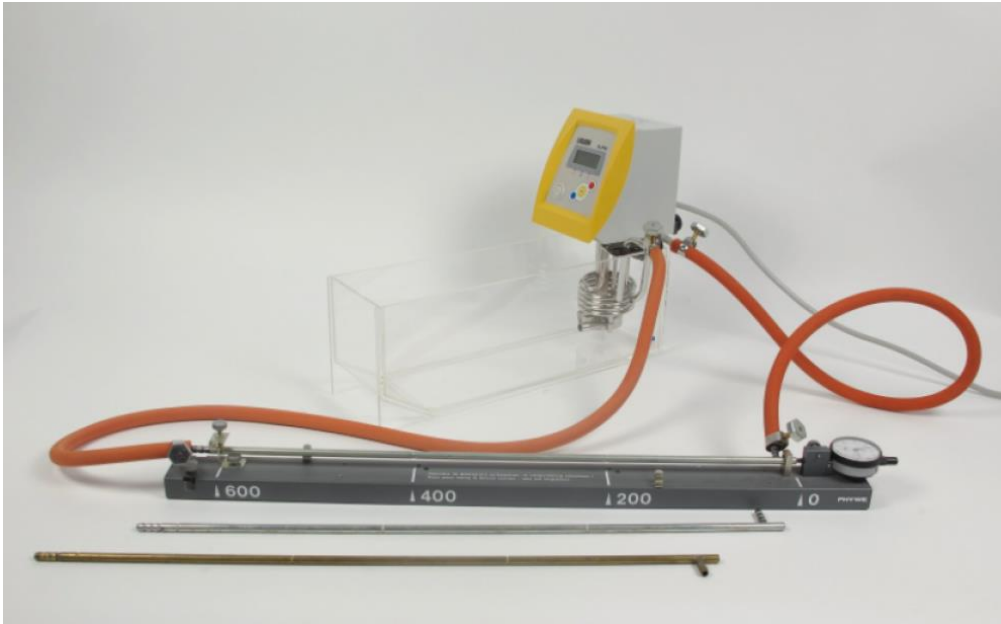


ชุดทดลองการขยายตัวของของแข็งและของเหลวสามารถควบคุมอุณหภูมิได้

วัตถุประสงค์

1. หาค่าการขยายตัวของปริมาตรของเอทิลอะซิเตท ($C_4H_8O_2$) น้ำมันมะกอก และกลีเซอรอล เป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิ โดยใช้ขวดวัดปริมาตร (pycnometer)
2. หาค่าการขยายตัวเชิงเส้นของทองเหลือง เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม แก้ว และควอตซ์ เป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิ โดยใช้ดิลาโตมิเตอร์ (dilatometer)
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงความยาวและความยาวทั้งหมด ในกรณีของอลูมิเนียม



ทฤษฎี

สัมประสิทธิ์การขยายตัวของปริมาตร เมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง ภายใต้ความดันคงตัว มีค่าเท่ากับ

$$\alpha = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (1)$$

โดย α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของปริมาตร

V คือ ปริมาตรทั้งหมดของระบบ

T คือ อุณหภูมิของระบบ หน่วยเป็นเคลวิน (Kelvin)

หากเราพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวในมิติเดียว หรือที่เราเรียกว่า การขยายตัวเชิงเส้น ก็จะได้

$$\alpha_1 = \frac{1}{l} \cdot \left(\frac{\partial l}{\partial T} \right)_p \quad (2)$$

เมื่อ l คือ ความยาวทั้งหมดของวัตถุที่พิจารณา

หรือ $l = l_0 [1 + \alpha_1 (v - v_0)] \quad (3)$

เมื่อ l_0 คือ ความยาวเริ่มต้นของวัตถุ

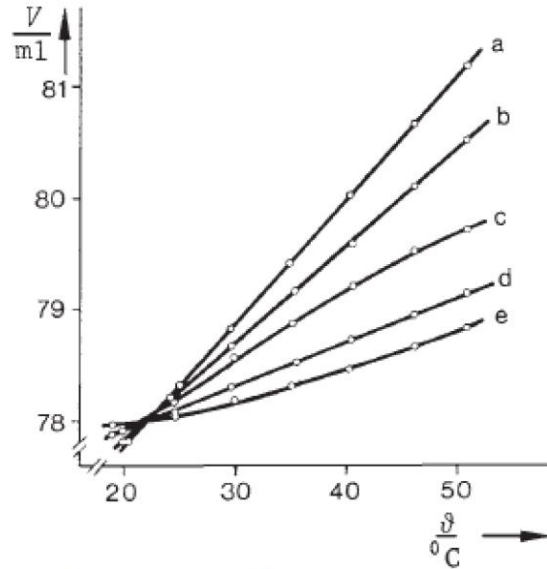
v_0 คือ อุณหภูมิเริ่มต้น ในหน่วยองศาเซลเซียส

v คือ อุณหภูมิสุดท้าย ในหน่วยองศาเซลเซียส

หมายเหตุ

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของของเหลวชนิดต่าง ๆ มีค่าดังนี้

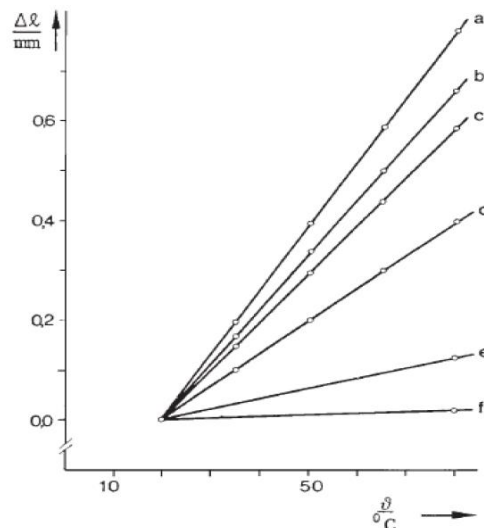
น้ำ ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)	$0.20 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
กลีเซอรอล	$0.50 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
น้ำมันมะกอก	$0.72 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
เอทิลอะซิเตท	$1.37 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$



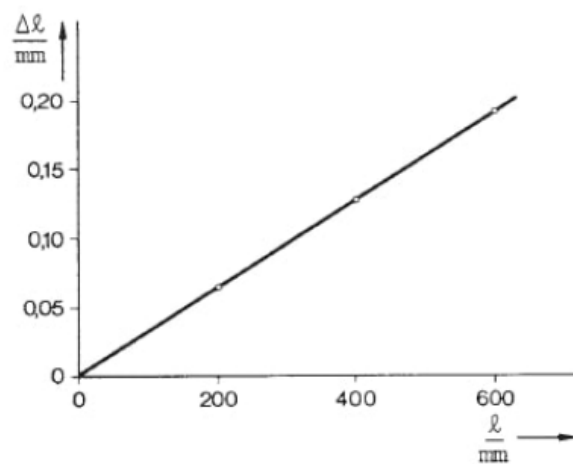
Relationship between volume V and temperature θ

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของของแข็งชนิดต่าง ๆ มีค่าดังนี้

อลูมิเนียม	$2.2 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
ทองเหลือง	$1.8 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
ทองแดง	$1.6 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
เหล็ก	$1.1 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
แก้วดูราน	$0.32 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
แก้วควอร์ตซ์	$0.046 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$



Relationship between length l and temperature θ




Change in length Δl as a function of the original length l_0 for aluminium


อุปกรณ์การทดลอง

Dilatometer with clock gauge	04233.00	1
Copper tube for 04231.01	04231.05	1
Aluminium tube for 04231.01	04231.06	1
Tube, quartz for 04231.01	04231.07	1
Immersion thermostat A100	46994.93	1
Cooling coil f.A100	46994.01	1
Accessory set for A100	46994.02	1
Bath for thermostat, Makrolon	08487.02	1
Lab thermometer, -10...+100C	38056.00	1
Rubber tubing, i.d. 6 mm	39282.00	2
Syringe 1ml, Luer, 10 pcs	02593.03	1
Cannula 0.6360 mm, Luer, 20 pcs	02599.04	1
Measuring tube, l 300 mm, NS19/26	03024.00	2
Wash bottle, plastic, 250 ml	33930.00	1
Flask, flat bottom, 50 ml, IGJ19/26	35810.01	2
Glass beaker, tall, 100 ml	36002.00	1
Ethyl acetate 250 ml	30075.25	1
Glycerol 250 ml	30084.25	1
Olive oil, pure 100 ml	30177.10	1
Laboratory balance w. RS 232, 310 g	45025.93	1



รูปที่ 1 แสดงการจัดอุปกรณ์ในการทดลอง





Setup and procedure

วิธีการทดลอง

1. ประกอบขวดวัดปริมาตร (pycnometer) โดยการนำหลอดแก้วมีสเกลเสียบบนปากขวดรูปชมพู่
2. นำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาจัดตั้งรูปที่ 1
3. เติมน้ำลงในอ่างให้อยู่ในระดับ $\frac{3}{4}$ ของอ่าง หรือให้ท่วมตัววัดอุณหภูมิ
4. ประกอบแท่งอลูมิเนียมที่ชุดอุปกรณ์วัดการขยายตัวตามเส้น กำหนดความยาวของแท่งอลูมิเนียมจากจุดยึด โดยให้เริ่มต้นที่ตำแหน่งไกลสุด 600 มิลลิเมตร (l_0)
5. ตั้งเครื่องอ่านระยะการขยายตัวที่ติดอยู่ปลายอีกด้านของแท่งอลูมิเนียมให้เป็นศูนย์
6. เติมนีออนไฮดรอกไซด์และกลีเซอรอลลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ให้ระดับของเหลวอยู่ที่ระดับศูนย์ของขวดวัด บันทึกค่าปริมาตรเริ่มต้น (V_0) นำขวดวัดปริมาตรทั้งสองวางในอ่าง

7. เปิดเครื่องทำความร้อน เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 30°C เมื่ออุณหภูมิถึงค่าที่ต้องการไฟของเครื่องจะกระพริบ รอให้อุณหภูมิคงที่ อ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ บันทึกค่า $T (^{\circ}C)$
8. บันทึกความยาวที่เพิ่มขึ้น (ΔL) จากเครื่องอ่านระยะการขยายตัว และปริมาตร (V) จากขวดวัดปริมาตร
9. เพิ่มอุณหภูมิ บันทึกความยาวและปริมาตร ให้ได้ข้อมูลประมาณ 8 – 10 ชุด
10. ปิดเครื่องทำความร้อน ระบายน้ำร้อนจากอ่าง แล้วเติมน้ำเย็นเข้าไปใหม่ก่อนทำปฏิบัติการต่อไป เก็บขวดวัดปริมาตรทั้ง 2 ออกจากอ่าง
11. เปิดเครื่องทำความร้อนปรับอุณหภูมิที่ 30 °C จนอุณหภูมิคงที่ ปรับเครื่องอ่านระยะการขยายตัวให้อ่านระยะการขยายตัวเป็นศูนย์
12. ปรับอุณหภูมิไปที่ 45°C จนอุณหภูมิกิ่งที่ บันทึกระยะการขยายตัว
13. ทำซ้ำข้อ 9 ถึง 11 แต่เปลี่ยนความยาวของแท่งอลูมิเนียมเป็น 400 และ 200 มิลลิเมตร
14. เปลี่ยนชนิดวัสดุจากแท่งอลูมิเนียมเป็นแท่งวัสดุชนิดอื่น และของเหลวเป็นน้ำมันมะกอก แล้วทำซ้ำข้อ 3 ถึง 12
15. นำข้อมูลทั้งหมดมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิ ความยาวที่เพิ่มขึ้นกับอุณหภูมิ และความยาวที่เพิ่มขึ้นกับความยาวเดิม
16. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตรจากสมการที่ 1 และสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้นจากสมการที่ 3 ของของเหลวและของแข็งตามลำดับ
17. สรุปผล

ผลการทดลอง

การขยายตัวตามปริมาตรของของเหลว

ปริมาตรเริ่มต้น (V_0) = มิลลิลิตร

อุณหภูมิ $T (^{\circ}C)$	เอทิลอะซิเตท	กลีเซอรอล	น้ำมันมะกอก
	ปริมาตร V (ml)	ปริมาตร V (ml)	ปริมาตร V (ml)

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรV (แกน y) กับอุณหภูมิ T (แกน x) ของของเหลวชนิดต่าง ๆ

เอทิลอะซิเตต

ความชันของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตร = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

เมทิลเลด สปริต

ความชันของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตร = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

น้ำมันมะกอก

ความชันของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตร = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

การขยายตัวเชิงเส้นของโลหะ

ความยาวเริ่มต้น (l_0) = มิลลิเมตร

อุณหภูมิ T (°C)	อลูมิเนียม	ทองแดง	ทองเหลือง	เหล็ก	แก้ว	แก้วควอartz
	ความยาว Δl (ml)	ความยาว Δl (ml)	ความยาว Δl (ml)	ความยาว Δl (ml)	ความยาว Δl (ml)	ความยาว Δl (ml)

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะยัด Δl (แกน y) กับอุณหภูมิ T (แกน x) ของโลหะชนิดต่างๆ (ที่ความยาว $l_0 = 600$ มม.)

อลูมิเนียม

ความชื้นของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

ทองแดง

ความชื้นของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

ทองเหลือง

ความชื้นของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

เหล็ก

ความชื้นของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

แก้ว

ความชื้นของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

แก้วควออตซ์

ความชื้นของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน = %

การเปลี่ยนแปลงความยาวเทียบกับความยาวตั้งต้นของอลูมิเนียม

ที่อุณหภูมิต่างกัน (ΔT) = - = °C

โลหะอลูมิเนียมความยาว l (mm)	ระยะยืด Δl (mm)
600	
400	
200	

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะยืด Δl (แกน y) และความยาวตั้งต้น l (แกน x)

อคูมเนียม

ความชันของกราฟ = หน่วย

สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น = หน่วย

สรุปผลการทดลอง

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