



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร.เบญจวรรณ หาญพิพัฒน์ นักวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ดร. เพลินพิศ กอบตระกูล ศึกษาานิเทศก์เชี่ยวชาญ
ผู้อำนวยการกลุ่มศึกษาานิเทศก์
สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดจันทบุรี
3. ดร.สุทธิ สุวรรณपाल ศึกษาานิเทศก์เชี่ยวชาญ
ผู้อำนวยการกลุ่มศึกษาานิเทศก์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1
4. นายธงไชย บุญเรือง รองผู้อำนวยการเชี่ยวชาญ
โรงเรียนสฤณดิเดช
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรีเขต 1
5. นางสาววาสนา พันธษา ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์
โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ยว ๐๖๓๓.๑๓/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิตา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา” โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีศา จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

- ๒ -

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าบุคลากรในหน่วยงานของท่านคือ อาจารย์ ดร.เบญจวรรณ หาญพิพัฒน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญบุคลากรเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรถศรีวรร)

ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๓๙๓๓ ๙๑๑๑ ตั๋ว ๑๑๓๐๐

โทรสาร ๐-๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ อว ๐๖๓๓.๑๓/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ ดร.เพลินพิศ กอบตระกูล

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิตา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา” โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีระ จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

- ๒ -

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรถศรีวิธร)

ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๓๙๓๓ ๕๑๑๑ ต่อ ๑๑๓๐๐

โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ อว ๐๖๓๑.๑๓/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ ดร.สุทธิ สุวรรณपाल

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด
 ๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
 ๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
 ๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
 ๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
 ๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
 ๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิ่นิตา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา” โดยมี อาจารย์ ดร.เขาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา จรตล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

- ๒ -

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษา
สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี
และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรถศรีวรร)

ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๓๙๓๑ ๙๑๑๑ ตั๋ว ๑๑๓๐๐

โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ อว ๐๖๓๑.๑๓๗/ว ๐๓๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายธงไชย บุญเรือง

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำาโครงการวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

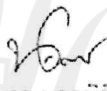
ด้วยนางปิณิตา สุวรรณพรหม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงาน เป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีรวิภา จจรตล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถาม ตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

- ๒ -

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคันมิตร อรรถศรีวร)

ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๓๙๓๓ ๙๑๑๑ ตั๋ว ๑๑๓๐๐

โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ อว ๐๖๓๑.๑๓/ว ๐๓๑๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นางสาววาสนา พันธธา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด
๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิดา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เขาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีวิศา จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

- ๒ -

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคันมิตร อรรถศรีวีร์)

ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๓๙๓๓ ๕๑๑๑ ตี๋ ๑๑๓๐๐

โทรสาร ๐ ๓๙๕๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สารและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง จำนวน 4 ข้อ

นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน กำหนดเวลาข้อละ 3 นาที เมื่อหมดเวลา 3 นาที เก็บกระดาษคำตอบแต่ละข้อทันที

ชุดที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

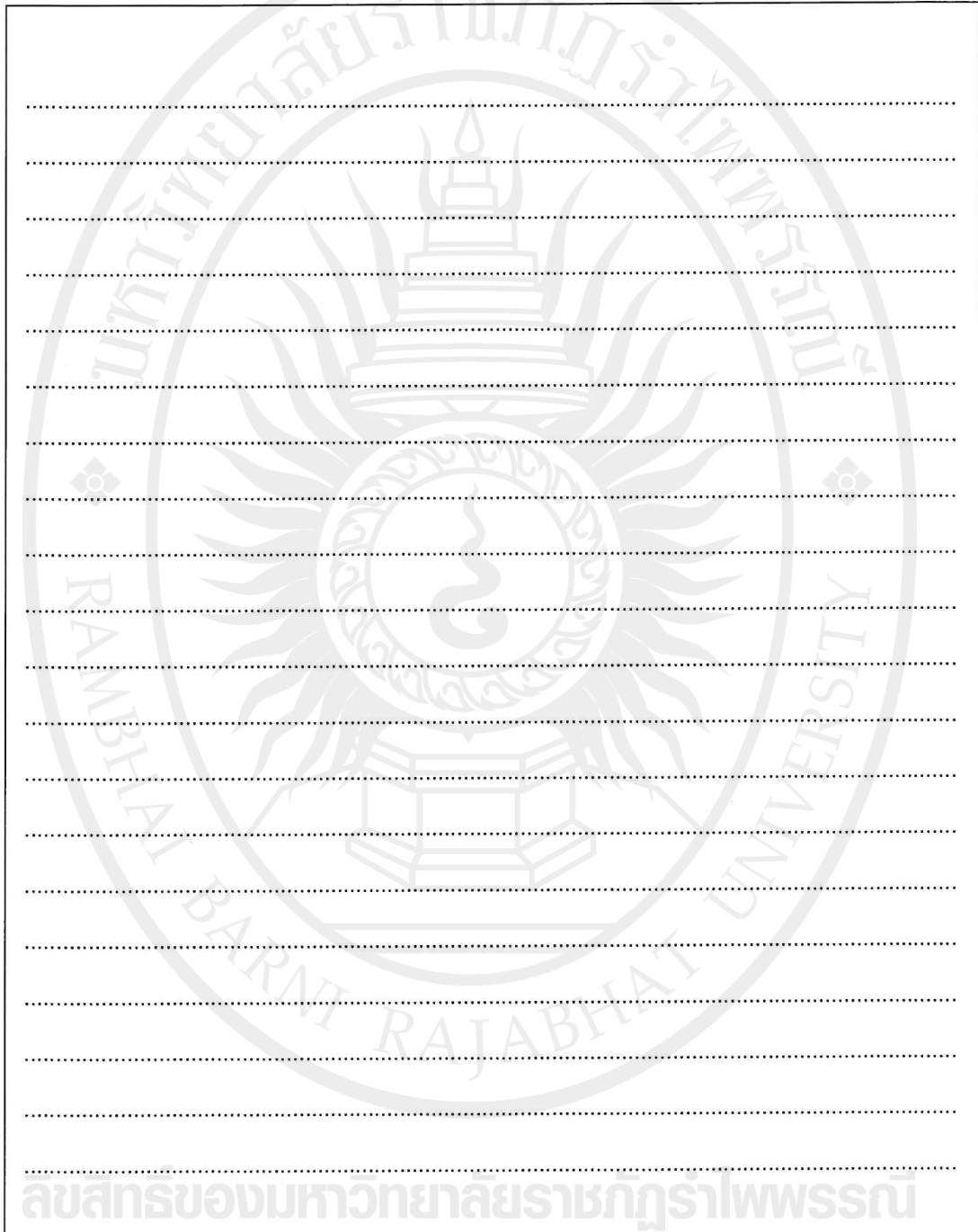
ชุดที่ 3 ความคิดริเริ่ม จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

คะแนนข้อละ 4 คะแนน รวม 48 คะแนน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 1 ความคิดคดอง

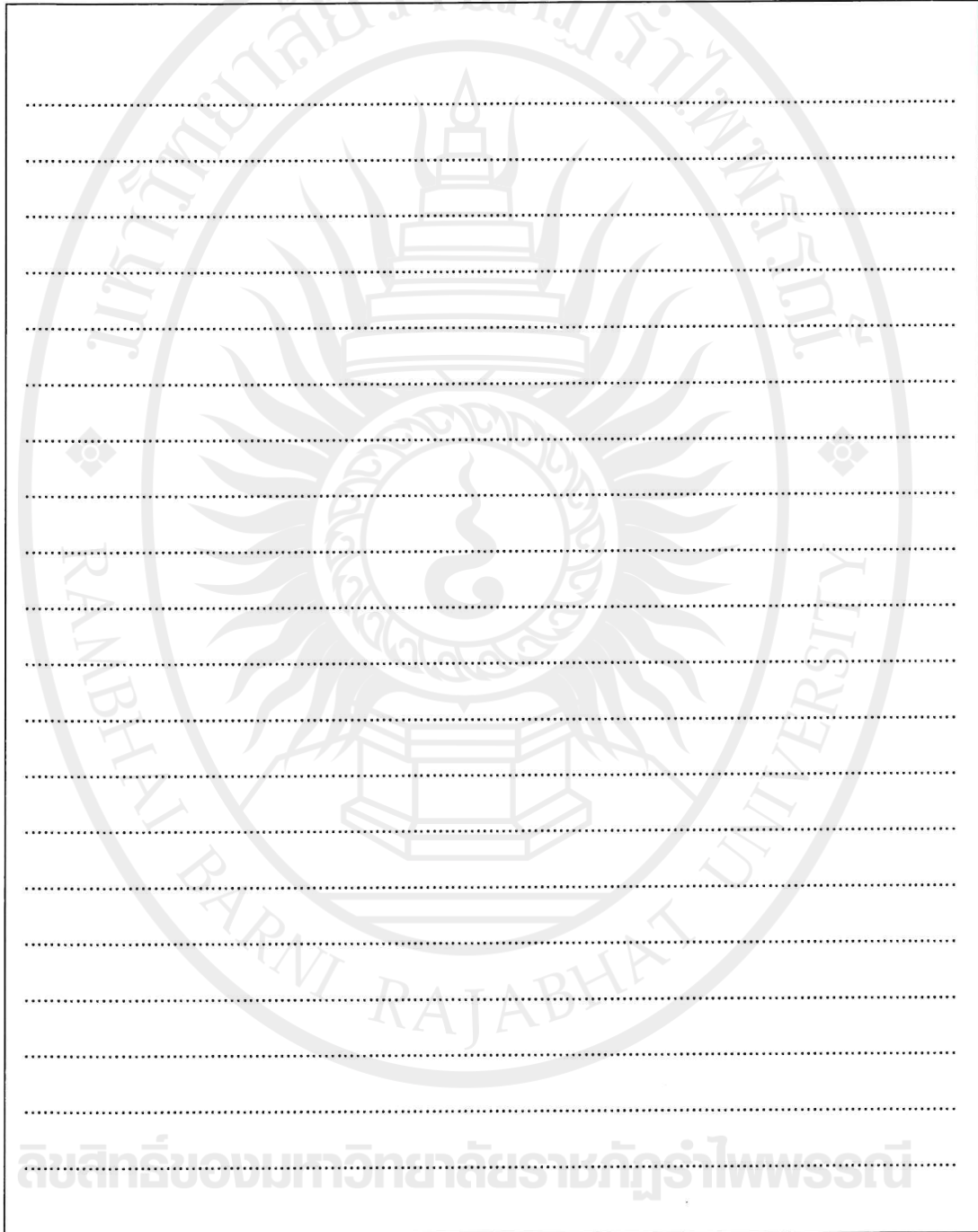
1. นักเรียนบอกประโยชน์ของการเปลี่ยนสถานะของสสารให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด



ลขสทรของมหาวทยาลยราชภฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง

2. ถ้าน้ำแข็งขั้วโลกหลอมเหลวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับโลกของเรา



ลายลักษณ์อักษรของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

1. เหตุการณ์ใดในชีวิตประจำวันที่ต้องใช้การแก้ปัญหาเรื่องการขยายตัวและหดตัวของสาร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้อาคารเรียนนักเรียนจะอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยงการสำลักควันและสัมผัสความร้อน

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้านักเรียนต้องการเปิดฝาชวดที่ปิดแน่นเปิดไม่ออกนักเรียนจะมีวิธีการเปิดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการจะสร้างเทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิแบบง่ายอะไรคือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องการศึกษา (เช่นของเหลวชนิดใดที่มีการขยายตัวหรือหดตัวได้ดีเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 3 ความคิดริเริ่ม จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

1. นักเรียนบอกชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่นำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนมาสร้างโดยมีประโยชน์ และแตกต่างจากที่มีอยู่ในปัจจุบัน

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าโลกไม่ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์นักเรียนจะใช้พลังงานอะไรมาทดแทน

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนออกแบบเสื้อที่ช่วยป้องกันการถ่ายโอนจากสิ่งแวดล้อม (วาดภาพและชี้ส่วนประกอบ โดยระบุชื่อส่วนประกอบละหน้าที่)

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนต้องการออกแบบสิ่งประดิษฐ์อุปกรณ์ที่นำประโยชน์จากความรู้เกี่ยวกับการขยายตัว และหดตัวของสสารโดยนำวัสดุรีไซเคิลมาเป็นส่วนประกอบอะไรคือคำถามทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนต้องการศึกษา (วัสดุชนิดใดมีการขยายตัวมากที่สุด)

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ๓าระการเรียนรู่วิทยาศาสตร์ หลังเรียน

เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

คำชี้แจง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ว 2.3, ม.1/1: วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$

1. น้ำแข็ง 5 กรัม ได้รับความร้อนเปลี่ยนอุณหภูมิเพิ่มเป็น 25°C ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับจะเป็นเท่าไร (L น้ำแข็ง = 80 cal/g , $C_{\text{น้ำ}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)

- ก. 400 cal
- ข. 425 cal
- ค. 525 cal
- ง. 2825 cal

2. นายแดงนำน้ำแข็ง 10 กิโลกรัมเดินทางจากจันทบุรีไปกรุงเทพฯ ใช้เวลาเดินทาง 4 ชั่วโมง เมื่อถึงกรุงเทพฯ นายแดงจะเหลือน้ำแข็งกี่กิโลกรัม โดยกำหนดให้ความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปให้กับน้ำแข็งนาทีละ 1000 แคลอรี (L น้ำแข็ง = 80 cal/g)

- ก. 3 กิโลกรัม
- ข. 5 กิโลกรัม
- ค. 7 กิโลกรัม
- ง. 9 กิโลกรัม

3. น้ำเดือด 300 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ถ้าต้มจนน้ำระเหยหมดพอดี ต้องใช้พลังงานความร้อนอีกเท่าใด (L น้ำเดือด = 540 cal/g)

- ก. 142 kcal
- ข. 162 kcal
- ค. 186 kcal
- ง. 188 kcal

ว 2.3, ม.1/:2 ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสาร

4. เทอร์มอมิเตอร์ชนิดเซลเซียส วัดอุณหภูมิของสารพบว่า เปลี่ยนแปลงจากเดิม 20 องศา ถ้าใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดเคลวินจะเปลี่ยนแปลงเท่าใด

- ก. 0 องศาเคลวิน
- ข. 10 องศาเคลวิน
- ค. 20 องศาเคลวิน
- ง. 293 องศาเคลวิน

5. ถ้าอุณหภูมิต่ำสุดเขาแห่งหนึ่งเท่ากับ 59°F เมื่อคิดเป็นเซลเซียส และเคลวิน มีค่าเท่าไร

- ก. 10 เซลเซียส 280 เคลวิน
- ข. 15 เซลเซียส 288 เคลวิน
- ค. 25 เซลเซียส 298 เคลวิน
- ง. 30 เซลเซียส 288 เคลวิน

ว 2.3, ม.1/:3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับความร้อนหรือสูญเสียความร้อน

6. การที่เรานำลูกตุ้มเหล็กไปวางบนห่วงเหล็กวงกลม ลูกตุ้มเหล็กจะลอดห่วงเหล็กวงกลมได้ แต่เมื่อเรานำลูกตุ้มเหล็กไปเผาไฟให้ร้อนแล้วนำไปวางบนห่วงเหล็กวงกลม ลูกตุ้มเหล็กไม่สามารถผ่านได้เป็นเพราะสาเหตุใด

- ก. พลังงานลดลง สั่นน้อยลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง
- ข. พลังงานลดลง สั่นน้อยลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น
- ค. พลังงานเพิ่มขึ้น สั่นมากขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง
- ง. พลังงานเพิ่มขึ้น สั่นมากขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น

7.



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อให้ความร้อนกับน้ำสีในขวดรูปกรวยนักเรียนคิดว่าการจัดเรียงอนุภาคของน้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. พลังงานลดลง เคลื่อนที่ช้าลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง
- ข. พลังงานลดลง เคลื่อนที่ช้าลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น
- ค. พลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่เร็วขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น
- ง. พลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่เร็วขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง

8. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1. เมื่อแก๊สได้รับความร้อน จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แก๊สเกิดการขยายตัว
- 2. เมื่อของเหลวสูญเสียความร้อน อนุภาคจะมีพลังงานลดลง ของเหลวเกิดการหดตัว
- 3. เมื่อของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคมีพลังงานเพิ่มขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น

ข้อใดถูกต้อง

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 2 และ 3
- ง. 1, 2 และ 3

ว2.3, ม.1/4 : ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

9. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายหรือหดตัวของสสารไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

- ก. การสร้างเรือ
- ข. การสร้างถนน
- ค. การเคลื่อนที่ของบอลลูก
- ง. การเคลื่อนที่ของโคมลอย

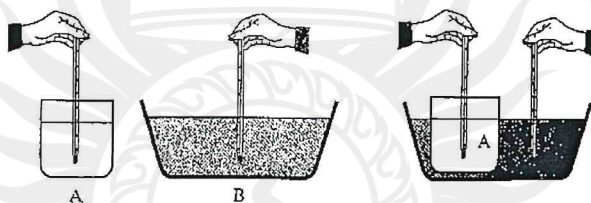
10. ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง

- ก. การเปิดฝาขวดเกลียวที่ปิดแน่นทำได้โดยเทน้ำเย็นบนฝาขวดเกลียวจะทำให้เปิดขวดง่ายขึ้น
- ข. อากาศร้อนใต้หลังคาจะลอยตัวขึ้นสู่ที่สูงแล้วระบายออกโดยลูกหมุนระบายอากาศที่ติดอยู่บนหลังคา

- ค. การขยายตัวและหดตัวของปรอทที่บรรจุอยู่ในเทอร์มอมิเตอร์สามารถใช้วัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ ได้
- ง. การสร้างรถไฟ ต้องมีการออกแบบให้มีช่องว่างเล็กๆ เป็นช่วง ๆ เพื่อให้วัสดุผิวถนนสามารถขยายตัวหรือหดตัวได้

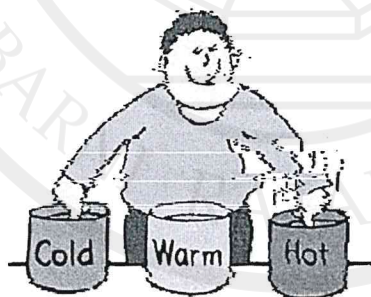
ว 2.3, ม.1/5: วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

11. นาย ก ใส่น้ำร้อนในแก้ว A และใส่น้ำเย็นในอ่าง B แล้วนำแก้ว A ไปแช่ในอ่างน้ำ B ดังรูป โดยวัดอุณหภูมิตลอดเวลา ข้อใดถูกต้องที่สุด



- ก. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A และในอ่าง B ลดลง
- ข. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A ลดลง และในอ่าง B เพิ่มขึ้น
- ค. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A และในอ่าง B เพิ่มขึ้น
- ง. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A เพิ่มขึ้น และในอ่าง B ลดลง

12.



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

น้ำในบีกเกอร์ใบที่ 1 (Hot) ใบที่ 3 (Cold) เมื่อผสมน้ำบีกเกอร์ใบที่ 1 กับน้ำบีกเกอร์ใบที่ 3 เข้าด้วยกัน ในบีกเกอร์ตรงกลาง (Warm) อุณหภูมิที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลง ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันจะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำที่อุณหภูมิห้อง
- ข. อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำร้อน (Hot)

ค. อุณหภูมิน้ำเท่ากับอุณหภูมิของน้ำร้อน(Hot)

ง. อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำเย็น(Cold)

13. นำเหล็กมวล 300 กรัม ไปเผาจนอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ไปแช่ในน้ำมวล 500 กรัม อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เมื่อทิ้งไว้ระยะหนึ่งให้คำนวณหาอุณหภูมิผสม โดยกำหนดให้ความจุความร้อนของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม/องศาเซลเซียส และความจุความร้อนของเหล็กเท่ากับ 0.115 แคลอรี/กรัม/องศาเซลเซียส

ก. 16.61 องศาเซลเซียส

ข. 30.17 องศาเซลเซียส

ค. 26.61 องศาเซลเซียส

ง. 36.61 องศาเซลเซียส

ว 2.3, ม.1/6: สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

14.



จากภาพ การทดลองการถ่ายโอนความร้อนของโลหะ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. โมเลกุลของตัวกลางเคลื่อนที่

ข. โมเลกุลของตัวกลางไม่เคลื่อนที่

ค. การถ่ายโอนความร้อนไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

ง. โมเลกุลของตัวกลางถ่ายโอน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

15.



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

ก. โมเลกุลของน้ำที่ใกล้เดือด

ข. โมเลกุลของน้ำแข็งที่ได้รับพลังงานความร้อน

ค. โมเลกุลของคาร์บอนได้รับพลังงานความร้อน

ง. โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์พุ่งกระจาย

16. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

ก. การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ต้องอาศัยตัวกลาง

ข. การนำความร้อนเกิดขึ้นกับตัวกลางที่เป็นของแข็งเท่านั้น เพราะอนุภาคเรียงตัวชิดติดกัน

ค. การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนจากการสัมผัสต่อ ๆ กันของอนุภาคตัวกลาง

ง. การพาความร้อนสามารถเกิดขึ้นกับตัวกลางที่เป็นของแข็งได้ เพราะอนุภาคของแข็งเคลื่อนที่ได้ได้อย่างอิสระ

17.



จากภาพการทดลองการถ่ายโอนความร้อนของน้ำ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. อุณหภูมิของน้ำบริเวณส่วนบนของบีกเกอร์จะเพิ่มขึ้น

ข. โมเลกุลของของเหลวที่เคลื่อนที่พาความร้อนขึ้นไปโดยการพาความร้อน

ค. โมเลกุลของของเหลวที่เคลื่อนที่นำความร้อนขึ้นไปโดยการนำความร้อน

ง. เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำสารละลายของด่างทับทิมจะเคลื่อนที่ขึ้นไปผิวหน้า

ว 2.3, ม.1/7: ออกแบบ เลือกรูปแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

18. การสร้างบ้านทรงไทยที่มีใต้ถุนสูง เป็นการนำหลักการถ่ายโอนความร้อนชนิดใดมาใช้ประโยชน์

ก. การพาความร้อน

ข. การนำความร้อน

ค. การแผ่รังสีความร้อน

ง. การขยายของความร้อน

19. เมื่อนำผ้าชุบน้ำประคบตามข้อพับไว้ช่วงเวลาหนึ่ง ผ้าจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับร่างกายผู้ป่วย กระบวนการใดอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้

1. สมดุลความร้อน

2. การถ่ายโอนความร้อน

3. การขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

ก. 1

ข. 1, 2

ค. 2, 3

ง. 1, 2, 3

20. จากกิจกรรมที่กำหนดให้ ใ้ช้ตอบคำถาม

A กาดัมน์น้ำทำด้วยสแตนเลส

B ลมช่วยพาเหงื่อระเหยออกจากร่างกาย

C การทอดหมูในกระทะ

D การย่างไก่จนสุก

E ทำสระน้ำล่อมบ้านทรงไทย

F กระจกนํ้าร้อนรักษาความร้อน

กิจกรรมใดเป็นการนำหลักการถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อนมาใช้ประโยชน์

ก. A C

ข. B E

ค. D F

ง. E F

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

เวลาเรียน 11 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ โดยการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน สสารมีการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน และสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
1. ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิต่ำกว่าของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน	1. จำนวนเต็ม 2. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม 3. การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย 4. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม	1. การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธี การตามกระบวนการเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ สามารถย้อนกลับ มาแก้ไขได้ง่าย

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
		<p>2. การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธี การต้องอาศัยความรู้ที่ เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไก และการควบคุมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์</p>
<p>2. เมื่อมีการถ่ายโอน ความร้อนจากสสารที่มี อุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุล ความร้อนความร้อนที่ เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะ เท่ากับความร้อนที่ลดลง ของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน</p> <p>3. การถ่ายโอน ความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพา ความร้อน และการแผ่รังสี ความร้อนการนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อน ที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพา ความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลาง เคลื่อนที่ไป ด้วยส่วนการแผ่รังสี ความร้อน เป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่ไม่ต้องอาศัย ตัวกลางการอนุรักษ์ พลังงาน</p>		<p>3. การเลือกวัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว</p>

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<p>4. ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมา ทำภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อเก็บความร้อน หรือ การออกแบบระบบ ระบาย ความร้อนในอาคาร</p>		

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
 - 2.1 ทักษะการคิดสร้างสรรค์
 - 2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - 4.1 กระบวนการปฏิบัติ
 - 4.2 กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมการเรียนรู้นี้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนอธิบายการถ่ายโอนความร้อนและนำความรู้มาใช้ในการออกแบบกล่องเก็บรักษาอุณหภูมิ
2. เพื่อให้เรียนคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ
3. วิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี
4. เพื่อให้เรียนสามารถออกแบบและประดิษฐ์ “อุ้งเก็บความเย็น” โดยใช้ความรู้เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและการสร้างรูปเรขาคณิต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ชิ้นงาน “อุ้งเก็บความเย็น”

การประเมินผล

1. การประเมินก่อนเรียน
 - 1.1 ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน
 - 1.2 ทำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน
2. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน
 - 2.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมดุลความร้อน
 - 2.3 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน
 - 2.4 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุ
 - 2.5 ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ประโยชน์การนำความร้อน
 - 2.6 ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ถูงเก็บความเย็น
3. การประเมินหลังเรียน
 - 3.1 แบบทดสอบหลังเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน
 - 3.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
4. การประเมินชิ้นงาน / ภาระงาน (รวบยอด)
 - 4.1 แบบประเมินชิ้นงาน “ถูงเก็บความเย็น”

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การวัดประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
1. ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	- การนำเสนอชิ้นงาน ในชั้นเรียน - การตอบคำถาม ในชั้นเรียน	1. แบบประเมินผลงาน 2. แบบบันทึก คะแนนการตอบ คำถาม	พุดนำเสนอ สาริต อุปกรณ์ และ ตอบคำถาม ข้อสงสัย ได้ชัดเจน ตอบคำถามได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. การออกแบบสิ่งประดิษฐ์แก้ปัญหา การหัดตัวและขยายตัวของวัตถุ	การสังเกตการออกแบบและการเขียนอธิบายจากแบบบันทึกกิจกรรม	แบบบันทึกกิจกรรมสำหรับสถานการณ์	ออกแบบอุปกรณ์เหมาะสมกับสถานการณ์ มีจุดเด่นและเขียนอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของอุปกรณ์ได้ชัดเจน
3. การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และการสร้างอุปกรณ์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม	การสังเกตสังเกตผลงานและแบบบันทึกกิจกรรม	แบบประเมินผลงาน	เลือกใช้วัสดุ ได้คุ้มค่าสร้างอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์และมีความสวยงาม

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เวลา 11 ชั่วโมง

กิจกรรมที่ 1 (เวลา 11 ชั่วโมง)

1. สาระการเรียนรู้หลักวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

2. ชั้นเชื่อมโยงในชีวิตจริง

1. สถานการณ์ บ้านชั้นไหนร้อนกว่ากัน เลือกว่าวัสดุใดทำหลังคาบ้านจะร้อนน้อยกว่ากัน

3. สาระการเรียนรู้รอง สาระคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.1/2 : เข้าใจและใช้ ความรู้ทางเรขาคณิตในการ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิต สามมิติ

4. ชั้นจัดการเรียนรู้

4.1 ให้นักเรียนศึกษาการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร ในกิจกรรมที่ 1 สมดุลความร้อน

4.2 ให้นักเรียนศึกษาการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร ในกิจกรรมที่ 2 บ้านชั้นไหนร้อนกว่ากัน (การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน) และบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรม

4.3 ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน จากใบกิจกรรมที่ 2

4.4 ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายความรู้ เกี่ยวกับอากาศร้อนภายในบ้านและการแผ่รังสีความร้อน ระหว่างบริเวณชั้นบนและบริเวณชั้นล่างบริเวณใดมีอากาศร้อนกว่ากัน วัสดุผนังว่าจะดูดซับความร้อนได้ดีหรือไม่

4.5 นักเรียนทำการทดลองใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ยกตัวอย่างสถานการณ์ สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ครูให้นักเรียนศึกษาสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ตามใบกิจกรรมที่ 3 สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ และบันทึกผลการทดลองในใบบันทึกกิจกรรมที่ 3

4.6 นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงการถ่ายโอนความร้อนแบบต่าง ๆ นักเรียนร่วมอภิปรายความรู้ที่เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานความร้อนแบบต่าง ๆ

5. ชั้นผู้เรียนมีส่วนร่วม

5.1 ยกตัวอย่างสถานการณ์ เพื่อนนักเรียนทำไอศกรีมหลอดขาย แต่มีปัญหาเมื่อมีลูกค้าต้องการซื้อไอศกรีมหลอดหลายอัน เมื่อกินไม่ทันไอศกรีมหลอดจะหลอมเหลวเร็วมาก จะต้องรักษาความเย็นเพื่อให้ไอศกรีมหลอดที่ลูกค้าซื้อไปหลอมเหลวได้ช้าลง นักเรียนช่วยออกแบบและจัดทำถุงเก็บความเย็นให้เพื่อนนักเรียน

5.2 กิจกรรม ถุงเก็บความเย็น

5.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปราย ออกแบบ ประดิษฐ์อย่างอิสระ

5.4 เมื่อแต่ละกลุ่มสร้างถุงเก็บความเย็นเรียบร้อยแล้ว ให้ออกแบบแสดง ส่วนต่าง ๆ พร้อมคำอธิบายสั้น ๆ ของส่วนนั้น ๆ ของถุงเก็บความเย็นว่าใช้หลักการอะไร มีความสำคัญอย่างไร พร้อมทั้งตั้งชื่อถุงเก็บความเย็น

5.5 นำแบบที่วาดและถุงเก็บความเย็นที่สร้างเสร็จแล้วนำออกมาเสนอหน้าชั้นเรียน

5.6 เมื่อแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานของกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นำถุงเก็บความเย็นที่สร้างเสร็จและนำก้อนน้ำแข็งที่ใส่มาชั่งด้วยตาชั่ง เพื่อหามวลเริ่มต้นบันทึกผล วัดอุณหภูมิของถุงเก็บความเย็น

5.7 นำน้ำแข็งใส่เข้าไปในถุงเก็บความเย็นก่อนจะนำไปวางไว้ในกล่องที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ โดยการนำไปวางต้องเป็นการปฏิบัติที่พร้อมเพียงกันทุกกลุ่ม

5.8 หลังจากผ่านไป 5 - 10 นาที ให้แต่ละกลุ่มนำน้ำแข็งที่อยู่ในถุงเก็บความเย็นมาชั่งเพื่อหามวลที่เหลืออยู่ และวัดอุณหภูมิของกล่องเก็บรักษาอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. ชั้นผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงาน

6.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายถึงสาเหตุที่ถุงเก็บความเย็นของกลุ่มที่สามารถป้องกันกรถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกไปสู่ภายในตัวถุงเก็บความเย็นได้ดีที่สุด อีกทั้งอภิปรายถึงสาเหตุของบางกลุ่มที่ป้องกันการถ่ายโอนความร้อนได้น้อยที่สุด

6.2 สรุปให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการที่สามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี อันเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีวัสดุ

6.3 ถ้าจะปรับแบบกล่องเก็บรักษาอุณหภูมิ นักเรียนจะปรับและใช้อะไรในการสร้าง (แนวคำตอบ ใช้วัสดุที่สามารถเก็บรักษาความเย็นได้เป็นอย่างดี และวัสดุป้องกันการถ่ายโอนความร้อนให้ได้มากที่สุด)

7. ชั้นประเมินชิ้นงาน

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงาน ตามเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

8. นำเสนอชิ้นงาน

8.1 นำเสนอแบบดูเก็บความเย็นที่มีการปรับปรุง

8.2 อธิบายการเปรียบเทียบมวลน้ำแข็งที่ละลายไปกับมวลน้ำแข็งเริ่มต้น คำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเป็นการฝึกทักษะด้านคณิตศาสตร์

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

- 1.1 หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ม. 1
- 1.2 ใบกิจกรรม และแบบประเมินกิจกรรม
- 1.3 ใบความรู้
- 1.4 แบบทดสอบหลังเรียน
- 1.5 วัสดุ - อุปกรณ์ตามใบกิจกรรมต่าง ๆ

2. แหล่งเรียนรู้

- 2.1 ห้องสมุด
- 2.2 แหล่งข้อมูลสารสนเทศ เช่น

ลิขสิทธิ์ของเนื้อหาโดย สกสศ.rajabhat.ac.th

- www.maceducation.com/e-knowledge

- www.dekgeng.com/thai/conp/9812.htm



ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน

เมื่อนำวัตถุสองชนิดขึ้นไปที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาและกันหรือผสมกัน จะเกิดการถ่ายโอนความร้อนขึ้นจากวัตถุอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า การเกิดสมดุลความร้อน เรียกว่า "อุณหภูมิผสม" ขณะที่วัตถุกำลังถ่ายโอนความร้อนให้แก่กันและกัน วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะคายความร้อนออกมา และอุณหภูมิจะลดลงจนถึงอุณหภูมิผสม ส่วนวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะได้รับความร้อนที่วัตถุคายออกมา และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิผสมเช่นเดียวกัน

ดังนั้น ถ้าไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม จะสรุปได้ดังนี้

ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม

1. ตั้งแก้วใส่น้ำแข็งทิ้งไว้
2. น้ำแข็งจะเกิดการละลาย เนื่องจากอากาศรอบ ๆ แก้วจะถ่ายโอนความร้อนให้กับน้ำในแก้ว
3. น้ำแข็งจะละลายจนเป็นน้ำหมดและอุณหภูมิของน้ำเย็นจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (อุณหภูมิห้อง) ซึ่งถือว่าได้เกิดสมดุลความร้อนระหว่างอากาศกับน้ำในแก้ว

ตัวอย่าง เทน้ำร้อน 200 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 70°C ผสมกับน้ำเย็น 600 กรัมที่มีอุณหภูมิ 5°C จะได้อุณหภูมิผสมเท่าไร ถ้าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัมต่อองศาเซลเซียส

วิธีทำ สมมติให้อุณหภูมิของน้ำเป็น $X^{\circ}\text{C}$

หาปริมาณความร้อนลดของน้ำร้อน

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad Q &= mc \\ \text{ในที่นี้} \quad m &= 200 \text{ g}, \quad c = 1 \text{ cal/g }^{\circ}\text{C}, \quad = (70 - X) ^{\circ}\text{C} \\ \text{ดังนั้น} \quad Q \text{ ลด} &= 200 \times 1 \times (70 - X) \end{aligned}$$

หาปริมาณความร้อนเพิ่มของน้ำเย็น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad Q &= mc \\ \text{ในที่นี้} \quad m &= 600 \text{ g}, \quad c = 1 \text{ cal/g }^{\circ}\text{C}, \quad = (x - 5) ^{\circ}\text{C} \\ \text{ดังนั้น} \quad Q \text{ เพิ่ม} &= 600 \times 1 \times (x - 5) \end{aligned}$$

$$\text{เข้าสมการ} \quad Q \text{ ลด} = Q \text{ เพิ่ม}$$



$$\text{จะได้ } 200(70 - x) = 600(x - 5)$$

$$70 - x = 3x - 15$$

$$85 = 4x$$

$$x = 21.25^{\circ}\text{C}$$

ตอบ จะได้อุณหภูมิผสมของน้ำเป็น 21.25°C

อุณหภูมิผสมที่เกิดขึ้น จะต้องอยู่ระหว่างอุณหภูมิของของร้อนและของเย็นที่นำมาผสมกัน หลักการคำนวณ

1. เขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง
2. คำนวณหาความร้อนลด ที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าคายออกมา
3. คำนวณหาความร้อนเพิ่มที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าดูดเข้าไว้
4. เข้าสมการ ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม
5. แก้สมการในข้อ 4 หาค่าของตัวแปรออกมา



ใบกิจกรรมที่ 1

สมดุลความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และให้นักเรียนคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

ปัญหา

สมมติฐานของการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

อุปกรณ์

1. น้ำแข็ง
2. ปีกเกอร์ 250 cm³
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. น้ำ

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำแข็ง และน้ำ อย่างละ 20 กรัม ใส่ในปีกเกอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นก่อนทดลอง
2. นำน้ำแข็งใส่ในปีกเกอร์น้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงวัดอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาที จนน้ำแข็ง

ละลายหมด

3. บันทึกผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจการถ่ายโอนความร้อนได้

เพื่อให้นักเรียนบอกได้ว่าวัสดุชนิดใดที่สามารถเก็บความร้อนได้ดีที่สุด

ปัญหา.....

สมมติฐานของการทดลอง

.....

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

อุปกรณ์

1. กระจกใส่น้ำแข็ง 5 กระจก
2. กระดาษหนังสือพิมพ์ (New Paper)
3. ถุงเท้าผ้าฝ้าย (Cotton Sock)
4. พลาสติกห่ออาหาร (Plastic Wrap)
5. อะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil)
6. กระดาษทิชชูเนกประสงค์ (Paper Tower)

วิธีการทดลอง

1. นำกระจกใส่น้ำแข็งทั้ง 5 กระจก มาชั่งน้ำหนัก และวัดอุณหภูมิก่อนทดลอง

บันทึก

2. นำวัสดุที่กำหนดให้มาห่อหุ้ม ตั้งไว้ประมาณ 5 นาที
3. ทำนายการทดลองว่าวัสดุไหนการรักษาความเย็นมากที่สุด
4. นำกระจกใส่น้ำแข็งมาชั่งน้ำหนัก และวัดอุณหภูมิหลังการทดลอง และบันทึกผลการ

ทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบบันทึกกิจกรรม

ลำดับที่	วัสดุ	น้ำหนักก่อน	อุณหภูมิ	น้ำหนักหลัง	อุณหภูมิ
		ทดลอง	ก่อนทดลอง	ทดลอง	หลังทดลอง
1	กระดาษหนังสือพิมพ์				
2	ถุงเท้าผ้าฝ้าย				
3	พลาสติกห่ออาหาร				
4	อะลูมิเนียมฟอยล์				
5	กระดาษทิชชูอเนกประสงค์				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

- จงเรียงลำดับวัสดุที่สามารถรักษาความเย็นของน้ำอัดลมในกระป๋องจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน

สถานการณ์ที่ 3 อากาศร้อนภายในบ้านและการแผ่รังสีความร้อน
วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนอธิบายได้ว่าบริเวณใดมีอากาศร้อนกว่ากัน
เพื่อให้นักเรียนอธิบายการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนได้

ปัญหา

สมมติฐานของการทดลอง

.....

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

อุปกรณ์

1. บ้านจำลอง
2. โคมไฟ
3. อะลูมิเนียมฟอยล์
4. เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการทดลอง

1. นำบ้านจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของบ้านบริเวณด้านบนและด้านล่างบันทึกผล
2. วางหลอดไฟ 3 - 4 หลอด ส่องไฟไปที่หลังคาบ้านเป็นเวลา 5 นาที
3. ให้นักเรียนวัดอุณหภูมิของบริเวณบ้านอีกครั้ง บันทึกผล และถามว่าบริเวณด้านบนหรือด้านล่างของบ้านมีอากาศร้อนมากกว่ากัน
4. ให้นักเรียนหุ้มหลังคาบ้านจำลองด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์และใช้โคมไฟส่องไปที่หลังคาบ้าน
5. ให้นักเรียนวัดอุณหภูมิของบริเวณบ้านอีกครั้ง บันทึกผล ให้นักเรียนลองใช้มือสัมผัสบริเวณด้านหลังแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์และบอกว่า รู้สึกร้อนมากน้อยเพียงใด



ตารางบันทึกผลการทดลอง อากาศร้อนภายในบ้านและการแผ่รังสีความร้อน

ลำดับที่	สถานที่/ บริเวณบ้าน	อุณหภูมิก่อน ส่องหลอดไฟ	อุณหภูมิหลัง ส่องหลอดไฟ	อุณหภูมิหลังคาที่ ห่อหุ้มด้วย อะลูมิเนียมฟอยล์	ความรู้สึที่ สัมผัส
1	ชั้นบน				
2	ชั้นล่าง				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คำถาม

1. ระหว่างบริเวณชั้นบนและบริเวณชั้นล่างบริเวณใดมีอากาศร้อนกว่ากัน

.....

2. วัสดุผนังวจะดูดซับความร้อนได้ดีหรือไม่

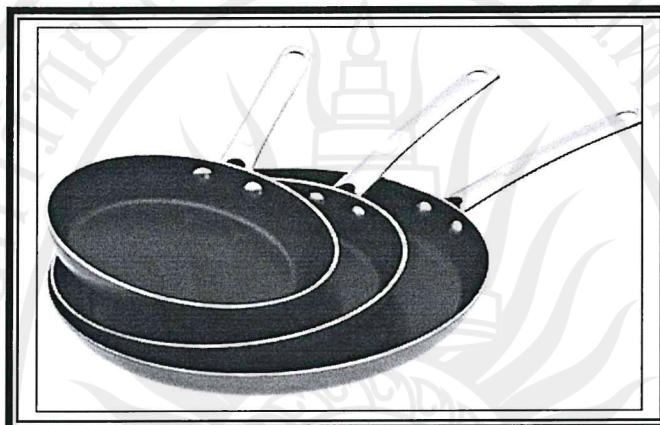
.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



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



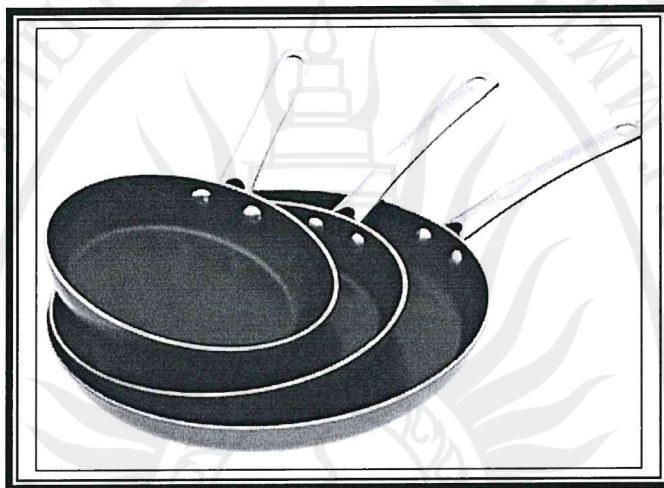
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



ภาชนะหุงต้มจะทำด้วยโลหะ แต่ด้ามจับจะทำด้วยฉนวนความร้อน เมื่อนำภาชนะไปตั้งบนเตาไฟ บริเวณที่เป็นโลหะจะร้อน เนื่องจากการนำความร้อนของโลหะ



..... ภาชนะที่ใช้สำหรับเก็บอาหารที่ปรุงแล้วหรือน้ำร้อนต้องเป็นภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน
..... เพื่อให้สามารถเก็บความร้อนความเย็นไว้ได้นาน

ใบกิจกรรมที่ 5

ดูเก็บความเย็น

วัตถุประสงค์ ดูที่สร้างขึ้นสามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกและภายในให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์ เพื่อนนักเรียนทำไอศกรีมหลอดขาย แต่มีปัญหาเมื่อมีลูกค้าต้องการซื้อไอศกรีมหลอดหลายอัน เมื่อกินไม่ทัน ไอศกรีมหลอดจะละลายเร็วมาก จะต้องรักษาความเย็นเพื่อให้ไอศกรีมหลอดที่ลูกค้าซื้อไปละลายได้ช้าลง นักเรียนช่วยออกแบบและจัดทำดูเก็บความเย็นให้เพื่อนนักเรียน

ข้อจำกัด

- กำหนดให้นักเรียน ใช้เวลาในการประดิษฐ์ชิ้นงาน 1 ชั่วโมง
- จำกัดให้ใช้วัสดุเพียงแค่กระดาษหนังสือพิมพ์ 1 แผ่น แผ่นฟอยล์ 1 แผ่น หรือถุงขนมเปล่า 1 ถุง
- บรรจุภัณฑ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจะต้องบรรจุไอศกรีมได้ 3 แท่ง เก็บความเย็นของไอศกรีมได้อย่างน้อย 20 นาที

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

สิ่งที่ต้องการ

.....

.....

.....

.....

.....

หลักการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลักการแนวคิดทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หัวข้อที่นักเรียนสืบค้น

.....

ข้อมูลที่สืบค้น และแหล่งข้อมูล

ข้อมูลวิทยาศาสตร์

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

แหล่งข้อมูล

ข้อมูลวิทยาศาสตร์

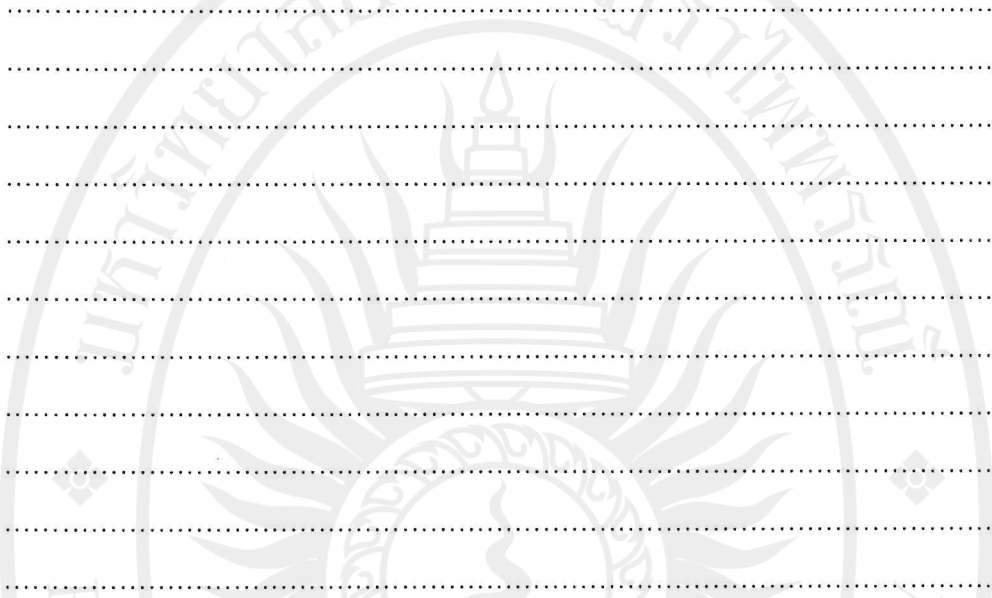
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สืบค้นเรื่องของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 4 ทดสอบ และประเมินผลชิ้นงาน

รายละเอียดชิ้นงาน



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

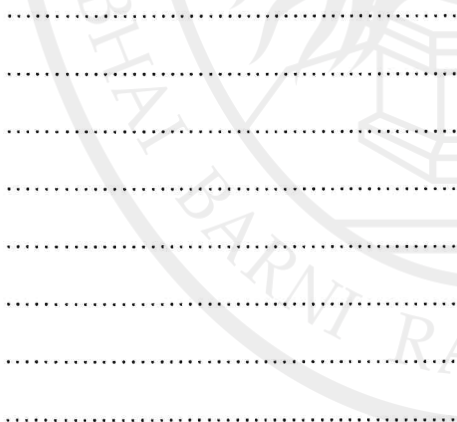
.....

.....

.....

.....

จุดเด่น



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดด้อย



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เกณฑ์การประเมินชิ้นงานของฉัน	5	4	3	2	1
ความสามารถในการวัดอุณหภูมิ					
มีความคิดสร้างสรรค์					
ชิ้นงานเสร็จได้ในเวลาที่กำหนด					
ลักษณะรูปทรงของเทอร์โมมิเตอร์					

สร้างชิ้นงานตามแบบที่ปรับปรุง

สิ่งที่ต้องปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนนคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา	การนำเสนอข้อมูลพื้นฐานได้ถูกต้องชัดเจน	การนำเสนอมีการเรียงลำดับเป็นบางส่วน	การนำเสนอไม่เรียงลำดับ	การนำเสนอไม่เรียงลำดับและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
2. การใช้ภาษา	ตัวละครและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน มีความคิดสร้างสรรค์	ตัวละครและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน	ตัวละครและไวยากรณ์ไม่ถูกต้องชัดเจนบางส่วน	ตัวละครและไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจตรงตามจุดประสงค์	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่บางส่วนแต่ยังไม่น่าสนใจ	ชิ้นงานไม่มีความแปลกใหม่และไม่น่าสนใจ
4. การนำเสนอผลงาน	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนน่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปไม่ได้ใจความชัดเจนและไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
1-4	ปรับปรุง

หน่วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลาเรียน 11 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้ สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ โดยการนำการพา และการแผ่รังสีความร้อน สสารมีการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน และสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

สาระการเรียนรู้

1. ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จนกระทั่งอุณหภูมิจากสสารทั้งสองเท่ากันสภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่าสมดุลความร้อน
2. เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มี อุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

3. การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลาง เคลื่อนที่ไปด้วยส่วนการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางการอนุรักษ์พลังงาน

บูรณาการสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

4. จำนวนเต็ม การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม

5. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

บูรณาการสาระการเรียนรู้ ศิลปะ

6. การออกแบบรูปภาพ สัญลักษณ์ หรืองานกราฟิก

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

2.1 ทักษะการคิดสร้างสรรค์

2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

4.1 กระบวนการปฏิบัติ

4.2 กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. มุ่งมั่นในการทำงาน

4. มีจิตสาธารณะ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ชิ้นงาน “อุ้งเก็บรักษาความเย็น”

การประเมินผล

1. การประเมินก่อนเรียน
 - 1.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้
2. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 ใบกิจกรรมที่ 1 สมดุลความร้อน
 - 2.2 ใบกิจกรรมที่ 2 การนำความร้อน
 - 2.3 ใบกิจกรรมที่ 3 ประโยชน์ของการนำความร้อน
 - 2.4 ใบกิจกรรมที่ 4 การพาความร้อนของอากาศ
 - 2.5 ใบกิจกรรมที่ 5 ประโยชน์ของการพาความร้อน
 - 2.6 ใบกิจกรรมที่ 6 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแผ่รังสี
 - 2.7 ใบกิจกรรมที่ 7 ดูแลรักษาความเย็น
3. การประเมินหลังเรียน
 - 3.1 แบบทดสอบหลังเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้
4. การประเมินชิ้นงาน / ภาระงาน (รวบยอด)
 - 4.1 แบบประเมินชิ้นงาน “ดูแลรักษาความเย็น”

แบบประเมินชิ้นงาน “ดูงเก็บรักษาความเย็น”

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนนคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา	การนำเสนอข้อมูลพื้นฐานได้ถูกต้องชัดเจน	การนำเสนอมีการเรียงลำดับเป็นบางส่วน	การนำเสนอไม่เรียงลำดับ	การนำเสนอไม่เรียงลำดับและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
2. การใช้ภาษา	ตัวละครและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจนมีความคิดสร้างสรรค์	ตัวละครและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน	ตัวละครและไวยากรณ์ไม่ถูกต้องชัดเจนบางส่วน	ตัวละครและไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจตรงตามจุดประสงค์	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่บางส่วนแต่ยังไม่น่าสนใจ	ชิ้นงานไม่มีความแปลกใหม่และไม่น่าสนใจ
4. การนำเสนอผลงาน	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจน น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจน แต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปได้ใจความชัดเจน แต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปไม่ได้ใจความชัดเจนและไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 16	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
1 - 4	ปรับปรุง

กิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอน : การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

เวลา 11 ชั่วโมง

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

กิจกรรมที่ 1 (เวลา 8 ชั่วโมง)

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน
2. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

1. ชั้นให้ความรู้พื้นฐาน

1.1 ครูและนักเรียนอภิปรายทบทวนความรู้เรื่องการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน สมดุลความร้อน

2. ชั้นกระตุ้นความสนใจ

2.1 ครูใช้สถานการณ์โดยนำบีกเกอร์ 2 ใบ ใส่น้ำร้อน ใบที่ 1 ไข้ซ้อนโลหะจุ่มในน้ำร้อน ส่วนใบที่ 2 ไข้แท่งแก้วจุ่มในน้ำร้อน แล้วให้นักเรียนลองสัมผัสวัตถุทั้งสอง จากนั้นนักเรียนอภิปรายและช่วยกันตอบคำถามว่า เพราะเหตุใดวัตถุทั้งสองจึงรับความร้อนได้ไม่เท่ากัน

2.2 ครูจุดเทียน แล้วให้นักเรียนอังเหนือเปลวไฟ และสอบถามว่านักเรียนรู้สึกอย่างไร และสนทนาเพื่อหาคำตอบว่านักเรียนรู้สึกร้อนเพราะเหตุใด

3. ชั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 4 - 5 คน ศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม

4. ชั้นแสวงหาความรู้

4.1 นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การนำความร้อน ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์ของการนำความร้อน ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การพาความร้อนของอากาศ ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์ของการพาความร้อน และใบกิจกรรมที่ 5 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแผ่รังสี ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน ครูกล่าวนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 6 สมดุลความร้อน

4.2 ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองจากนั้นบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรม

5. ชั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

5.1 ครูและนักเรียนอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมนำไปสู่ข้อสรุป

5.2 นักเรียนสรุปความรู้โดยทำแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

6. ชั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล

6.1 ให้ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลงานการออกแบบจำลอง ครู เพื่อนนักเรียนประเมินผลงานตามแบบประเมิน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน

กิจกรรมที่ 3 (เวลา 3 ชั่วโมง)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน

1. ชั้นให้ความรู้พื้นฐาน

1.1 ครูและนักเรียนอภิปรายทบทวนความรู้เรื่อง สมดุลความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

2. ชั้นกระตุ้นความสนใจ

2.1 ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง แผลงกล่องโพงให้แฉ่อาหารเย็น ของศตวรรษข้ามวัน ไม่ต้องเหน้าแข็ง

3. ชั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

3.1 นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ถูเก็บรักษาความเย็น”

3.2 นักเรียนระดมความคิด

4. ชั้นแสวงหาความรู้

4.1 นักเรียนศึกษาหลักการ การถ่ายโอนความร้อน ออกแบบและสร้างชิ้นงานตามใบกิจกรรมที่ 7 ถูเก็บรักษาความเย็น

5. ชั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานตามใบกิจกรรมที่ 7

6. ชั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล

6.1 นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน ครู เพื่อนนักเรียนประเมินผล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อศึกษาเรื่อง การนำความร้อนของโลหะ ตามกลุ่มที่กำหนด

1. กำหนดปัญหา

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

.....

3. ศึกษา เรื่อง การนำความร้อนของโลหะ ตามขั้นตอนดังนี้

1) ตีรังลวดโลหะระหว่างจุด 2 จุด ด้วยตะปู โดยตีรังให้ลวดโลหะมีความยาวประมาณ 200 เซนติเมตร

2) ปั่นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 4 ก้อน นำไปติดบนเส้นลวดโลหะที่ระยะ 40 , 80 , 120 และ 160 เซนติเมตร

3) นำตะเกียงแอลกอฮอล์จุดไฟไปลนที่เส้นลวดโลหะ

4) สังเกตการตกของก้อนดินน้ำมัน บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล

4. บันทึกผลการศึกษา

ตำแหน่งที่ติดก้อนดินน้ำมัน (เซนติเมตร)	ลำดับการตก (1, 2, 3, 4)
40	
80	
120	
160	

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

.....

.....
 ลิขสิทธิ์ของบทวิทยาส์ราชภัฏรำไพพรรณี
 การนำไปใช้ประโยชน์

.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อศึกษาเรื่อง การนำความร้อนของโลหะตามกลุ่มที่กำหนด

1. กำหนดปัญหา

..... โลหะสามารถนำความร้อนได้หรือไม่

2. ตั้งสมมติฐาน

..... ถ้าโลหะสามารถนำความร้อนได้ ดังนั้น ความร้อนที่ผ่านมาโลหะจะทำให้ก้อนดินน้ำมันหลุดจากลวดโลหะตกลงสู่พื้น

3. ศึกษา เรื่อง การนำความร้อนของโลหะ ตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ตีรึงลวดโลหะระหว่างจุด 2 จุด ด้วยตะปู โดยตีสึงให้ลวดโลหะมีความยาวประมาณ 200 เซนติเมตร
- 2) บั๊นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 4 ก้อน นำไปติดบนเส้นลวด โลหะที่ระยะ 40, 80, 120 และ 160 เซนติเมตร
- 3) นำตะเกียงแอลกอฮอล์จุดไฟไปลงที่เส้นลวดโลหะ
- 4) สังเกตการตกของก้อนดินน้ำมัน บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล

4. บันทึกผลการศึกษา

ตำแหน่งที่ติดก้อนดินน้ำมัน (เซนติเมตร)	ลำดับการตก (1, 2, 3, 4)
40	1
80	2
120	3
160	4

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

..... ความร้อนจากเปลวไฟสามารถส่งผ่านจากลวดโลหะไปยังก้อนดินน้ำมันที่ติดอยู่ทำให้ก้อนดินน้ำมันได้รับความร้อนและตกลงสู่พื้น โดยก้อนดินน้ำมันที่อยู่ใกล้ตะเกียงจะตกก่อนก้อนที่อยู่ไกลจากตะเกียงออกไป เนื่องจากได้รับความร้อนก่อน

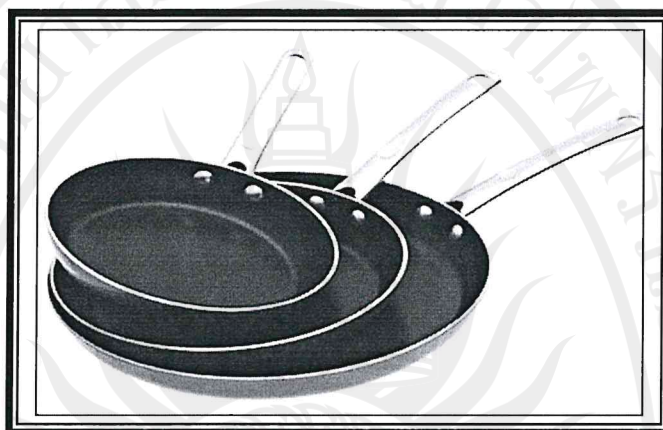
การนำไปใช้ประโยชน์

..... เลือกใช้วัสดุทำอุปกรณ์ที่ต้องการให้เกิดความร้อนเมื่อได้รับพลังงานได้

ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



.....

.....

.....



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

.....

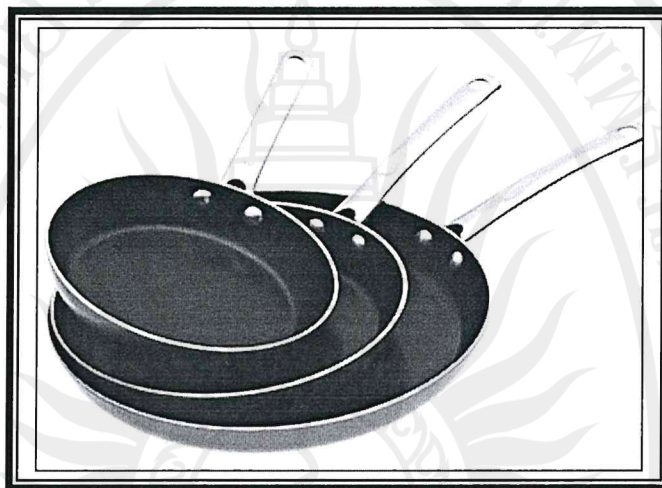
.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



ภาชนะหุงต้มจะทำด้วยโลหะ แต่ด้ามจับจะทำด้วยฉนวนความร้อน เมื่อนำภาชนะไปตั้งบนเตาไฟ บริเวณที่เป็นโลหะจะร้อน เนื่องจากการนำความร้อนของโลหะ



..... ภาชนะที่ใช้สำหรับเก็บอาหารที่ปรุงแล้วหรือน้ำร้อนต้องเป็นภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน เพื่อให้สามารถเก็บความร้อนไว้ได้นาน

ใบกิจกรรมที่ 3 การพาความร้อนของอากาศ

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อศึกษาเรื่อง การพาความร้อนของอากาศ ตามกลุ่มที่กำหนด

1. กำหนดปัญหา

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

.....

3. ศึกษา เรื่อง การพาความร้อน ตามขั้นตอน ดังนี้

1) จัดเตรียมอุปกรณ์ (ควรทำในห้องที่มีด)

2) ฉายแสงไปยังเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ และใบพัดที่แขวนเหนือเปลวไฟ สังเกตสิ่งที่

ปรากฏบนฉากสีขาว บันทึกผล

3) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 2) แต่เปลี่ยนจากฉากสีขาวเป็นกล่องสีขาว และนำใบพัดออก

สังเกตและบันทึกผล

4) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 3) แต่เปลี่ยนจากกล่องสีขาวเป็นกระบอกใส (ระวังการลุกไหม้)

สังเกตและบันทึกผล โดยให้นักเรียนวาดภาพแสดงทิศทางการพาความร้อนของอากาศ

4. บันทึกผลการศึกษา

.....

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. การนำไปใช้ประโยชน์

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3 การพาความร้อนของอากาศ

ชื่อกลุ่ม ห้อง

1. กำหนดปัญหา

..... การพาความร้อนมีลักษณะอย่างไร

2. ตั้งสมมติฐาน

..... การพาความร้อนของอากาศ จะพาจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนจนทั่วบริเวณ

3. ศึกษา เรื่อง การพาความร้อน ตามขั้นตอน ดังนี้

1) จัดเตรียมอุปกรณ์ (ควรทำในห้องที่มีด)

2) ฉายแสงไปยังเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ และใบพัดที่แขวนเหนือเปลวไฟ สังเกตสิ่งที่

ปรากฏบนฉากสีขาว บันทึกผล

3) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 2) แต่เปลี่ยนจากฉากสีขาวเป็นกล่องสีขาว และนำใบพัดออก

สังเกตและบันทึกผล

4) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 3) แต่เปลี่ยนจากกล่องสีขาวเป็นกระบอกใส (ระวังการลุกไหม้)

สังเกตและบันทึกผล โดยให้นักเรียนวาดภาพแสดงทิศทางการพาความร้อนของอากาศ

4. บันทึกผลการศึกษา

บันทึกผลตามการทดลองที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

การพาความร้อนของอากาศ จะมีการพาความร้อนจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนจนทั่วภายในกล่อง

6. การนำไปใช้ประโยชน์

นำหลักการพาความร้อนไปใช้ให้ความอบอุ่นต่อร่างกาย เช่น การผิงไฟในหน้าหนาว.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

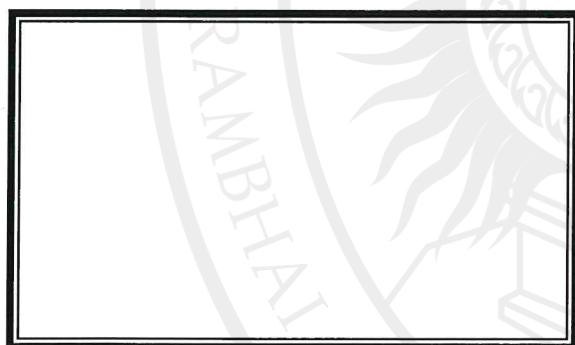
ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การพาความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : นักเรียนศึกษาหาภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการพา ความร้อน



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



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



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

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การพาความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

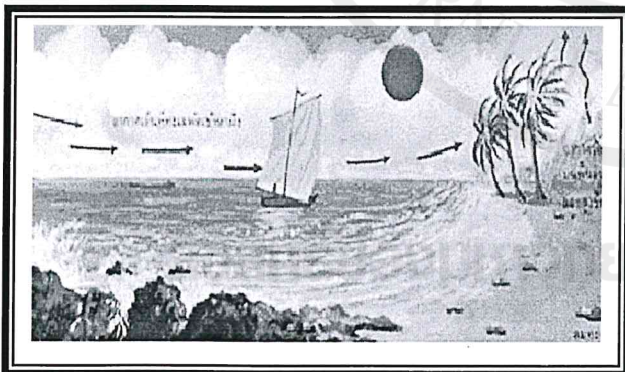
คำชี้แจง : นักเรียนศึกษาภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



เมื่อเอามือไปอังเหนือเปลวไฟ ทำให้ได้รับความร้อน เพราะอากาศเหนือเปลวไฟมีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศจึงเคลื่อนที่ขึ้นที่สูง ทำให้เราได้รับความอบอุ่น



ในเวลากลางคืนพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นน้ำเบาลอยขึ้นเบียดบนอากาศที่เย็นกว่าเหนือพื้นดินจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ เกิดเป็นลมพัดจากพื้นดินออกสู่ทะเล



กลางวันพื้นดินดูดซับความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นดินขยายตัวเบาและลอยตัวขึ้น อากาศเหนือพื้นน้ำที่เย็นกว่าจะพัดเข้ามาแทนที่ จากทะเลพัดสู่พื้นดิน

ใบกิจกรรมที่ 5 การแผ่รังสีความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสืบค้นการถ่ายโอนความร้อน โดยวิธีการแผ่รังสีความร้อนตามหัวข้อที่กำหนด

1. ภาพตัวอย่างการแผ่รังสีความร้อน



1. สรุปลักษณะการแผ่รังสีความร้อน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของนภาวิทย์ภักดีราษฎร์ไพพรรณี

2. ประโยชน์ของการแผ่รังสีความร้อน

.....

.....

.....

ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน

เมื่อนำวัตถุสองชนิดขึ้นไปที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาและกันหรือผสมกัน จะเกิดการถ่ายโอนความร้อนขึ้นจากวัตถุอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า การเกิดสมดุลความร้อน เรียกว่า "อุณหภูมิผสม"

ขณะที่วัตถุกำลังถ่ายโอนความร้อนให้แก่กันและกัน วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะคายความร้อนออกมา และอุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิผสม ส่วนวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะได้รับความร้อนที่วัตถุคายออกมา และอุณหภูมิจึงสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิผสมเช่นเดียวกัน

ดังนั้น ถ้าไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม จะสรุปได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณความร้อนลด} = \text{ปริมาณความร้อนเพิ่ม}$$

1. ตั้งแก้วใส่น้ำแข็งทิ้งไว้
2. น้ำแข็งจะเกิดการละลาย เนื่องจากอากาศรอบ ๆ แก้วจะถ่ายโอนความร้อนให้กับน้ำในแก้ว
3. น้ำแข็งจะละลายจนเป็นน้ำหมดและอุณหภูมิของน้ำเย็นจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (อุณหภูมิห้อง) ซึ่งถือว่าได้เกิดสมดุลความร้อน ระหว่างอากาศกับน้ำในแก้ว

ตัวอย่าง เทน้ำร้อน 200 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 70°C ผสมกับน้ำเย็น 600 กรัมที่มีอุณหภูมิ 5°C จะได้อุณหภูมิผสมเท่าไร ถ้าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัมต่อองศาเซลเซียส

วิธีทำ สมมติให้อุณหภูมิของน้ำเป็น $X^{\circ}\text{C}$

หาปริมาณความร้อนลดของน้ำร้อน

$$\text{จากสูตร } Q = mc \Delta t$$

$$\text{ในที่นี้ } m = 200 \text{ g, } c = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C, } \Delta t = (70 - X)^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ดังนั้น } Q_{\text{ลด}} = 200 \times 1 \times (70 - X)$$

หาปริมาณความร้อนเพิ่มของน้ำเย็น

$$\text{จากสูตร } Q = mc \Delta t$$

$$\text{ในที่นี้ } m = 600 \text{ g, } c = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C, } \Delta t = (x - 5)^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ดังนั้น } Q_{\text{เพิ่ม}} = 600 \times 1 \times (x - 5)$$

$$\text{เข้าสมการ } Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}$$

$$\text{จะได้ } 200(70 - x) = 600(x - 5)$$

$$70 - x = 3x - 15$$

$$85 = 4x$$

$$x = 21.25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ตอบ จะได้อุณหภูมิผสมของน้ำเป็น $21.25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

อุณหภูมิผสมที่เกิดขึ้น จะต้องอยู่ระหว่างอุณหภูมิของของร้อนและของเย็นที่นำมาผสมกัน
หลักการคำนวณ

1. เขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง
2. คำนวณหาความร้อนลด ที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าคายออกมา
3. คำนวณหาความร้อนเพิ่มที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าดูดเข้าไป
4. เข้าสมการ ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม
5. แก้สมการในข้อ 4 หาค่าของตัวแปรออกมา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 6 สมดุลความร้อน

ชื่อกลุ่ม ห้อง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และให้นักเรียนคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

1. กำหนดปัญหา

2. ตั้งสมมติฐาน

อุปกรณ์

1. น้ำแข็ง
2. บีกเกอร์ 250 cm³
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. น้ำ

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำแข็ง และน้ำ อย่างละ 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นก่อนทดลอง
2. นำน้ำแข็งใส่ในบีกเกอร์น้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงวัดอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาที จนน้ำแข็งละลายหมด

ละลายหมด

3. บันทึกผลการทดลอง

บันทึกผล

.....

สืบเสาะเรื่องของบทวิทยาศาสตร์ราชภัฏรำไพพรรณี

สรุปผลการทดลอง

.....

ใบกิจกรรมที่ 7

ฉูงเก็บรักษาความเย็น

วัตถุประสงค์ เพื่อพยายามให้ฉูงที่สร้างขึ้นสามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกและภายในฉูงให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์ เพื่อนนักเรียนทำไอศกรีมหลอดขาย แต่มีปัญหาเมื่อมีลูกค้าต้องการซื้อไอศกรีมหลอดหลายอัน เมื่อกินไม่ทันไอศกรีมหลอดจะละลายเร็วมาก จะต้องรักษาความเย็นเพื่อให้ไอศกรีมหลอดที่ลูกค้าซื้อไปละลายได้ช้าลง นักเรียนช่วยออกแบบและจัดทำฉูงเก็บความเย็นให้เพื่อนนักเรียน

กำหนดให้นักเรียน ใช้กระบวนการจากสถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนของสสาร สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยคำนึงถึง ฉูงที่สร้างขึ้นมาสามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกมาสู่ภายในตัวกล่องให้ได้มากที่สุด โดยให้นักเรียนกำหนดวัสดุที่ใช้ในการสร้างด้วยตนเอง

อุปกรณ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบประเมินทักษะปฏิบัติ

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะพึงชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	การวางแผน การแบ่งหน้าที่กันทำงาน						5 หมายถึง ดีมาก 4 หมายถึง ดี 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
2	การสังเกต การเปรียบเทียบ						
3	การแสดงความคิดเห็น						
4	การคำนวณ						
5	การรวบรวมข้อมูล						
6	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						
7	การสร้างบรรยากาศในการทำงาน						
8	ความสนใจ และตั้งใจในการทำงาน						
9	การทำงานร่วมกับผู้อื่น						
10	งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ						
รวมคะแนน						
ระดับคุณภาพเฉลี่ย						

สรุปผลจากแบบประเมิน

- ดีมาก (5.00)
 ดี (4.00 - 4.99)
 ปานกลาง (3.00 - 3.99)
 พอใช้ (2.00 - 2.99)
 ควรปรับปรุง (1.00 - 1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน

...../...../.....

แบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนนคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา	การนำเสนอข้อมูลพื้นฐานได้ถูกต้องชัดเจน	การนำเสนอมีการเรียงลำดับเป็นบางส่วน	การนำเสนอไม่เรียงลำดับ	การนำเสนอไม่เรียงลำดับและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
2. การใช้ภาษา	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจนมีความคิดสร้างสรรค์	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้องชัดเจนบางส่วน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจตรงตามจุดประสงค์	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่บางส่วนแต่ยังไม่น่าสนใจ	ชิ้นงานไม่มีความแปลกใหม่และไม่น่าสนใจ
4. การนำเสนอผลงาน	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนน่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปไม่ได้ใจความชัดเจนและไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 16	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
1 - 4	ปรับปรุง



ภาคผนวก ง
คำดัชนีความสอดคล้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน่วยการเรียนรู้						
ชื่อหน่วยการเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
2. สอดคล้องกับชื่อกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม	5	4	4	4	4	4.20	มาก
สาระสำคัญ ความคิดรวบยอด							
4. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้							
5. ครอบคลุมชัดเจน สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	4	4	4	5	4.40	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้							
6. สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
การสอน							
7. เหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	5	4.40	มาก
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้							
แบบโครงงานเป็นฐาน	5	4	4	4	5	4.40	มาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
9. สอดคล้องกับรูปแบบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน ชิ้นงานหรือภาระงาน	5	4	4	4	5	4.40	มาก
10. สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	5	4	4	5	4.40	มาก
11. เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ แบบโครงงาน เป็นฐาน สื่อวัสดุอุปกรณ์	5	4	4	4	5	4.40	มาก
12. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
13. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล							
14. สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
15. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
16. เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	5	4	4	4	5	4.40	มาก
รวมเฉลี่ย						4.56	มากที่สุด

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน่วยการเรียนรู้						
ชื่อหน่วยการเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
2. สอดคล้องกับชื่อกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม	5	5	4	4	4	4.40	มาก
สาระสำคัญ ความคิดรวบยอด							
4. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้							
5. ครอบคลุมชัดเจน สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้							
6. สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
การสอน							
7. เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
9. สอดคล้องกับรูปแบบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานตามแนวทาง สะเต็มศึกษา ชั้นงานหรือภาระงาน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
10. สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
11. เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
สื่อวัสดุอุปกรณ์							
12. สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
13. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล							
14. สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
15. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
16. เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.66	มากที่สุด

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	4	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สารละลายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
17	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
24	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
26	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
32	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
34	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
39	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

หมายเหตุ

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์ข้อนั้นได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นวัดจุดประสงค์ข้อนั้นได้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก จ
คำอธิบายจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 15 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (α - Coefficient)

คนที่	ข้อที่												\bar{X}	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	4	4	3	2	3	4	3	3	4	4	4	3	3.42	11.67
2	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3.75	14.06
3	4	4	4	2	4	3	4	4	4	3	4	4	3.67	13.44
4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3.58	12.84
5	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3.50	12.25
6	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3.50	12.25
7	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3.83	14.69
8	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	3.42	11.67
9	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2.83	8.03
10	3	2	4	2	3	3	4	2	2	2	3	2	2.67	7.11
11	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3.50	12.25
12	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2.42	5.84
13	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2.42	5.84
14	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3.83	14.69
15	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3.75	14.06
16	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3.58	12.84
17	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2.83	8.03
18	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3.83	14.69
19	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3.67	13.44
20	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3.75	14.06
21	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3.58	12.84
22	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3.58	12.84
23	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3.42	11.67
24	4	4	3	4	4	4	3	2	2	3	3	4	3.33	11.11
25	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2.83	8.03

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่												\bar{X}	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
26	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3.08	9.51
27	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2.50	6.25
28	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3.42	11.67
29	3	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2.50	6.25
30	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2.92	8.51

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90
อยู่ในเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นสูง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 16 วิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
1	0.30	0.63	เหมาะสม
2	0.40	0.50	เหมาะสม
3	0.30	0.63	เหมาะสม
4	0.43	0.38	เหมาะสม
5	0.43	0.38	เหมาะสม
6	0.40	0.25	เหมาะสม
7	0.37	0.63	เหมาะสม
8	0.43	0.38	เหมาะสม
9	0.43	0.38	เหมาะสม
10	0.40	0.25	เหมาะสม
11	0.37	0.38	เหมาะสม
12	0.47	0.25	เหมาะสม
13	0.37	0.63	เหมาะสม
14	0.47	0.25	เหมาะสม
15	0.40	0.50	เหมาะสม
16	0.47	0.25	เหมาะสม
17	0.33	0.75	เหมาะสม
18	0.37	0.38	เหมาะสม
19	0.40	0.50	เหมาะสม
20	0.40	0.50	เหมาะสม

ตาราง 17 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยสูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR - 20)

คนที่	ข้อที่																				\bar{X}	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17	289
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	400
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
4	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	15	225
6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	324
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	18	324
8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	17	289
9	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	11	121
10	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	9	81
11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	16	256
12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	10	100
13	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	81

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																				\bar{X}	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19	361
15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	16	256
17	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	11	121
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	19	361
19	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	17	289
21	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	16	256
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	400
23	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	12	144
24	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	17	289
25	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	10	100
26	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
27	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	15	225

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																				\bar{X}	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
28	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	16	256
29	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	12	144
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	18	324
รวม	21	22	20	23	24	25	25	25	23	25	22	24	22	25	23	26	22	24	24	25	470	7716
P	0.70	0.73	0.67	0.77	0.80	0.83	0.83	0.83	0.77	0.83	0.73	0.80	0.73	0.83	0.77	0.87	0.73	0.80	0.80	0.83		
Q	0.30	0.27	0.33	0.23	0.20	0.17	0.17	0.17	0.23	0.17	0.27	0.20	0.27	0.17	0.23	0.13	0.27	0.20	0.20	0.17		
pq	0.21	0.20	0.22	0.18	0.16	0.14	0.14	0.14	0.18	0.14	0.20	0.16	0.20	0.14	0.18	0.12	0.20	0.16	0.16	0.14		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อัตโนมัติมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 อยู่ในเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่น



ภาคผนวก ฉ
คะแนนของกลุ่มทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 18 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²
1	27	41	14	196
2	27	45	18	324
3	28	44	16	256
4	29	42	13	169
5	31	44	13	169
6	31	43	12	144
7	25	45	20	400
8	31	42	11	121
9	28	41	13	169
10	26	40	14	196
11	30	44	14	196
12	27	42	15	225
13	27	37	10	100
14	25	45	20	400
15	25	44	19	361
16	26	45	19	361
17	29	40	11	121
18	26	45	19	361
19	27	43	16	256
20	26	46	20	400
21	28	44	16	256
22	26	44	18	324
23	27	41	14	196
24	26	40	14	196
25	27	41	14	196

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²
26	31	38	7	49
27	26	42	16	256
28	27	42	15	225
29	26	44	18	324
30	30	43	13	169
Σ	825	1277	452	825
\bar{X}	27.50	42.57		
S.D.	1.91	2.19		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 19 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²
1	31	42	11	121
2	27	44	17	289
3	26	44	18	324
4	29	42	13	169
5	31	41	10	100
6	31	43	12	144
7	25	46	21	441
8	31	43	12	144
9	28	42	14	196
10	28	37	9	81
11	30	45	15	225
12	27	42	15	225
13	27	39	12	144
14	25	46	21	441
15	25	45	20	400
16	28	43	15	225
17	32	40	8	64
18	26	46	20	400
19	27	43	16	256
20	26	45	19	361
21	26	44	18	324
22	26	45	19	361
23	27	42	15	225
24	26	41	15	225
25	27	41	14	196

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²
26	27	39	12	144
27	26	43	17	289
28	27	42	15	225
29	26	45	19	361
30	29	41	12	144
Σ	827	1281	454	7244
\bar{X}	27.57	42.70		
S.D.	2.03	2.25		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)				
คนที่	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D ²
1	17	17	0	0
2	16	16	0	0
3	16	16	0	0
4	16	17	1	1
5	17	18	1	1
6	18	16	-2	4
7	17	17	0	0
8	15	16	1	1
9	17	15	-2	4
10	15	15	0	0
11	17	17	0	0
12	15	15	0	0
13	15	15	0	0
14	15	15	0	0
15	15	15	0	0
16	16	15	-1	1
17	18	17	-1	1
18	17	16	-1	1
19	16	15	-1	1
20	17	17	0	0
21	18	16	-2	4
22	18	15	-3	9
23	16	15	-1	1

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)			
	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D ²
24	15	15	0	0
25	16	15	-1	1
26	16	16	0	0
27	16	17	1	1
28	17	17	0	0
29	17	18	1	1
30	18	16	-2	4
Σ	492	480	-12	36
\bar{X}	16.40	16.00		
S.D.	1.04	0.98		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)				
คนที่	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D ²
1	11	10	-1	1
2	10	12	2	4
3	9	8	-1	1
4	9	10	1	1
5	12	12	0	0
6	12	14	2	4
7	12	11	-1	1
8	10	11	1	1
9	11	10	-1	1
10	8	8	0	0
11	11	11	0	0
12	9	10	1	1
13	9	9	0	0
14	10	10	0	0
15	10	12	2	4
16	10	10	0	0
17	12	11	-1	1
18	12	11	-1	1
19	11	10	-1	1
20	11	12	1	1
21	11	11	0	0
22	12	12	0	0
23	9	9	0	0

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)			
	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D ²
24	10	10	0	0
25	11	12	1	1
26	11	11	0	0
27	10	10	0	0
28	10	10	0	0
29	10	9	-1	1
30	12	11	-1	1
Σ	315	317	2	26
\bar{x}	10.50	10.57		
S.D.	1.14	1.30		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี