

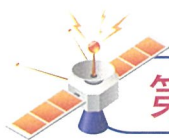
# 吳笛 物理

WU  
DY.  
PHYSICS

單元名稱

第十一章 熱現象與熱能





## 11-1 溫度與熱平衡

### 一、溫度－熱平衡

1. 熱平衡：冷熱不同的兩物體，接觸在一起，經過一段時間後，其冷熱程度就會趨於相等，這時兩物體達到熱平衡

\* 熱量由  流向 ，而非由高熱量流向低熱量。

2. 溫度：物體冷熱的程度

溫度：以數字及單位表示溫度之大小

3. 熱力學第“零”定律：若  $A, B$  均與  $C$  達到熱平衡，則  $A, B$  必達到熱平衡。

### 二、溫標換算

1. 溫度之表示方法有：

攝氏 ( $^{\circ}\text{C}$ )，華氏 ( $^{\circ}\text{F}$ )，凱氏 ( $\text{K}$ )

2. 換算：

$$(1) \text{通式：} \frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{K-273}{373-273} = \frac{x-a}{b-a}$$

$$(2) \text{攝氏與華氏的換算：} \frac{C}{100} = \frac{F-32}{180}$$

$$(3) \text{攝氏與凱氏的換算：} K = C + 273$$



### 三、溫度計

1. 溫度計：利用兩物接觸後會達成熱平衡之原理所製作出度量物體冷熱程度（溫度）之儀器。

2. 良好的溫度計必須具備之條件

- (1) 能迅速達成熱平衡。
- (2) 儀器本身之熱容不能太大，以免改變待測物體之溫度。
- (3) 對冷熱效應必須反應靈敏，且具一致性，不因測量次數而改變。

3. 常見溫度計

(1) 液體溫度計：利用水銀或酒精之熱脹冷縮來量度溫度。

缺點：水銀凝固點  $-38.8^{\circ}\text{C}$ ，沸點  $357^{\circ}\text{C}$ ，故溫度太高或太低均不可量度。

(2) 氣體溫度計：利用氣體的熱脹冷縮。

(3) 電阻溫度計：利用電阻隨溫度而變的特性。

(4) 耳溫槍：利用測量熱輻射。



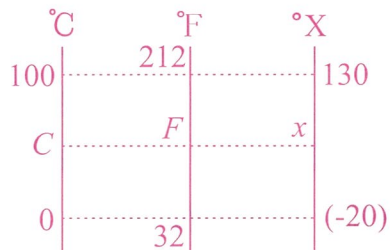


### 範例 01 溫度計與熱平衡

若設計一種溫度計，將水之冰點定為  $-20^{\circ}x$ ，沸點定為  $130^{\circ}x$ ，其間分成 150 個等分格，則此溫度計  $60^{\circ}x$  相當於攝氏多少度？

【答】  $53.3^{\circ}C$

【解】 如右圖，依比例列式



### 範例 02 溫度計與熱平衡

下列有關溫度計的敘述何者錯誤？ (A)溫度計與待測物接觸後愈短時間內達到熱平衡愈好 (B)溫度計因冷熱而改變的特性要有重覆性 (C)水銀溫度計剛浸入熱水時，水銀面先略為下降後再上升 (D)溫度計本身熱容量不可太大 (E)水銀溫度計是靈敏度最高的溫度計。

【答】 (E)

【解】 (C)



玻璃管先遇熱膨脹，管內空間變大，故水銀面先下降，接著水銀遇熱膨脹，但其膨脹量比玻璃大，故水銀面後來上升。

### 隨堂練習

- 華氏溫度等於攝氏溫度之 3 倍時，攝氏溫度應為  $\quad^{\circ}C$ 。
- 某人自定一溫標  $^{\circ}x$ ，該溫標將水的冰點定為  $-50^{\circ}x$ ，水的沸點為定為  $50^{\circ}x$ ，則該溫標與攝氏溫標  $^{\circ}C$  滿足 (A)  $^{\circ}C = ^{\circ}x + 32$  (B)  $^{\circ}C = ^{\circ}x + 50$  (C)  $^{\circ}C = ^{\circ}x + 32$ 。

【答】 1.  $\frac{80}{3}$  2. (B)

【解】 (1) 設攝氏溫度  $x^{\circ}C$

$$\Rightarrow \frac{3x - 32}{232 - 32} = \frac{x - 0}{100 - 0} \Rightarrow x = \frac{80}{3}^{\circ}C$$

$$(2) \frac{^{\circ}x - (-50)}{50 - (-50)} = \frac{^{\circ}C - 0}{100 - 0} \Rightarrow ^{\circ}C = ^{\circ}x + 50$$

**一、熱量**

## 1. 熱的單位：卡(Cal)

1 atm 下使 1 克的水由 14.5 °C 上升到 15.5 °C 所需之熱量

\* 溫度改變 ( $\Delta T$ ) 伴隨熱量的改變 ( $\Delta H$ )

$$\Delta H = ms \Delta T \quad s \text{ 稱爲比熱}$$

## 2. 比熱：1 克的物質升高 1 °C 所需熱量，單位：cal/g °C

同質量之不同物質，比熱大者 冷 熱，比熱小者 冷 熱。

3. 熱容量：物體溫度升高 1 °C 所需熱量： $C = \frac{H}{\Delta T} = ms$ 

單位：卡/°C

## 4. 水當量：物體之熱容量與多少重之水的熱容量相同時，其水重稱之爲物體之水當量。

$$\Rightarrow MS_W = mS \Rightarrow M = \frac{mS}{S_W} \Rightarrow M = mS \quad \text{單位：}$$

\* 注意：水當量的量值與熱容量相等，但單位不同

**二、混合**：物系平衡時，高溫體放熱 = 低溫體吸熱

## 1. 兩物混合：

兩物( $m_1, S_1, T_1$ )與( $m_2, S_2, T_2$ )混合，平衡溫度  $t$ ，則

$$m_1 S_1 (T_1 - t) = m_2 S_2 (t - T_2)$$

2. 三物混合，平衡溫度  $t$ ：

$$m_1 S_1 (T_1 - t) + m_2 S_2 (T_2 - t) = m_3 S_3 (t - T_3)$$



### 範例 01

將甲、乙兩物接觸時，熱由甲物流至乙物。這表示甲物一定具有：

(A)較多的熱量 (B)較大的熱容量 (C)較大的質量 (D)較高的溫度 (E)較大的比熱。

【答】 (D)

【解】

### 隨堂練習

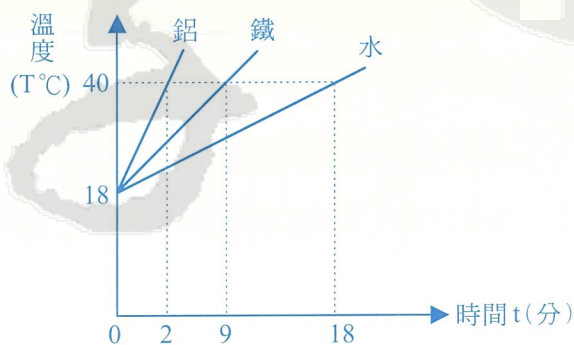
- 烈日下，碎石塊比池水熱，是因為： (A)太陽給碎石較多的熱量 (B)碎石有發熱的物質 (C)碎石塊的比熱比池水小 (D)碎石的密度比池水大 (E)碎石吸熱小但空間較大，可貯存熱。
- 比熱愈大的物質，表示其 (A)含熱量較大 (B)溫度較難上升 (C)溫度較難下降 (D)單位質量升高  $1^{\circ}\text{C}$  所需熱量較多 (E)若與同溫度比熱小的物質共處，則也會放熱能給比熱小的。

【答】 1. (C) 2. (B)(C)(D)

### 範例 02 溫度-時間圖

單位時間內加熱量一定的同一熱源，將鋁、鐵、水分別加熱，測得各物體溫度與時間的關係如左圖所示。已知鋁、鐵、水質量之比為  $1:9:2$ ，試回答下列各問題：

- 鋁、鐵、水比熱之比為\_\_\_\_\_。
- 鋁、鐵、水之熱容量比為\_\_\_\_\_。



【答】 (1)  $2:1:9$  (2)  $2:9:18$

【解】



## 隨堂練習

甲、乙、丙三個相同材質的金屬球，質量比為  $1:1:2$ ，初始溫度分別為  $50^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{\circ}\text{C}$ 。今先將甲和乙接觸達熱平衡後分開，再將乙和丙接觸達熱平衡後分開，若僅考慮三金屬球間的熱傳導，且無其他熱流失，則以下敘述哪些是正確的？ (A)甲的最終溫度為  $30^{\circ}\text{C}$  (B)乙的最終溫度為  $20^{\circ}\text{C}$  (C)甲、乙、丙三者的最終攝氏溫度比值為  $2:1:1$  (D)甲、乙、丙三者的熱容量比值為  $1:1:2$  (E)甲、乙、丙三者的熱容量比值為  $1:1:1$ 。 【95 指考】

【答】 (B)(C)(D)

【解】 ①甲、乙接觸後  $\Rightarrow T_{\text{甲}} = T_{\text{乙}} = 40^{\circ}\text{C}$

②乙、丙接觸後  $\Rightarrow T_{\text{乙}} = T_{\text{丙}} = 20^{\circ}\text{C}$

終溫  $T_{\text{甲}} = 40^{\circ}\text{C}$ ， $T_{\text{乙}} = T_{\text{丙}} = 20^{\circ}\text{C}$

熱容量  $= m \cdot s$  又甲、乙、丙材料同

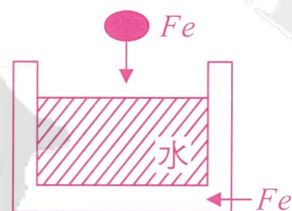
$\therefore$  熱容量  $\propto m \Rightarrow 1:1:2$

## 範例 03 混合溫度

量熱器內水的質量為  $200\text{g}$ ，溫度為  $20^{\circ}\text{C}$ ，量熱器內殼為鐵質，質量為  $50\text{g}$ ，外覆以絕熱物質。今將一質量  $80\text{g}$  溫度  $100^{\circ}\text{C}$  之鐵塊投入器內水中，若系統無熱的散失，熱平衡之溫度為  $24^{\circ}\text{C}$ ，求鐵之比熱。

【答】  $0.136\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

【解】 鐵塊放熱 = (容器 + 水) 之吸熱



## 隨堂練習

有一銅罐，質量  $200\text{g}$ ，內裝  $100\text{g}$  的水，當時溫度為  $20^{\circ}\text{C}$ ，今投入一鐵塊，質量  $250\text{g}$ ，最後溫度變為  $30^{\circ}\text{C}$ ，則鐵塊之原溫度為何？（設銅比熱  $0.09$ ，鐵比熱  $0.08$ ）

(A)  $119^{\circ}\text{C}$  (B)  $59^{\circ}\text{C}$  (C)  $79^{\circ}\text{C}$  (D)  $138^{\circ}\text{C}$  (E)  $89^{\circ}\text{C}$ 。

【答】 (E)