

**الطاقة الحرارية -الانتقال الحراري**  
**Energie thermique--transfert thermique**

**I-الانتقال الحراري**

**1-تعريف :**

الإنتقال الحراري هو انتقال الطاقة بالحرارة من جسم ساخن (أو مجموعة ساخنة) الى جسم بارد (أو مجموعة باردة) تسمى الطاقة الحرارية التي نعبر عنها بالحرف  $Q$  وحدتها الجول (J).

**2-طرق الإنتقال الحراري :**

• الإنتقال بالتوصيل :

نسخن أحد طرفي عارضة فلزية فنلاحظ أن الطرف الآخر يسخن بسرعة ، نقول إن العارضة الفلزية توصل الحرارة . نتحدث عن انتقال حراري بالتوصيل .

• الإنتقال بالحمل :

نضيف قطعا من نشاراة الخشب الى كمية من الماء في حوجلة ، ثم نسخن الماء. عندما يبدأ الماء يسخن نلاحظ هبوط نشاراة الخشب (الماء البارد) وصعودها (الماء الساخن)، أي أن الماء البارد ينزل ليحل محله الماء الساخن . وهكذا يحدث تيار مائي ، فيسمى هذا الإنتقال بالحمل الحراري .

• الإنتقال بالإشعاع :

ترسل الشمس أشعة ضوئية لتصل الى الأرض . كما أن كل جسم ساخن يبعث أشعة تسمح بانتقال الحرارة منه الى جسم آخر ، نتحدث عن انتقال الحرارة بالإشعاع .

**II-الحرارة الكتليلية la masse massique**

**1-كمية الحرارة : الطاقة الحرارية**

كمية الحرارة هي الكيفية التي تنتقل بها الطاقة والتي تهم البنية المجهرية للجسم . عندما تتغير درجة حرارة جسم ذي كتلة  $m$  من  $\theta_i$  الى  $\theta_f$  يتبادل هذا الجسم كمية من الحرارة  $Q$  بحيث :

$$Q = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i)$$
$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$
$$(J) \quad (kg) \quad (^{\circ}C \text{ أو } K)$$

$c$  : ثابتة تتعلق بطبيعة الجسم وتسمى الحرارة الكتليلية للجسم وحدتها ( $J \cdot kg^{-1} \cdot ^{\circ}C^{-1}$ ) أو ( $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ )

## 2-الحرارة الكتليلية و السعة الحرارية :

تعريف 1:

تساوي الحرارة الكتليلية  $c$  لجسم كمية الحرارة التي يجب توفيرها لوحدة كتلة هذا الجسم وذلك لرفع درجة حرارته بالقيمة  $1^{\circ}\text{C}$  ، دون تغيير حالته الفيزيائية .

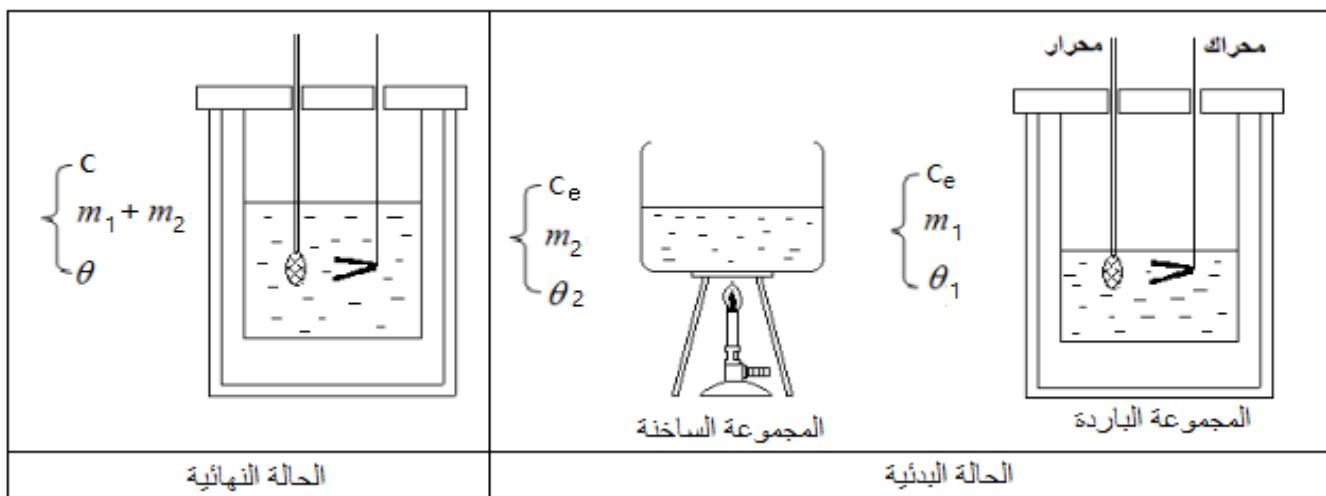
تعريف 2 :

نسمى الجداء  $c = m \cdot c_e$  السعة الحرارية للجسم ويمثل كمية الحرارة التي يجب توفيرها للجسم وذلك لرفع درجة حرارته بالقيمة  $1^{\circ}\text{C}$  ، دون تغيير حالته الفيزيائية .

## 3-تطبيقات :

### 3-1-تعيين السعة الحرارية لمسعر :

نضيف الى مسعر يحتوي كتلة  $m_1$  من الماء عند درجة الحرارة  $\theta_1$  ، كتلة  $m_2$  من ماء ساخن درجة حرارته  $\theta_2$  . نحرك الخليط . بعد مدة وجيزة تستقر درجة الحرارة عند القيمة  $\theta$  نقول أنها حصلنا على توازن حراري داخل المسعر .



❖ اكتسبت المجموعة ( $S_1$ ) المكونة من المسعر والكتلة  $m_1$  من الماء ، كمية الحرارة  $Q_1$  :

$$Q_1 = m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1) + \mu_c (\theta - \theta_1)$$

$c_e$  : الحرارة الكتليلية للماء ،  $\mu_c$  : السعة الحرارية للمسعر .

❖ فقدت المجموعة ( $S_2$ ) المكونة من الكتلة  $m_2$  من الماء كمية من الحرارة  $Q_2$  :

$$Q_2 = m_2 \cdot c_e (\theta - \theta_2)$$

❖ باعتبار المسعر حافظة كظيمة ، فإننا نعبر عن التوازن الحراري بالعلاقة :  $0$  :

$$m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1) + \mu_c (\theta - \theta_1) + m_2 \cdot c_e (\theta - \theta_2) = 0$$

$$(m_1 \cdot c_e + \mu_c) (\theta - \theta_1) = m_2 \cdot c_e (\theta_2 - \theta)$$

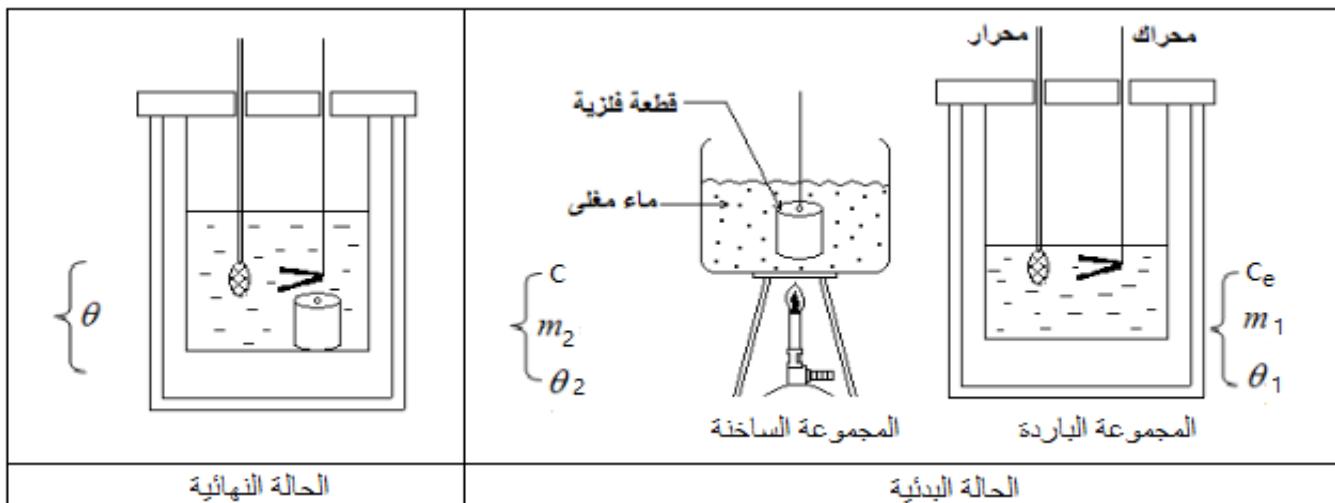
$$\mu_c = \frac{m_2 \cdot c_e (\theta_2 - \theta)}{\theta - \theta_1} - m_1 \cdot c_e$$

## 3-تعيين الحرارة الكتليلية لفلز :

بواسطة ميزان نحدد الكتلة  $m_1$  للماء البارد ، ندخل الكتلة  $m_1$  في مسuar ، عند التوازن الحراري تستقر درجة حرارة المجموعة عند  $\theta_1$  .

ندخل جسم فلزي كتلته  $m_2$  في ماء مغلي درجة حرارته  $\theta_2$  .

نخرج الجسم الفلزي من الماء المغلي ويدخل في حينه في المسuar الذي يتم غلقه . يحرك الماء قليلا . وعند اسقراط درجة الحرارة الخليط ، نسجل درجة الحرارة النهائية  $\theta$  .



❖ تكتسب المجموعة الباردة المكونة من المسuar والماء كمية الحرارة  $Q_1$  :

$$Q_1 = (m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta - \theta_1)$$

❖ تفقد المجموعة الساخنة المكونة من الجسم الفلزي كمية الحرارة  $Q_2$  :

$$Q_2 = m_2 \cdot c(\theta - \theta_2)$$

❖ المسuar حافظة كظيمة نكتب :  $Q_1 + Q_2 = 0$

$$(m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta - \theta_1) + m_2 \cdot c(\theta - \theta_2) = 0$$

$$m_2 \cdot c(\theta - \theta_2) = (m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta_1 - \theta)$$

$$c = \frac{(m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta - \theta_1)}{m_2(\theta - \theta_2)}$$

### **III- الحرارة الكامنة لغير الحالة الفيزيائية للجسم الحالص :**

#### **1-الانصهار والتجمد :**

- ✓ الانصهار هي ظاهرة تحول جسم خالص من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة عند درجة حرارة ثابتة  $\theta_f$  تسمى درجة حرارة الانصهار .

الحرارة الكامنة  $L_f$  لانصهار جسم صلب خالص ، هي كمية الحرارة التي يجب توفيرها لوحدة كتلة هذا الجسم ، عند درجة حرارة الانصهار  $\theta_f$  و تحت نفس الضغط ، لتحويله كليا الى الحالة السائلة :

$$(J) \leftarrow \boxed{Q = m \cdot L_f} \rightarrow (J \cdot kg^{-1}) \\ (kg)$$

- ✓ التجمد هو الظاهرة العكسية لانصهار ، بحيث  $L_s = m \cdot L_f$  حيث  $L_s$  : الحرارة الكامنة للتجمد وهي مربطة بالحرارة الكامنة لانصهار بالعلاقة :

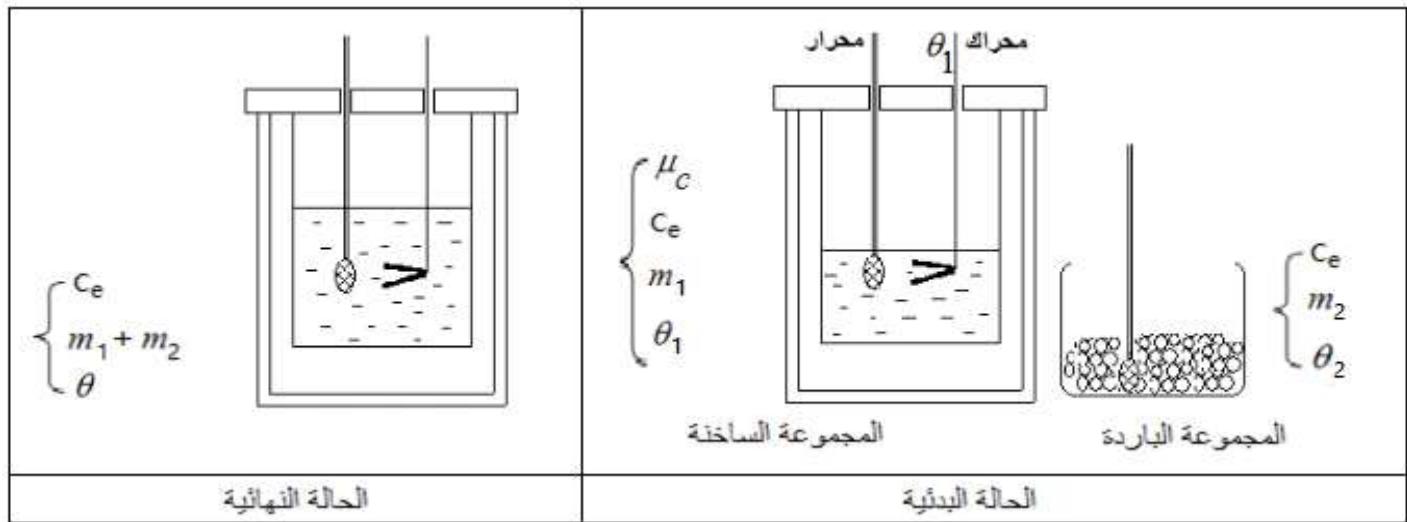
#### **2-التبخير والتكاثف :**

- ✓ التبخر هو ظاهرة تحول جسم خالص من الحالة السائلة الى الحالة الغازية عند درجة حرارة ثابتة  $\theta_v$  لتكن  $Q$  كمية الحرارة التي يجب توفيرها لسائل لتحويله كليا الى بخار عند درجة حرارة معينة ، بحيث يكون ضغط البخار المشبع ثابتا :  $Q = m \cdot L_v$  حيث  $L_v$  : الحرارة الكامنة للتبخير .

- ✓ التكاثف هو الظاهرة العكسية للتبيخ ، بحيث :  $m \cdot L_v = Q'$  أي :  $L_v = -L_f$

#### **3-تطبيق : تعين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد :**

- نترك مكعبات جليد تنصهر جزئيا في إناء ، ثم ندخلها بعد تجفيفها بورق الترشيح في مسurer يحتوي على ماء كتلته  $m_1$  و درجة حرارته  $\theta_1$  . نحدد كتلة الجليد  $m_2$  بقياس كتلة المسurer قبل وبعد إدخال الجليد . نحرك الخليط وعند التوازن الحراري تستقر درجة الحرارة في المسurer عند القيمة  $\theta$  .



❖ فقدت المجموعة الساخنة والمكونة من المسعر والكتلة  $m_1$  من الماء ، كمية الحرارة  $Q_1$  :

$$Q_1 = (m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta - \theta_1)$$

❖ اكتسبت المجموعة الباردة المكونة من الجليد الذي تحول الى ماء كتلته  $m_2$  ، كمية الحرارة  $Q_2$  :

$$Q_2 = m_2 \cdot c_e(\theta - \theta_0) + m_2 \cdot L_f$$

❖ بما أن المسعر حافظة كظيمة ، فإن المعادلة المسعرية تكتب :

$$(m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta - \theta_1) + m_2 \cdot c(\theta - \theta_0) + m_2 \cdot L_f = 0$$

$$L_f = \frac{(m_1 \cdot c_e + \mu_c)(\theta_1 - \theta) + m_2 \cdot c(\theta_0 - \theta)}{m_2}$$