำให้การถ่ายโอนความร้อนน้อยลงด้วย เพราะการถ่ายโอนความร้อนไม่ได้ขึ้นอยู่กับความร้อนน้อยหรือมาก แต่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิ

นักเรียนร้อยละ 6.96 เลือกคำตอบ ค. กล่องที่เย็นนำความร้อนได้น้อยกว่ากล่องที่อุ่น ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนที่ไปหาอุณหภูมิสูง จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายเนื่องจากการถ่ายโอนความร้อนจะถ่ายโอนความร้อนจากที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ไม่ใช่กล่องที่เย็นนำความร้อนได้น้อยกว่ากล่องที่อุ่น
- 2) กล่องที่เย็น ความเย็นจะคุมความร้อนไว้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากการที่เย็นการที่เรารู้สึกเย็นเพราะร่างกายถ่ายโอนพลังงานความร้อนให้กับกล่องนมเราจึง รู้สึกเย็น ไม่ใช่กล่องเย็นคุมความร้อนไว้

นักเรียนร้อยละ 45.57 เลือกคำตอบ ง. กล่องที่เย็นนำความร้อนจากมือของแดนได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น* ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) วัตถุที่เย็นจะดูดความร้อนออกจากมือได้ดีกว่าวัตถุที่ร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนเข้าใจแต่ใช้คำพูดไม่รัดกุม
- 2) กล่องที่เย็นดูดความร้อนจากมือไปทำให้รู้สึกเย็น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนเข้าใจแต่ใช้คำพูดไม่รัดกุม

นักเรียนร้อยละ 3.80 เลือกคำตอบ จ. กล่องที่เย็นนำความเย็นจากมือของแดนได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) กล่องที่เย็นนำความเย็นจากมือได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 16 เบียร์คาดว่าแม่ของเขาปรุงซุพในหม้อความดัน เพราะหม้อความดันปรุงอาหารให้สุกได้เร็วกว่าหม้อธรรมดา แต่เขาไม่ทราบว่าเพราะเหตุใด (หม้อความดันมีฝาปิดสนิท ดังนั้นความดันภายในสูงกว่าความดันบรรยากาศ) ใครคือคนที่คุณเห็นด้วยมากที่สุด

นักเรียนร้อยละ 23.10 เลือกคำตอบ ก. เอ้พูดว่า “มันเป็นเพราะความดันทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C ” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

1) ความดันทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C เนื่องจากความดันมีผลต่อจุดเดือด นักเรียนร้อยละ 25.95 เลือกคำตอบอ้อพูดว่า ข. “มันเป็นเพราะความดันสูงทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ภาชนะปิดทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น เพราะความร้อนไม่ได้ออกไป จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความดันมีผลต่อจุดเดือด เนื่องจากหม้อความดัน มีความดันภายในสูงกว่าความดันบรรยากาศ จึงทำให้จุดเดือดสูงกว่า 100°C อาหารจึงสุกได้เร็วกว่า ไม่ใช่ภาชนะปิดแล้วทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งภาชนะปิดไม่สามารถทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น
- 2) ความดันทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความดันมีผลต่อจุดเดือด เนื่องจากหม้อความดัน มีความดันภายในมากกว่าความดันบรรยากาศ จึงทำให้จุดเดือดสูงกว่า 100°C อาหารจึงสุกได้เร็วกว่า ไม่ใช่ความดันทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่ความดันทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น
- 3) ความดันมากความร้อนเพิ่มขึ้น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความดันมีผลต่อจุดเดือด เนื่องจากหม้อความดัน มีความดันภายในมากกว่าความดันบรรยากาศ จึงทำให้จุดเดือดสูงกว่า 100°C อาหารจึงสุกได้เร็วกว่า ไม่ใช่ความดันมากแล้วทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งความดันไม่สามารถทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้น
- 4) ความดันทำให้เกิดการสร้างพลังงานได้เร็วขึ้น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความดันมีผลต่อจุดเดือด แต่ความดันไม่ได้ทำให้เกิดการสร้างพลังงานได้เร็วขึ้น

- 5) ความถี่ในการชนของโมเลกุลน้ำจะเพิ่มขึ้นและชนกลับไปกลับมาภายในหม้อ เพราะการชนแต่ละครั้ง ให้พลังงานความร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียน ไม่เข้าใจความดันมีผลต่อจุดเดือด

นักเรียนร้อยละ 7.91 เลือกคำตอบ ก. ต้นพูดว่า “มันเป็นเพราะไอน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำซุป” ซึ่ง เหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิไอน้ำช่วยทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงเร็วขึ้น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่ เข้าใจการเดือดของน้ำ เมื่อน้ำเดือดอุณหภูมิจะคงที่ และเมื่อให้พลังงานความร้อน ต่อไปน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ ซึ่งไอน้ำก็มีอุณหภูมิเท่ากับจุดเดือด ไอน้ำไม่ สามารถช่วยทำให้อุณหภูมิสูงเร็วขึ้น
- 2) หม้อปิดสนิทไอน้ำคายความร้อนได้น้อยกว่าหม้อเปิดฝา จึงทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิ สูงกว่าน้ำ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมดุลความร้อน เนื่อง จากไอน้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิสูงกว่าส่วนอื่นๆได้ เพราะถ้าไอน้ำสูงกว่าน้ำ หรือ สูงกว่าฝาหม้อ โมเลกุลของน้ำจะชนกันแล้วมีการถ่ายโอนความร้อนให้แก่กัน ใน กรณีที่อุณหภูมิต่างกัน จนในที่สุดภายในหม้อจะมีอุณหภูมิเท่ากันทั้งหม้อ

นักเรียนร้อยละ 43.04 เลือกคำตอบ ง. ปอนพูดว่า “มันเป็นเพราะหม้อความดันกระจายความร้อน ได้ทั่วถึง” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) หม้อความดันจะกระจายความร้อนช่วยให้อาหารสุกได้ง่าย จากเหตุผลนี้แสดงว่า นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการกระจายความร้อน เนื่องจากหม้อที่ไม่ใช่หม้อความดัน ก็กระจายความร้อนได้ทั่วถึงเหมือนกัน

ข้อที่ 17 เล็กเชื่อว่าพ่อของเธออบเค้กบนชั้นบนสุดในเตาอบไฟฟ้า เพราะที่ชั้นบนมีอุณหภูมิสูง กว่าชั้นล่าง คุณคิดว่าใครคือผู้ที่พูดถูกต้องที่สุด

นักเรียนร้อยละ 29.11 เลือกคำตอบ ก. แพมพูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะความร้อนลอยขึ้นชั้นบน” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อากาศร้อนจะลอยอยู่ชั้นบน จึงทำให้ชั้นบนสุดอาหารสุกเร็ว คำตอบถูกต้อง แต่ใช้คำ พุดไม่ถูกต้อง เนื่องจากอากาศร้อนไม่ได้ลอยขึ้นไป แต่ที่ลอยขึ้นไปคืออากาศร้อน

- 2) ความร้อนจะดันขึ้นสู่ด้านบน จึงทำให้ชั้นบนสุดอาหารสุกเร็ว คำตอบถูกต้อง แต่ใช้คำพูดไม่ถูกต้อง เนื่องจากความร้อนจะดันขึ้นสู่ชั้นบนเขาไม่ใช่ ที่ถูกต้องคือ อากาศร้อนจะลอยขึ้นสู่ชั้นบน เนื่องจากความหนาแน่นของอากาศร้อนน้อยกว่าอากาศเย็น

นักเรียนร้อยละ 2.85 เลือกคำตอบ ข. ใหญ่พูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะธาตุโลหะช่วยรวบรวมความร้อน” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหล็กนำความร้อน ดังนั้นโลหะจะช่วยรวบรวมความร้อนจึงทำให้ชั้นบนสุกก่อน จากเหตุผลนี้แสดงว่า นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักการการถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากธาตุไม่ได้รวบรวมความร้อน แต่ธาตุอยู่ในสมดุลความร้อนกับอากาศบริเวณนั้น ซึ่งบริเวณด้านบนของเตาอบจะร้อนกว่าข้างล่างเนื่องจากอากาศร้อนลอยขึ้นไปข้างบน ซึ่งบริเวณข้างบนก็จะร้อนกว่าข้างล่างเพราะอากาศข้างบนร้อนกว่าข้างล่าง

นักเรียนร้อยละ 26.27 เลือกคำตอบ ค. บัวพูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะอากาศที่ร้อนขึ้นความหนาแน่นก็ยิ่งน้อยลง” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อากาศร้อนน้ำหนักเบาจึงลอยขึ้น เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 38.92 เลือกคำตอบ ง. กวางไม่เห็นด้วยกับทั้งหมดและพูดว่า “มันเป็นไปไม่ได้ที่ชั้นบนจะร้อนกว่าชั้นล่าง” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ที่ปิดสนิทความร้อนจะเท่ากันทั่วเตา จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับเกี่ยวกับเตา เนื่องจากเตาอบไม่ได้ปิดสนิท เพราะในเตามีวัตถุที่จะอบ ซึ่งอาจจะปล่อยไอน้ำจำนวนมาก ดังนั้นต้องมีช่องให้ไอน้ำออก และในช่วงแรกที่เริ่มอบอาหารอากาศร้อนจะลอยขึ้นสู่ชั้นบน จึงทำให้ชั้นบนร้อนกว่าชั้นล่าง
- 2) ที่ต่ำกว่าจะร้อนเร็วกว่าที่สูงกว่า จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับเตาอบ เนื่องจากอากาศร้อนจะลอยขึ้นที่สูง จึงทำให้ที่สูงมีอุณหภูมิสูงกว่าที่ต่ำ

นักเรียนร้อยละ 2.85 ไม่เลือกตอบคำถามข้อนี้

ข้อที่ 18 รุจน์อ่านคำถามแบบเลือกตอบจากหนังสือ “การที่เหงื่อออกทำให้ คุณเย็นลง”

เป็นเพราะเหตุใด

นักเรียนร้อยละ 14.87 เลือกคำตอบ **ก. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณทำให้ผิวเปียก และผิวเปียกทั้งหลายจะดึงความร้อนออกได้มากกว่าผิวแห้ง** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) อุณหภูมิจะไหลจากสูงไปเสมอ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายเกิดจากการถ่ายโอนความร้อนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งไม่เกี่ยวกับการไหลของอุณหภูมิ
- 2) เหงื่อขับความร้อนออกมาจากร่างกาย จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เหงื่อต้องใช้ความร้อนในการระเหย จึงทำให้เรารู้สึกเย็น

นักเรียนร้อยละ 22.15 เลือกคำตอบ **ข. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณ จะนำความร้อนไหลออกจากรูขุมขน และกระจายความร้อนไปทั่วผิวหนัง** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหงื่อนำความร้อนไหลออกจากรูขุมขน

นักเรียนร้อยละ 39.87 เลือกคำตอบ **ค. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิเท่ากับผิวหนังของคุณแต่ขณะที่เหงื่อกำลังระเหย มันจะดึงความร้อนออกไป** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ ก็คือ

- 1) เหงื่อต้องใช้อุณหภูมิในการเปลี่ยนสถานะ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากความร้อนทำให้เหงื่อเปลี่ยนสถานะ แต่อุณหภูมิไม่ทำให้เหงื่อเปลี่ยนสถานะได้
- 2) การระเหยของเหงื่อทำให้ร่างกายถ่ายโอนความร้อน เหตุผลข้อนี้ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 22.47 เลือกคำตอบ **ง. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิเย็นกว่าผิวหนังของคุณเล็กน้อยเพราะการระเหยและความร้อนจะถูกส่งผ่านจากผิวหนังไปสู่เหงื่อ*** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เหงื่อบนผิวหนังดึงความร้อนจากผิวหนัง เพื่อทำให้เหงื่อระเหยเราจึงรู้สึกเย็น เหตุผลข้อนี้ถูกต้อง
- 2) เหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิเย็นกว่าผิวหนังของคุณเล็กน้อย เพราะการระเหย ความร้อนจะถูกส่งผ่านจากผิวหนังไปสู่เหงื่อ เหตุผลข้อนี้ถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 0.63 ไม่เลือกตอบคำถามข้อนี้

ข้อที่ 19 ทำไมเราจึงสวมเสื้อกันหนาวในฤดูหนาว

นักเรียนร้อยละ 1.27 เลือกคำตอบ ก. เพื่อไม่ให้ความเย็นเข้ามา ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เสื้อกันหนาวป้องกันไม่ให้ความเย็นเข้ามาในเสื้อ เพราะเสื้อสามารถป้องกันอากาศเย็นมาสัมผัสผิว จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนใช้ความเย็นมาอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 5.7 เลือกคำตอบ ข. เพื่อทำให้เกิดความร้อน ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เสื้อกันหนาวทำให้เกิดความร้อน จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเสื้อกันหนาวว่าเสื้อกันหนาวไม่มีเครื่องทำความร้อน ดังนั้นเสื้อกันหนาวไม่สามารถทำให้เกิดความร้อนได้

นักเรียนร้อยละ 55.38 เลือกคำตอบ ค. เพื่อลดการสูญเสียความร้อน * ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ร่างกายสร้างความร้อนขึ้นมา เมื่อเจออากาศหนาวก็จะดึงความร้อนออกไป แต่เสื้อกันหนาวช่วยลดการสูญเสียความร้อนที่อากาศหนาวจะดึงออกไป เหตุผลข้อนี้ถูก

นักเรียนร้อยละ 37.66 เลือกคำตอบ ง. ถูกทุกข้อ ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) เสื้อกันหนาวสามารถเก็บอุณหภูมิของร่างกายไม่ให้ออกไป จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเสื้อกันหนาว เสื้อกันหนาวไม่สามารถเก็บอุณหภูมิได้ แต่เสื้อกันหนาวช่วยชะลอการถ่ายโอนความร้อนจากร่างกาย เราจึงรู้สึกอุ่น
- 2) เสื้อกันหนาวรับความเย็นและสูญเสียความร้อนแทนผิวหนัง จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 20 ปัดน้ำไอศกรีมแห้งออกจากช่องแข็งซึ่งเขาแช่ไว้เมื่อวันก่อน และเขาบอกกับเพื่อน 4 คน ในกลุ่มว่าไม้ไอศกรีมมีอุณหภูมิสูงกว่าส่วนที่เป็นไอศกรีม นักเรียนคิดว่าเหตุของใคร ดีที่สุด นักเรียนร้อยละ 18.04 เลือกคำตอบ ก. **เบิ้ลพูดว่า “คุณพูดถูกเพราะไม้ไอศกรีมไม่สามารถเย็นได้เท่ากับไอศกรีม”** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ของแข็งไม่เย็นเท่าของเหลว จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย และสมดุลความร้อน เนื่องจากถ้าวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานานสารเข้าสู่สมดุลทางความร้อนนั่นก็คือวัตถุจะมีอุณหภูมิเท่ากัน ซึ่งความรู้สึกเย็นไม่เกี่ยวกับสถานะของวัตถุ
- 2) ไม้เก็บความเย็นได้น้อยกว่าไอศกรีม จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากการที่เรากินไอศกรีมเรารู้สึกเย็นเนื่องจากร่างกายเราถ่ายโอนความร้อนให้กับไอศกรีมได้เร็ว จึงทำให้เรารู้สึกเย็น ซึ่งไม่เกี่ยวกับการเก็บความเย็น
- 3) ไอศกรีมจุดหลอมเหลวสูงกว่าไม้ไอศกรีม จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมดุลความร้อน และความรู้สึกร้อนเย็นของร่างกาย เนื่องจากความรู้สึกร้อนและเย็นไม่เกี่ยวกับจุดหลอมเหลวของสาร
- 4) อุณหภูมิต้องผ่านไอศกรีมก่อนถึงไม้ จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจสมดุลความร้อนถ้าวัตถุอยู่ด้วยกันนานๆในระบบเดียวกัน อุณหภูมิจะต้องเท่ากัน และอุณหภูมิไม่ได้ผ่านไปไอศกรีมด้วย แต่เป็นพลังงานความร้อนที่ถ่ายโอนจากสารไม่ใช่อุณหภูมิ
- 5) ไม้มีสมบัติคล้ายน้ำแข็ง น้ำแข็งมีจุดเดือดต่ำกว่าไม้ จึงทำให้ไม้คายความร้อนมากกว่าจึงรู้สึกร้อนกว่า จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากการความรู้สึกร้อนและเย็นไม่เกี่ยวกับจุดเดือด

นักเรียนร้อยละ 37.34 เลือกคำตอบ ข. **ออยพูดว่า “คุณพูดถูกเพราะไอศกรีมเก็บความเย็นได้มากกว่าไม้ไอศกรีม”** ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) น้ำที่แข็งตัวเก็บความร้อนได้ดีกว่า จากเหตุผลนี้นักเรียนไม่เข้าใจสมดุลทางความร้อนและความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย ไม่ขึ้นกับน้ำที่แข็งตัวเก็บความร้อนได้ดีกว่า
- 2) ไม้เก็บความเย็นได้ไม่ดี จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

- 3) ไม้ไอศกรีมเป็นฉนวนกันความร้อน จากเหตุผลนี้นักเรียนไม่เข้าใจสมดุลทางความร้อนและความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย ไม่ขึ้นกับวัสดุเป็นฉนวนกันความร้อนหรือไม่
- 4) ไม้ไม่เก็บความเย็น จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์
- 5) ไม้ นำความร้อนและความเย็นได้ไม่ดี จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์
- 6) ไอศกรีมเย็นมากกว่าไม้เนื่องจากมันต้องรักษาสภาพให้อยู่ในรูปของแข็ง จากเหตุผลนี้แสดงว่านักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางความร้อนด้วยความเย็น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์
- 7) ไอศกรีมถูกดูดความร้อนเข้าน้อยกว่าไม้ไอศกรีม จากเหตุผลนี้นักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายไม่ขึ้นกับการดูดความร้อนเข้าหรือออก แต่ขึ้นอยู่กับการถ่ายโอนความร้อน

นักเรียนร้อยละ 22.47 เลือกคำตอบ ค. แสดงพูดว่า “คุณพูดผิด เราารู้สึกว่าแตกต่างเพราะไม้ไอศกรีมเก็บความร้อนได้มากกว่า” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ไอศกรีมมีน้ำเป็นองค์ประกอบความจุความร้อนสูงกว่าไม้จึงเย็นกว่า จากเหตุผลนี้
- 2) นักเรียนไม่เข้าใจความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายไม่ขึ้นกับความจุความร้อนของสสาร แต่ขึ้นอยู่กับการถ่ายโอนความร้อนของสสาร
- 3) ไอศกรีมเก็บความร้อนได้มากกว่าไม้ไอศกรีม จากเหตุผลนี้นักเรียนไม่เข้าใจสมดุลความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เนื่องจากความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายไม่ขึ้นกับการเก็บความร้อนของสสาร

นักเรียนร้อยละ 21.15 เลือกคำตอบ ง. แอนพูดว่า “ฉันคิดว่าไม้ไอศกรีมมีอุณหภูมิเท่ากัน เพราะมันอยู่ด้วยกัน” ซึ่งเหตุผลของนักเรียนที่เลือกคำตอบข้อนี้ก็คือ

- 1) ไอศกรีมติดอยู่กับไม้ จึงต้องมีอุณหภูมิเดียวกัน เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

ผลการวิเคราะห์ห่ม โนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนที่ได้จากการรวบรวมเหตุผลในการตอบแบบทดสอบของนักเรียน เราสามารถจำแนกม โนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ม โนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำ

- 1) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “อุณหภูมิของน้ำแข็งขึ้นกับขนาดของน้ำแข็งถ้า น้ำแข็งก้อนใหญ่ก็จะมีอุณหภูมิต่ำ”
- 2) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำแข็งต้องมีอุณหภูมิเท่ากับ 0°C เท่านั้น”
- 3) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิเท่ากับ 0°C ได้”
- 4) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำต้องมีจุดเดือดที่ 100°C เท่านั้น”
- 5) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำมีอุณหภูมิเกินจุดเดือดได้”

กลุ่มที่ 2 ม โนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

- 1) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำที่ละลายจากน้ำแข็งจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C ”
- 2) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าให้ความร้อนกับน้ำนานๆ อุณหภูมิของน้ำก็จะยิ่งสูงไปเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่ให้ความร้อน อาจเกิน 100°C ก็ได้”
- 3) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ไอน้ำเกิดจากการควบแน่นของน้ำดังนั้น อุณหภูมิของไอน้ำจะต้องมีค่าน้อยกว่าจุดเดือดของน้ำ”
- 4) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความร้อนแฝงที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซ ขณะเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะลดลงจากจุดเดือด”
- 5) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ฟองของน้ำเดือดภายในจะบรรจุก๊าซออกซิเจน และก๊าซไฮโดรเจน หรือบรรจุอากาศ หรือเป็นสุญญากาศ”

กลุ่มที่ 3 ม โนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมดุลความร้อน

- 1) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าเราวางวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันนี้ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน”
- 2) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าเราวางวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันนี้จะขึ้นกับการเก็บรักษา ความร้อนหรือความเย็นของวัตถุ”
- 3) นักเรียนมีม โนมติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าเราวางวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ”

กลุ่มที่ 4 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

- 1) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “การทำให้สสารที่ร้อนเย็นตัวลง เกิดจากกระบวนการเคลื่อนที่ของอนุภาคนั้น โดยถ้าสสารใดมีปริมาณมากกว่า สสารนั้นจะมีอนุภาคนั้นเคลื่อนที่ไปยังสสารที่มีอนุภาคน้อยกว่า”
- 2) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “การทำให้สสารที่ร้อนเย็นตัวลง เกิดจากกระบวนการแพร่หรือการไหลของอนุภาคนั้น โดยสสารใดมีอนุภาคนั้นสูง สสารนั้นก็แพร่หรือไหลของอนุภาคนั้นไปสู่สสารที่มีอนุภาคนั้นต่ำ”

กลุ่มที่ 5 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย

- 1) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดรักษาอนุภาคนั้นหรือปรับอนุภาคนั้นได้ดีกว่า วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”
- 2) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดมีโมเลกุลชนิดกันมากกว่า วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”
- 3) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดคายและรับพลังงานไว้ได้ไม่นาน วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”
- 4) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดมีความจุความร้อนสูงกว่า วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นๆ คือ

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 จำนวน 13 โรงเรียน ซึ่งมีประชากรจำนวน 1,739 คน

กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 ของโรงเรียนปทุมคงคา และโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 จำนวนทั้งสิ้น 316 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นจากโรงเรียน 2 กลุ่ม คือโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ และโรงเรียนขนาดใหญ่ กลุ่มละ 1 โรงเรียน โรงเรียนละ 4 ห้องเรียน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบมโนคติเรื่องความร้อนชนิดเลือกตอบที่พัฒนามาจากแบบสำรวจของ Shelley Yeo and Marjan Zadnik ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยคำถาม 20 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ โดยให้นักเรียนพิจารณาตามแนวคิดของนักเรียนเองว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเลือกเพียงตัวเลือกเดียว

ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเลือก โดยนักเรียนเลือกตัวเลือกที่แสดงเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเลือกนั้น ลงในกระดาษคำตอบของช่องแสดงผล

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

1) นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ไปยัง โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนปทุมคงคา และ โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

2) นำแบบทดสอบมโนคติเรื่องความร้อนไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบทดสอบไปฝากให้อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

จำแนกคำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับมโนคติเรื่องความร้อนที่ได้จากแบบทดสอบในแต่ละข้อคำถาม โดยแสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่เลือกคำตอบถูกต้อง และนักเรียนที่เลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้อง รวบรวมเหตุผลของนักเรียนที่เลือกตอบคำตอบของคำถามมาจำแนกเป็นรายชื่อ แล้ววิเคราะห์เหตุผลเพื่อหามโนคติที่คลาดเคลื่อน

1.3 ผลการวิจัย

จากการรวบรวมเหตุผลและวิเคราะห์เหตุผลในการตอบแบบทดสอบของนักเรียน เราสามารถจำแนกมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ 5 กลุ่มดังนี้

1.3.1 กลุ่มที่ 1 มโนคติเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำ

1.3.1.1 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “อุณหภูมิของน้ำแข็งขึ้นกับขนาดของน้ำแข็งถ้า น้ำแข็งก้อนใหญ่ก็จะมีอุณหภูมิต่ำ”

1.3.1.2 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำแข็งต้องมีอุณหภูมิต่ำกับ 0°C เท่านั้น”

1.3.1.3 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำไม่สามารถมีอุณหภูมิต่ำกับ 0°C ได้”

1.3.1.4 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำต้องมีจุดเดือดที่ 100°C เท่านั้น”

1.3.1.5 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำมีอุณหภูมิเกินจุดเดือดได้”

1.3.2 กลุ่มที่ 2 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

1.3.2.1 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “น้ำที่ละลายจากน้ำแข็งจะต้องมีอุณหภูมิ น้อยกว่า 0°C ”

1.3.2.2 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าให้ความร้อนกับน้ำนานๆ อุณหภูมิของน้ำก็จะยิ่งสูงไปเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่ให้ความร้อน อาจเกิน 100°C ก็ได้”

1.3.2.3 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ไอน้ำเกิดจากการควบแน่นของน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของไอน้ำจะต้องมีค่าน้อยกว่าจุดเดือดของน้ำ”

1.3.2.4 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความร้อนแฝงที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซ ขณะเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะลดลงจากจุดเดือด”

1.3.2.5 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ฟองของน้ำเดือดภายในจะบรรจุก๊าซออกซิเจน และก๊าซไฮโดรเจน หรือบรรจุอากาศ หรือเป็นสุญญากาศ”

1.3.3 กลุ่มที่ 3 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมดุลความร้อน

1.3.3.1 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าเราวางวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันนี้ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน”

1.3.3.2 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าเราวางวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันนี้จะขึ้นกับการเก็บรักษา ความร้อนหรือความเย็นของวัตถุ”

1.3.3.3 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ถ้าเราวางวัตถุอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลานาน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ”

1.3.4 กลุ่มที่ 4 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

1.3.4.1 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “การทำให้สสารที่ร้อนเย็นตัวเกิดจากกระบวนการเคลื่อนที่ของอนุภาค โดยถ้าสสารใดมีปริมาณมากกว่า สสารนั้นจะมีอนุภาคเคลื่อนที่ไปยังสสารที่มีอนุภาคน้อยกว่า”

1.3.4.2 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “การทำให้สสารที่ร้อนเย็นตัวลงเกิดจากกระบวนการแพร่หรือการไหลของอนุภาค โดยสสารใดมีอนุภาคสูง สสารนั้นก็แพร่หรือไหลของอนุภาคไปสู่สสารที่มีอนุภาคต่ำ”

1.3.5 กลุ่มที่ 5 มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย

1.3.5.1 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดรักษาอนุภาคหรือปรับอนุภาคได้ดีกว่า วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”

1.3.5.2 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดมีโมเลกุลชิดกันมากกว่า วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”

1.3.5.3 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดคายและรับพลังงานไว้ได้ไม่นาน วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”

1.3.5.4 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า “ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกายขึ้นกับวัตถุใดมีความจุความร้อนสูงกว่า วัตถุนั้นเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า”

2. อภิปราย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนจำนวนมากที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความร้อน ซึ่งจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกถูกในแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 19.94 ถึง 76.58 เมื่อดูจากค่าร้อยละพบว่าร้อยละของนักเรียนที่เลือกตัวเลือกถูกต้องนั้นมีค่าค่อนข้างน้อย และมีความไม่สูงมาก เมื่อดูจำนวนข้อที่นักเรียนเลือกตัวเลือกถูกเกินร้อยละ 50 มีจำนวน 8 ข้อ และการเลือกตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องไม่เกินร้อยละ 50 มีจำนวน 12 ข้อ จะเห็นได้ว่าจำนวนนักเรียนที่

เลือกตัวเลือกผิดมีมากกว่าจำนวนที่เลือกตัวเลือกถูก และเมื่อมาศึกษาเหตุผลในการเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง จะพบว่าการเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง เหตุผลที่นักเรียนให้จะเป็นเหตุผลที่ไม่ถูกต้อง แสดงว่าจำนวนร้อยละของผู้ที่เลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง ก็ไม่ใช่จำนวนที่นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องทั้งหมด

จากการดูจำนวนร้อยละของผู้ที่เลือกคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้องเราจะพบว่าข้อ 8, 12, 16, 17, 18, 20 จำนวนร้อยละของผู้ที่เลือกคำตอบที่ถูกต้องมีจำนวนร้อยละน้อยกว่าผู้ที่เลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ลักษณะของเหตุผลของนักเรียนในการเลือกตอบในแบบทดสอบข้อ 8, 12, 16, 17, 18, 20 นั้น พบว่าส่วนใหญ่เป็นมโนคติเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย และเรื่องสมดุลความร้อน จะเห็นได้ว่าเรื่องความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย เป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้สึกนักเรียนมักจะใช้ความรู้สึกของตัวเองในการตอบมากกว่าจะใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย จึงอาจเป็นสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องนี้ได้

จากการวิเคราะห์เหตุผลในการเลือกคำตอบในแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จะพบว่ามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องความร้อนที่ได้เป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าวัตถุที่เราจับแล้วรู้สึกเย็นแสดงว่าวัตถุนั้นสามารถกักเก็บความเย็นได้ดี หรือนำความเย็นได้ดี ซึ่งเป็นไปตามงานวิจัยของอิลลิน และมาร์เซีย (Eileen and Marcia, 2003) และนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำจะมีอุณหภูมิเป็น 0 องศาเซลเซียสไม่ได้ การถ่ายโอนความร้อนขึ้นกับการไหลของอุณหภูมิ จุดเดือดของน้ำเป็น 100 องศาเซลเซียสเท่านั้น อุณหภูมิของวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ มโนคติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้คล้ายกับผลการวิจัยของเชลลี่ โยว และมาร์จิน แซดนิค (Shelly and Marjan Zadnik, 2001) ผลมโนคติที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะพบว่านักเรียนจะมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนคล้ายกับงานวิจัยที่ผู้อื่นได้ศึกษามาแล้ว

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนเกี่ยวกับความร้อน การถ่ายโอนความร้อน สถานะของสาร สมดุลความร้อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่สามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีการให้เหตุผลที่หลากหลาย ทั้งเหตุผลที่ถูกต้อง และเหตุผล

อื่นๆ จึงทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะในเรื่องของการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

- 3.1.1 ควรจัดการเรียนการสอนเรื่องความร้อนให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องความร้อนกับชีวิตประจำวันได้
- 3.1.2 ควรเน้นย้ำในเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนคติคลาดเคลื่อน
- 3.1.3 ควรเน้นย้ำการใช้คำอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับความร้อนที่ถูกต้อง และบอกคำที่มักใช้กัน แต่เป็นคำที่ไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์
- 3.1.4 ควรจัดให้มีกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวกับความดันมีผลต่อจุดเดือดของสสาร การถ่ายเทความร้อนของสสาร จุดหลอมเหลวของสสาร อันจะเป็นการส่งเสริมความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องของจุดเดือด จุดหลอมเหลว การถ่ายเทความร้อนของสสารมากยิ่งขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 3.2.1 ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้กับครูผู้สอนในโรงเรียน เพื่อทราบถึงมโนคติของผู้สอน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการเรียนการสอนของครูต่อไป
- 3.2.2 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการสอนต่างๆ ในการเปลี่ยนมโนคติที่ คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนให้เป็นมโนคติที่ถูกต้องต่อไป
- 3.2.3 ควรทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องอื่นๆ ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อน
- 3.2.4 ควรทำวิจัยกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 และนักศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละชั้น

บรรณานุกรม

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน (2545) *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2545
- กิ่งแก้ว คูอมรพัฒนา (2534) "การศึกษาความเข้าใจที่ผิดพลาดในวิชาฟิสิกส์เรื่องแรง ความเร่ง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง" การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 2 25-27 มีนาคม มหาวิทยาลัยรังสิต สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6-33
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) "การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด" *วารสารประชาศึกษา* 31 (ก.พ. 2523): 6-17
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2540) "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นความรู้" ในการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ห้องประชุม สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาไทย หน้า 1-2
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2531) "การเรียนการสอนแนวคิด" กรุงเทพมหานคร คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อัดสำเนา)
- พรรณี ชูทัยเจนจิต (2538) *จิตวิทยาการเรียนการสอน* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร คอมแพคท์พรีน
- มนัส บุญประกอบ (2525) "แผนภูมิโนทัศน์การนำไปใช้ในชั้นเรียน" *วารสารสสวท.* (กรกฎาคม – กันยายน)
- มาลินี จุฑะรพ (2537) *จิตวิทยาการเรียนการสอน* กรุงเทพมหานคร ทิพย์วิสุทธิ์
- วราภรณ์ ธีรสิริ (2532) "การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท* บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงขี้เหล็ก
- วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532) "การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ" *วารสารวิจัยทางการศึกษา* 19 (กรกฎาคม-กันยายน 2532): 18-322
- ลำเร็จ สระขาว (2540) "แนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่และออสโมซิสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา" *วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต* ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สุชาติ โสภประยูร (2512) “ความเชื่อและความเข้าใจผิดเรื่องเกี่ยวกับเรื่องเพศ” *วารสารศูนย์ศึกษา*
16 (กุมภาพันธ์): 27-28
- โสภาพรรณ แสงศัพท์ (2518) "การสำรวจความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแบบเรียน
วิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น" *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท*
แผนกวิชาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อนันต์ ลีระกุล (2545) “ความรู้และความเข้าใจเรื่องแนวความคิด” *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*
14 (กรกฎาคม-กันยายน): 33-34
- อนันต์ วงศ์พิเชษฐ์ (2534) การศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เรื่องการเคลื่อนที่และกฎนิวตัน
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์
ในโรงเรียนครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยรังสิต สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
- อำนาจ ระวิพงษ์ (2545) “การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จ.สุรินทร์” *วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช* 15, 3
(กันยายน-ธันวาคม): 171
- Adwood, RK and V.A.Atwood. (1996). “Preservice Elementary Teacher’ Conceptions of
The Cause of Season” *Journal of Research in Science Teaching*. 33 (may):
553-563.
- Barman,C.R. , A.K. Griffiths and A.O. Okebukola. (1995). “High School Students
Concepts Regarding Food Webs : A Multitonal Study” *International Journal of
Science Education*. 17 (November-December); 775-782.
- Brown, D.E. (1992). "Wusing Example and Analogies to Remediate Misconception in
Physics : Factors Influencing Concept Change". *Journal of Research in Science
Teaching*. 29 (January) : 17-34.
- Clement , J. (1993) "Wusing Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with
Student’s Preconception in Physics" *Journal of Research in Science Teaching*
30, 10 (December): 1241-1257.
- Eileen and Marcia. 2003 “Heat Energy and temperature Concept of Adolescents , Adults , and
Experts : Implications for Curricular Improvements” *Journal of Research in Science
Teaching* 40 (June) : S155 – S175.

- Eve Kikas. 2004 "Teacher's Conception and Misconception Concerning Three Natural Phenomena" *Journal of Research in Science Teaching* 41 (May) : 432 – 448.
- Fieldman, R.S. (1987). *Understanding Psychology*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Gilbert, J.K., R.J. Osborne and P.J. Fensham. (1982). "Children's Science and Its Consequences for Teaching". *Science Education*. 66 (July) : 623-633.
- Hanley, S. (1994). *On Constructivism Maryland* : Collaborative for Teacher Preparation.
- Hong Kewn Boo. 1998 "Student's Understanding of Chemical Bonds and the Energetics of Chemical Reaction" *Journal of Research in Science Teaching* 35 (May) : 569 – 581.
- Mariana and Peter. 2003 "Effect of Instruction Using Students Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies On Science Learning" *Journal of Research in Science Teaching* 40 (December) : S86 – S98.
- Nakhlen, M. B. (1992). "Why Some Students Don't Learn Chemistry". *Journal of Chemical Education*. 69 (March 1992): 191-196.
- Osborne. R. And Freyberg, P. (1985) *Learning in Science : The Implication of Children's Science*. London: Aeinemann Publissers.
- Pines, A.L. and L.H.T. West. 1986. "Conceptual Understanding and Science Learning : An Interpretation of Research Within a Sources - of - knowledge Framework" *Science Education*. 70 (Saptember): 583 – 604.
- Shelley Yeo and Marjan Zadnike. (2001) "Introductory thermal Concept Evaluation : Assessing Student's Understanding." *The Physics teacher*. 39 (November 2001): 496 – 504.
- Suwimon Kiokaea (1988) "Comparing College Freshmens Concepts of Covalent Bonding and the College of Education at Prince of Songkhla University, Thailand." Ph.D. Thesis. University of Missouri-Columbia.
- Westbrook, S.L. and E.A. Marek. (1992). "A Cross – Age Study of Student Understanding of the concept of Homeostasis" *Journal of Rearch in Science Teaching* 29, 1 (January): 54.

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ชื่อ รศ.ดร.วิจิตร เล็งหะพันธุ์
 สถานที่ทำงาน -
 วุฒิการศึกษา วท.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (1959)
 A.M. (Physics) Haward University (1962)
 Ph.D. (Physics) Boston University (1968)
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์
 ที่ปรึกษาผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
 และเทคโนโลยี
2. ชื่อ รศ.ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน
 สถานที่ทำงาน -
 วุฒิการศึกษา วท.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (1965)
 Ph.D. (Physics) สถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซต (1974)
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์
3. ชื่อ ผศ.ปราโมทย์ จตุกัลป์
 สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 วุฒิการศึกษา กศ.บ. (เกียรตินิยมอันดับสอง) ฟิสิกส์
 วท.ม. (ฟิสิกส์)
 M.S. (Engineering and Technology)
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร ผู้ชำนาญ ที่ สสวท. 15 ปี
4. ชื่อ นายรังสรรค์ ศรีสาคร
 สถานที่ทำงาน สาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี
 วุฒิการศึกษา กศ.บ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์สอนวิชาฟิสิกส์ 2 ปี
 นักวิชาการสาขาฟิสิกส์ 20 ปี

5. ชื่อ นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนา
- สถานที่ทำงาน -
- วุฒิการศึกษา ค.บ. และ ค.ม. (การสอนฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์สอนวิชาฟิสิกส์ 26 ปี
ผู้อำนวยการสาขาฟิสิกส์ 20 ปี

ภาคผนวก ข
แบบตรวจความถูกต้องของเนื้อหา

แบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ เรื่องความร้อน

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบ.....

มโนทัศน์สำคัญ	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
น้ำจะอยู่ในสถานะน้ำแข็งได้จะต้องมีอุณหภูมิ 0°C หรือต่ำกว่า 0°C	1. อุณหภูมิที่เหมาะสมของก้อนน้ำแข็งที่เก็บไว้ในช่องแช่แข็งของผู้เย็นน้ำจะมีอุณหภูมิเป็นกิโลเซลเซียสมากที่สุด ก. -10 ข. 0 ค. 5 ง. ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนน้ำแข็ง					
จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งคือ 0°C การเปลี่ยนสถานะจะต้องใช้ความร้อนหรือมีการถ่ายโอนความร้อน	2. แดงน้ำแข็ง 6 ก้อนจากช่องแช่แข็ง และใส่น้ำแข็ง 4 ก้อนลงในแก้วที่มีน้ำ และปล่อยให้เย็น 2 ก้อนทิ้งไว้บนโต๊ะ แดงคนน้ำแข็งจนกระทั่งน้ำแข็งในแก้วมีขนาดเล็กลง และหยุดละลาย อุณหภูมิของน้ำในแก้วที่สถานะนี้จะเป็นกิโลเซลเซียส ก. -10 ข. 0 ค. 5 ง. 10					
จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งคือ 0°C	3. ก้อนน้ำแข็งที่แดงนำออกมาวางทิ้งไว้บนโต๊ะ ปรากฏว่าน้ำแข็งที่วางทิ้งไว้บนโต๊ะละลายเกือบหมด จนเหลือก้อนน้ำแข็งเล็กๆ อุณหภูมิของก้อนน้ำแข็งที่เหลือน่าจะมีอุณหภูมิกิโลเซลเซียส ก. -10 ข. 0 ค. 5 ง. 10					
จุดเดือดของน้ำที่ความดันบรรยากาศคือ 100°C	4. แก้วน้ำที่มีน้ำอยู่เต็มวางอยู่บนเตาไฟ น้ำในกาเริ่มจะเดือดอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิของน้ำน่าจะมีอุณหภูมิประมาณกิโลเซลเซียส ก. 88 ข. 100 ค. 110 ง. 120					
เมื่อเราให้ความร้อนหลังจากน้ำเดือดแล้วความร้อนจะไม่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่ความร้อนจะนำไปใช้สำหรับการเปลี่ยนสถานะ	5. จากข้อ 4 น้ำยังคงเดือดต่อไปอีก 5 นาที นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของน้ำในกาน่าจะมี อุณหภูมิประมาณกิโลเซลเซียส ก. 88 ข. 100 ค. 110 ง. 120					

แบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ เรื่องความร้อน (ต่อ)

มโนทัศน์สำคัญ	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
ที่สภาวะเดียวกันอุณหภูมิของไอน้ำควรเป็นอุณหภูมิเดียวกับน้ำเดือด	6. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของไอน้ำที่อยู่เหนือน้ำในกาต้มน้ำน่าจะมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส ก. 88 ข. 100 ค. 110 ง. 120					
บนที่สูงๆ ความดันจะต่ำกว่า ความดันบรรยากาศ น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C ถ้าความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ	7. บอลเชื่อว่า เขาต้องใช้น้ำเดือดชงน้ำชา ซึ่งบอลลบอกเพื่อนของเขาว่า “ผมไม่สามารถชงน้ำชาได้ ถ้าผมตั้งแคมป์บนภูเขาสูง เพราะน้ำจะไม่เดือดที่ระดับความสูงมากๆ” คุณคิดว่าใครพูดถูกต้อง ก. จอยพูดว่า “น้ำเดือดได้ แต่น้ำเดือดบนเขาจะไม่ร้อนเหมือนที่เราต้มอยู่ที่ดินเขา” ข. บอยพูดว่า “มันไม่เป็นความจริง น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ” ค. ปูพูดว่า “จุดเดือดของน้ำจะลดลง แต่ตัวน้ำยังคงมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส” ง. แก้วพูดว่า “ฉันเห็นด้วยกับบอล น้ำไม่สามารถไปถึงจุดเดือดได้ที่ระดับความสูงมากๆ”					
เมื่อเกิดสมมูลทางความร้อน อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ในสภาวะเดียวกันจะมีอุณหภูมิเท่ากัน	8. แม่น้ำกระเบื้องโคล่า และขวดพลาสติกที่บรรจุ น้ำโคล่าที่แช่อยู่ในตู้เย็นตั้งแต่ 2 วันที่แล้วออกมาจากผู้เย็น จากนั้นเขาริบน้ำเอาเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิของโคล่าที่อยู่ในกระเบื้อง ได้ อุณหภูมิ 7°C อุณหภูมิของขวดพลาสติกและ น้ำโคล่าในขวดน่าจะมีค่าเท่าใด ก. ทั้งคู่จะมีอุณหภูมิน้อยกว่า 7°C ข. ทั้งคู่จะมีค่าเท่ากับ 7°C ค. ทั้งคู่มีค่ามากกว่า 7°C ง. โคล่ามีค่าเท่ากับ 7°C แต่ขวดพลาสติกมีค่ามากกว่า 7°C จ. ขึ้นอยู่กับปริมาณโคล่า และ / หรือ ขนาด					

แบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ เรื่องความร้อน (ต่อ)

มโนทัศน์สำคัญ	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
น้ำต้องสูญเสียความร้อนจำนวนหนึ่ง เพื่อเปลี่ยนสถานะ แต่น้ำแข็งสูญเสียความร้อนจำนวนหนึ่งเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ	9. โอ้ถามเพื่อนในกลุ่มว่า “ถ้าฉันวางน้ำแข็ง 100g ที่อุณหภูมิ 0°C และน้ำ 100 g ที่ 0°C ลงในช่องแช่แข็งอะไรสูญเสียความร้อนมากกว่ากัน ก. หนึ่งพูดว่า “น้ำแข็ง 100 g” ข. ดาวพูดว่า “น้ำ 100 g” ค. คิมพูดว่า “ไม่แตกต่างกัน เพราะมันมีความร้อนจำนวนเท่ากัน” ง. แจงพูดว่า “ไม่มีคำตอบ เพราะน้ำแข็งไม่มีความร้อน” จ. หมูพูดว่า “ไม่มีคำตอบ เพราะเธอไม่สามารถทำให้น้ำเป็น 0°C ได้”					
การเดือดของน้ำคือการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวซึ่งเป็นน้ำไปเป็นก๊าซซึ่งเป็นไอน้ำ	10. หนึ่งดื่มน้ำในกะทะที่อบบนเตาไฟ คุณคิดว่าอะไรที่อยู่ในฟองของน้ำที่เดือด ก. อากาศ ข. ก๊าซออกซิเจน และไฮโดรเจน ค. ไอน้ำ ง. ไม่มีอะไรในฟองอากาศ					
อะไรก็ตามที่มีอุณหภูมิสูงจะถ่ายโอนความร้อนให้กับสิ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ	11. หลังจากที่ตั้งไข่ในน้ำเดือด เมลท์ทำไข่ให้เย็นโดยวางลงในอ่างน้ำเย็น ข้อใดอธิบายกระบวนการทำให้เย็น ก. อุณหภูมิถูกส่งผ่านจากไข่ไปยังน้ำ ข. ความเย็นเคลื่อนที่จากน้ำไปสู่ไข่ ค. วัตถุที่ร้อนโดยปกติจะเย็นลง ง. พลังงานถูกส่งผ่าน จากไข่ไปสู่ น้ำ					

แบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ เรื่องความร้อน (ต่อ)

มโนทัศน์สำคัญ	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากๆ ปริมาณความร้อนที่จะถ่ายโอนก็จะมากด้วย	<p>15. อ้อหยิบนมกล่องช็อกโกแลต 2 กล่อง พร้อมกัน กล่องที่เย็นหยิบมาจากตู้เย็น และกล่องที่อุ่นวางไว้บนโต๊ะมานานแล้ว ทำไมกล่องที่หยิบมาจากตู้เย็นเราจึงรู้สึกเย็นกว่ากล่องที่เราหยิบมาจากโต๊ะ ให้เปรียบเทียบกับกล่องอุ่น ทำไมจึงเป็นเช่นนี้</p> <p>ก. กล่องเย็นบรรจุความเย็นมากกว่ากล่องที่อุ่น</p> <p>ข. กล่องที่เย็นมีความร้อนน้อยกว่ากล่องที่อุ่น</p> <p>ค. กล่องที่เย็นนำความร้อนได้น้อยกว่ากล่องที่อุ่น</p> <p>ง. กล่องที่เย็นนำความร้อนจากมือของแดนได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น</p> <p>จ. กล่องที่เย็นนำความเย็นจากมือของแดนได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น</p>					
ถ้าความดันมากขึ้น น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่าเดิม	<p>16. เบียร์คิดว่าแม่ของเขาปรุงซุปลินหม้อความดัน เพราะหม้อความดันปรุงอาหารให้สุกได้เร็วกว่าหม้อธรรมดา แต่เขาไม่ทราบว่าเพราะเหตุใด (หม้อความดันมีฝาปิดสนิท ดังนั้นความดันภายในสูงกว่าความดันบรรยากาศ) ใครคือคนที่คุณเห็นด้วยมากที่สุด</p> <p>ก. เอ้พูดว่า “มันเป็นเพราะความดันทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C”</p> <p>ข. อ้อพูดว่า “มันเป็นเพราะความดันสูงทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น”</p> <p>ค. ดันพูดว่า “มันเป็นเพราะไอน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำซุปล”</p> <p>ง. ปอนพูดว่า “มันเป็นเพราะหม้อความดันกระจายความร้อนได้ทั่วถึง”</p>					

แบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ เรื่องความร้อน (ต่อ)

มโนทัศน์สำคัญ	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
อากาศร้อนจะมีความหนาแน่นน้อยมันจึงลอยขึ้นไปอยู่ข้างบน	<p>17. เด็กเชื่อว่าพ่อของเธอบนชั้นบนสุดในเตาอบไฟฟ้า เพราะที่ชั้นบนมีอุณหภูมิสูงกว่าชั้นล่าง คุณคิดว่าใครคือผู้ที่พุดถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. แพนพูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะความร้อนลอยขึ้นชั้นบน”</p> <p>ข. ไหญ่พูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะถาดโลหะช่วยรวบรวมความร้อน”</p> <p>ค. บัวพูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะอากาศที่ร้อนขึ้นความหนาแน่นก็ยิ่งน้อยลง”</p> <p>ง. กวางไม่เห็นด้วยกับทั้งหมดและพูดว่า “มันเป็นไปไม่ได้ที่ชั้นบนจะร้อนกว่าชั้นล่าง”</p>					
การระเหยของน้ำต้องใช้ปริมาณความร้อนมากกว่าที่มนุษย์รู้สึกเย็นเนื่องมาจากความร้อนจากร่างกายถูกดึงออกไป เพื่อให้เหงื่อระเหย	<p>18. รุจน์อ่านคำถามแบบเลือกตอบจากหนังสือ “การที่เหงื่อออกทำให้คุณเย็นลง” เป็นเพราะเหตุใด</p> <p>ก. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณทำให้ผิวเปียก และผิวที่เปียกทั้งหลายจะดึงความร้อนออกได้มากกว่าผิวแห้ง</p> <p>ข. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณ จะนำความร้อนไหลออกจากรูขุมขน และกระจายความร้อนไปทั่วผิวหนัง</p> <p>ค. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวหนังของคุณแต่ขณะที่เหงื่อกำลังระเหย มันจะดึงความร้อนออกไป</p> <p>ง. เพราะเหงื่อที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวหนังของคุณเล็กน้อย เพราะการระเหยและความร้อนจะถูกส่งผ่านจากผิวหนังไปสู่เหงื่อ</p>					
เลือกกันหนาวเป็นฉนวน จึงทำให้อัตราการถ่ายโอนความร้อนจากตัวเราน้อยลง	<p>19. ทำไมเราจึงสวมเลือกกันหนาวในฤดูหนาว</p> <p>ก. เพื่อไม่ให้ความเย็นเข้ามา</p> <p>ข. เพื่อทำให้เกิดความร้อน</p> <p>ค. เพื่อลดการสูญเสียความร้อน</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>					

แบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ เรื่องความร้อน (ต่อ)

มโนทัศน์สำคัญ	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
วัตถุอยู่ในสถานะเดียวกันเป็นเวลานานจนเข้าสู่สมดุลความร้อน วัตถุที่อยู่ในสถานะเดียวกันควรจะต้องมีอุณหภูมิเท่ากัน	<p>20. บัดนำไอศกรีมแท่งออกจากช่องแข็งซึ่งเขาแช่ไว้เมื่อวันก่อน และเขาบอกกับเพื่อน 4 คนในกลุ่มว่า ไม้ไอศกรีมมีอุณหภูมิสูงกว่าส่วนที่เป็น ไอศกรีม นักเรียนคิดว่าเหตุของใครดีที่สุด</p> <p>ก. เบ็ลพูดว่า “คุณพูดถูกเพราะไม้ไอศกรีมไม่สามารถเย็นได้เท่ากับไอศกรีม”</p> <p>ข. ออยพูดว่า “คุณพูดถูกเพราะไอศกรีมเก็บความเย็นได้มากกว่าไม้ไอศกรีม”</p> <p>ค. แดงพูดว่า “คุณพูดผิด เราารู้สึกว่าแตกต่างเพราะไม้ไอศกรีมเก็บความร้อนได้มากกว่า</p> <p>ง. แอนพูดว่า “ฉันคิดว่าไม้ไอศกรีมมีอุณหภูมิเท่ากัน เพราะมันอยู่ด้วยกัน”</p>					

ภาคผนวก ค
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย



ที่ ศธ 0522.16/ ว97

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนปทุมคงคา

เนื่องด้วย นางสาวนันทน์ภัท ลิ่มสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กำลังทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยจะเก็บข้อมูลจากนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ทั้งนี้ จะมีให้เป็นกรอบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7



ที่ ศธ 0522.16/ ว97

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

เนื่องด้วย นางสาวนันทน์ภัส ลิมสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนง
วิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กำลังทำการ
ศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ รงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต 1
กลุ่ม 3

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยจะเก็บข้อมูลจาก
นักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ทั้งนี้ จะมีให้เป็นการ
รบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ
ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และ
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดมโนคติเรื่องความร้อน

แบบทดสอบวัดมโนคติเรื่องความร้อน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ไม่ได้มุ่งทดสอบความรู้เพื่อนำไปตัดสินผลการเรียน แต่เป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจความรู้ความเข้าใจในเรื่องความร้อนของนักเรียน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการวิจัย ซึ่งผลที่ได้จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องความร้อนต่อไป
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ เป็นแบบอัตนัย

คำสั่ง

1. ให้นักเรียนตอบแบบทดสอบด้วยการเลือกคำตอบที่ดีที่สุด และให้เหตุผลของการเลือกตอบคำตอบที่นักเรียนเลือก
2. เมื่อนักเรียนตอบแล้ว แต่ข้อความนั้นนักเรียนต้องการแก้ไขใหม่ ก็สามารถลบหรือขีดออกแล้วเขียนใหม่ได้
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบทุกข้อ
4. ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

แบบทดสอบเรื่องความร้อน

ระวัง ตัวเลือกในแต่ละข้อไม่เท่ากัน บางข้ออาจจะมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ บางข้ออาจมี 5 คำตอบ

- | | |
|--|--|
| <p>1. อุณหภูมิที่เหมาะสมของก้อนน้ำแข็งที่เก็บไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นน่าจะมีอุณหภูมิเป็นกิโลเซลเซียสมากที่สุด</p> <p>ก. -10</p> <p>ข. 0</p> <p>ค. 5</p> <p>ง. ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนน้ำแข็ง</p> <p>2. แดงนำน้ำแข็ง 6 ก้อนจากช่องแช่แข็งและใส่น้ำแข็ง 4 ก้อนลงในแก้วที่มีน้ำและปล่อย 2 ก้อนทิ้งไว้บนโต๊ะ แดงคนน้ำแข็งจนกระทั่งน้ำแข็งในแก้วมีขนาดเล็กลง และหยุดละลาย อุณหภูมิของน้ำในแก้วที่สภาวะนี้น่าจะเป็นกิโลเซลเซียส</p> <p>ก. -10</p> <p>ข. 0</p> <p>ค. 5</p> <p>ง. 10</p> <p>3. ก้อนน้ำแข็งที่แดงนำออกมาวางทิ้งไว้บนโต๊ะ ปรากฏว่าน้ำแข็งที่วางทิ้งไว้บนโต๊ะละลายเกือบหมด จนเหลือก้อนน้ำแข็งเล็กๆอุณหภูมิของก้อนน้ำแข็งที่เหลือน่าจะมีอุณหภูมิกิโลเซลเซียส</p> <p>ก. -10</p> <p>ข. 0</p> <p>ค. 5</p> <p>ง. 10</p> | <p>4. กาต้มน้ำที่มีน้ำอยู่เต็มวางอยู่บนเตาไฟ น้ำในกาเริ่มจะเดือดอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิของน้ำน่าจะมีอุณหภูมิประมาณกิโลเซลเซียส</p> <p>ก. 88</p> <p>ข. 100</p> <p>ค. 110</p> <p>ง. 120</p> <p>5. จากข้อ 4 น้ำยังคงเดือดต่อไปอีก 5 นาที นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของน้ำในกาน่าจะมีอุณหภูมิประมาณกิโลเซลเซียส</p> <p>ก. 88</p> <p>ข. 100</p> <p>ค. 110</p> <p>ง. 120</p> <p>6. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของไอน้ำที่อยู่เหนือน้ำในกาต้มน้ำน่าจะมีอุณหภูมิกิโลเซลเซียส</p> <p>ก. 88</p> <p>ข. 100</p> <p>ค. 110</p> <p>ง. 120</p> |
|--|--|

7. บอลเชื่อว่า เขาต้องใช้น้ำเดือดชงน้ำชา ซึ่งบอลบอกเพื่อนของเขาว่า “ผมไม่สามารถชงน้ำชาได้ ถ้าผมตั้งแก้วบีบนภูเขาสูง เพราะน้ำจะไม่เดือดที่ระดับความสูงมากๆ” คุณคิดว่าใครพูดถูกต้อง
- ก. จอยพูดว่า “น้ำเดือดได้ แต่น้ำเดือดบนเขาจะไม่ร้อนเหมือนที่เรากำลังอยู่ที่ตีนเขา”
- ข. บอยพูดว่า “มันไม่เป็นความจริง น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิเดียวกันเสมอ”
- ค. ปูพูดว่า “จุดเดือดของน้ำจะลดลง แต่ตัวน้ำยังคงมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
- ง. แก้วพูดว่า “ฉันเห็นด้วยกับบอล น้ำไม่สามารถไปถึงจุดเดือดได้ที่ระดับความสูงมากๆ”
8. แมนนำกระป๋องโคล่า และขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำโคล่าที่แช่อยู่ในตู้เย็นตั้งแต่ 2 วันที่แล้วออกมาจากตู้เย็น จากนั้นเขารับนำเอาเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิของโคล่าที่อยู่ในกระป๋อง ได้ อุณหภูมิ 7°C อุณหภูมิของขวดพลาสติก และน้ำโคล่าในขวดน่าจะมีค่าเท่าใด
- ก. ทั้งคู่จะมีอุณหภูมิน้อยกว่า 7°C
- ข. ทั้งคู่จะมีค่าเท่ากับ 7°C
- ค. ทั้งคู่มีค่ามากกว่า 7°C
- ง. โคล่ามีค่าเท่ากับ 7°C แต่ขวดพลาสติกมีค่ามากกว่า 7°C
- จ. ขึ้นอยู่กับปริมาณโคล่า และ / หรือ ขนาดของขวด
9. โธ่ถามเพื่อนในกลุ่มว่า “ถ้าฉันวางน้ำแข็ง 100g ที่อุณหภูมิ 0°C และน้ำ 100 g ที่ 0°C ลงในช่องแช่แข็งอะไรสูญเสียความร้อนมากกว่ากัน
- ก. หนึ่งพูดว่า “น้ำแข็ง 100 g”
- ข. คาวพูดว่า “น้ำ 100 g”
- ค. คิมพูดว่า “ไม่แตกต่างกันเพราะมันมีความร้อนจำนวนเท่ากัน”
- ง. แจงพูดว่า “ไม่มีคำตอบ เพราะน้ำแข็งไม่มีความร้อน
- จ. หมูพูดว่า “ไม่มีคำตอบ เพราะเธอไม่สามารถทำให้น้ำเป็น 0°C ได้”
10. หนึ่งต้มน้ำในกะทะทองบนเตาไฟ คุณคิดว่าอะไรที่อยู่ในฟองของน้ำที่เดือด
- ก. อากาศ
- ข. ก๊าซออกซิเจน และไฮโดรเจน
- ค. ไอน้ำ
- ง. ไม่มีอะไรในฟองอากาศ
11. หลังจากที่ตั้งไข่ในน้ำเดือด เมล็ดทำไข่ให้เย็นโดยวางลงในอ่างน้ำเย็น ข้อใดอธิบายกระบวนการทำให้เย็น
- ก. อุณหภูมิถูกส่งผ่านจากไข่ไปยังน้ำ
- ข. ความเย็นเคลื่อนที่จากน้ำไปสู่ไข่
- ค. วัตถุที่ร้อนโดยปกติจะเย็นลง
- ง. พลังงานถูกส่งผ่าน จากไข่ไปสู่ น้ำ

12. เจนบอกว่า หล่อนไม่ชอบนั่งบนเก้าอี้เหล็กในห้อง เพราะว่า “มันเย็นกว่าเก้าอี้พลาสติก” คุณคิดว่าใครพูดถูกต้อง
- ก. จิมเห็นด้วยและพูดว่า “มันเย็นกว่า เพราะเหล็กโดยธรรมชาติจะเย็นกว่าพลาสติก”
- ข. แดงพูดว่า “มันไม่ได้เย็นกว่า มันมีอุณหภูมิเดียวกัน เพราะเหล็กนำความร้อนได้ดีกว่า”
- ค. ดาพูดว่า “มันไม่ได้เย็นกว่า เหล็กเราจะรู้สึกว่าย่นกว่า เพราะมันหนักกว่า”
- ง. ตาพูดว่า “มันเย็นกว่า เพราะเหล็กมีความร้อนที่จะสูญเสียน้อยกว่าพลาสติก”
13. ต่อมหีบไม้บรรทัดเหล็กและไม้บรรทัดไม้จากกล่องดินสอของเขา เขาบอกว่า ไม้บรรทัดเหล็กรู้สึกเย็นกว่าไม้บรรทัดไม้ คุณคิดว่าคำอธิบายข้อใดถูกต้องที่สุด
- ก. เหล็กนำพลังงานออกไปจากมือของเขาได้รวดเร็วกว่าไม้
- ข. ไม้โดยธรรมชาติจะเป็นวัตถุที่อุ่นกว่าเหล็ก
- ค. ไม้บรรทัดไม้มีความร้อนบรรจุอยู่มากกว่าไม้บรรทัดเหล็ก
- ง. เหล็กแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าไม้
- จ. ความเย็นไหลจากเหล็กอย่างรวดเร็วมาก
14. เชียนำขวดแก้ว 2 ใบที่บรรจุน้ำ 20°C ขวดหนึ่งห่อด้วยผ้าเช็ดมือเปียก อีกขวดหนึ่งห่อด้วยผ้าเช็ดมือแห้งทิ้งไว้ 20 นาที ต่อมาเขาวัดอุณหภูมิของน้ำในแต่ละขวด น้ำในขวดที่ห่อด้วยผ้าเช็ดมือที่เปียกมีค่า 18°C น้ำที่ห่อด้วยผ้าเช็ดมือแห้งมีค่า 22°C อุณหภูมิห้องขณะที่ทำการทดลองน่าจะมีค่ากึ่งกลางเซลเซียส
- ก. 24
- ข. 20
- ค. 21
- ง. 18
15. อ้อหีบนมกล่องช็อกโกแลต 2 กล่องพร้อมกัน กล่องที่เย็นหีบมาจากตู้เย็นและกล่องที่อุ่นวางไว้บนโต๊ะมานานแล้ว ทำไมกล่องที่หีบมาจากตู้เย็นเราจึงรู้สึกเย็นกว่ากล่องที่หีบมาจากโต๊ะ ให้เปรียบเทียบกับกล่องอุ่น ทำไมจึงเป็นเช่นนี้
- ก. กล่องเย็นบรรจุความเย็นมากกว่ากล่องที่อุ่น
- ข. กล่องที่เย็นมีความร้อนน้อยกว่ากล่องที่อุ่น
- ค. กล่องที่เย็นนำความร้อนได้น้อยกว่ากล่องที่อุ่น
- ง. กล่องที่เย็นนำความร้อนจากมือของแดนได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น
- จ. กล่องที่เย็นนำความเย็นจากมือของแดนได้เร็วกว่ากล่องที่อุ่น

16. เบียร์คิดว่าแม่ของเขาปรุงซूपในหม้อความดัน เพราะหม้อความดันปรุงอาหารให้สุกได้เร็วกว่าหม้อธรรมดา แต่เขาไม่ทราบว่าเป็นเพราะเหตุใด (หม้อความดันมีฝาปิดสนิท ดังนั้นความดันภายในสูงกว่าความดันบรรยากาศ) ใครคือคนที่คุณเห็นด้วยมากที่สุด
- ก. เอ้พูดว่า “มันเป็นเพราะความดันทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C ”
- ข. อ้อพูดว่า “มันเป็นเพราะความดันสูงทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น”
- ค. ต้นพูดว่า “มันเป็นเพราะไอน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำซूप”
- ง. ปอนพูดว่า “มันเป็นเพราะหม้อความดันกระจายความร้อนได้ทั่วถึง”
17. เล็กเชื่อว่าพ่อของเธออบเค้กบนชั้นบนสุดในเตาอบไฟฟ้า เพราะที่ชั้นบนมีอุณหภูมิสูงกว่าชั้นล่าง คุณคิดว่าใครคือผู้ที่พูดถูกต้องที่สุด
- ก. แพมพูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะความร้อนลอยขึ้นชั้นบน”
- ข. ไหญ่พูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะพัดโลหะช่วยรวบรวมความร้อน”
- ค. บัวพูดว่า “ชั้นบนร้อนกว่าเพราะอากาศที่ร้อนขึ้นความหนาแน่นก็ยิ่งน้อยลง”
- ง. กวางไม่เห็นด้วยกับทั้งหมดและพูดว่า “มันเป็นไปไม่ได้ที่ชั้นบนจะร้อนกว่าชั้นล่าง”
18. รุจน์อ่านคำถามแบบเลือกตอบจากหนังสือ “การที่เห้งออออกทำให้คุณเย็นลง” เป็นเพราะเหตุใด
- ก. เพราะเห้งออที่อยู่บนผิวของคุณทำให้ผิวเปียก และผิวที่เปียกทั้งหลายจะดึงความร้อนออกได้มากกว่าผิวแห้ง
- ข. เพราะเห้งออที่อยู่บนผิวของคุณ จะนำความร้อนไหลออกจากรูขุมขนและกระจายความร้อนไปทั่วผิวหนัง
- ค. เพราะเห้งออที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิเท่ากับผิวหนังของคุณแต่ขณะที่เห้งออกำลังระเหย มันจะดึงความร้อนออกไป
- ง. เพราะเห้งออที่อยู่บนผิวของคุณมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวหนังของคุณเล็กน้อยเพราะการระเหยและความร้อนจะถูกส่งผ่านจากผิวหนังไปสู่เห้งออ
19. ทำไมเราจึงสวมเสื้อกันหนาวในฤดูหนาว
- ก. เพื่อไม่ให้ความเย็นเข้ามา
- ข. เพื่อทำให้เกิดความร้อน
- ค. เพื่อลดการสูญเสียความร้อน
- ง. ถูกทุกข้อ

20. ปัดน้ำไอศกรีมแท่งออกจากช่องแข็งซึ่ง
เขาแช่ไว้เมื่อวันก่อน และเขาบอกกับ
เพื่อน 4 คนในกลุ่มว่าไม่มีไอศกรีมมี
อุณหภูมิสูงกว่าส่วนที่เป็นไอศกรีม
นักเรียนคิดว่าเหตุของใครดีที่สุด
- ก. เบ็ลพูดว่า “คุณพูดถูกเพราะไม่มี
ไอศกรีมไม่สามารถเย็นได้เท่ากับ
ไอศกรีม”
- ข. ออยพูดว่า “คุณพูดถูกเพราะไอศกรีม
เก็บความเย็นได้มากกว่าไม่มีไอศกรีม”
- ค. แดงพูดว่า “คุณพูดผิด เราารู้สึกว่า
แตกต่างกันเพราะไม่มีไอศกรีมเก็บ
ความร้อนได้มากกว่า
- ง. แอนพูดว่า “ฉันคิดว่าไม่มีไอศกรีมมี
อุณหภูมิเท่ากัน เพราะมันอยู่ด้วยกัน”

ภาคผนวก จ
แบบฟอร์มกระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบ

1. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
2. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
3. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
4. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
5. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
6. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
7. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
8. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
9. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
10. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
11. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
12. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
13. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
14. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....

- 15. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
- 16. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
- 17. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
- 18. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
- 19. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....
- 20. ก. ข. ค. ง. จ. เหตุผล.....

ภาคผนวก ฉ

แบบฟอร์มขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ



ที่ ศษ 0522.16/

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ

เรียน รศ.ดร.วิจิตร เล็งหะพันธุ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนันทน์ภัส ลิ้มสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต1กลุ่ม 3 ตามโครงการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวม ข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7



0522.16/

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ

เรียน รศ.ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต1กลุ่ม 3 ตามโครงการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวม ข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7



0522.16/

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ

เรียน ผศ.ปราโมทย์ ฤกษ์กุลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต1กลุ่ม 3 ตามโครงการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวม ข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7



0522.16/

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ

เรียน นายรังสรรค์ ศรีสาคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนันทน์ภัส ลิมสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เขต1กลุ่ม 3 ตามโครงการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวม ข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7



0522.16/

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

23 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ

เรียน นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องความร้อน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 ตามโครงการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวม ข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

โทร. 0-2503-2870 , โทรสาร 0-2503-3566-7

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวนันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม
วัน เดือน ปีเกิด	15 สิงหาคม 2522
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	ศษ.บ. (วท.บ.) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี พ.ศ. 2544
สถานที่ทำงาน	สาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ตำแหน่ง	นักวิชาการ (ลูกจ้างชั่วคราว)