# คู่มือปฏิบัติการ: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกลไกการถ่ายโอนความร้อน

**วัตถุประสงค์การทดลอง**

1.เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการลดลงของอุณหภูมิตามเวลาผ่านกลไกการถ่ายโอนความร้อน 4 รูปแบบ (การนำความร้อน, การพาความร้อนตามธรรมชาติ, การพาความร้อนแบบบังคับ, และการระเหย)

2.เพื่อศึกษาความสอดคล้องของพฤติกรรมการเย็นตัวตามกฎการเย็นตัวของนิวตัน (Newton's Law of Cooling)

3.เพื่อเข้าใจกลไกสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์ในการระบายความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิแกนกลาง

**1. ทฤษฎี**

**กฎการเย็นตัวของนิวตัน (Newton's Law of Cooling)**

กฎการเย็นตัวของนิวตันระบุว่า *"อัตราการสูญเสียความร้อนของวัตถุจะแปรผันตรงกับผลต่างระหว่างอุณหภูมิของวัตถุนั้นกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม"* เขียนเป็นสมการอนุพันธ์ได้ดังนี้

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_{ambient})$$

เมื่อทำการอินทิเกรตสมการเพื่อหาอุณหภูมิ ณ เวลา t ใดๆ จะได้สมการรูปเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Decay)

$$T(t) = T_{ambient} + (T_{initial} - T_{ambient})e^{-kt}$$

โดยที่:

- T(t) คือ อุณหภูมิของวัตถุ ณ เวลา t (°C)
- $T_{ambient}$ คือ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (ในการทดลองนี้กำหนดไว้ที่ 28.0°C)
- $T_{initial}$ คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของวัตถุ (ในการทดลองนี้คือ 60.0°C)
- k คือ สัมประสิทธิ์การเย็นตัว (Cooling Constant) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ, พื้นที่ผิว และ **กลไกการถ่ายโอนความร้อน** ที่ใช้
- t คือ เวลาที่ผ่านไป (นาที)

**กลไกการถ่ายโอนความร้อนทั้ง 4 รูปแบบในการทดลอง**

1. **ขวด A (ชุดควบคุม - Control):** ถ่ายโอนความร้อนผ่านการพาความร้อนตามธรรมชาติ (Natural Convection) ของอากาศรอบขวดและการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นสภาวะฐานอ้างอิง
2. **ขวด B (การนำความร้อน - Conduction):** วางบนถาดโลหะเย็น ความร้อนถ่ายโอนผ่านโมเลกุลที่สัมผัสกันโดยตรงจากก้นขวดไปยังโลหะที่มีค่าการนำความร้อนสูง

3. **ขวด C (การพาความร้อนแบบบังคับ - Forced Convection):** ใช้พัดลมเป่าตรงไปที่ขวด กระแสลมช่วยพามวลอากาศร้อนที่สะสมอยู่รอบผิวขวดออกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงขึ้น
4. **ขวด D (การระเหย - Evaporation):** หุ้มด้วยผ้าเปียกน้ำร่วมกับเปิดพัดลมเป่า โมเลกุลของน้ำที่ผ้าจะดึงพลังงานความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Latent Heat of Vaporization) ไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะ ทำให้อุณหภูมิลดลงรวดเร็วที่สุด

2. วิธีการทดลองด้วย Virtual Lab (Experimental Procedure)

**1บันทึกสภาวะเริ่มต้น:**ตรวจสอบค่าคงที่

บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในขวดทุกใบ ($T_{initial}$ = 60.0 $^0$C) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (Tambient = 28.0 $^0$C)

**2เริ่มการทดลองและสังเกตการณ์:**รันระบบจำลอง

กดปุ่ม "เริ่มการทดลอง (15 นาที)" ระบบจะเริ่มจำลองเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว สังเกตสีของน้ำในขวดที่จะค่อยๆ เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่ลดลง

**3บันทึกผลการทดลองลงตาราง:**เก็บชุดข้อมูล

บันทึกค่าอุณหภูมิของขวด A, B, C และ D ที่แสดงบนหน้าจอในทุกๆ สิ้นสุดนาที (ตั้งแต่เวลา 0 จนถึงนาทีที่ 15) ลงในตารางบันทึกผล

**4 ตรวจสอบกราฟความสัมพันธ์:**วิเคราะห์เส้นกราฟ

สังเกตและศึกษาเส้นกราฟลักษณะ Exponential Decay ที่พล็อตขึ้นแบบ Real-time บนระบบ เพื่อดูความชันและเปรียบเทียบอัตราการเย็นตัวของขวดแต่ละใบ

**5.ทำการทดลองใหม่** โดยเปลี่ยนอุณหภูมิเริ่มต้น และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมใหม่สองค่า

3. ตารางบันทึกผลการทดลอง (Data Table)

| เวลา (นาที) | ขวด A: ควบคุม(°C) | ขวด B: นำความร้อน (°C) | ขวด C: พาความร้อน (°C) | ขวด D: การระเหย (°C) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | |
| | | | | |

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง (Data Analysis)

**1.การเปรียบเทียบอัตราการเย็นตัว (k):** จากข้อมูลและเส้นกราฟ ให้นักเรียนเรียงลำดับขวดที่อุณหภูมิลดลงเร็วที่สุดไปยังช้าที่สุด ซึ่งตามทฤษฎีระบบจำลอง ค่าสัมประสิทธิ์การเย็นตัวจะถูกกำหนดไว้ดังนี้:

$k_D > k_B > k_C > k_A$ ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าผลที่ได้จากตารางสอดคล้องกับค่า k เหล่านี้หรือไม่

**2.การวิเคราะห์ทางสรีรวิทยา (การเชื่อมโยงทางการแพทย์):**

- อภิปรายว่าทำไมขวด D (การระเหย) จึงมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิสูงที่สุด (เชื่อมโยงกับค่าความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำ 2,427 J/g
- ในสภาวะที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิร่างกาย ร่างกายจะไม่สามารถขับความร้อนออกผ่านการนำ การพา หรือการแผ่รังสีความร้อนได้เนื่องจากความร้อนจะไหลย้อนเข้าสู่ร่างกาย ให้นักเรียนอธิบายความสำคัญของ **"เหงื่อ (Sweat Evaporation)"** ในฐานะกลไกหลักกลไกเดียวในการรักษาอุณหภูมิแกนกลางร่างกายเพื่อป้องกันภาวะโรคลมแดด (Heat Stroke)