

## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นนวัตกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ส่งเสริมทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการแก้โจทย์ปัญหา รู้หลักในการคำนวณโจทย์ และมีลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนด โดยเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการฝึกทักษะโดยเทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ในการศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตัวเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนอยากรู้ อยากเห็น ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการสรุปผล

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL มีทั้งหมด จำนวน 7 ชุด รวมใช้เวลาเรียนทั้งหมด 16 ชั่วโมง

ซึ่งในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิคกับเทคนิค KWDL ประกอบด้วย คำชี้แจง ลำดับขั้นตอนการใช้แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การให้คะแนน คำแนะนำสำหรับนักเรียน ผลการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การทำแบบฝึกทักษะ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL ชุดนี้เป็นชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ที่ได้ให้การชี้แนะและสนับสนุนในการทำแบบฝึกทักษะให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณทุกท่านที่ได้แนะนำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาไปทดลองใช้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ จนทำให้แบบฝึกทักษะทั้ง 7 ชุด สำเร็จสมบูรณ์

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานและเกิดประโยชน์ในการฝึกเสริมทักษะในการคำนวณ และการวิเคราะห์ในเรื่องอื่นๆ ในการเรียนวิชาฟิสิกส์อันจะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันต่อไป สามารถนำไปพัฒนาผู้เรียนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

นายศุภตล อุ่นวงษ์

โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

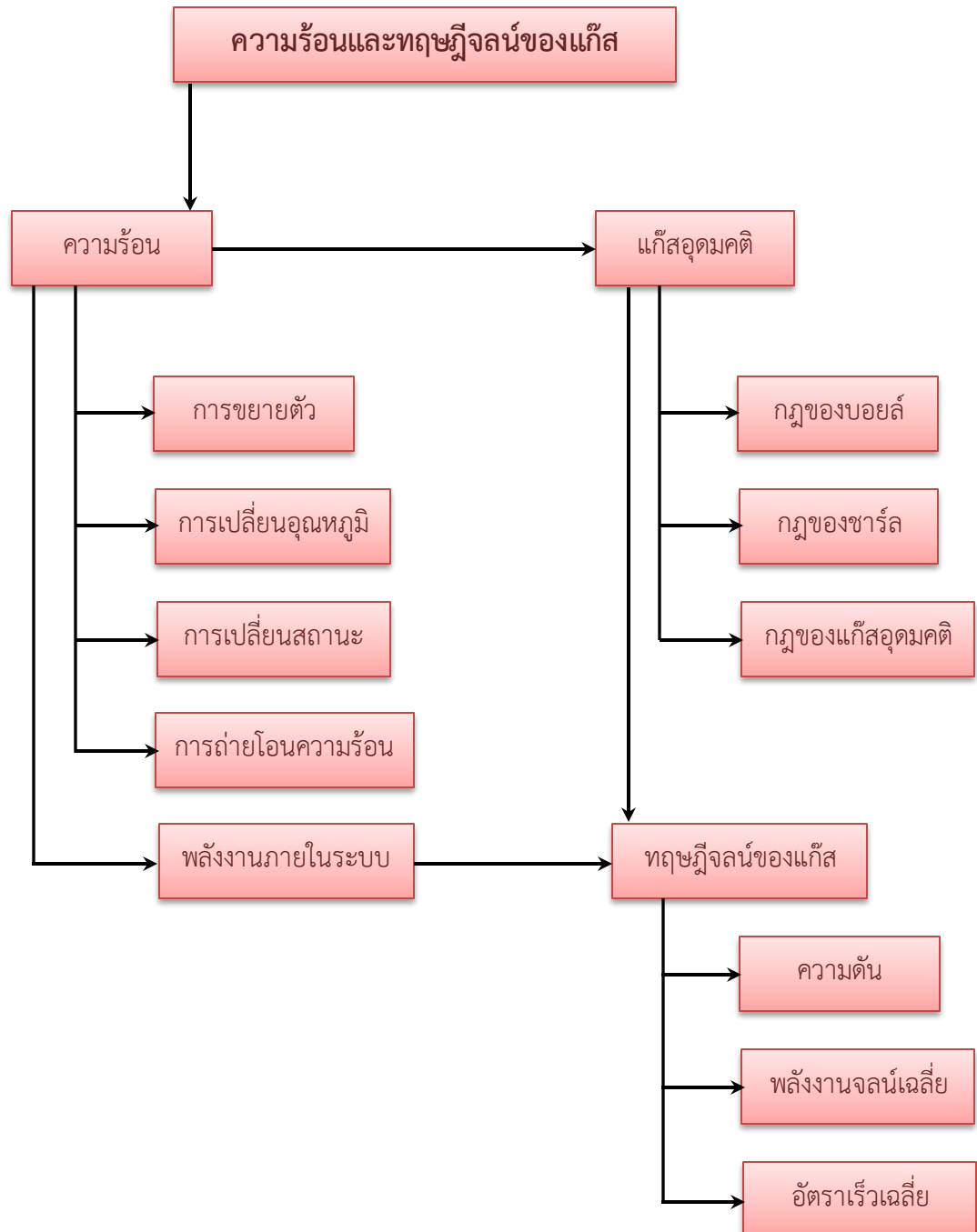
## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ผังมโนทัศน์	ง
คำชี้แจง	จ
วิธีการศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ฉ
การนำเทคนิค KWDL มาใช้วิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	ช
เกณฑ์การให้คะแนน	ซ
มาตรฐานการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	ฅ
แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	1
กิจกรรมที่ 1 เรื่อง อุ ชัด ชัด	5
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร้อนหรือเย็น	8
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความร้อนกับอุณหภูมิ	11
ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนกับอุณหภูมิ	14
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อน	18
ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อน	19
ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ความร้อนกับอุณหภูมิ และการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อน	20
ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ความจุความร้อน	21
ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความจุความร้อน	27
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง โป่งพอง	28
ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	31
ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	33
ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความจุความร้อน และการขยายตัวของวัตถุ	36
แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	37
สรุปสาระสำคัญ ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	47
แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	49
แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	54
บรรณานุกรม	55

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก	60
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	61
เฉลยกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชัด ชัด ญ ญ	62
เฉลยกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร้อนหรือเย็น	64
เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนและอุณหภูมิ	66
เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อน	67
เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความจุความร้อน	68
เฉลยกิจกรรมที่ 3 เรื่อง โป่งพอง	69
เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับ การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	71
เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อน และการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	72

## ผังมโนทัศน์



## คำชี้แจง

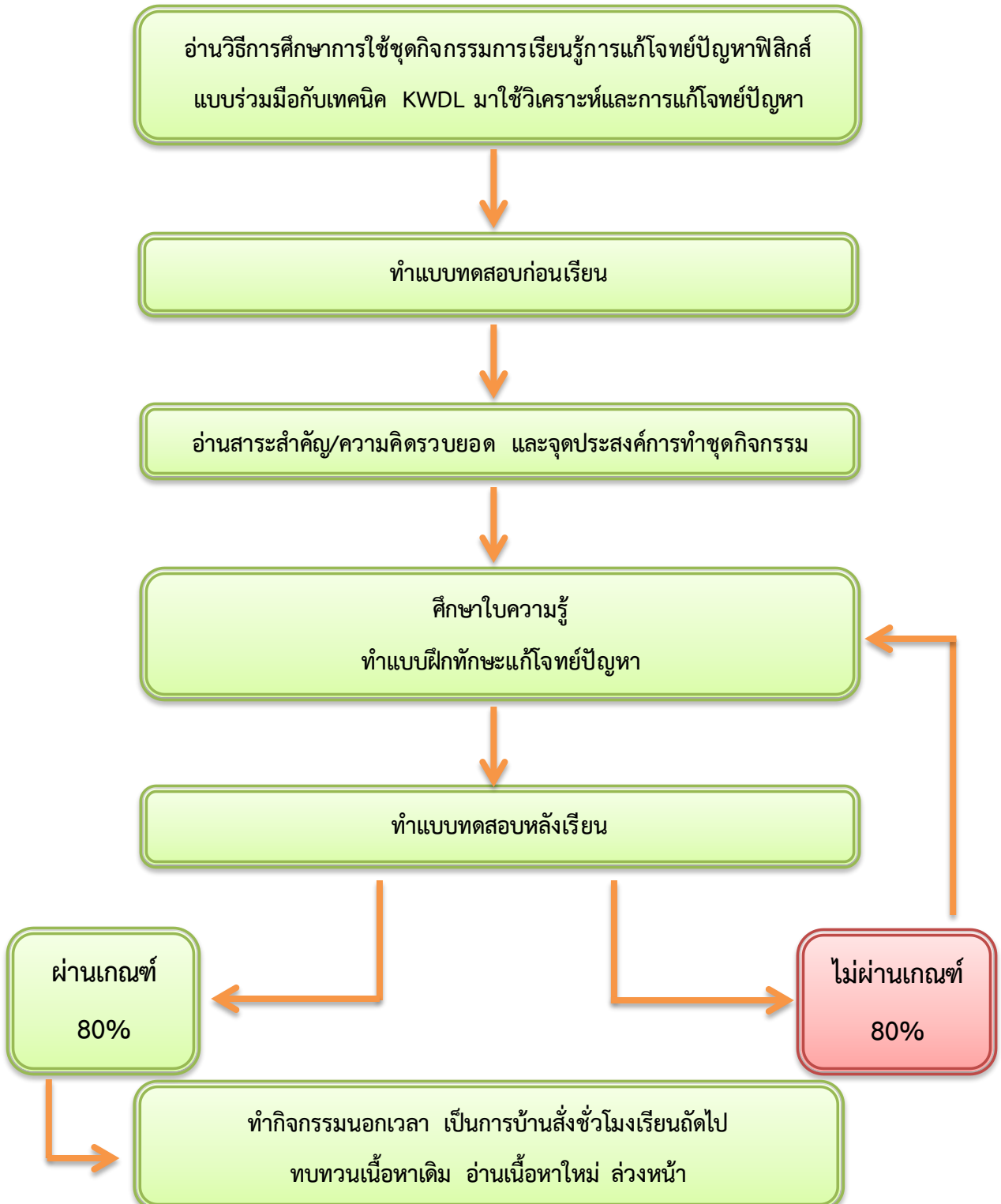
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWL เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 7 ชุด ใช้เวลาเรียน 16 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารและการถ่ายโอนความร้อน	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 กฎของบอยล์	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 กฎของชาร์ล	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 5 กฎของแก๊สอุดมคติ	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 6 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 7 พลังงานภายในในระบบและการประยุกต์	จำนวน 2 ชั่วโมง

สำหรับเล่มนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWL ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน ให้นักเรียนทำกิจกรรมดังต่อไปนี้ด้วยความตั้งใจตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักเรียนศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การทำแบบฝึกทักษะให้เข้าใจ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนศึกษาเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWL ให้เข้าใจอย่างละเอียด
4. ศึกษาสาระสำคัญ ใบความรู้ ขั้นตอนการแก้ปัญหาและตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา
5. ลงมือทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ให้ครบทุกข้อ โดยแสดงวิธีการคำนวณอย่างละเอียดในแบบฝึกด้วยตัวเอง ตามลำดับขั้นตอน เมื่อทำเสร็จแล้วจึงตรวจคำตอบกับเฉลยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
6. บันทึกผลคะแนนในตารางบันทึก เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนด
7. นักเรียนต้องทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้ได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาและฝึกทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์
8. เมื่อศึกษาจนผ่านเกณฑ์แล้วจึงสามารถศึกษาขั้นตอนต่อไปได้

## วิธีการศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL



## การนำเทคนิค KWDL มาใช้วิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

**เทคนิค KWDL** เป็นเทคนิคที่มีกระบวนการคิดเป็นขั้นตอน คิดอย่างมีระบบ ช่วยเชื่อมโยงแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ โดยมี 4 ขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** รู้อะไร (K = What we know) รู้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้

**ขั้นตอนที่ 2** ต้องการอะไร (W = What we want to know) โจทย์ต้องการรู้คืออะไร

**ขั้นตอนที่ 3** ทำอย่างไร (D = What we did) เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ และแสดงวิธีทำให้เห็นการได้มาถึงสิ่งที่ต้องการรู้

**ขั้นตอนที่ 4** ได้อะไร (L = What we learned) ตรวจสอบสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ



ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด (ถ้ามี)
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไรกำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญห	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง

### เกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา	เกณฑ์การพิจารณา	คะแนน
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์ใดถูกต้องชัดเจนทุกตัว	1
	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์ใดถูกต้องไม่ครบ	0.5
	ไม่ตอบ หรือเปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องเลย	0
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	กำหนดสมการที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง	1
	กำหนดสมการที่เลือกใช้ไม่ถูกต้องเลย	0
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	แทนค่าในสมการและคิดคำนวณเป็นไปตามลำดับได้ถูกต้อง	2
	แทนค่าในสมการและแต่คิดคำนวณไม่เป็นไปตามลำดับได้ถูกต้อง	1
	ไม่ตอบหรือแทนลงในสมการผิดและคิดคำนวณไม่เป็นไปตามลำดับที่ถูกต้อง	0
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	คำตอบและหน่วยถูกต้องชัดเจน	1
	คำตอบถูกแต่หน่วยไม่ถูกต้อง	0.5
	ไม่ตอบ หรือคำตอบและหน่วยไม่ถูกต้องเลย	0



## มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

### มาตรฐานการเรียนรู้

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### ผลการเรียนรู้

สืบค้น วิเคราะห์ อภิปราย บอกความหมายของอุณหภูมิ อุณหภูมิสัมบูรณ์ ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะของสาร การขยายตัวของวัตถุและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนได้ศึกษาแบบฝึกทักษะนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายความร้อน อุณหภูมิ อุณหภูมิสัมบูรณ์ และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยเคลวินกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส
2. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะของสาร รวมทั้งคำนวณปริมาณทั้งสองได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า พลังงานความร้อนทำให้สารขยายตัว ประโยชน์และโทษของการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

### แบบทดสอบก่อนเรียน

#### เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

- คำชี้แจง 1.ข้อสอบชุดนี้มีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก  
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ  
3. คะแนน 10 คะแนน

1. ปริมาณความร้อนในวัตถุหนึ่งคืออะไร
  - ก. ระดับความร้อนในวัตถุนั้น
  - ข. ค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ของแต่ละโมเลกุลของวัตถุนั้น
  - ค. ผลบวกของพลังงานจลน์ของโมเลกุลของวัตถุนั้น
  - ง. พลังงานกลที่เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนภายในวัตถุนั้น
2. ในการใช้ปรอทบรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ มีคุณสมบัติไม่ได้อย่างไร
  - ก. ทำให้บริสุทธิ์ได้ยาก
  - ข. วัดอุณหภูมิสูงกว่าปกติธรรมดาได้ไม่ดี
  - ค. วัดอุณหภูมิต่ำกว่าปกติธรรมดาได้ไม่ดี
  - ง. มองเห็นได้ยาก
3. ณ อุณหภูมิที่ผิวโลกเหนือ ปรากฏว่าเทอร์โมมิเตอร์ทั้งแบบองศาเซลเซียสและแบบองศาฟาเรนไฮต์ วัดอุณหภูมิของอากาศได้เท่ากัน จงหาอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น
  - ก. -8 องศาเซลเซียส หรือ -8 องศาฟาเรนไฮต์
  - ข. -18 องศาเซลเซียส หรือ -18 องศาฟาเรนไฮต์
  - ค. -32 องศาเซลเซียส หรือ -32 องศาฟาเรนไฮต์
  - ง. -40 องศาเซลเซียส หรือ -40 องศาฟาเรนไฮต์

4. ข้อใดเป็นความหมายของความจุความร้อนของสาร

- ก. ปริมาณความร้อนที่ให้แก่วัตถุทั้งก้อน
- ข. อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ให้แกสารต่อมวลหนึ่งหน่วย
- ค. อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ให้แกสารต่ออุณหภูมิหนึ่งหน่วย
- ง. อัตราส่วนปริมาณความร้อนที่ให้แกวัตถุทั้งก้อนให้แกสารต่อมวลหนึ่งหน่วย

5. ชายคนหนึ่ง ลากวัตถุซึ่งมีมวล 20 กิโลกรัม ในแนวขนานกับพื้นระดับด้วยความเร็วคงที่ ถ้าเขาลากไปเป็นระยะทาง 40 เมตร จงหาความร้อนที่เกิดขึ้นจากความเสียดทาน กำหนด สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นเป็น 0.2

- ก. 1,000 จูล
- ข. 1,200 จูล
- ค. 1,400 จูล
- ง. 1,600 จูล

6. ก้อนน้ำแข็งมวล 5 kg ไถลลงจากที่สูง 5 m แล้วไถลต่อไปบนพื้นระดับจนหยุด อยากทราบว่าน้ำแข็งจะละลายไปเท่าไร ถ้าพื้นมีอุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  ( กำหนด  $L$  น้ำแข็ง เท่ากับ  $333 \text{ KJ} / \text{kg}$  )

- ก.  $0.75 \times 10^{-3} \text{ g}$
- ข.  $0.75 \times 10^{-3} \text{ kg}$
- ค.  $0.75 \times 10^3 \text{ g}$
- ง.  $0.75 \times 10^3 \text{ kg}$

7. จงหาความร้อนที่ใช้ในการทำให้น้ำแข็ง  $10 \text{ g} - 10^{\circ}\text{C}$  กลายเป็นไอน้ำที่  $100^{\circ}\text{C}$  หมดพอดี กำหนด( $L$  (แข็ง) =  $80 \text{ cal} / \text{g}$  ,  $c$ (แข็ง) =  $0.5 \text{ cal} / \text{g}^{\circ}\text{C}$  ,  $C$ (น้ำ) =  $1 \text{ cal} / \text{g}^{\circ}\text{C}$  ) ,  $L$ (ไอน้ำ) =  $540 \text{ cal} / \text{g}$

- ก. 5,000 cal
- ข. 6,250 cal
- ค. 7,000 cal
- ง. 7,250 cal

8. กระป๋องทองแดงมวล 1 kg บรรจุน้ำ 4 kg อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  ถ้าใส่ก้อนทองแดงมวล 1 kg อุณหภูมิ  $100^{\circ}\text{C}$  ลงไป น้ำจะมีอุณหภูมิเป็นเท่าใด ( $c$  (ทองแดง) =  $0.1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ )

- ก.  $20^{\circ}\text{C}$
- ข.  $21^{\circ}\text{C}$
- ค.  $22^{\circ}\text{C}$
- ง.  $23^{\circ}\text{C}$

9. น้ำมันเครื่องมวล 200 g บรรจุในกระป๋องทองแดงมวล 120 g อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  เมื่อนำทองแดงมวล 100 g อุณหภูมิ  $100^{\circ}\text{C}$  ใส่ลงในกระป๋อง ปรากฏว่าอุณหภูมิสุดท้ายเป็น  $25^{\circ}\text{C}$  กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของทองแดงเท่ากับ  $0.1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$  จงหาความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมันเป็นเท่าไร

- ก.  $0.39 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
- ข.  $0.49 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
- ค.  $0.59 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
- ง.  $0.69 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

10. ในการก่อสร้างถนนคอนกรีตซึ่งมีความยาวของแผ่นคอนกรีตแต่ละแผ่นเป็น 30 m อยากทราบว่า จะต้องเว้นที่ว่างระหว่างแผ่นไว้เป็นระยะอย่างน้อยที่สุดกี่เซนติเมตร จึงจะสามารถป้องกันไม่ให้แผ่นคอนกรีตเบียดกันแล้วโก่งตัว เมื่ออุณหภูมิแผ่นคอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลงจาก  $20^{\circ}\text{C}$  เป็น  $70^{\circ}\text{C}$  กำหนดสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามยาวของคอนกรีตเท่ากับ  $12.6 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$

- ก. 1.80 cm
- ข. 1.85 cm
- ค. 2.35 cm
- ง. 2.40 cm

## กระดาษคำตอบก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL

ชุดที่ 1 อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

ชื่อ - นามสกุล.....เลขที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/.....

กระดาษทดสอบก่อนเรียน				
ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

## 1. เกณฑ์การประเมิน

1. ตอบถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน
2. ตอบไม่ถูกต้อง ให้ข้อละ 0 คะแนน

## 2. สรุปการประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน.....คะแนน

ได้คะแนน 8 คะแนนขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์

ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนนขึ้นไป ถือว่า ไม่ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ

1. ถ้านักเรียนผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาชุดต่อไป
2. ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปศึกษาบทเรียนนั้นใหม่ แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งจนกว่าจะผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

แบบบันทึกคะแนน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ก่อนเรียน		

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

นายศุภดล อุ่นวงศ์

## กิจกรรมที่ 1 ถู ถัด ขัด

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนอธิบายการเกิดลักษณะการเกิดความร้อนเมื่อใช้วัตถุคู่หนึ่งถูกันได้

### เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

### วัสดุและอุปกรณ์

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. ผ้าแปรรูปสีเหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 30cm x 30cm | จำนวน 1 ผืน     |
| 2. แท่งแก้ว                                   | จำนวน 1 แท่ง    |
| 3. แท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด                   | จำนวน 1 อัน     |
| 4. เต้าไฟฟ้า                                  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. มือทั้งสองข้างของนักเรียน                  |                 |

### วิธีทำกิจกรรม

- นำเอามือทั้งสองข้างของนักเรียนถูกันอย่างแรง สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- นำผ้าแปรรูปมาถูอย่างหนึ่งข้างกับแท่งแก้ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- นำผ้าแปรรูปมาถูอย่างหนึ่งข้างกับแท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ครูนำเต้าไฟฟ้าเสียบปลั๊ก แล้วให้นักเรียนนำมือมาใกล้เต้าไฟฟ้า สังเกตผลที่เกิดขึ้น ทำการทดลองซ้ำในข้อ1- ข้อ3

อีกสองครั้ง

### คำแนะนำและอธิบาย

- ระหว่างทำกิจกรรมความร้อน นักเรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในใบกิจกรรมอย่างระมัดระวัง และให้ความสนใจ
- การทำให้เกิดความร้อน ใช้ผ้าห่มแท่งวัตถุแล้วจับผ้าให้แน่น ขยี้ผ้าหรือวัตถุให้เคลื่อนที่ วัตถุกับผ้าจะเสียดสีกันทำให้เกิดความร้อนบนแท่งวัตถุได้
- ให้นักเรียนตระหนักว่า วัตถุตรงส่วนที่ถูกับผ้าเท่านั้นที่จะมีความร้อน
- แท่งวัตถุที่ใช้จะต้องสะอาด ถ้าสกปรกจะต้องนำไปทำความสะอาดก่อน เช่น ล้างน้ำด้วยผงซักฟอกแล้วเช็ดให้แห้ง แท่งวัตถุที่สะอาดจะเกิดร้อนได้ดี
- ความชื้นเป็นปัญหาในการทดลอง ในช่วงเวลาที่อากาศมีความชื้นสูง ใช้เครื่องเป่าผมหรือเครื่องทำความร้อนเป่าแท่งวัตถุ เพื่อไม่ให้แท่งวัตถุชื้นเมื่อทำการทดลอง

### คำถามท้ายกิจกรรม

- นำมือทั้งสองข้างมาถูกันอย่างแรง จะเกิดความร้อนต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
- นำแท่งแก้ว แท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด มาถูกับผ้าแปรรูป จะเกิดความร้อนต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
- นำมือทั้งสองข้าง มาใกล้เต้าไฟฟ้า จะรู้สึกร้อนหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
- จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

## แบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1

## เรื่อง ชัด ชัด ญ ญ

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

## สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |
| 5. .... | 6. .... |

## จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้ นักเรียนอธิบายการเกิดลักษณะการเกิดความร้อนเมื่อใช้วัตถุคู่หนึ่งถูกันได้

## เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

## วัสดุและอุปกรณ์

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. ผ้าแปรรูปสีเหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 30cm x 30cm | จำนวน 1 ผืน     |
| 2. แท่งแก้ว                                   | จำนวน 1 แท่ง    |
| 3. แท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด                   | จำนวน 1 อัน     |
| 4. เต้าไฟฟ้า                                  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. มือทั้งสองข้างของนักเรียน                  |                 |

## วิธีทำกิจกรรม

- นำเอามือทั้งสองข้างของนักเรียนถูกันอย่างแรง สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- นำผ้าแปรรูปมาถูข้างหนึ่งกับแท่งแก้ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- นำผ้าแปรรูปมาถูข้างหนึ่งกับแท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ครุณาเต้าไฟฟ้าเสียบปลั๊ก แล้วให้นักเรียนนำมือมาใกล้เต้าไฟฟ้า สังเกตผลที่เกิดขึ้น ทำการทดลองซ้ำในข้อ1- ข้อ3

อีกสองครั้ง

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
นำมือทั้งสองข้างมาถูกันอย่างแรง	
นำผ้าแพรมาถูกับแท่งแก้ว	
นำแพรมาถูกับแท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด	
นำมือทั้งสองข้างมาใกล้ ๆ เต้าไฟฟ้า	

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. นำมือทั้งสองข้างมาถูกันอย่างแรง จะเกิดความร้อนต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. นำแท่งแก้ว แท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด มาถูกับผ้าแพร จะเกิดความร้อนต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. นำมือทั้งสองข้าง มาใกล้เต้าไฟฟ้า จะรู้สึกร้อนหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

4. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....



## กิจกรรมที่ 2 ร้อนหรือเย็น

## จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนอธิบายความหมายของอุณหภูมิกับความร้อนได้

## เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

## วัสดุและอุปกรณ์

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์  | จำนวน 2 อัน     |
| 2. บีกเกอร์ 100 ml | จำนวน 2 ใบ      |
| 3. เต้าไฟฟ้า       | จำนวน 2 เครื่อง |
| 4. น้ำแข็งบด       |                 |
| 5. น้ำ             |                 |

## วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันใส่ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ โดยให้น้ำในบีกเกอร์ทั้งสองใบมีปริมาตรที่แตกต่างกัน
2. นำน้ำแข็งใส่ในปริมาตรที่เท่ากันลงในบีกเกอร์ทั้งสอง ประมาณ 3 นาที นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
3. เทน้ำแข็งและน้ำออกจากบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำที่อุณหภูมิเท่ากันมีปริมาตรต่างกันลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ นำบีกเกอร์ทั้งสองใบตั้งบนเต้าไฟฟ้า ประมาณ 3 นาที โดยปรับให้อุณหภูมิของเต้าไฟฟ้าเท่ากัน สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. ยกบีกเกอร์ทั้งสองใบออกจากเต้าไฟฟ้า วางบนโต๊ะทดลอง นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในบีกเกอร์ทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น

## คำแนะนำและอธิบาย

1. ระหว่างทำกิจกรรมร้อนหรือเย็น นักเรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในใบกิจกรรมอย่างระมัดระวัง
2. การตม้นั้นเกิดความร้อน ใช้ผ้าห่มแล้วจับบีกเกอร์ให้แน่นเมื่อจะเคลื่อนที่
3. ให้นักเรียนตระหนักว่า อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองนั้นที่จะต้องทนกับความร้อน

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
2. ถ้าเราต้องการตมน้ำปริมาตรต่างกันให้อุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการตม้นต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

## แบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2

## เรื่อง ร้อนหรือเย็น

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

## สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |
| 5. .... | 6. .... |

## จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนอธิบายความหมายของอุณหภูมิกับความร้อนได้

## เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

## วัสดุและอุปกรณ์

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์  | จำนวน 2 อัน     |
| 2. บีกเกอร์ 100 ml | จำนวน 2 ใบ      |
| 3. เต้าไฟฟ้า       | จำนวน 2 เครื่อง |
| 4. น้ำแข็งบด       |                 |
| 5. น้ำ             |                 |

## วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันใส่ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ โดยให้น้ำในบีกเกอร์ทั้งสองใบมีปริมาตรที่แตกต่างกัน
2. นำน้ำแข็งใส่ในปริมาตรที่เท่ากันลงในบีกเกอร์ทั้งสอง ประมาณ 3 นาที นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
3. เทน้ำแข็งและน้ำออกจากบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำที่อุณหภูมิเท่ากันมีปริมาตรต่างกันในบีกเกอร์ทั้งสองใบ นำบีกเกอร์ทั้งสองใบตั้งบนเต้าไฟฟ้า ประมาณ 3 นาที โดยปรับให้อุณหภูมิของเต้าไฟฟ้าเท่ากัน สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. ยกบีกเกอร์ทั้งสองใบออกจากเต้าไฟฟ้า วางบนโต๊ะทดลอง นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในบีกเกอร์ทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
เมื่อเราใส่น้ำแข็งในปริมาตรที่เท่ากันลงไปใน บีกเกอร์ที่น้ำปริมาตรต่างกัน	
เมื่อเราต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน	

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. ถ้าเราต้องการต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจาก  
อะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความร้อนกับอุณหภูมิ

### ความร้อน (heat)

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งโดยมีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ คือดวงอาทิตย์ หรือเกิด จากเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานรูปอื่นได้ตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน เช่น พลังงานความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี พลังงานความร้อนที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้า โดยพลังงานเหล่านี้ทำให้โมเลกุลของ สสารเกิดการเคลื่อนที่จึงทำให้เกิดความร้อนขึ้น พลังงานความร้อนสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงาน พลังงานรูปอื่นได้ ได้แก่พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล เช่น เครื่องกลต่างๆ ที่ต้องอาศัยพลังงานความร้อน และพลังงานรูปอื่น ๆ สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้เช่นเดียวกัน วัตถุสามารถ ถ่ายเทความร้อนได้จากที่มีระดับความร้อนสูงหรือมีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่มีระดับความร้อนต่ำหรือ มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ จนกว่าจะมีอุณหภูมิเท่ากันจึงหยุด ถ่ายเท แสดงว่า ความร้อนสามารถ เคลื่อนที่ได้ เรียกปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของความร้อนนี้ว่า การไหลของความร้อน (Heat Flow) โดยสมมุติว่าเอาวัตถุ 2 อัน คือ A และ B ซึ่งมีอุณหภูมิไม่เท่ากันมาสัมผัสกัน จะมีการถ่ายเทความร้อนให้กัน จนกระทั่งในที่สุดวัตถุ A และ B มีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า A และ B อยู่ในภาวะสมดุล ทางความร้อนต่อกัน

หน่วยของพลังความร้อนที่ใช้เป็น จูล ( J ) หรือ แคลอรี ( cal )

$$\begin{array}{rclclcl} \text{โดย} & 1 & \text{cal} & = & 4.185 & \text{J} & \approx & 4.2 & \text{J} \\ & 1 & \text{J} & = & 0.42 & & & & \end{array}$$

### อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิ คือระดับความร้อนและเป็นสมบัติประจำตัวของวัตถุเพราะวัตถุแต่ละชนิดจะมีความร้อนอยู่ในตัวโดยวัตถุใดที่มีระดับความร้อนสูงแสดงว่ามีอุณหภูมิสูง ส่วนวัตถุที่มีระดับความร้อนต่ำแสดงว่ามีอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิเป็นปริมาณสเกลาร์ ในระบบ SI ใช้หน่วยวัดอุณหภูมิเป็น เคลวิน(Kelvin) แทนสัญลักษณ์ด้วย K อุณหภูมิเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับ พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของวัตถุที่เคลื่อนที่ โดยเมื่อโมเลกุลของวัตถุมีพลังงานจลน์สูงขึ้นทำให้อุณหภูมิของวัตถุเพิ่มขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า “อุณหภูมิคืออัตราส่วนของพลังงานจลน์ของ โมเลกุลของสารหนึ่งต่อจำนวนโมเลกุลของสารนั้นๆ”

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ซึ่ง เทอร์โมมิเตอร์มีหลักการทำงาน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสสารซึ่งจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและ จะหดตัวเมื่อเย็นลง โดยสสารที่ใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่เรียกว่า Thermometric Substance ซึ่งคุณสมบัตินี้จะแปรค่าไปตามอุณหภูมิอย่าง ต่อเนื่องและมีค่าเดียวเสมอ ที่อุณหภูมิหนึ่ง สารที่มีคุณสมบัตินี้และที่นิยมใช้ในการบรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ได้แก่ โปรท , แอลกอฮอล์ และอีเธอร์

**หมายเหตุ** ขณะที่อุณหภูมิเท่ากัน ปริมาณความร้อนในวัตถุไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

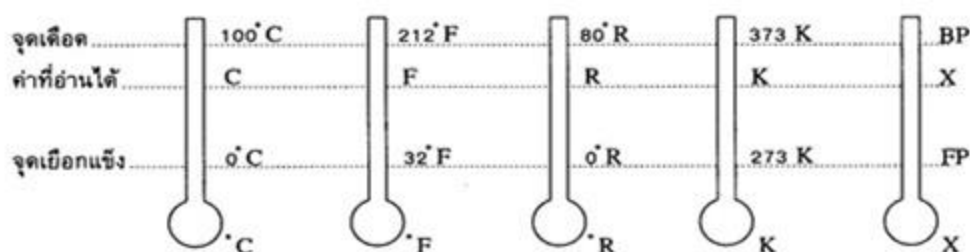
เทอร์โมมิเตอร์ได้แบ่งสเกลที่นิยมใช้ไว้ 4 แบบ คือ

1. แบบองศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) แบ่งสเกลไว้ 100 ช่อง แต่ละช่องมีค่า 1 องศาเซลเซียส ( $1^{\circ}\text{C}$ ) โดย น้ำบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งที่  $0^{\circ}\text{C}$  และจุดเดือดที่  $100^{\circ}\text{C}$
2. แบบองศาฟาเรนไฮต์ ( $^{\circ}\text{F}$ ) แบ่งสเกลไว้ 180 ช่อง แต่ละช่องมีค่า 1 องศาฟาเรนไฮต์ ( $1^{\circ}\text{F}$ ) โดย น้ำบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งที่  $32^{\circ}\text{F}$  และจุดเดือดที่  $212^{\circ}\text{F}$
3. แบบโรเมอร์ ( $^{\circ}\text{R}$ ) แบ่งสเกลไว้ 80 ช่อง แต่ละช่องมีค่า 1 องศาเซลเซียส ( $1^{\circ}\text{R}$ ) โดย น้ำบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งที่  $0^{\circ}\text{R}$  และจุดเดือดที่  $80^{\circ}\text{R}$
4. แบบสัมบูรณ์หรือเคลวิน (K) แบ่งสเกลไว้ 100 ช่อง แต่ละช่องมีค่า 1 เคลวิน (1 K) โดย น้ำบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งที่  $273.15\text{ K}$  และจุดเดือดที่  $373.15\text{ K}$  โดย

• **จุดเดือด** (Boiling Point , B.P.) คือจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ที่ความดัน  $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$  หรือ เรียกว่าความดัน 1 บรรยากาศ มีค่า  $100^{\circ}\text{C}$  บางทีเรียกจุดเดือดนี้ว่า จุดควบแน่น

• **จุดเยือกแข็ง** (Freezing Point , F.P.) คือจุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์ที่ความดัน  $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$  บางทีเรียกจุดนี้ว่า จุดหลอมเหลว

หมายเหตุ เราอาจสร้างเทอร์โมมิเตอร์เองก็ได้ โดยมีจุดเยือกแข็งและจุดเดือดเท่ากันก็ได้



ภาพที่ 1.1 แสดงสเกลแบบต่างๆ ของเทอร์โมมิเตอร์

ที่มา : นิรันดร์ สุวรรณ์, 2547, น.94

โดยความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยต่าง ๆ มีดังนี้

$$\frac{\text{อุณหภูมิที่อ่านค่าได้} - \text{จุดเยือกแข็ง}}{\text{จุดเดือด} - \text{จุดเยือกแข็ง}} = \frac{X - \text{F.P.}}{\text{B.P.} - \text{F.P.}}$$

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{R - 0}{80 - 0} = \frac{K - 273}{373 - 273} = \frac{X - \text{F.P.}}{\text{B.P.} - \text{F.P.}}$$

จะได้

ดังนั้น

$$\frac{C}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{R}{80 - 0} = \frac{K - 273}{373 - 273} = \frac{X - \text{F.P.}}{\text{B.P.} - \text{F.P.}}$$

(1)

โดยที่  $C$  คือ อุณหภูมิที่อ่านได้ในหน่วยองศาเซลเซียส ( $^{\circ}C$ )

$F$  คือ อุณหภูมิที่อ่านได้ในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ ( $^{\circ}F$ )

$K$  คือ อุณหภูมิที่อ่านได้ในหน่วยเคลวิน ( $K$ )

ในปัจจุบันได้ใช้มาตราวัดอุณหภูมิสมบูรณ์เป็นหน่วยพื้นฐานในทางวิทยาศาสตร์ ที่หน่วยอื่น ๆ มาเทียบหรืออ้างอิง ซึ่งมาตราวัดอุณหภูมิสมบูรณ์นี้ได้กำหนดจุดคงที่จุดหนึ่งของน้ำเป็น มาตรฐานเรียกจุดนี้ว่า จุดรวมสาม (Triple Point) โดยจุดนี้เป็นจุดที่เกิดสถานะสมดุลของน้ำ คือ น้ำแข็ง น้ำ และไอเกิดรวมกัน ซึ่งจุดนี้จะมีอุณหภูมิ  $T = 273.15\text{ K}$  ที่ความดัน  $P = 610\text{ Pa}$  อุณหภูมิ  $T$  นี้เรียกว่าอุณหภูมิสมบูรณ์ (Absolute Temperature) โดยความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิสมบูรณ์ในหน่วยเคลวินแทนด้วย  $T$  และอุณหภูมิในหน่วยเซลเซียสแทนด้วย  $t$  เป็นดังนี้

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273.15 \quad (2)$$

บางครั้งนิยมปัดตัวเลข 273.15 ให้เป็นเลขจำนวนเต็ม จึงอาจเขียนสมการที่ (2) ใหม่ได้เป็น

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273 \quad (3)$$

### ใบกิจกรรมที่ 1.1

#### เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนและอุณหภูมิ

คำชี้แจง กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 และช่วยกันตอบคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. ความร้อนกับอุณหภูมิต่างกันอย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. ถ้าต้องการต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน เราจะต้องใช้เวลาในการต้มน้ำต่างกันหรือไม่

ตอบ.....  
 .....  
 .....

ตัวอย่างที่ 1 ผลไม้ชนิดหนึ่งสามารถหยุดการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 50 ฟาเรนไฮต์ จะต้องปรับอุณหภูมิในตู้เย็นเท่าใดหน่วย องศาเซลเซียส จึงจะมีค่าเท่ากับที่กำหนด

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	อุณหภูมิ ( $T_F$ ) = 50 °F
ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	อุณหภูมิ ( $T_C$ ) = ? °C
ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน	จากสมการ $\frac{C}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32}$ แทนค่า $\frac{C}{100 - 0} = \frac{50 - 32}{180}$ $C = \frac{18 \times 100}{180}$ $\therefore C = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญห	1. วิเคราะห์ ได้ (K) คือ อุณหภูมิ ( $T_F$ ) = 50 °F ได้ (W) คือ อุณหภูมิ ( $T_C$ ) = ? °C 2. แก้ปัญหา (D) โดยใช้ $T(K) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ ดังนั้น จะต้องปรับอุณหภูมิในตู้เย็นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส



ตัวอย่างที่ 2 จงหาว่าที่อุณหภูมิเท่าใดทำให้องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับองศาฟาเรนไฮต์

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	กำหนดให้ที่อุณหภูมิ X เป็นอุณหภูมิที่องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับองศาฟาเรนไฮต์ จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสกับองศาฟาเรนไฮต์
<u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	$T_C = T_F = X = ?$
<u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	$\text{จากสมการ } \frac{C}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32}$ $\text{แทนค่า } \frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$ $\frac{X}{100} = \frac{X - 32}{180}$ $180X = 100X - 3200$ $8X = -3200$ $X = \frac{-3200}{80}$ $\therefore X = -40$
<u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ กำหนดให้ที่อุณหภูมิ X เป็นอุณหภูมิที่องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับองศาฟาเรนไฮต์</p> <p>ได้ (W) คือ อุณหภูมิ (<math>T_C</math>) = ? °C อุณหภูมิ (<math>T_F</math>) = ? °F</p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช้ จากสมการ <math>\frac{C}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32}</math></p> <p>ดังนั้น จะต้องปรับอุณหภูมิในตัวเย็นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส</p> <p><u>ตอบ</u> ที่อุณหภูมิ -40 เซลเซียส จะมีค่าเท่ากับ -40 ฟาเรนไฮต์</p>

ตัวอย่างที่ 3 เอธิลแอลกอฮอล์เดือดที่ 79 องศาเซลเซียส และแข็งตัวที่ -117 องศาเซลเซียส ที่ความดัน  $1.013 \times 10^5$  พาสคัล จงเปลี่ยนอุณหภูมินี้เป็นอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสกับองศาเคลวิน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จุดเดือดเอธิลแอลกอฮอล์ (B.P) = <math>79^{\circ}\text{C}</math></li> <li>- จุดเยือกแข็งเอธิลแอลกอฮอล์ (F.P) = <math>-117^{\circ}\text{C}</math></li> </ul>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>จุดเดือด (B.P) = ? K</p> <p>จุดเยือกแข็ง (F.P) = ? K</p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273</math></p> <p>แทนค่า</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จุดเดือดเอธิลแอลกอฮอล์ (B.P)</li> </ul> $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ $T(\text{K}) = 79 + 273$ <p><math>\therefore T(\text{K}) = 532 \text{ K}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จุดเยือกแข็งเอธิลแอลกอฮอล์ (F.P)</li> </ul> $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ $T(\text{K}) = -117 + 273$ <p><math>\therefore T(\text{K}) = 156 \text{ K}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้</p> <p>การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ จุดเดือดเอธิลแอลกอฮอล์ (B.P) = <math>79^{\circ}\text{C}</math></p> <p>จุดเยือกแข็งเอธิลแอลกอฮอล์ (F.P) = <math>-117^{\circ}\text{C}</math></p> <p>ได้ (W) คือ จุดเดือด (B.P) = ? K</p> <p>จุดเยือกแข็ง (F.P) = ? K</p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช้ <math>T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273</math></p> <p>ดังนั้น จุดเดือดเอธิลแอลกอฮอล์ (B.P) เท่ากับ 532 K</p> <p>จุดเยือกแข็งเอธิลแอลกอฮอล์ (F.P) เท่ากับ 156 K</p>

## ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อน

### การเปลี่ยนรูปของพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน

จากการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานพบว่า พลังงานไม่มีการสูญเสียแต่เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่นๆ ได้ในหัวข้อนี้จะศึกษาเฉพาะ **พลังงานกล** ประกอบด้วย พลังงานจลน์ ( $E_k$ ) พลังงานศักย์ ( $E_p$ ) และพลังงานไฟฟ้า ( $W_{ไฟฟ้า}$ ) สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนที่ได้รับหรือพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น ( $\Delta Q$ ) ได้เช่น

1. พลังงานจลน์เปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \Delta Q \quad (4)$$

2. พลังงานศักย์เปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

$$E_p = mgh = \Delta Q \quad (5)$$

3. พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

$$W_{ไฟฟ้า} = P.t = \Delta Q \quad (6)$$

## ใบกิจกรรมที่ 1.2

**เรื่อง** ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อน

**คำชี้แจง** กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 2 และช่วยกันตอบคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 5 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. เมื่อใช้ก้อนนอกตะปูพบว่าตะปูร้อนขึ้น เมื่อสุบลมเข้ายางรถจักรยานจะพบว่ากระบอกสูบร้อนขึ้นกว่าเดิม เมื่อใช้สว่านเจาะเนื้อไม้จะพบว่าบริเวณเนื้อไม้ที่ถูกเจาะและดอกสว่านร้อนขึ้น พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณีแปลงมาจากรูปพลังงานใด

**ตอบ**.....  
 .....  
 .....

2. นอกจากพลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้าและพลังงานกลแล้ว มีพลังงานใดบ้างที่แปลงรูปพลังงานความร้อน จงตอบพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

**ตอบ**.....  
 .....  
 .....  
 .....

### ใบงานที่ 1.1

#### เรื่อง ความร้อนกับอุณหภูมิและการเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อน

จงอธิบายความหมายของข้อความต่อไปนี้พอสังเขป

1. ความร้อน (Heat) หมายถึง

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) หมายถึง และสมการความสัมพันธ์ของสเกลอุณหภูมิ

ตอบ.....  
 .....  
 .....

4. พลังงานที่สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนได้ คือ และมีสมการแสดงความสัมพันธ์อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

### ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ความจุความร้อน (heat capacity)

จากการศึกษาผลของพลังงานความร้อนที่มีต่อสาร พบว่า เมื่อสารได้รับหรือคายพลังงานความร้อน จะทำให้สมบัติด้านต่างๆ ของสารนั้นเปลี่ยนไป เช่น อุณหภูมิ สถานะ รูปร่าง ปริมาตร ความหนาแน่น ความยืดหยุ่น ความต้านทาน เป็นต้น สำหรับองค์ความรู้นี้ เราจะกล่าวถึงเฉพาะพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปริมาณทางฟิสิกส์ที่สำคัญ 2 ปริมาณ ได้แก่ ความจุความร้อน(heat capacity,  $C$ ) และความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity,  $c$ )

#### 1. ความจุความร้อน (heat capacity) สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ “C”

ความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณาอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย พิจารณาง่ายๆ ได้ดังต่อไปนี้ครับ

หากต้องการทราบค่าความจุความร้อนของน้ำ ก็ทำได้โดยนำน้ำปริมาณที่เราสนใจใส่หม้อแล้วนำไปตั้งไฟ โดยใส่เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นและบันทึกค่าไว้ ปริมาณความร้อนที่เข้าไปและทำให้น้ำทั้งหมดมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น  $1^{\circ}\text{C}$  ก็คือ ค่าความจุความร้อนนั่นเอง หรือกล่าวในเชิงสัญลักษณ์ได้ว่า เมื่อวัตถุมวล  $m$  ได้รับพลังงานความร้อนเข้าไป  $\Delta Q$  และมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป  $\Delta T$  ดังนั้น ถ้าต้องการให้อุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 1 หน่วย ต้องใช้ความร้อน  $\Delta Q / \Delta T$  นั่นคือ ความจุความร้อน

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad \text{ดังนั้น} \quad \Delta Q = C \Delta T \quad (7)$$

ความจุความร้อนเป็นปริมาณสเกลาร์มีหน่วยเป็น  $\text{J/K}$  หรือ  $\text{cal}^{\circ}\text{C}$

แต่หากสังเกตจะพบว่า หากเราต้องการให้น้ำมวล  $1 \text{ kg}$  และ  $10 \text{ kg}$  มีอุณหภูมิสูงขึ้น  $1^{\circ}\text{C}$  ย่อมจะต้องให้พลังงานความร้อนแก่น้ำทั้งสองปริมาณแตกต่างกัน เพราะฉะนั้น ความจุความร้อนจึงไม่ใช่สมบัติเฉพาะตัวสำหรับสารใดๆ เพราะค่าความจุความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับมวลของสาร สารชนิดเดียวกันแต่มีมวลต่างกันก็ย่อมมีค่าความจุความร้อนต่างกัน

#### 2. ความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity) สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ “c”

ความจุความร้อนจำเพาะ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย หากจะเทียบกับตัวอย่างที่กล่าวไปแล้ว เราจำเป็นจะต้องนำน้ำมวล  $1 \text{ kg}$  ไปตั้งไฟ โดยปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำมวล  $1 \text{ kg}$  มีอุณหภูมิสูงขึ้น  $1^{\circ}\text{C}$  ก็คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะนั่นเอง กล่าวในเชิงสัญลักษณ์ได้ว่า เมื่อวัตถุมวล  $m$  ได้รับพลังงานความร้อนเข้าไป  $\Delta Q$  และมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป  $\Delta T$  ดังนั้น ถ้าต้องการให้วัตถุมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย ต้องใช้ความร้อน  $\Delta Q / m \Delta T$  นั่นคือ ความจุความร้อนจำเพาะ

$$c = \frac{\Delta Q}{m \Delta T} \quad \text{ดังนั้น} \quad \Delta Q = mc \Delta T \quad (8)$$

ความจุความร้อนเป็นปริมาณสเกลาร์มีหน่วยเป็น  $\text{J/kg.K}$  หรือ  $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$

เมื่อ

$m$  คือ มวลของสารมีหน่วยเป็น กรัม (g) หรือ กิโลกรัม (kg)

$Q$  คือ ปริมาณความร้อนที่สารได้รับหรือคายออกไป มีหน่วยเป็นแคลอรี (cal) หรือจูล (J)

$\Delta T$  คือ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) หรือ เคลวิน (K)

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าความจุความร้อนจำเพาะ ( $c$ ) ของสาร(ที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ หรือระบุเป็นอย่างอื่น)

สาร	ความร้อนจำเพาะ ( $\text{J/kg K}$ )
น้ำแข็ง ( $-5^{\circ}\text{C}$ )	2100
น้ำ ( $-15^{\circ}\text{C}$ )	4186
ไอน้ำ ( $110^{\circ}\text{C}$ )	2010
เอทิลแอลกอฮอล์	2400
พาราฟิน	2200
อะลูมิเนียม	900
เหล็ก	449
ทองแดง	390
เงิน	234
ปรอท	140
ตะกั่ว	129
แก้ว	840
ทราย	800
ร่างกายมนุษย์	3470

ที่มา : ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (น. 57), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์องค์การค้ำ สกสศ.

ความร้อนจำเพาะอาจแสดงในหน่วย ( $\text{J/kg K}$ ) หรือ ( $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ) ซึ่งมีค่าเท่ากัน

หมายเหตุ 1. ความจุความร้อน ( $C$ ) ไม่เป็นสมบัติเฉพาะของสาร เพราะว่สารเดียวกัน ถ้ามวลต่างกันจะมีค่า  $C$  ต่างกัน คือ มวลมากค่าความจุความร้อนจะมาก มวลน้อยค่าความจุความร้อนจะน้อย

2. ความจุความร้อนจำเพาะ ( $c$ ) เป็นสมบัติเฉพาะของสาร เพราะว่สารเดียวกันมวลต่างกันจะมีค่า  $c$  เท่ากัน เพราะคิดต่อมวล 1 หน่วยเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 4 ลูกปืนทองแดง อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ถูกยิงออกไปด้วยความเร็ว 300 เมตร/วินาที กระแทกเป้าแล้วหยุดนิ่งในเป้า ลูกปืนจะมีอุณหภูมิเป็นเท่าใด ( ความจุความร้อนจำเพาะของทองแดง 385 J/ kg.K)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>E_k</math> เปลี่ยนรูปเป็น <math>\Delta Q</math>  <math>(T_1) = 10^{\circ}\text{C}</math>  <math>(v) = 300 \text{ m/s}</math>  <math>(c) = 385 \text{ J/ kg.K}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ต้องการหา <math>T_2 = ?^{\circ}\text{C}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>E_k = \Delta Q = \frac{1}{2}mv^2</math>            แทนค่า  <math>\Delta Q = E_k</math>  <math>mc\Delta T = \frac{1}{2}mv^2</math>  <math>c(T_2 - T_1) = \frac{v^2}{2}</math>  <math>(385 \text{ J/kg.K})(T_2 - 10^{\circ}\text{C}) = \frac{(300 \text{ m/s})^2}{2}</math>  <math>T_2 - 10 = 116.88</math>  <math>\therefore T_2 = 126.88^{\circ}\text{C}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ <math>E_k</math> เปลี่ยนรูปเป็น <math>\Delta Q</math>  <math>T_1 = 10^{\circ}\text{C}</math> , <math>v = 300 \text{ m/s}</math> , <math>c = 385 \text{ J/ kg.K}</math>            ได้ (W) คือ อุณหภูมิ (<math>T_2</math>) = ? <math>^{\circ}\text{C}</math>            2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช้ <math>E_k = \Delta Q = \frac{1}{2}mv^2</math>            ดังนั้น ลูกปืนมีอุณหภูมิเท่ากับ 126.88 องศาเซลเซียส</p>



ตัวอย่างที่ 5 วัตถุก้อนหนึ่งมีมวล 0.5 กิโลกรัม ตกจากที่สูงจากพื้น 2000 เมตร พบว่าอัตราเร็วของวัตถุก่อนกระทบพื้นเท่ากับ 180 เมตร/วินาที ถ้า 25 % ของพลังงานกลที่สูญเสียไปจากการต้านทานของอากาศกลายเป็นความร้อนที่สะสมในวัตถุ ก่อน กระทบพื้นวัตถุมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่าใด (กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุเท่ากับ 500 J/kg.K)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>E_p = mgh</math> , <math>E_k = \frac{1}{2}mv^2</math></p> <p>พลังงานกลที่สูญเสียไปกลายเป็นความร้อน = 25% (<math>E_p - E_k</math>)</p> <p>มวล (m) = 0.5 kg</p> <p>ความสูง (h) = 2000 m</p> <p>อัตราเร็ว (v) = 30 m/s</p> <p>ความจุความร้อนจำเพาะ (c) = 500 J/kg.K</p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ต้องการหา อุณหภูมิ (<math>\Delta T</math>) = ? °C</p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>\Delta Q = \Delta E</math></p> <p><math>E_k = \Delta Q = \frac{1}{2}mv^2</math></p> <p><math>E_p = \Delta Q = mgh</math></p> <p>แทนค่า <math>\Delta Q = \Delta E</math></p> <p><math>mc\Delta T = \left(\frac{25}{100}\right)(mgh - \frac{1}{2}mv^2)</math></p> <p><math>0.5 \times 500 \times \Delta T = \left(\frac{25}{100}\right)(0.5 \times 10 \times 2000 - \frac{1}{2} \times 0.5 \times 180^2)</math></p> <p><math>0.5 \times 500 \times \Delta T = \left(\frac{25}{100}\right)(1900)</math></p> <p><math>\therefore \Delta T = 1.9^\circ\text{C}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้</p> <p>การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ พลังงานกลที่สูญเสียไปกลายเป็นความร้อน = 25% (<math>E_p - E_k</math>)</p> <p>(m) = 0.5 kg , (h) = 2000 m , (v) = 30 m/s , (c) = 500 J/kg.K</p> <p>ได้ (W) คือ อุณหภูมิ (<math>\Delta T</math>) = ? °C</p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช่ <math>E_k = \Delta Q = \frac{1}{2}mv^2</math> , <math>E_p = \Delta Q = mgh</math></p> <p>ดังนั้น ก่อนกระทบพื้นวัตถุมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่ากับ 1.9 องศาเซลเซียส</p>

ตัวอย่างที่ 6 ถ้าใช้หม้อต้มน้ำไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ 1000 วัตต์ ต้มน้ำ 1 ลิตร อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำจะเริ่มเดือด ภายในเวลาเท่าไร ถ้าการต้มน้ำมีประสิทธิภาพร้อยละ 80 (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = 4.2 kJ/kg.K)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>P = \frac{W}{t} = \Delta Q = mc\Delta T</math></p> <p>สูญเสียความร้อนไป 30% ไปกลายเป็นความร้อน 70%</p> <p><math>P = 1000 \text{ w}</math> , <math>m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}</math> <math>T_1 = 30^\circ\text{C}</math> , <math>T_2 = 100^\circ\text{C}</math></p> <p>และ <math>c_{\text{น้ำ}} = 4.2 \text{ kJ/kg.K} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/kg.K}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ต้องการหา <math>t = ?</math> นาที</p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>\Delta Q = mc\Delta T</math></p> <p><math>P = \frac{W}{t} = \Delta Q = mc\Delta T</math></p> <p><math>(\frac{70}{100})P \times t = mc\Delta T</math></p> <p>แทนค่า <math>(\frac{70}{100})P \times t = mc\Delta T</math></p> <p><math>(\frac{70}{100}) \times 1000 \times t = 0.5(4.2 \times 10^3)(100 - 30)</math></p> <p><math>t = 210 \text{ s}</math></p> <p><math>\therefore t = 3.5 \text{ นาที}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้</p> <p>การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ <math>P = \frac{W}{t} = \Delta Q = mc\Delta T</math></p> <p>สูญเสียความร้อนไป 30% ไปกลายเป็นความร้อน 70%</p> <p><math>P = 1000 \text{ w}</math> , <math>m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}</math> <math>T_1 = 30^\circ\text{C}</math> , <math>T_2 = 100^\circ\text{C}</math></p> <p>และ <math>c_{\text{น้ำ}} = 4.2 \text{ kJ/kg.K} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/kg.K}</math></p> <p><u>ได้ (W)</u> คือ อุณหภูมิ (<math>t</math>) = ? นาที</p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช้ <math>P = \frac{W}{t} = \Delta Q = mc\Delta T</math></p> <p>ดังนั้น อีกนาน 3.5 นาที น้ำจึงเริ่มเดือด</p>

ตัวอย่างที่ 7 ลวดทำความร้อนต่อกับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จุ่มอยู่ในถ้วยกาแฟที่ทำด้วยฉนวน ถ้วยนี้บรรจุน้ำ 200 กรัม พบว่าทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนจาก 200 เซลเซียสไปเป็น 700 เซลเซียสในเวลาครึ่งนาที จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนี้ (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเป็น 4.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม.เคลวิน)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>P = IV = P = \frac{W}{t}</math>  <math>W = P \cdot t = \Delta Q = mc\Delta T</math>  <math>V = 220 \text{ Volt}</math> , <math>m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}</math> <math>T_1 = 20^\circ\text{C}</math> , <math>T_2 = 70^\circ\text{C}</math>                      และ <math>c_{\text{น้ำ}} = 4.2 \text{ kJ/kg.K} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/kg.K}</math></p>
<p><b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ต้องการหา กระแสไฟฟ้า (<math>I</math>) = ? A</p>
<p><b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta Q}{t} = mc\Delta T</math>  <math>P \cdot t = \Delta Q = mc\Delta T</math>  <math>(IV)t = mc\Delta T</math>                      แทนค่า <math>(IV)t = mc\Delta T</math>  <math>I \times 220 \times 30 = 0.2(4.2 \times 10^3)(70 - 20)</math>  <math>\therefore I = 6.36 \text{ A}</math></p>
<p><b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <b>วิเคราะห์ ได้ (K)</b> คือ <math>P = IV = P = \frac{W}{t}</math>  <math>W = P \cdot t = \Delta Q = mc\Delta T</math>  <math>V = 220 \text{ Volt}</math> , <math>m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}</math> <math>T_1 = 20^\circ\text{C}</math> , <math>T_2 = 70^\circ\text{C}</math>                      และ <math>c_{\text{น้ำ}} = 4.2 \text{ kJ/kg.K} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/kg.K}</math>  <b>ได้ (W)</b> คือ อกระแสไฟฟ้า (<math>I</math>) = ? นาที่</p> <p>2. <b>แก้ปัญหา (D)</b> โดยใช้ <math>P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta Q}{t} = mc\Delta T</math>                      ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ผ่านทำความร้อนเท่ากับ 6.36 แอมป์</p>

## ใบกิจกรรมที่ 1.3

## เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความจุความร้อน

คำชี้แจง กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 3 และช่วยกันตอบคำถาม 3 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 3 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. สารชนิดหนึ่งมีความร้อนจำเพาะ 1000 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน มีความหมายอย่างไร

ตอบ.....  
.....  
.....  
.....

2. แท่งเหล็กมวล 5 กิโลกรัม และ 10 กิโลกรัม จะมีค่าความร้อนและค่าความจุ ความร้อนจำเพาะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

ตอบ.....  
.....  
.....  
.....

3. บริเวณชายหาดทั้งฝั่งทรายและฝั่งน้ำได้รับปริมาณแสงอาทิตย์เท่ากัน เพราะเหตุใดทรายจึงร้อนกว่าน้ำทะเลเสมอ

ตอบ.....  
.....  
.....  
.....

## กิจกรรมที่ 3 โป่งพอง

## จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้ นักเรียนอธิบายได้ว่า พลังงานความร้อนทำให้สารขยายตัว

## เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

## วัสดุและอุปกรณ์

- |                    |                 |                     |             |
|--------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์  | จำนวน 2 อัน     | 4. ลูกโป่ง          | จำนวน 1 ลูก |
| 2. บีกเกอร์ 200 ml | จำนวน 2 ใบ      | 5. ขวดชมพู          | จำนวน 1 ใบ  |
| 3. เต้าไฟฟ้า       | จำนวน 1 เครื่อง | 6. น้ำ และน้ำแข็งบด |             |

## วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันใส่ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ นำลูกโป่งครอบปากขวดชมพู
2. นำน้ำแข็งใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 ส่วนใบที่ 2 ให้นำน้ำใส่ลงในบีกเกอร์แล้วนำไปต้มบนเตาไฟฟ้า นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
3. นำขวดชมพูที่มีลูกโป่งครอบปากขวดอยู่ ลงแช่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำกับน้ำแข็งผสมกันอยู่ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. ยกขวดชมพูที่มีลูกโป่งครอบปากขวดอยู่ จากข้อ 3 ลงแช่ในบีกเกอร์ที่ต้มบนเตาไฟฟ้า สังเกตผลที่เกิดขึ้น

## คำแนะนำและอธิบาย

1. ระหว่างทำกิจกรรมร้อนหรือเย็น นักเรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในใบกิจกรรมอย่างระมัดระวัง
2. การต้มนั้นเกิดความร้อน ใช้ผ้าหุ้มแล้วจับบีกเกอร์ให้แน่นเมื่อจะเคลื่อนที่
3. ให้นักเรียนตระหนักว่า อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองนั้นที่จะต้องทนกับความร้อน

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
2. ถ้าเราต้องการต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

## แบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมที่ 3

## เรื่อง โป่ง พอง

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

## สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |
| 5. .... | 6. .... |

## จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้ นักเรียนอธิบายได้ว่า พลังงานความร้อนทำให้สารขยายตัว

## เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที่

## วัสดุและอุปกรณ์

- |                    |                 |                     |             |
|--------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์  | จำนวน 2 อัน     | 4. ลูกโป่ง          | จำนวน 1 ลูก |
| 2. บีกเกอร์ 200 ml | จำนวน 2 ใบ      | 5. ขวดชมพู          | จำนวน 1 ใบ  |
| 3. เต้าไฟฟ้า       | จำนวน 1 เครื่อง | 6. น้ำ และน้ำแข็งบด |             |

## วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันใส่ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ นำลูกโป่งครอบปากขวดชมพู
2. นำน้ำแข็งใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 ส่วนใบที่ 2 ให้นำน้ำใส่ลงในบีกเกอร์แล้วนำไปต้มบนเต้าไฟฟ้า นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น

3. นำขวดชมพูที่มีลูกโป่งครอบปากขวดอยู่ ลงแช่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำกับน้ำแข็งผสมกันอยู่ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. ยกขวดชมพูที่มีลูกโป่งครอบปากขวดอยู่ จากข้อ 3 ลงแช่ในบีกเกอร์ที่ต้มบนเต้าไฟฟ้า สังเกตผลที่เกิดขึ้น

## คำแนะนำและอธิบาย

1. ระหว่างทำกิจกรรมร้อนหรือเย็น นักเรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในใบกิจกรรมอย่างระมัดระวัง
2. การต้มน้ำเกิดความร้อน ใช้ผ้าห่มแล้วจับบีกเกอร์ให้แน่นเมื่อจะเคลื่อนที่
3. ให้นักเรียนตระหนักว่า อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองนั้นจะต้องทนกับความร้อน

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
2. ถ้าเราต้องการต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
ลูกโป่งครอบปากขวดชมพูแช่ในน้ำเย็น	
ลูกโป่งครอบปากขวดชมพูแช่ในน้ำร้อน	

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. ถ้าเราต้องการต้มน้ำปริมาณต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

### ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

#### การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งผลของความร้อนที่มีต่อวัตถุมีดังนี้ คือ

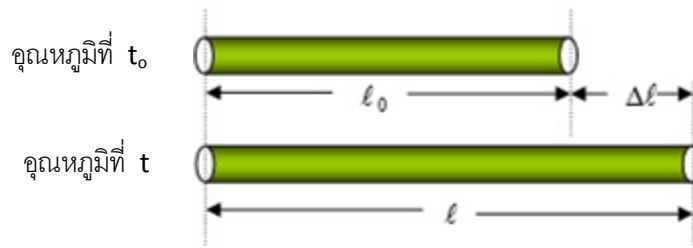
1. ทำให้วัตถุขยายตัว
2. ทำให้วัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้น
3. ทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะ
4. ทำให้เกิดอำนาจทางไฟฟ้า
5. ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี
6. ทำให้สมบัติของสาร เช่น สมบัติแม่เหล็ก และสมบัติทางไฟฟ้าเปลี่ยนไป โดยในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของผลของความร้อนที่มีต่อวัตถุเฉพาะบางหัวข้อเท่านั้น

การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน วัตถุเมื่อได้รับความร้อนนอกจากจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอาจทำให้วัตถุเกิดการขยายตัว สำหรับวัตถุที่เนื้อมีความร้อนได้ทั่วทั้งก้อน (Isotropic) เช่น แก้วและของเหลวทุกชนิดเหล่านี้จะ ขยายตัวออกเท่ากันทุกทาง เนื่องจากอะตอมของวัตถุเมื่อได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นจะเกิดการสั่นไปมารอบจุด ๆ หนึ่งภายในโครงสร้างของวัตถุ เป็นเหตุให้ระยะห่างระหว่างอะตอมเปลี่ยนแปลง โดยถ้าระยะห่างระหว่างอะตอมเพิ่มมากขึ้น วัตถุนั้นก็ขยายตัว แต่ถ้าระยะห่างระหว่างอะตอมลดลง วัตถุนั้นก็จะหดตัวขึ้น ซึ่งการขยายตัวของสารซึ่งเป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จะแตกต่างกัน ในที่นี้จะอธิบายเกี่ยวกับการขยายตัวของของแข็ง การขยายตัวของของแข็ง โดยทั่วไปเมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็งใดๆ ของแข็งนั้นจะขยายตัวทุกทิศทางจึงมีผลทำให้รูปทรงของวัตถุนั้นเหมือนเดิม แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงในด้านของ ความยาว พื้นที่และ ปริมาตร โดยการขยายตัวนั้นจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของของแข็งนั้น ๆ โดย

1. ของแข็งต่างชนิดกันถ้าเริ่มต้นมีความยาวเท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นเท่ากันจะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน
2. ของแข็งชนิดเดียวกันถ้าเริ่มต้นมีความยาวเท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นเท่ากันจะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเท่ากัน
3. สมบัติการขยายตัวและหดตัวของวัตถุเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเป็นเรื่องที่วิศวกร ต้องคำนึงถึงเวลานำวัตถุมานำใช้งาน

การขยายตัวเชิงเส้น (Linear Expansion) วัตถุที่มีความยาว  $l_0$  เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้น  $t_0$  °C ถ้าได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจนมีอุณหภูมิเป็น  $t$  °C จะมีความยาวเป็น  $l$  โดยความยาวเพิ่มขึ้น  $\Delta l = l - l_0$  และพบว่าความยาวที่เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวเดิม  $l_0$  และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น  $\Delta t = t - t_0$  °C ดังภาพที่ 1.6





ภาพที่ 1.2 แสดงความยาวของแท่งวัตถุเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

ที่มา : ปรียา อนุพงษ์อาจ, 2551, น.6

$$\Delta l \propto l_0 \Delta t$$

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$$

เมื่อ  $\alpha$  คือ สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (coefficient of linear expansion) ซึ่งมีค่าต่างกันสำหรับสารแต่ละชนิด  $\alpha$  มีหน่วยเป็น  $(K^{-1})$  หรือ  $(^{\circ}C^{-1})$

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t} \quad (9)$$

วัตถุมีความยาวเริ่มต้น  $L_0$  ที่อุณหภูมิ  $T_0$  ดังนั้นความยาวใหม่  $L$  ที่อุณหภูมิ  $T = T_0 + \Delta T$  จะได้เป็นดังนั้นสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้น คือ ความยาวของวัตถุที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่ง หน่วยความยาวเดิม และต่อหนึ่งองศาของอุณหภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็นต่อองศา  $(^{\circ}C)^{-1}$  เมื่อแทนค่า  $\Delta l = l - l_0$  ลงในสมการที่ (9) จะได้ความยาวของวัตถุ ดังนี้

$$l = l_0 + \Delta l = l_0 + \alpha l_0 \Delta t$$

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t) \quad (10)$$

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เชิงเส้นของสารชนิดต่างๆ

ชนิดของสาร	$\alpha(^{\circ}C^{-1})$	ชนิดของสาร	$\alpha(^{\circ}C^{-1})$
อลูมิเนียม	$23 \times 10^{-6}$	ตะกั่ว	$29 \times 10^{-6}$
ยางแข็ง	$80 \times 10^{-6}$	แก้ว(ธรรมดา)	$9 \times 10^{-6}$
ทองเหลือง	$19 \times 10^{-6}$	เหล็กกล้า	$11 \times 10^{-6}$
น้ำแข็ง	$51 \times 10^{-6}$	แก้ว(ไฟเร็กซ์)	$3.2 \times 10^{-6}$
ทองแดง	$17 \times 10^{-6}$	ไม้	$3-5 \times 10^{-6}$
เพชร	$1.2 \times 10^{-6}$	คอนกรีต	$12 \times 10^{-6}$

## ใบกิจกรรมที่ 1.4

เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

คำชี้แจง กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 4 และช่วยกันตอบคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งผลของความร้อนที่มีต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....  
.....  
.....  
.....

2. โดยทั่วไปเมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็งใดๆ ของแข็งนั้นจะขยายตัวทุกทิศทางจึงมีผลทำให้รูปทรงของวัตถุนั้นเหมือนเดิม แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงในด้านของ ความยาว พื้นที่และปริมาตร โดยการขยายตัวนั้นจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของของแข็งนั้น ๆ โดย

ตอบ.....  
.....  
.....  
.....

ตัวอย่างที่ 8 การสร้างทางหลวงสายหนึ่ง ถ้าเทคอนกรีตแต่ละช่วงยาว 30 เมตร ขณะอุณหภูมิ ประมาณ 20 องศาเซลเซียส และคาดว่าอุณหภูมิที่สะสมบนถนนขณะใช้งานอาจสูงถึง 70 องศาเซลเซียส จึงควรจะต้องเว้น ระยะห่างระหว่างแผ่นคอนกรีตอย่างน้อยเท่าใดเพื่อป้องกันความเสียหายจากการขยายตัว กำหนดให้สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นของคอนกรีตเท่ากับ  $1.2 \times 10^{-5}$  ต่อองศาเซลเซียส

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>L_0 = 30 \text{ m}</math></p> <p><math>\Delta L = 70 - 20 = 50^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\alpha = 1.2 \times 10^{-5} (^\circ\text{C})^{-1}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ต้องการหา ความยาวของวัตถุ <math>L = ? \text{ m}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน</p>	<p>จากสมการ</p> $L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$ <p>ความยาวส่วนที่เพิ่มจากการขยายตัว <math>\Delta L</math></p> $\Delta L = L - L_0$ <p>แทนค่า</p> $L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$ $= 30(1 + 1.2 \times 10^{-5}(50))$ $= 30.018$ <p>ความยาวส่วนที่เพิ่มจากการขยายตัว</p> $= 30.018 - 30 = 0.018 \text{ m}$ <p><math>\therefore</math> ความยาวส่วนที่เพิ่มจากการขยายตัวเท่ากับ 0.018 m</p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) <math>L_0 = 30 \text{ m}</math></p> <p><math>\Delta L = 70 - 20 = 50^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\alpha = 1.2 \times 10^{-5} (^\circ\text{C})^{-1}</math></p> <p>ได้ (W) คือ ต้องการหา ความยาวของวัตถุ <math>L = ? \text{ m}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช้ <math>L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)</math></p> <p>ดังนั้น ควรจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างแผ่นคอนกรีตอย่างน้อยเท่ากับ 0.018 m หรือ 1.8 เซนติเมตร</p>

ตัวอย่างที่ 9 เมื่อเจาะรูแผ่นเหล็กเป็นวงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm ที่ 0 องศาเซลเซียส จงหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมนี้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเหล็กมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น  $12 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>L_0 = 6 \text{ cm}</math>  <math>\Delta L = 30 - 0 = 30 ^{\circ}\text{C}</math>  <math>\alpha = 1.2 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ต้องการหา ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง(ความยาวของวัตถุ) <math>L = ? \text{ cm}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>L = L_0(1 + \alpha\Delta T)</math>  แทนค่า  <math>L = L_0(1 + \alpha\Delta T)</math>  <math>= 6(1 + 12 \times 10^{-6}(30))</math>  <math>= 6.00216 \text{ cm}</math>  <math>\therefore</math> ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมนี้เท่ากับ 6.00216 cm</p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) <math>L_0 = 30 \text{ m}</math>  <math>\Delta L = 70 - 20 = 50 ^{\circ}\text{C}</math>  <math>\alpha = 1.2 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}</math>  <u>ได้ (W)</u> คือ ต้องการหา ความยาวของวัตถุ <math>L = ? \text{ m}</math>  2. <u>แก้ปัญหา</u> (D) โดยใช้ <math>L = L_0(1 + \alpha\Delta T)</math>  ดังนั้น ที่อุณหภูมิ <math>30 ^{\circ}\text{C}</math> ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมนี้มีค่าเท่ากับ 6.00216 องศาเซลเซียส</p>

## ใบงานที่ 1.2

## เรื่อง ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุ

จงอธิบายความหมายของข้อความต่อไปนี้พอสังเขป

1. ความจุความร้อน (heat capacity) มีความหมายว่าอย่างไร ใช้สัญลักษณ์และสมการอะไร และเป็นปริมาณอะไร และเป็นหรือไม่เป็นสมบัติเฉพาะของสารหรือไม่จงอธิบาย

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. ความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity) มีความหมายว่าอย่างไร ใช้สัญลักษณ์และสมการอะไร และเป็นปริมาณอะไร และเป็นหรือไม่เป็นสมบัติเฉพาะของสารหรือไม่จงอธิบาย

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. อุณหภูมิส่งผลต่อการขยายตัวของสาร และสมการการหาขนาดความยาวที่เปลี่ยนแปลงของสารเมื่อมีการขยายตัวอย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

## แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL

## ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

แบบฝึกทักษะที่ 1 เทอร์โมมิเตอร์เครื่องหนึ่งวัดจุดเยือกแข็งของน้ำได้ -1 องศาเซลเซียส และวัดจุดเดือดของน้ำได้ 103 องศาเซลเซียส จงหาว่าในขณะนั้นมีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เทอร์โมมิเตอร์นี้จะอ่านค่าได้กี่องศา

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญห	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 2 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นกึ่งองศาฟาเรนไฮต์ เป็นกิโลวิน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 3 ชายคนหนึ่ง ลากวัตถุซึ่งมีมวล 20 กิโลกรัม ในแนวนอนกับพื้นระดับด้วยความเร็วคงที่ ถ้าเขาลากไปเป็นระยะทาง 40 เมตร จงหาความร้อนที่เกิดขึ้นจากความเสียดทาน กำหนดสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นเป็น 0.2

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	



แบบฝึกทักษะที่ 4 รถยนต์มวล 500 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถ้ารถยนต์ถูกเบรกให้หยุด จงหาพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเบรคนี้นี้มีค่ากี่จูล

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน</p>	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

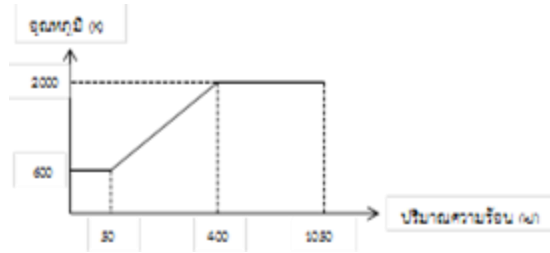
แบบฝึกทักษะที่ 5 เชื้อนก้นน้ำสูงจากพื้นดิน 840 เมตร เมื่อน้ำตกมาถึงกระทบพื้นดินจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่าใด ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเท่ากับ 10 เมตร/วินาที<sup>2</sup> ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ  $4.22 \times 10^3$  จูล/กิโลกรัม.เคลวิน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 6 ลากวัตถุมวล 4 กิโลกรัมซึ่งวางอยู่บนพื้นราบด้วยแรง 25 นิวตัน ทำให้วัตถุมีความเร่งคงที่ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 25 เมตร ปรากฏว่าวัตถุมีความเร็ว 10 เมตร/วินาที จะเกิดพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นในวัตถุเท่าใด

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 7 เมื่อให้ความร้อนด้วยอัตราคงที่ตลอดเวลาแก่สารชนิดหนึ่งซึ่งมีมวล 2 กิโลกรัม ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณความร้อน ที่ให้แก่สารเป็นไปดังรูป ความจุความร้อนจำเพาะของสารนี้มีค่าเป็นกี่ (kJ/kg.K)



ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 8 รถสิบล้อมวล 1000 กิโลกรัม ขณะ 10 โมงเช้า วิ่งเข้ากรุงเทพด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อถึงสัญญาณไฟแดงคนขับก็เหยียบเบรจนรถหยุดพบว่าผ้าเบรกที่ล้อยมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 K ถ้า 60% ของพลังงานจลน์ขณะวิ่งเปลี่ยนเป็นความร้อนที่ผ้าเบรก ความจุความร้อนของผ้าเบรกในแต่ละล้อมีค่าเท่าใด (J/K)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้อย่างไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 9 หม้อต้มน้ำไฟฟ้าอันหนึ่งให้พลังงานความร้อน 420 วัตต์ เมื่อนำไปต้มน้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถ้าได้รับพลังงานความร้อนไว้ได้เพียง 25% จะใช้เวลานานเท่าไร ในการต้มน้ำเดือด ( $C_{\text{น้ำ}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ )

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<b>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</b> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<b>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</b> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<b>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</b> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<b>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</b> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำตอบทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	

แบบฝึกทักษะที่ 10 ใช้เทปเหล็กวัดความยาวของแท่งทองแดงได้ 90 เซนติเมตร ที่ 10 องศาเซลเซียส ถ้าวางที่ 30 องศาเซลเซียสจะอ่านได้ ความยาวเท่าไร สมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้นของทองแดงและของเหล็กเท่ากับ

$\alpha_{\text{ทองแดง}} = 1.7 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$  และ  $\alpha_{\text{เหล็ก}} = 1.1 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$  ตามลำดับ

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL		ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
<u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจแล้วเขียนรูปตามสถานการณ์ที่กำหนด(ถ้ามี)		1.0	
	2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้เขียนออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์			
<u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ถามหาอะไร กำหนดออกมาในรูปของตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ของค่านั้น			
<u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	4. เลือกสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร หรือรูปแบบสัญลักษณ์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์กำหนดให้		1.0	
	5. ดำเนินการตามแผนโดยแทนค่าตัวแปรหรือสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดลงในสมการ แล้วคำนวณตามกฎหรือสูตรที่เหมาะสม ตามหลักการทางคณิตศาสตร์		2.0	
<u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่างๆ แล้วตรวจคำถามทวนสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดและสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียนเราเรียนรู้อะไรบ้าง		1.0	
คะแนนรวม			5.0	



## สรุปสาระสำคัญ

อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

### พลังงานความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ พลังงานความร้อนสามารถเปลี่ยนเป็น พลังงานรูปอื่นได้ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล พลังงานแสง เช่น เครื่องกลต่างๆ ที่ต้องอาศัยพลังงานความร้อน และพลังงานรูปอื่น ๆ หน่วยของพลังงานความร้อนที่ใช้เป็น จูล ( J ) หรือ แคลอรี ( cal )

$$\begin{aligned} \text{โดย } 1 \text{ cal} &= 4.185 \text{ J} \approx 4.2 \text{ J} \\ 1 \text{ J} &= 0.42 \end{aligned}$$

พลังงาน 1 cal เป็นพลังงานความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 g มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 °C นั่นเอง

### อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นค่าที่ใช้บอกระดับของความร้อน โดยวัตถุที่มีความร้อนมากจะมีอุณหภูมิสูง เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์

### เทอร์โมมิเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิ นิยมใช้ปรอทในการบรรจุเพราะปรอทมีการขยายตัว และหดตัวเร็วกว่าของเหลวชนิดอื่นๆ ปรอทมีลักษณะทึบแสง และไม่เกาะข้างแก้ว

จุดที่เป็นมาตรฐานในการแบ่งสเกลของเทอร์โมมิเตอร์ คือ

1. จุดเดือด (boiling point) คือ จุดเดือดของน้ำที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือเรียกว่าจุดควบแน่น
  2. จุดหลอมเหลว (freezing point) คือ จุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์ ที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือเรียกว่าจุดหลอมเหลว
- เทอร์โมมิเตอร์แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

ชนิด	สเกล (ช่อง)	จุดเยือกแข็ง (FP)	จุดเดือด (BP)
แบบเซลเซียส	100	0 °C	100 °C
แบบฟาเรนไฮต์	180	32 °F	212 °F
แบบโรเมอร์	80	0 °R	80 °R
แบบสัมบูรณ์ (เคลวิน)	100	273 K	373 K

### สมการในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงหน่วยของอุณหภูมิ

$$\frac{X - \text{FP}}{\text{BP} - \text{FP}} = \frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{R}{80} = \frac{K - 273}{100}$$

หรือ

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K - 273}{5}$$



### ความจุความร้อน

1. ความจุความร้อน (C) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วย องศา มีหน่วยเป็น J/K หรือ มีหน่วยเป็น cal/°C

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

ปริมาณความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วยองศา คือ

$$\Delta Q = C \Delta T$$

2. ความจุความร้อนจำเพาะ (c) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วยองศา มีหน่วยเป็น J/kg K หรือ มีหน่วยเป็น cal/g °C

$$c = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

ปริมาณความร้อนที่ทำให้มวลสาร 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 หน่วยองศา คือ

$$\Delta Q = mc \Delta T$$

เมื่อ  $\Delta Q$  คือ ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป (J)  
 $m$  คือ มวลของสารที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป (kg)  
 $c$  คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร (J/kg K)  
 $\Delta T$  คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (K)

### อุณหภูมิและการขยายตัวของสาร

- วัตถุส่วนใหญ่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะขยายตัว เมื่ออุณหภูมิลดลงจะหดตัว
- เนื่องจากพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของอัตราเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลนั้นทำให้ระยะห่างระหว่างโมเลกุลมีค่ามากขึ้น
- ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป และการขยายตัวของวัตถุนั้นเป็นเส้นตรง

สมการการหาความยาวที่เปลี่ยนไปของสารเมื่อมีการขยายตัว

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

เมื่อ  $\Delta L$  คือ ขนาดของความยาวที่เปลี่ยนไป  
 $L_0$  คือ ความยาวเดิมของสาร  
 $\alpha$  คือ สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น  
 $\Delta T$  คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

## แบบทดสอบหลังเรียน

## เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

- คำชี้แจง** 1. ข้อสอบชุดนี้มีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก  
 2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ  
 3. คะแนน 10 คะแนน

1. ณ อุณหภูมิที่ผิวโลกเหนือ ปรากฏว่าเทอร์โมมิเตอร์ทั้งแบบองศาเซลเซียสและแบบองศาฟาเรนไฮต์ วัดอุณหภูมิของอากาศได้เท่ากัน จงหาอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น
  - ก. -40 องศาเซลเซียส หรือ -40 องศาฟาเรนไฮต์
  - ข. -32 องศาเซลเซียส หรือ -32 องศาฟาเรนไฮต์
  - ค. -18 องศาเซลเซียส หรือ -18 องศาฟาเรนไฮต์
  - ง. -8 องศาเซลเซียส หรือ -8 องศาฟาเรนไฮต์
2. ข้อใดเป็นความหมายของความจุความร้อนของสาร
  - ก. อัตราส่วนปริมาณความร้อนที่ให้แก่วัตถุทั้งก้อนให้แก่สารต่อมวลหนึ่งหน่วย
  - ข. อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ให้แก่สารต่ออุณหภูมิหนึ่งหน่วย
  - ค. อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ให้แก่สารต่อมวลหนึ่งหน่วย
  - ง. ปริมาณความร้อนที่ให้แก่วัตถุทั้งก้อน
3. ในการใช้ปรอทบรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ มีคุณสมบัติไม่ได้อย่างไร
  - ก. มองเห็นได้ยาก
  - ข. ทำให้บริสุทธิ์ได้ยาก
  - ค. วัดอุณหภูมิสูงกว่าปกติธรรมดาได้ไม่ดี
  - ง. วัดอุณหภูมิต่ำกว่าปกติธรรมดาได้ไม่ดี

4. ปริมาณความร้อนในวัตถุหนึ่งคืออะไร

- ก. ระดับความร้อนในวัตถุนั้น
- ข. ค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ของแต่ละโมเลกุลของวัตถุนั้น
- ค. พลังงานกลที่เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนภายในวัตถุนั้น
- ง. ผลบวกของพลังงานจลน์ของโมเลกุลของวัตถุนั้น

5. กระป๋องทองแดงมวล 1 kg บรรจุน้ำ 4 kg อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  ถ้าใส่ก้อนทองแดงมวล 1 kg อุณหภูมิ  $100^{\circ}\text{C}$  ลงไป น้ำจะมีอุณหภูมิเป็นเท่าใด ( $c(\text{ทองแดง}) = 0.1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ )

- ก.  $25^{\circ}\text{C}$
- ข.  $24^{\circ}\text{C}$
- ค.  $23^{\circ}\text{C}$
- ง.  $22^{\circ}\text{C}$

6. น้ำมันเครื่องมวล 200 g บรรจุในกระป๋องทองแดงมวล 120 g อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  เมื่อนำทองแดงมวล 100 g อุณหภูมิ  $100^{\circ}\text{C}$  ใส่ลงในกระป๋อง ปรากฏว่าอุณหภูมิสุดท้ายเป็น  $25^{\circ}\text{C}$  กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของทองแดงเท่ากับ  $0.1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$  จงหาความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมันเป็นเท่าไร

- ก.  $0.69 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
- ข.  $0.59 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
- ค.  $0.49 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
- ง.  $0.39 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

7. ในการก่อสร้างถนนคอนกรีตซึ่งมีความยาวของแผ่นคอนกรีตแต่ละแผ่นเป็น 30 m อยากทราบว่า จะต้องเว้นที่ว่างระหว่างแผ่นไว้เป็นระยะอย่างน้อยที่สุดกี่เซนติเมตร จึงจะสามารถป้องกันไม่ให้แผ่นคอนกรีตแตกกันแล้วโก่งตัว เมื่ออุณหภูมิแผ่นคอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลงจาก  $20^{\circ}\text{C}$  เป็น  $70^{\circ}\text{C}$  กำหนดสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามยาวของคอนกรีตเท่ากับ  $12.6 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$

- ก. 2.40 cm
- ข. 2.35 cm
- ค. 1.85 cm
- ง. 1.80 cm

8. ชายคนหนึ่ง ลากวัตถุซึ่งมีมวล 20 กิโลกรัม ในแนวนอนกับพื้นระดับด้วยความเร็วคงที่ ถ้าเขาลากไปเป็นระยะทาง 40 เมตร จงหาความร้อนที่เกิดขึ้นจากความเสียดทาน กำหนด สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นเป็น 0.2

- ก. 1,600 จูล
- ข. 1,400 จูล
- ค. 1,200 จูล
- ง. 1,000 จูล

9. ก้อนน้ำแข็งมวล 5 kg ไถลลงจากที่สูง 5 m แล้วไถลต่อไปบนพื้นระดับจนหยุด อยากทราบว่าน้ำแข็งจะละลายไปเท่าไร ถ้าพื้นมีอุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  ( กำหนด  $L$  น้ำแข็ง เท่ากับ  $333 \text{ KJ} / \text{kg}$  )

- ก.  $0.75 \times 10^3 \text{ kg}$
- ข.  $0.75 \times 10^3 \text{ g}$
- ค.  $0.75 \times 10^{-3} \text{ kg}$
- ง.  $0.75 \times 10^{-3} \text{ g}$

10. จงหาความร้อนที่ใช้ในการทำให้น้ำแข็ง  $10 \text{ g} - 10^{\circ}\text{C}$  กลายเป็นไอน้ำที่  $100^{\circ}\text{C}$  หมดพอดี

กำหนด( $L$  (แข็ง) =  $80 \text{ cal} / \text{g}$  ,  $c$ (แข็ง) =  $0.5 \text{ cal} / \text{g}^{\circ}\text{C}$  ,  $C$ (น้ำ) =  $1 \text{ cal} / \text{g}^{\circ}\text{C}$  ) ,  $L$ (ไอน้ำ) =  $540 \text{ cal} / \text{g}$

- ก. 7,250 cal
- ข. 7,000 cal
- ค. 6,250 cal
- ง. 5,000 cal

กระดาษคำตอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบร่วมมือกับเทคนิค KWDL

ชุดที่ 1 อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

ชื่อ - นามสกุล.....เลขที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/.....

กระดาษทดสอบก่อนเรียน				
ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

1. เกณฑ์การประเมิน

1. ตอบถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน
2. ตอบไม่ถูกต้อง ให้ข้อละ 0 คะแนน

2. สรุปการประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน.....คะแนน  
ได้คะแนน 8 คะแนนขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์  
ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนนขึ้นไป ถือว่า ไม่ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ

1. ถ้านักเรียนผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาชุดต่อไป
2. ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปศึกษาบทเรียนนั้นใหม่ แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งจนกว่าจะผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

แบบบันทึกคะแนน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
หลังเรียน		

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

นายศุภตล อุ่นวงศ์

เกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL  
ชุดที่ 1 อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

ขั้นตอนกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา	เกณฑ์การพิจารณา	คะแนน
<u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์ได้ถูกต้องชัดเจนทุกตัว	1
	เปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์ได้ถูกต้องไม่ครบ	0.5
	ไม่ตอบ หรือเปลี่ยนเป็นปริมาณสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องเลย	0
<u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร	กำหนดสมการที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง	1
	กำหนดสมการที่เลือกใช้ไม่ถูกต้องเลย	0
<u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน	แทนค่าในสมการและคิดคำนวณเป็นไปตามลำดับได้ถูกต้อง	2
	แทนค่าในสมการและแต่คิดคำนวณไม่เป็นไปตามลำดับได้ถูกต้อง	1
	ไม่ตอบหรือแทนลงในสมการผิดและคิดคำนวณไม่เป็นไปตามลำดับที่ถูกต้อง	0
<u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา	คำตอบและหน่วยถูกต้องชัดเจน	1
	คำตอบถูกต้องแต่หน่วยไม่ถูกต้อง	0.5
	ไม่ตอบ หรือคำตอบและหน่วยไม่ถูกต้องเลย	0

แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL  
ชุดที่ 1 อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

คำชี้แจง นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL

1. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ก่อนเรียน	10	
หลังเรียน	10	
ร้อยละของผลการพัฒนา		

$$\text{ร้อยละของผลการพัฒนา} = \frac{(\text{คะแนนหลังเรียน}) - (\text{คะแนนก่อนเรียน})}{\text{คะแนนเต็ม}} \times 100$$

2. แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ฟิสิกส์

แบบฝึกทักษะที่	คะแนนเต็ม	ศึกษาครั้งที่ 1	ศึกษาครั้งที่ 2	ศึกษาครั้งที่ 3
1	5			
2	5			
3	5			
4	5			
5	5			
6	5			
7	5			
8	5			
9	5			
10	5			
คะแนนรวม				
ร้อยละผลการพัฒนา				
ผลการประเมิน	<input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ศึกษาเพิ่มเติม			
	<input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ศึกษาเพิ่มเติม			
	<input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ศึกษาเพิ่มเติม			

ตรวจสอบแล้ว หากคะแนนที่ทำได้น้อยกว่า 80% ศึกษาเล่มต่อไปได้เลย  
แต่ถ้าต่ำกว่า 80 % กลับไปศึกษาเพิ่มเติมอีกรอบนะคะ

### บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- \_\_\_\_\_. (2559). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.
- \_\_\_\_\_. (2555). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (2547). คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 ของไหล ความร้อน คลื่น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนาจำกัด.
- ช่วง ทมทิศงค์ และคนอื่นๆ. (2554). Hi-Ed's Physics ฟิสิกส์ ม.4-6 (รายวิชาพื้นฐาน). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ไฮเอ็ดพับลิชชี.
- ธรรมสถิต ทองเงินเจริญธรรม. (2537). คู่มือเตรียมสอบฟิสิกส์ เล่ม 3 ม.5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภูมิบัณฑิต.
- สำราญ พุกฤษ์สุนทร และคณะ. (2553). คู่มือสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับเตรียมสอบ O-NET. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนาจำกัด.
- วัชร่า แหวนวงษ์. (2558). คู่มือเตรียมสอบฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทอม 1-2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- ปรียา อนุพงษ์อ้อจ. (2559). เอกสารประกอบการสอน ฟิสิกส์ 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาอุปกรณ์การแพทย์, มหาวิทยาลัยรังสิต.



## ภาคผนวก

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน**  
**เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน**

ข้อ	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	ค.	ก.
2	ง.	ข.
3	ง.	ก.
4	ค.	ง.
5	ง.	ค.
6	ข.	ก.
7	ง.	ง.
8	ง.	ก.
9	ง.	ค.
10	ก.	ก.

## เฉลยแบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1

### เรื่อง ขัด ขัด ถู ถู

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

#### สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |
| 5. .... | 6. .... |

#### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนอธิบายการเกิดลักษณะการเกิดความร้อนเมื่อใช้วัตถุคู่หนึ่งถูกันได้

#### เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

#### วัสดุและอุปกรณ์

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. ผ้าแพรรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 30cm x 30cm | จำนวน 1 ผืน     |
| 2. แท่งแก้ว                                    | จำนวน 1 แท่ง    |
| 3. แท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด                    | จำนวน 1 อัน     |
| 4. เต้าไฟฟ้า                                   | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. มือทั้งสองข้างของนักเรียน                   |                 |

#### วิธีทำกิจกรรม

- นำเอามือทั้งสองข้างของนักเรียนถูกันอย่างแรง สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- นำผ้าแพรมาถูปลายข้างหนึ่งกับแท่งแก้ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- นำผ้าแพรมาถูปลายข้างหนึ่งกับแท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ครุณาเต้าไฟฟ้าเสียบปลั๊ก แล้วให้นักเรียนนำมือมาใกล้เต้าไฟฟ้า สังเกตผลที่เกิดขึ้น ทำการทดลองซ้ำในข้อ1- ข้อ3

อีกสองครั้ง

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
นำมือทั้งสองข้างมาถูกันอย่างแรง	
นำผ้าแพรมาถูกับแท่งแก้ว	
นำแพรมาถูกับแท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด	
นำมือทั้งสองข้างมาใกล้ ๆ เต้าไฟฟ้า	

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. นำมือทั้งสองข้างมาถูกันอย่างแรง จะเกิดความร้อนต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. นำแท่งแก้ว แท่งพลาสติกหรือไม้บรรทัด มาถูกับผ้าแพร จะเกิดความร้อนต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. นำมือทั้งสองข้าง มาใกล้เต้าไฟฟ้า จะรู้สึกร้อนหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

4. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

## เฉลยแบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.2

### เรื่อง ร้อนหรือเย็น

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

#### สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |
| 5. .... | 6. .... |

#### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนอธิบายความหมายของอุณหภูมิกับความร้อนได้

#### เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

#### วัสดุและอุปกรณ์

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์  | จำนวน 2 อัน     |
| 2. บีกเกอร์ 100 ml | จำนวน 2 ใบ      |
| 3. เต้าไฟฟ้า       | จำนวน 2 เครื่อง |
| 4. น้ำแข็งบด       |                 |
| 5. น้ำ             |                 |

#### วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันใส่ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ โดยให้น้ำในบีกเกอร์ทั้งสองใบมีปริมาตรที่แตกต่างกัน
2. นำน้ำแข็งใส่ในปริมาตรที่เท่ากันลงในบีกเกอร์ทั้งสอง ประมาณ 3 นาที นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
3. เทน้ำแข็งและน้ำออกจากบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำที่อุณหภูมิเท่ากันมีปริมาตรต่างกันลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ นำบีกเกอร์ทั้งสองใบตั้งบนเต้าไฟฟ้า ประมาณ 3 นาที โดยปรับให้อุณหภูมิของเต้าไฟฟ้าเท่ากัน สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. ยกบีกเกอร์ทั้งสองใบออกจากเต้าไฟฟ้า วางบนโต๊ะทดลอง นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในบีกเกอร์ทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
เมื่อเราใส่น้ำแข็งในปริมาตรที่เท่ากันลงไปใน บีกเกอร์ที่น้ำปริมาตรต่างกัน	
เมื่อเราตมน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน	

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. ถ้าเราต้องการตมน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจาก  
อะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

### เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อนและอุณหภูมิ

คำชี้แจง กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 และช่วยกันตอบคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. อุณหภูมิกับความร้อนต่างกันอย่างไร

**ตอบ** อุณหภูมิ คือ ระดับของความร้อน เป็นเพียงปริมาณที่แสดงให้เห็นถึงความร้อนเฉลี่ยของสสารเท่านั้น ส่วนความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สะสมอยู่ในรูปพลังงานจลน์ของโมเลกุลของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสสารที่มีอยู่ในขณะนั้น

2. ถ้าต้องการต้มน้ำปริมาณต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน เราจะต้องใช้เวลาในการต้มน้ำต่างกันหรือไม่

**ตอบ** ต่างกัน ปริมาณน้ำที่มากกว่าทำให้เราใช้เวลาในการต้มนานกว่า เนื่องจากน้ำที่มีปริมาตรมากกว่า ต้องการพลังงานที่จะทำให้เดือดมากกว่าน้ำปริมาณน้อย ดังนั้นเราจึงต้องใช้พลังงานความร้อนในการต้มน้ำที่มีปริมาตรมากกว่าน้ำที่มีปริมาตรน้อยนั่นเอง

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2

**เรื่อง** ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อน

คำชี้แจง กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 2 และช่วยกันตอบคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. เมื่อใช้ค้อนตอกตะปูพบว่าตะปูร้อนขึ้น เมื่อสูบลมเข้ายางรถจักรยานจะพบว่ากระบอกสูบลมร้อนขึ้นกว่าเดิม เมื่อใช้สว่านเจาะเนื้อไม้จะพบว่าบริเวณเนื้อไม้ที่ถูกเจาะและดอกสว่านร้อนขึ้น พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณีแปลงมาจากรูปพลังงานใด

**ตอบ** พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณีแปลงรูปมาจากพลังงานกล

2. นอกจากพลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้าและพลังงานกลแล้ว มีพลังงานใดบ้างที่แปลงรูปพลังงานความร้อน จงตอบพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

**ตอบ** พลังงานเสียงก็สามารถแปลงรูปเป็นพลังงานความร้อนได้ เช่น การส่งเสียงระดับความถี่ในช่วงอัลตราซาวด์เข้าไประหว่างแผ่นพลาสติกที่จะเชื่อมต่อกัน อัลตราซาวด์จะทำให้แผ่นพลาสติกสั่นและเกิดการหลอมเชื่อมติดกัน สิ่งที่ทำให้พลาสติกเกิดการหลอมก็คือพลังงานความร้อนที่ได้มาจากพลังงานเสียงนั่นเอง



### เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.3

#### เรื่อง ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับความจุความร้อน

คำชี้แจง กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน  
(เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 3 และช่วยกันตอบคำถาม 3 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 3 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. สารชนิดหนึ่งมีความร้อนจำเพาะ 1000 จูลต่อกิโลกรัม เคลวิน มีความหมายอย่างไร

**ตอบ** ในการทำให้สารนั้นที่มีมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 เคลวิน หรือ 1 องศาเซลเซียส ต้องใช้พลังงานความร้อน 1,000 จูล

2. แท่งเหล็กมวล 5 กิโลกรัม และ 10 กิโลกรัม จะมีค่าความร้อนและค่าความจุ ความร้อนจำเพาะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

**ตอบ** แท่งเหล็กมวล 10 กิโลกรัม มีความจุความร้อนมากกว่าแท่งเหล็กมวล 5 กิโลกรัม เพราะการให้ความร้อนกับแท่งเหล็กทั้งสองเพื่อให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน แท่งเหล็กที่มีมวลมาก ต้องใช้พลังงานความร้อนมากกว่า แต่ความจุความร้อนจำเพาะของแท่งเหล็กทั้งสองมีค่าเท่ากัน เพราะเป็นความจุความร้อนต่อมวลหนึ่งหน่วย

3. บริเวณชายหาดทั้งพื้นทรายและพื้นน้ำได้รับปริมาณแสงอาทิตย์เท่ากัน เพราะเหตุใดทรายจึงร้อนกว่าน้ำทะเลเสมอ

**ตอบ** เนื่องจากทรายมีความร้อนจำเพาะน้อยกว่าน้ำ ดังนั้นเมื่อสารทั้งสองได้รับความร้อนเท่าๆ กันทรายจึงมีอุณหภูมิสูงกว่า

## เฉลยกิจกรรมที่ 3

## เรื่อง โป่งพอง

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

## สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |
| 5. .... | 6. .... |

## จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้ นักเรียนอธิบายได้ว่า พลังงานความร้อนทำให้สารขยายตัว

## เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

นาที

## วัสดุและอุปกรณ์

- |                    |                 |                     |             |
|--------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์  | จำนวน 2 อัน     | 4. ลูกโป่ง          | จำนวน 1 ลูก |
| 2. บีกเกอร์ 200 ml | จำนวน 2 ใบ      | 5. ขวดชมพู          | จำนวน 1 ใบ  |
| 3. เต้าไฟฟ้า       | จำนวน 1 เครื่อง | 6. น้ำ และน้ำแข็งบด |             |

## วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันใส่ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ นำลูกโป่งครอบปากขวดชมพู
2. นำน้ำแข็งใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 ส่วนใบที่ 2 ให้นำน้ำใส่ลงในบีกเกอร์แล้วนำไปต้มบนเต้าไฟฟ้า นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น

วัดอุณหภูมิทั้งสองใบ สังเกตผลที่เกิดขึ้น

3. นำขวดชมพูที่มีลูกโป่งครอบปากขวดอยู่ ลงแช่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำกับน้ำแข็งผสมกันอยู่ สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. ยกขวดชมพูที่มีลูกโป่งครอบปากขวดอยู่ จากข้อ 3 ลงแช่ในบีกเกอร์ที่ต้มบนเต้าไฟฟ้า สังเกตผลที่เกิดขึ้น

## คำแนะนำและอธิบาย

1. ระหว่างทำกิจกรรมร้อนหรือเย็น นักเรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในใบกิจกรรมอย่างระมัดระวัง
2. การต้มนั้นเกิดความร้อน ใช้ผ้าหุ้มแล้วจับบีกเกอร์ให้แน่นเมื่อจะเคลื่อนที่
3. ให้นักเรียนตระหนักว่า อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองนั้นที่จะต้องทนกับความร้อน

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
2. ถ้าเราต้องการต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร
3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
ลูกโป่งครอบปากขวดชมพูแช่ในน้ำเย็น	
ลูกโป่งครอบปากขวดชมพูแช่ในน้ำร้อน	

## คำถามท้ายกิจกรรม

1. น้ำอุณหภูมิเท่ากันมีความร้อนต่างกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

2. ถ้าเราต้องการต้มน้ำปริมาตรต่างกันให้มีอุณหภูมิเท่ากัน จะต้องใช้เวลาในการต้มต่างกันหรือไม่อย่างไร สังเกตจากอะไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

3. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

### เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.4

**เรื่อง** ร่วมมือร่วมใจทำความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน

**คำชี้แจง** กิจกรรมนี้ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในหัวข้อการให้ความร่วมมือในการทำงาน คะแนนเต็ม 2 คะแนน (เน้นการร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม ตั้งใจ เต็มความสามารถ ไม่ต้องเตือน)

- ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 4 และช่วยกันตอบคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 2 นาที
- สุ่มเลือกกลุ่มมา 2 กลุ่ม เพื่ออธิบายสิ่งที่รู้หรือสอบถามข้อสงสัยจากเพื่อนอีกกลุ่ม ตามข้อคำถาม 2 ข้อ โดยใช้เวลา 3 นาที
- กลุ่มที่เหลือ ให้บันทึกคำอธิบายและข้อสงสัย

1. เมื่อวัตถุได้รับพลังงานความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งผลของความร้อนที่มีต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงอย่างไร

**ตอบ** วัตถุเมื่อได้รับความร้อนนอกจากจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอาจทำให้วัตถุเกิดการขยายตัว สำหรับวัตถุที่เฉลี่ยความร้อนได้ทั่วทั้งก้อน (Isotropic) เช่น แก้วและของเหลวทุกชนิดเหล่านี้จะขยายตัวออกเท่ากันทุกทาง เนื่องจากอะตอมของวัตถุเมื่อได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นจะเกิดการสั่นไปมารอบจุด ๆ หนึ่งภายในโครงสร้างของวัตถุ เป็นเหตุให้ระยะห่างระหว่างอะตอมเปลี่ยนแปลง โดยถ้าระยะห่างระหว่างอะตอมเพิ่มมากขึ้น วัตถุนั้นก็ขยายตัว แต่ถ้าระยะห่างระหว่างอะตอมลดลง วัตถุนั้นก็จะหดตัวขึ้น ซึ่งการขยายตัวของสสารซึ่งเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จะแตกต่างกัน

2. โดยทั่วไปเมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็งใดๆ ของแข็งนั้นจะขยายตัวทุกทิศทางจึงมีผลทำให้รูปทรงของวัตถุนั้นเหมือนเดิม แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงในด้านของ ความยาว พื้นที่และปริมาตร โดยการขยายตัวนั้นจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของของแข็งนั้น ๆ โดย

- ตอบ**
1. ของแข็งต่างชนิดกันถ้าเริ่มต้นมีความยาวเท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นเท่ากันจะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน
  2. ของแข็งชนิดเดียวกันถ้าเริ่มต้นมีความยาวเท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นเท่ากันจะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเท่ากัน
  3. สมบัติการขยายตัวและหดตัวของวัตถุเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเป็นเรื่องที่วิศวกร ต้องคำนึงถึงเวลานำวัตถุมานำใช้งาน

### เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWL

#### ชุดที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนและการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน


แบบฝึกทักษะที่ 1 เทอร์มิเตอร์เครื่องหนึ่งวัดจุดเยือกแข็งของน้ำได้  $-1$  องศาเซลเซียส และวัดจุดเดือดของน้ำได้  $103$  องศาเซลเซียส จงหาว่าในขณะนั้นมีอุณหภูมิ  $50$  องศาเซลเซียส เทอร์มิเตอร์นี้จะอ่านค่าได้กี่องศา

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	เมื่อรู้ F.P.(จุดเยือกแข็ง) = $-1^{\circ}\text{C}$ , B.P.(จุดเดือด) = $103^{\circ}\text{C}$ , $t = 50^{\circ}\text{C}$
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	$x = ?^{\circ}\text{C}$
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>\frac{x - \text{F.P.}}{\text{B.P.} - \text{F.P.}} = \frac{t}{100}</math></p> $\frac{x - (-1)}{103 - (-1)} = \frac{50}{100}$ $x + 1 = \frac{104}{2}$ $\therefore x = 51^{\circ}\text{C}$
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ F.P.(จุดเยือกแข็ง) = <math>-1^{\circ}\text{C}</math> , B.P.(จุดเดือด) = <math>103^{\circ}\text{C}</math> <math>C = 50^{\circ}\text{C}</math> ได้ (W) คือ <math>x = ?^{\circ}\text{C}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>\frac{x - \text{F.P.}}{\text{B.P.} - \text{F.P.}} = \frac{t}{100}</math></p> <p>ดังนั้น เทอร์มิเตอร์นี้จะอ่านค่าได้ <math>51</math> องศาเซลเซียส</p>


แบบฝึกทักษะที่ 2 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นกิโลฟาเรนไฮต์ เป็นกี่เคลวิน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>t</math> (อุณหภูมิ) = <math>40^{\circ}\text{C}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p><math>F = ?^{\circ}\text{F}</math> และ <math>K = ?\text{ K}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>\frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100} = \frac{t}{100}</math></p> <p>1. จาก <math>\frac{F-32}{180} = \frac{40}{100}</math></p> $\frac{F-32}{9} = \frac{40}{5}$ $F - 32 = 72$ $\therefore F = 40^{\circ}\text{F}$ <p>2. จาก <math>\frac{K-273}{100} = \frac{t}{100}</math></p> $K - 273 = 40$ $\therefore K = 313\text{ K}$
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ <math>t</math> (อุณหภูมิ) = <math>40^{\circ}\text{C}</math> ได้ (W) คือ <math>t</math> ในหน่วย = <math>?^{\circ}\text{F}</math> และ = <math>? \text{ K}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>\frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100} = \frac{t}{100}</math></p> <p>ดังนั้น อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 40 องศาฟาเรนไฮต์ และมีค่าเท่ากับ 313 เคลวิน</p>

แบบฝึกทักษะที่ 3 ชายคนหนึ่ง ลากวัตถุซึ่งมีมวล 20 กิโลกรัม ในแนวขนานกับพื้นระดับด้วยความเร็วคงที่ ถ้าเขาลากไปเป็นระยะทาง 40 เมตร จงหาความร้อนที่เกิดขึ้นจากความเสียดทาน กำหนดสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นเป็น 0.2


ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	 <p>เมื่อรู้ <math>m = 20 \text{ kg}</math> , <math>a = 0 \text{ m/s}^2</math> , <math>s = 40 \text{ m}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ความร้อนที่เกิดขึ้น <math>Q = ? \text{ J}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>Q = fs</math> ; <math>f = \mu N</math>  <math>N = mg</math>  <math>Q = \mu mgs</math>  <math>Q = 0.2 \times 20 \times 10 \times 40</math>  <math>\therefore Q = 1,600 \text{ J}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ มวลวัตถุ (<math>m</math>) = 20 kg          ความเร่ง (<math>a</math>) = 0 m/s<sup>2</sup>          ระยะทาง (<math>s</math>) = 40 m          สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (<math>\mu</math>) = 0.2</p> <p>ได้ (W) คือ ความร้อนที่เกิดขึ้น <math>Q = ? \text{ J}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>Q = fs</math> ; <math>f = \mu N</math>  <math>N = mg</math>  <math>Q = \mu mgs</math></p> <p>ดังนั้น ความร้อนที่เกิดขึ้นจากงานแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ 1,600 จูล</p>

แบบฝึกทักษะที่ 4 รถยนต์มวล 500 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้ารถยนต์ถูกเบรกให้หยุด จงหาพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเบรคนี้นี้มีค่ากี่จูล

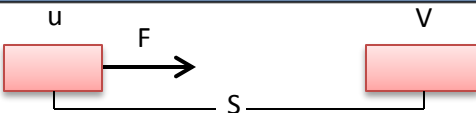
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	 <p>เมื่อรู้ <math>m = 500 \text{ kg}</math> , <math>u = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}</math> , <math>v = 0 \text{ m/s}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเบรก <math>Q = ? \text{ J}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน</p>	<p>พลังงานความร้อนเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานจลน์</p> <p>จากสมการ <math>Q = \frac{1}{2}mu^2</math></p> $Q = \frac{1}{2} \times 500 \times (20)^2$ $Q = 100000$ $\therefore Q = 1 \times 10^5 \text{ J}$
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ มวลรถยนต์ (<math>m</math>) = 500 kg อัตราเร็วต้น (<math>u</math>) = 72 km/h = 20 m/s<sup>2</sup> อัตราเร็วปลาย (<math>v</math>) = 0 m/s</p> <p>ได้ (W) คือ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น <math>Q = ? \text{ J}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>Q = \frac{1}{2}mu^2</math></p> <p>ดังนั้น พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเบรคมีค่าเท่ากับ <math>1 \times 10^5</math> จูล</p>



แบบฝึกทักษะที่ 5 เชื้อนก้นน้ำสูงจากพื้นดิน 840 เมตร เมื่อน้ำตกมาถึงกระทบพื้นดินจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่าใด ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเท่ากับ 10 เมตร/วินาที<sup>2</sup> ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ  $4.22 \times 10^3$  จูล/กิโลกรัม.เคลวิน

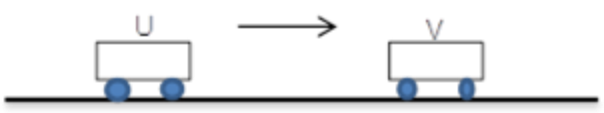
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	 <p>เมื่อรู้ <math>h = 840 \text{ m}</math> , <math>g = 10 \text{ m/s}^2 = 20</math> , <math>c_{\text{น้ำ}} = 4.22 \times 10^3 \text{ J/kg.K}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น <math>\Delta t = ? \text{ K}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน</p>	<p>พลังงานความร้อนเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานศักย์โน้มถ่วง</p> <p>จากสมการ <math>Q = mc\Delta t = mgh</math></p> $mc\Delta t = mgh$ $\Delta t = \frac{gh}{c}$ $\Delta t = \frac{10 \times 840}{4.22 \times 10^3}$ $\therefore \Delta t = 1.99 \text{ K}$
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ ความสูงของเขื่อนเหนือพื้น (<math>h</math>) = 840 m ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (<math>g</math>) = <math>20 \text{ m/s}^2</math> ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (<math>c</math>) = <math>4.22 \times 10^3 \text{ J/kg.K}</math></p> <p>ได้ (W) คือ อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น <math>\Delta t = ? \text{ K}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>Q = mc\Delta t = mgh</math></p> <p>ดังนั้น เมื่อน้ำตกมาถึงกระทบพื้นดินจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 1.99 องศาเคลวิน</p> <p><u>ข้อสังเกต</u> การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส เท่ากับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในหน่วยองศาเคลวิน เนื่องจากช่องว่างของสเกลเท่ากัน</p>

แบบฝึกทักษะที่ 6 ลากวัตถุมวล 4 กิโลกรัมซึ่งวางอยู่บนพื้นราบด้วยแรง 25 นิวตัน ทำให้วัตถุมีความเร่งคงที่ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 25 เมตร ปรากฏว่าวัตถุมีความเร็ว 10 เมตร/วินาที จะเกิดพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นในวัตถุเท่าใด

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u> พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	 <p>เมื่อรู้ <math>m = 4 \text{ kg}</math> , <math>u = 0 \text{ m/s}</math> , <math>v = 10 \text{ m/s}</math> , <math>F = 25 \text{ N}</math> , <math>S = 25 \text{ m}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u> วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>พลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นในวัตถุ <math>Q = ? \text{ J}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u> ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหตามแผน</p>	<p>งานที่กระทำต่อวัตถุ จะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานจลน์และพลังงานความร้อน</p> <p>จากสมการ <math>W = F.S = E_k + \Delta Q</math> ; <math>E_k = \frac{1}{2}mv^2</math></p> $W = E_k + \Delta Q$ $\Delta Q = F.S - \frac{1}{2}mv^2$ $\Delta Q = (25 \times 25) - \frac{1}{2} \times 4 \times (10)^2$ $\therefore \Delta Q = 425 \text{ J}$
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u> สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ มวลวัตถุ (<math>m</math>) = 4 kg ความเร็วต้น (<math>u</math>) = 20 m/s ความเร็วปลาย (<math>V</math>) = 20 m/s แรงที่ลาก (<math>F</math>) = 25 N ระยะทางที่เคลื่อนที่ (<math>S</math>) = 25 m</p> <p>ได้ (W) คือ พลังงานความร้อนที่เพิ่มเกิดขึ้น <math>Q = ? \text{ J}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>W = F.S = E_k + \Delta Q</math> ; <math>E_k = \frac{1}{2}mv^2</math></p> <p>ดังนั้น พลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นในวัตถุมีค่าเท่ากับ 425 จูล</p>



แบบฝึกทักษะที่ 8 รถสิบล้อมวล 1000 kg ขณะ 10 โมงเช้า วิ่งเข้ากรุงเทพด้วยความเร็ว 72 km/hr เมื่อถึงสัญญาณไฟแดง คนขับก็เหยียบเบรครถหยุดพบว่าผ้าเบรกที่ล้อนี้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 K ถ้า 60% ของพลังงานจลน์ขณะวิ่งเปลี่ยนเป็นความร้อนที่ผ้าเบรก ความจุความร้อนของผ้าเบรกในแต่ละล้อนี้อาจมีค่าเท่าใด (J/K)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยเทคนิค KWL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	 <p>เมื่อรู้ <math>m = 1,00 \text{ kg}</math> , <math>u = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}</math> , <math>v = 0 \text{ m/s}</math> , <math>\Delta t = 10 \text{ K}</math>  <math>\Delta Q = (60\%)E_k</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ความจุความร้อนของผ้าเบรกแต่ละล้อ <math>C = ? \text{ J}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน</p>	<p>พลังงานความร้อนเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานจลน์</p> <p>จากสมการ <math>Q = C\Delta T = E_k = \frac{1}{2}mv^2</math></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <math display="block">C\Delta T = (60\%) \frac{1}{2}mv^2</math> <math display="block">C\Delta T = \left(\frac{60}{100}\right) \times \left(\frac{1}{2}mv^2\right)</math> <math display="block">C = \left(\frac{60}{100}\right) \times \left(\frac{1}{2}mv^2\right) \times \left(\frac{1}{\Delta T}\right)</math> </div> <div style="width: 45%;"> <math display="block">C = \left(\frac{60}{100}\right) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,000 \times 20^2\right) \times \left(\frac{1}{10}\right)</math> <math display="block">C = 12 \times 10^3 \text{ J}</math> <p>เมื่อคิดเพียงผ้าเบรกของล้อเดียวจะได้</p> <math display="block">\therefore C_{\text{แต่ละล้อ}} = \left(\frac{12 \times 10^3}{4}\right) = 3 \times 10^3 \text{ J}</math> </div> </div>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้</p> <p>การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ มวลรถยนต์ (<math>m</math>) = 1,000 kg  อัตราเร็วต้น (<math>u</math>) = 0 m/s  อัตราเร็วปลาย (<math>v</math>) = 72 km/h = 20 m/s  พลังงานความร้อน (<math>\Delta Q</math>) = (60%)<math>E_k</math></p> <p>ได้ (W) คือ ความจุความร้อนของผ้าเบรกแต่ละล้อ <math>C = ? \text{ J}</math></p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>Q = C\Delta T = (60\%) \frac{1}{2}mv^2</math></p> <p>ดังนั้น ความจุความร้อนของผ้าเบรกแต่ละล้อนี้อาจมีค่าเท่ากับ <math>3 \times 10^3</math> จูล/เคลวิน</p>

แบบฝึกทักษะที่ 9 หม้อต้มน้ำไฟฟ้าอันหนึ่งให้พลังงานความร้อน 420 w เมื่อนำไปต้มน้ำ 100 g ที่อุณหภูมิ 25 °C ถ้าได้รับพลังงานความร้อนไปได้เพียง 25% จะใช้เวลานานเท่าไร ในการต้มน้ำเดือด ( $C_{\text{น้ำ}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ )

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>P = 420 \text{ w}</math> , <math>m = 100 \text{ g}</math> , <math>t_1 = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}</math> , <math>t_2 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}</math> , <math>\Delta Q = 25\%</math></p> <p><math>c = 4,200 \text{ J/kg.K}</math></p>
<p>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>เวลาที่ใช้ในการต้ม (<math>t</math>) = ? J</p>
<p>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหามาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>Q = W = P.t = mc\Delta t</math> ; <math>P = \frac{W}{t}</math></p> <p><math>(25\%)(P.t) = mc\Delta t</math></p> <p><math>(\frac{25}{100})(P.t) = mc\Delta t</math></p> <p><math>t = (\frac{mc(t_2-t_1) \times 100}{25P})</math></p> <p><math>t = (\frac{10 \times 10^{-3} \times 4200 \times (100 - 25) \times 100}{25 \times 420})</math></p> <p><math>t = 300 \text{ s}</math></p> <p>เปลี่ยนจากวินาทีเป็นนาที</p> <p><math>\therefore t = (\frac{300}{60}) = 5 \text{ min}</math></p>
<p>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้</p> <p>การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. วิเคราะห์ ได้ (K) คือ กำลังไฟฟ้า (<math>P</math>) = 1,000 kg</p> <p>มวลน้ำ (<math>m</math>) = 0 m/s</p> <p>อุณหภูมิเริ่มต้น (<math>t_1</math>) = 72 km/h = 20 m/s</p> <p>อุณหภูมิสุดท้าย (<math>t_2</math>) = (60%)<math>E_k</math></p> <p>พลังงานความร้อนที่ได้รับ (<math>Q</math>) = (60%)<math>E_k</math></p> <p>ความจุความร้อนจำเพาะ (<math>Q</math>) = (60%)<math>E_k</math></p> <p>ได้ (W) คือ เวลาที่ใช้ในการต้ม (<math>t</math>) = ? J</p> <p>2. แก้ปัญหา โดยใช้ <math>Q = W = P.t = mc\Delta t</math> ; <math>P = \frac{W}{t}</math></p> <p>ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการต้มน้ำเดือดมีค่าเท่ากับ 5 นาที หรือ 300 วินาที</p>

แบบฝึกทักษะที่ 10 ใช้เทปเหล็กวัดความยาวของแท่งทองแดงได้ 90 cm ที่ 10 °C ถ้าวัดที่ 30 °C จะอ่านค่าความยาวได้เท่าไรในหน่วยเซนติเมตรกำหนดสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้นของทองแดงและของเหล็กเท่ากับ

$\alpha_{\text{ทองแดง}} = 1.7 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$  และ  $\alpha_{\text{เหล็ก}} = 1.1 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$  ตามลำดับ

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเทคนิค KWDL	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
<p><u>ขั้นที่ 1 (K) รู้อะไร</u></p> <p>พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</p>	<p>เมื่อรู้ <math>l_0 = 90 \text{ cm}</math> , <math>t_1 = 10 ^{\circ}\text{C}</math> , <math>t_2 = 30 ^{\circ}\text{C}</math> , <math>\alpha_{\text{ทองแดง}} = 1.7 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}</math>  <math>\alpha_{\text{เหล็ก}} = 1.1 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}</math> , <math>l_1 = \text{ทองแดง}</math> , <math>l_2 = \text{เหล็ก}</math></p>
<p><u>ขั้นที่ 2 (W) ต้องการอะไร</u></p> <p>วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร</p>	<p>ที่อุณหภูมิ 30 °C จะอ่านความยาว (<math>\Delta l</math>) = ? cm</p>
<p><u>ขั้นที่ 3 (D) ทำอย่างไร</u></p> <p>ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาตามแผน</p>	<p>จากสมการ <math>l = l_0(1 + \alpha\Delta t)</math></p> <p>พิจารณาทองแดง <math>l_1 = l_0(1 + \alpha\Delta t)</math>  <math>= 90(1 + (1.7 \times 10^{-5}) \times (30 - 10))</math>  <math>\therefore l_1 = 90.031 \text{ cm}</math></p> <p>พิจารณาทองแดง <math>l_2 = l_0(1 + \alpha\Delta t)</math>  <math>= 90(1 + (1.1 \times 10^{-5}) \times (30 - 10))</math>  <math>\therefore l_2 = 90.021 \text{ cm}</math></p> <p>การขยายตัวของทองแดงมีค่ามากกว่าการขยายตัวของเหล็ก          ดังนั้นความยาวส่วนที่เพิ่ม <math>\Delta l = l_1 - l_2</math>  <math>\Delta l = 90.031 - 90.021 = 0.01 \text{ cm}</math>  <math>\therefore</math> ที่อุณหภูมิ 30 °C อ่านค่าความยาวได้ = 90.00 + 0.01 = 90.01 cm</p>
<p><u>ขั้นที่ 4 (L) ได้อะไร</u></p> <p>สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้การวิเคราะห์และแก้ปัญหา</p>	<p>1. <u>วิเคราะห์</u> ได้ (K) คือ ความยาวเริ่มต้น (<math>l_0</math>) = 90 cm          ความยาวแท่งทองแดง (<math>l_1</math>)          ความยาวแท่งเหล็ก (<math>l_2</math>)          อุณหภูมิเริ่มต้น (<math>t_1</math>) = 10 °C          อุณหภูมิสุดท้าย (<math>t_2</math>) = 30 °C          สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้นของทองแดงและของเหล็ก  <math>\alpha_{\text{ทองแดง}} = 1.7 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}</math> , <math>\alpha_{\text{เหล็ก}} = 1.1 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}</math>          ได้ (W) คือ ที่อุณหภูมิ 30 °C จะอ่านความยาว (<math>\Delta l</math>) = ? cm</p> <p>2. <u>แก้ปัญหา</u> โดยใช้ <math>l = l_0(1 + \alpha\Delta t)</math>          ดังนั้น ที่อุณหภูมิ 30 °C อ่านค่าความยาวได้ 90.01 เซนติเมตร</p>