

## บทที่ 6

### การตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อนในที่ทำงาน

1. อุณหภูมิที่วัดเป็นองศาเซลเซียสซึ่งวัดนอกอาคารที่ไม่มีแสงแดดหรือในอาคารมีระดับความร้อนเท่ากับ 0.7 เท่าของอุณหภูมิที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกตามธรรมชาติบวก 0.3 เท่าของอุณหภูมิที่อ่านค่าจากโกลบ เทอร์โมมิเตอร์หรือ
2. อุณหภูมิที่วัดเป็นองศาเซลเซียสซึ่งวัดนอกอาคารที่มีแสงแดดมีระดับความร้อนเท่ากับ 0.7 เท่าของ อุณหภูมิที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกตามธรรมชาติบวก 0.2 เท่าของอุณหภูมิที่อ่านค่าจากโกลบเทอร์โมมิเตอร์และบวก 0.1 เท่าของอุณหภูมิที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง

## กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

- ▶ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะ แวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2546 และกฎกระทรวงเรื่องกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2549 (หมวด 3)

## คำและบทนิยาม

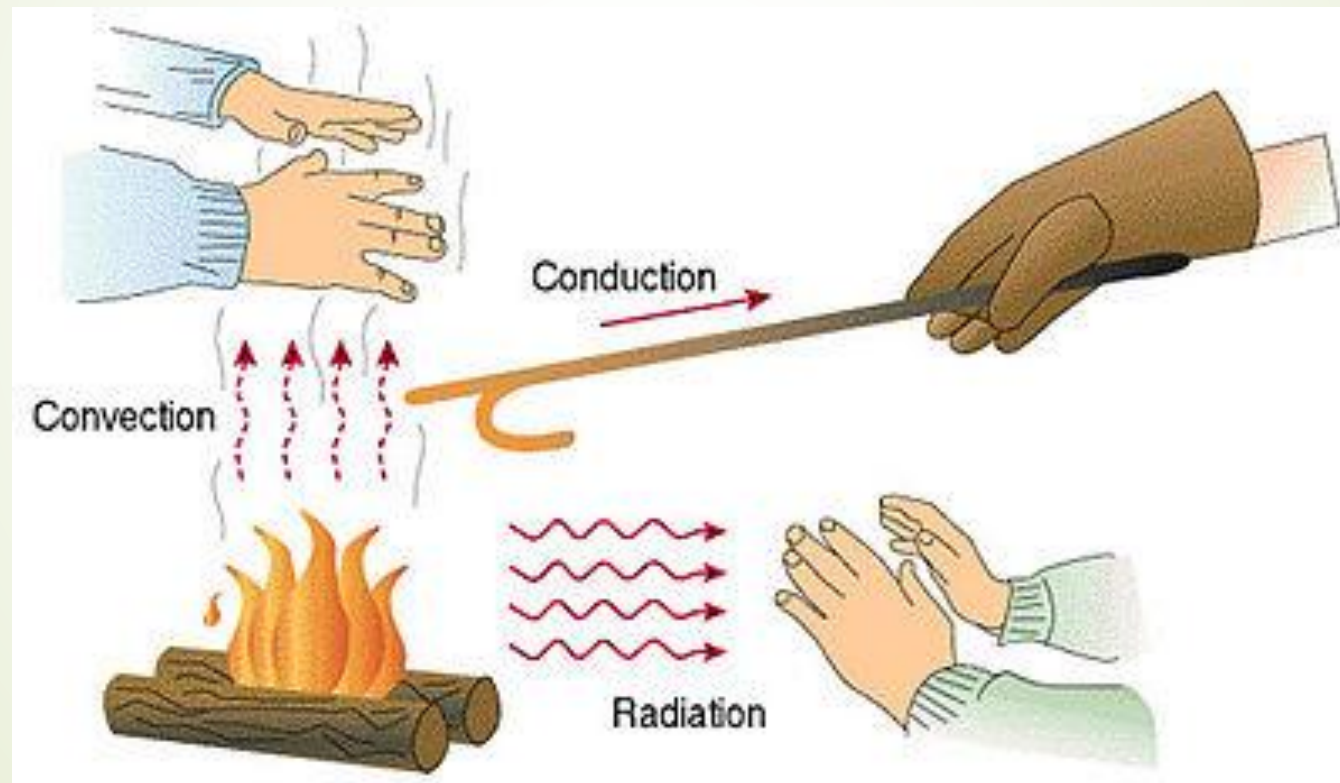
- ระดับความร้อน หมายความว่า อุณหภูมิเวตบัลบโกลบในบริเวณที่ลูกจ้างทำงาน
- สภาพะการทำงาน หมายความว่า สภาพะแวดล้อมซึ่งปรากฏอยู่ในบริเวณที่ทำงานของลูกจ้าง ซึ่งรวมถึงสภาพะต่างๆ ในบริเวณที่ทำงาน
- งานเบา หมายถึง งานที่ต้องออกกำลังน้อยหรืองานที่ต้องทำโดยใช้พลังงานไม่เกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง
- งานปานกลาง หมายถึง งานที่ต้องออกกำลังปานกลางหรืองานที่ต้องทำ โดยใช้พลังงาน 201-300 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง
- งานหนัก หมายถึง งานที่ต้องออกกำลังมากหรืองานที่ต้องทำโดยใช้พลังงานตั้งแต่ 301 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง
- ดัชนีระดับความร้อน หมายถึง สภาพะที่ทำให้ร่างกายเรารู้สึกร้อนขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอากาศจริงที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์


## กลไกการเกิดความร้อนภายในร่างกาย

- ▶ ตารางความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์  
ต่อดัชนีระดับความร้อนที่ร่างกายรู้สึก

อุณหภูมิ ของ อากาศ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity = %)												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	ดัชนีระดับความร้อนที่ร่างกายรู้สึก (apparent temperature)												
44	59.6	64.2	69.3	74.7	80.6	86.9	93.6						
42	53.7	57.5	61.1	66.2	71.2	76.5	82.3	88.4	94.9				
40	48.3	51.3	54.8	58.5	62.2	67.1	71.9	77.0	82.5	88.3	94.5		
38	43.3	45.9	48.6	51.6	55.0	58.6	62.5	66.7	71.3	76.1	81.2	86.6	92.4
36	39.1	41.0	43.1	45.5	48.1	51.0	54.2	57.5	61.2	65.1	69.2	73.6	78.2
34	35.4	36.8	38.4	40.2	42.2	44.4	46.8	49.4	52.2	55.2	58.4	61.9	65.5
32	32.3	33.2	34.4	35.6	37.1	38.7	40.4	42.3	44.4	46.6	49.0	51.5	54.2

การถ่ายเทความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน





แหล่งสร้างความร้อนในร่างกายความร้อนที่ทำให้ร่างกายอบอุ่นได้มาจาก 2 ทาง คือ เมตาโบลิซึม (Basal Metabolic) ในภาวะปกติความรอนส่วนใหญ่อเกิดได้จากการเผาผลาญอาหารภายในร่างกาย และการทำงานของกล้ามเนื้อ (Shivering) ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานเคมีที่เกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อไปเป็นความร้อน

- 1. อุณหภูมิของร่างกาย
- 2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- 3. การสูญเสียความร้อนออกจากร่างกาย

# การขจัดความร้อนออกจากร่างกาย



## โรคและอาการเจ็บป่วยจากความร้อน

- 1. โรคตะคริวแดด (heat cramps)
- 2. โรคอุณหพาต หรือโรคลมเหตุร้อน (heat stroke)
- 3. โรคลมแดด (heat syncope)
- 4. โรคเพลียแดด (heat exhaustion)
- 5. โรคผื่นร้อน (prickly heat)
- 6. โรคประสาทเนื่องจากความร้อน (Heat Neurosis)
- 7. ปัญหาทางด้านความปลอดภัย
- 8. การบวมจากความร้อน หรือการบวมแดด (heat edema)

## การป้องกันโรคและการเจ็บป่วยจากความร้อน

- 1. เตรียมสภาพร่างกายให้พร้อมที่จะเผชิญสภาพอากาศร้อน
- 2. ดื่มน้ำ 1-2 แก้ว (ประมาณ 300 มล.) ก่อนออกจากบ้านในวันที่มีอากาศร้อนจัด
- 3. สวมใส่เสื้อผ้าที่มีสีอ่อน ไม่หนา น้ำหนักเบา และสามารถระบายความร้อนได้ดี
- 4. หลีกเลี่ยงการอยู่กลางแจ้งในวันที่อากาศร้อนจัด
- 5. หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และยาเสพติดทุกชนิด
- 6. อย่าเพิกเฉยต่อความรู้สึกร้อน หรือเหนื่อยเกินไป

## การตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อนในที่ทำงาน

- ▶ ค่า WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) เป็นค่าดัชนีของอุณหภูมิหลายตัวประกอบกันขึ้นจากอุณหภูมิ ความชื้นและการแผ่รังสีความร้อนสู่ร่างกายมนุษย์
- ▶ ความชื้นสัมพัทธ์ Relative Humidity (%)
- ▶ อุณหภูมิไอน้ำกลั่นตัว Dew Point (°C)
- ▶ อุณหภูมิกระเปาะเปียก Natural Wet Bulb Temp (°C)
- ▶ Black Globe Radiant Temperature (°C)

## อุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อน

- 1. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (Dry-Bulb thermometer)
- 2. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (Natural-wet-bulb thermometer)
- 3. โกลบเทอร์โมมิเตอร์ (Globe thermometer) สำหรับวัดการแผ่รังสีความร้อน
- 4. ขวดรูปชมพู่ใส่น้ำกลั่น พันผ้าก๊อชไว้ตรงส่วนปลายเทอร์โมมิเตอร์
- 5. เครื่องวัดการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงานสำหรับกิจกรรมต่างๆ
- 6. ขาตั้ง (Tripod)

เทอร์โมมิเตอร์ 3 ตัว แทนองค์ประกอบของอุณหภูมิที่ต่างกัน



ผ้าก๊อซ



ขวดรูปชมพู่



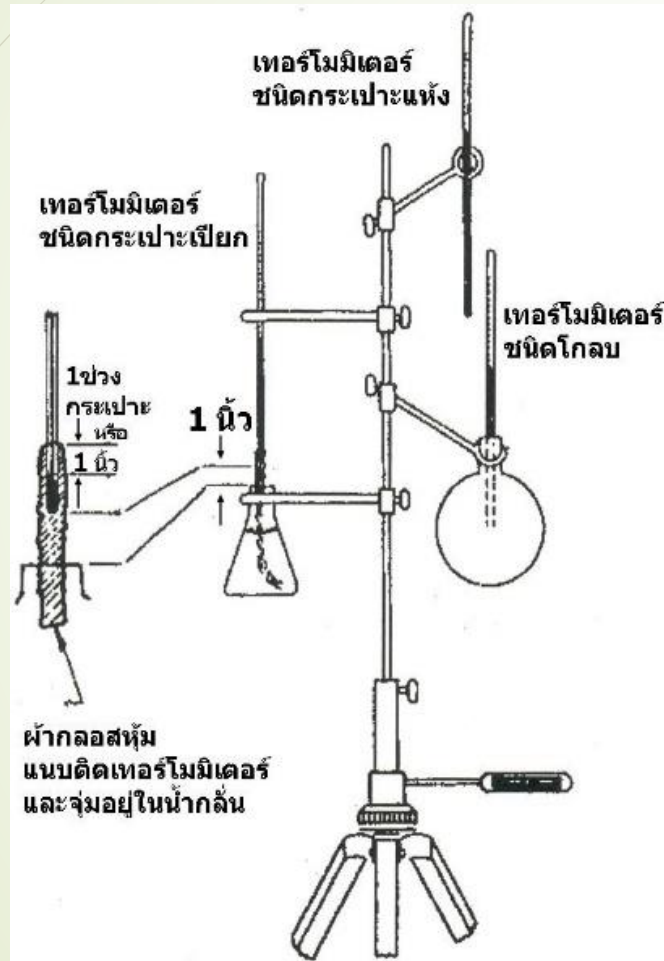
# โกลบ (Globe)



# เครื่องวัดการเผาผลาญพลังงาน



# การติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อน



# การติดตั้งและตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อน



เครื่องอ่านค่าและคำนวณค่า WBGT ได้โดยตรง ให้เป็นไป  
ตามมาตรฐาน ISO 7243 หรือ DIN EN 27243



# การติดตั้งและตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อนชนิดอ่านค่าโดยตรง



## วิธีการตรวจวัดค่าดัชนีระดับความร้อน

- 1. จัดเตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์หรือเครื่องมือ
- 2. การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์
- 3. การวิเคราะห์ระดับความร้อน

## การวิเคราะห์ระดับความร้อน

$$M_{เฉลี่ย} = \frac{(M1 \times t1) + (M2 \times t2) + \dots + (Mn \times tn)}{t1 + t2 + \dots + tn}$$

M1, M2, ... คือ ค่าประมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงานสำหรับกิจกรรมต่างๆ มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรีต่อนาที่หรือกิโลแคลอรีต่อชั่วโมง

t1, t2, ... คือ ระยะเวลาที่สัมผัสกับความร้อนใน 2 ชั่วโมงการทำงานที่ร้อนที่สุด

## การประเมินค่าความร้อน

1. ในกรณีตรวจวัดในอาคารหรือนอกอาคารที่ไม่มีแสงแดด

$$WBGT_{in} = 0.7NWB + 0.3GT$$

2. ในกรณีตรวจวัดนอกอาคารที่มีแสงแดด


$$WBGT_{out} = 0.7NWB + 0.2GT + 0.1DB$$

WBGT คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสเวทบัลด์์โกลบ (Web bulb globe temperature)

NWB คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (Natural Web bulb globe)

DB คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (Dry bulb temperature)

GT คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์โกลบ (Globe Temperature)



จากนั้นนำค่าดัชนี WBGT แต่ละค่าที่คำนวณได้ มาคำนวณหาค่า  
WBGT<sub>เฉลี่ย</sub> แล้วนำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด

$$\text{WBGT}_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{(\text{WBGT}_1 \times t_1) + (\text{WBGT}_2 \times t_2) + \dots + (\text{WBGT}_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$