

الجامعة المستنصرية  
كلية التربية  
قسم الفيزياء  
المرحلة: الأولى  
الدراسة المسائية  
المادة: الحرارة

# Chapter Two

## Heat and First Law of Thermodynamics

الحرارة  
والقانون الاول للثرموديناميك

## الطاقة :

لا يوجد تعريف محدد ودقيق للطاقة ويعود ذلك لتنوع أشكالها وخصائصها.

**الطاقة الكامنة والطاقة الحركية والطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية والضوئية والكيميائية والنووية وغيرها.**

وتتبادل المادة الطاقة فيما بينها وتحولها من شكل لآخر، فيمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى حرارية كما في المكواة ، والطاقة الحركية لمياه الأنهار إلى طاقة كهربائية (آلة دوارة تقوم بتحويل الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للمياه الى طاقة حركية دورانية) في السدود .

إذا فالطاقة في هذا العالم لا تفتنى ولا تنشأ من العدم بل تتحول من شكل لآخر.

**اذن الحرارة هي شكل من اشكال الطاقة.**

## الحرارة وتأثيراتها : Heat and its Effects

ترتبط عملية رفع درجة حرارة جسم **بزيادة** طاقته الحركية، اما في حالة خفض درجة حرارة جسم فان كمية من الطاقة سوف **تسحب** بناء على هذه العملية. في اثناء عمليات التحول (غليان، الانصهار، تسامي، تكاثف، انجماد) فان **درجة الحرارة تبقى ثابتة** الى ان يتم التحول من طور الى اخر.

**علل:** تمتص المادة كمية من الطاقة في عمليات (الغليان، الانصهار، التسامي) من دون زيادة أو ارتفاع في درجة الحرارة اما في عمليتا (التكاثف والانجماد) فتحرر طاقة مع بقاء درجة حرارة المادة ثابتة.

**الجواب:** ان الطاقة الحرارية التي تمتصها المادة سوف تستعمل لغرض **تكسير الاواصر** التي تربط بين ذرات أو جزيئات المادة في حين ان الطاقة الحرارية التي تحررها المادة فهي تستعمل في **بناء الاواصر** التي تربط بين ذرات أو جزيئات المادة.

## كمية الحرارة: Heat Quantity

كمية الحرارة  $Q$  التي يكتسبها أو يفقدها الجسم في اثناء عمليات التسخين والتبريد أو عملية التحويل في حالة المادة أو عملية التبادل الحراري تخضع لقانون حفظ الطاقة.

تعتمد كمية الحرارة التي يفقدها الجسم أو يكتسبها على :

١. كتلة المادة.
  ٢. مقدار التغير في درجة حرارة المادة.
  ٣. الحرارة النوعية للمادة.
- وهناك بعض النقاط المهمة الواجب اخذها بنظر الاعتبار عند عملية حساب كمية الحرارة المفقودة أو المكتسبة من قبل المادة وتتضمن
١. **تغير درجة حرارة المادة:** عند تسخين أو تبريد مادة كتلتها  $m$ ، فإن درجة حرارتها تزداد أو تقل بمقدار  $\Delta T$  لذلك فإن المادة سوف تكتسب أو تفقد كمية من الحرارة  $Q$  بفرض عدم حدوث تغير في الطور وتعطى بالعلاقة

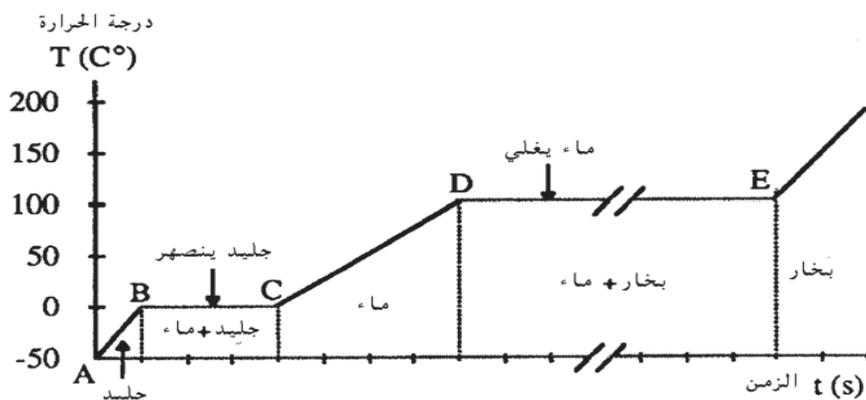
$$Q=mc(\Delta T)$$

إذ ان  $c$  تمثل الحرارة النوعية للمادة.

٢. **تغير حالة المادة:** كمية الحرارة  $Q$  التي يجب تزويدها للمادة في اثناء عملية تحويل المادة (الغليان، انصهار، التسامي) أو التي يجب سحبها من المادة (التكاثف، الانجماد) دون ان تسبب زيادة أو نقصان درجة حرارة المادة فأنها تعطى بالعلاقة:

$$Q=mL$$

إذ تمثل  $L$  الحرارة الكامنة لـ (الغليان، الانصهار، التسامي، التكاثف والانجماد).



السعة الحرارية والسعة الحرارية النوعية :

## Heat Capacity and Specific Heat Capacity

سنستخدم الان تعبير كمية الحرارة للدلالة على مقدار الطاقة الحرارية التي يكتسبها الجسم، إذ يمكن تزويد الجسم بكميات من الحرارة من مصادر مختلفة فالمصدر المعتاد: **اللهب، اشعة الشمس، الاحتكاك وحك اليدين** .  
لذا سنطلق على كل هذه الصور المختلفة لمصادر الحرارة بكمية الحرارة. وجد بالتجربة العملية ان كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المادة تختلف حسب طبيعة المادة.

مثال كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1kg من **الماء** درجة مئوية واحدة تساوي 4186 J ولكن لرفع درجة حرارة 1kg من **النحاس** درجة مئوية واحدة يلزم 387J ولهذا فانه نحتاج الى تعريف كمية فيزيائية جديدة تأخذ في الحسبان طبيعة المادة المكتسبة أو الفاقدة للحرارة وهذه الكمية هي

### السعة الحرارية: Heat Capacity (h.c)

وتعرف بانها مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة المادة درجة مئوية واحدة.

ومن تعريف السعة الحرارية نستنتج ان كمية الحرارة التي تضاف للمادة تساوي التغير في درجات الحرارة مضروبة في السعة الحرارية، ووحدة السعة الحرارية هي  $J/^{\circ}C$ .

$$Q = C\Delta T$$

إذ ان  $Q$  كمية الحرارة،  $C$  السعة الحرارية و  $\Delta T$  التغير في درجة الحرارة. من الملاحظ بان **السعة الحرارية تتناسب طردياً مع كتلة المادة** ولذلك سنقوم بتقسيم السعة الحرارية على الكتلة حتى نحصل على كمية فيزيائية جديدة لا تعتمد على الكتلة وهي **السعة الحرارية النوعية specific heat capacity** (s.h.c) والتي تعتمد فقط على نوع المادة.

$$c = \frac{C}{m}$$

إذ ان  $c$  تمثل السعة الحرارية النوعية. ووحدة السعة الحرارية النوعية  $J/ kg \cdot ^{\circ}C$ ، فمثلا السعة الحرارية النوعية للماء تساوي .  $4186 J/ kg \cdot ^{\circ}C$  نلاحظ ان الماء هو **اكثر العناصر سعة حرارية في الطبيعة** اي **اقلهم تأثيراً بتغير درجة الحرارة**، وهذا يجعل درجة حرارة جسم الانسان ثابتة طوال اليوم والا كانت ارتفعت درجة حرارة اجسامنا في النهار وانخفضت في الليل وذلك بسبب احتواء اجسامنا على حوالي 70% ماء،

كما ان ماء المحيطات والبحار لا تتغير درجة حرارتها بسرعة حفاظا على الكائنات الحية التي فيها.

$$Q=mc\Delta T$$

إذ ان  $\Delta T$  تمثل التغير في درجة الحرارة وتساوي

$$\Delta T=T_f -T_i$$

من هذه المعادلة يتضح انه عندما **تكتسب** المادة حرارة فان كلاً من كمية الحرارة والتغير في درجة الحرارة يكون **موجباً**، وعندما **تفقد** المادة حرارة فان التغير في درجة الحرارة يكون **بالسالب** وتكون كمية الحرارة **سالبة**.

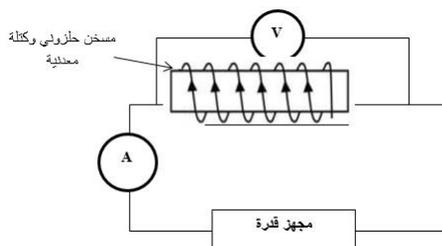
طرق قياس السعة الحرارية النوعية :

### Methods of Measurements of Specific Heat Capacity

هناك عدة طرق لقياس الحرارة النوعية والتي تختلف فيما بينها باختلاف مديات درجات الحرارة الواطنة أو العالية جداً ومن هذه الطرق ما يأتي :

#### ١. الطريقة الكهربائية لقياس السعة الحرارية النوعية للمواد الصلبة :

الشكل يحوي الكتلة المعدنية والمسخن، وبالنظر الى الدائرة الكهربائية المجاورة فاذا كان الاميتر يسجل  $i$  امبير والفولتميتر يسجل  $V$  فولت وهو فرق الجهد حول المسخن.



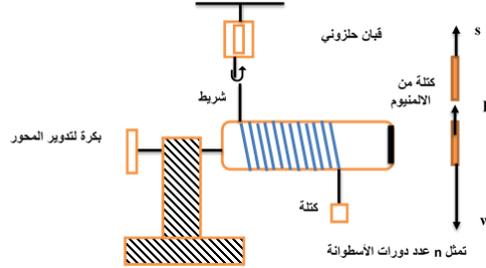
فاذا سمح للتيار بالمرور لفترة زمنية قدرها  $t$  فتكون **الطاقة الكهربائية المجهزة**  $Vit$ . واذا كانت السعة الحرارية للمنظومة (المسخن والمحرار والغطاء للمسر هي  $C$  والسعة الحرارية النوعية  $c$  وكتلة المادة  $m$  بالغرام والتغير بدرجة الحرارة  $\Delta T$  فان

$$Vit=cm\Delta T$$

ومن هذه العلاقة يمكن حساب  $c$ . قد يسبب التسرب الحراري للمحيط خطأ في قياس السعة الحرارية، ولذلك فان افضل طريقة لتصحيح قيمة السعة الحرارية بان **تسجل** درجة حرارة الجسم **خلال التسخين وبعد** ايقاف مرور التيار الكهربائي اي عند **التبريد**.

## ٢. الطريقة الميكانيكية لقياس السعة الحرارية النوعية :

يمثل الشكل طريقة لقياس السعة الحرارية النوعية بالطريقة الميكانيكية، إذ إن القوة الظاهرة هي  $s$  (قوة سحب القبان)،  $F$  قوة الدفع من الكتلة على الشريط وهي تساوي وتعاكس قوة الدفع من الشريط على الكتلة.



$w$  قوة السحب من قبل الثقل (الوزن) . لذلك فإن

$$F=w-s$$

الشغل المنجز من قبل قوة الاحتكاك عندما تدور اسطوانة الألمنيوم عدد من الدورات قدرها  $n$  فإذا كان محيطها  $\lambda$  فإن الشغل  $\omega$

$$\omega=(w-s)n \lambda$$

وعند معرفة كتلة الاسطوانة  $m$  والارتفاع بدرجة الحرارة  $\Delta T$  فإن كمية الحرارة المجهزة لها  $\Delta Q$  سوف تساوي  $\Delta Q=mc\Delta T$  . وحسب معادلة الطاقة والشغل فإننا نحصل على

$$\Delta Q=\omega$$

$$mc\Delta T=(w-s)n \lambda$$

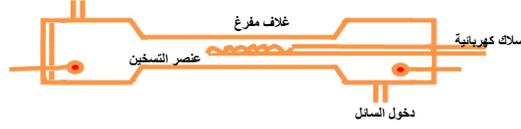
$$c = \frac{(w - s)n\lambda}{m\Delta T}$$

## ٣. الطريقة الكهربائية لقياس السعة الحرارية النوعية للمواد السائلة:

يمثل الشكل طريقة الجريان المستمر لقياس السعة الحرارية النوعية، إذ إن التيار المار في المسخن هو  $i$  و  $V$  هو فرق الجهد الكهربائي حول طرفي المسخن. يسمح للمائع بالمرور ببطنى وبمعدل ثابت خلال الجهاز ويجري ترتيب معدل التسخين، ومعدل الجريان حتى يتم الحصول على قيم كبيرة لـ  $\Delta T$  يمكن قياسها. بعدها يتم تجميع كتلة  $m$  من السائل بزمن قدره  $t$ ، وباستعمال قانون حفظ الطاقة

$$V_{it} = cm\Delta T$$

فانه يمكن الحصول على الحرارة النوعية للمائع  $c$ .



تتغير قيمة  $c$  تبعاً لدرجة الحرارة وكذلك تعتمد على الضغط المسلط عند القياس ولكنها للمواد الصلبة والسائلة لا تتغير كثيراً.

#### ٤. طريقة الخلط لإيجاد الحرارة النوعية للمواد الصلبة

في هذه الطريقة يتم إيجاد كتلة الجسم الصلب المراد إيجاد حرارته النوعية، ثم يعلق بخيط ويوضع في ماء يغلي لمدة معينة (عشر دقائق مثلاً)، إذ تصبح درجة حرارته  $T_3$  مساوية إلى  $100^\circ\text{C}$ ، وبعدها ينقل بسرعة إلى مسعر حراري كتلته  $m_c$  يحتوي على كمية من الماء كتلته  $m_w$  ودرجة حرارتهما  $T_1$ ، يحرك الماء ونسجل أعلى درجة حرارة يصلها المحرار  $T_2$ . عند فرض أن الجسم الصلب لم يفقد حرارة خلال نقلة إلى المسعر فان

كمية الحرارة التي فقدها الجسم الصلب

خلال انخفاض درجة من  $T_3$  إلى  $T_2$  = كمية الحرارة التي اكتسبها الماء خلال رفع درجة حرارته من  $T_1$  إلى  $T_2$  = كمية الحرارة التي اكتسبها المسعر الحراري خلال رفع درجة حرارته من  $T_1$  إلى  $T_2$

فإذا كانت الحرارة النوعية للجسم الصلب تساوي  $c$  والحرارة النوعية للماء

$$mc(T_3 - T_2) = m_w c_w (T_2 - T_1) = m_c c_c (T_2 - T_1)$$

$$c = \frac{(m_w c_w + m_c c_c)(T_2 - T_1)}{m(T_3 - T_2)}$$

#### ٥. طريقة الخلط لإيجاد الحرارة النوعية للمواد السائلة:

وهي مشابهة إلى الطريقة السابقة (4) حيث يتم اختيار الجسم الصلب بحيث تكون قيمة حرارته النوعية معروفة، وتستخدم المعادلات السابقة نفسها لإيجاد الحرارة النوعية للسائل. وهناك طرق أخرى لقياس الحرارة النوعية للمواد مثل طريقة الجريان المستمر والطريقة الميكانيكية وطريقة التبريد.