

## البطاقة التربوية لعمل مخبري

رقم المذكرة : 007  
الوحدة : الطاقة الداخلية

المستوى : 2 علوم تجريبية  
المجال : الميكانيك والطاقة

عنوان التجربة : قياسات حرارية

### مؤشرات الكفاءة :

- استعمال طريقة المزج لتحقيق تحويلات حرارية واستنتاج المكافئ المائي للمسعر.
- انجاز حصيلة تحويلات حرارية.
- استنتاج قيم بعض المقادير الحرارية.

### البروتوكول التجريبي :

- نقسم هذا العمل إلى ثلاثة أجزاء :
- 1-الجزء الأول: تحديد السعة الحرارية لمسعر حراري واستنتاج المكافئ المائي للمسعر.
  - 2- الجزء الثاني: تحديد السعة الحرارية الكتلية لقطعة معدنية.
  - 3-الجزء الثالث: استنتاج السعة الكتلية لانصهار الجليد.

### الأدوات :

- مسعر حراري ولواحقه- ميزان- قطعة معدنية- قطع جليدية
- قطعة معدنية - إناء - ماء - سلك- ماسك- حرار- موقد ولواحقه

### الزجاجيات :

### الأجهزة :

### المواد الكيميائية :

## البروتوكول التجريبي:

### الجزء الأول : تحديد السعة الحرارية لمسعر حراري واستنتاج المكافئ المائي للمسعر.

**المسعر :** هو جهاز يستخدم في المختبرات الكيميائية لقياس كمية الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية أو التغيرات الفيزيائية بالإضافة إلى تحديد السعة الحرارية.  
يسمى المسعر بالإنجليزية Calorimeter وهي تعني باللاتينية قياس الحرارة، أما التسمية العربية فمشتقة من السعة الحرارية التي تقابل Calorie.

**المكافئ المائي:** هو كمية الماء التي تمتص نفس التحويل الحراري الذي يمتصه المسعر .  
ننمذج حينئذ المسعر الحقيقي بمسعر مثالي (لا يمتص الحرارة) زائد كمية من ماء (المكافئ المائي للمسعر). نرسم له بالرمز  $\mu$  وحدته في جملة الوحدات الدولية kg.

#### طريقة العمل:

- 1- ضع كمية من ماء بارد كتلتها  $m$  داخل المسعر وانتظر تحقيق التوازن الحراري ثم قس درجة حرارة الجملة  $T_i$  .
- 2- ضع الجملة (المسعر + الماء) على كفة الميزان ولتكن كتلة الجملة  $m_1$  (الشكل 1).
- 3- سخن كمية من الماء في إناء ثم قس درجة حرارته ولتكن  $T_2$  مباشرة قبل تفريغ جزء منه في المسعر .
- 4- خلط كميتي الماء حتى تتوازن الجملة ثم قس درجة الحرارة النهائية للجملة  $T_f$ .
- 5- زن الجملة ( مسعر + ماء بارد + ماء ساخن ) ولتكن  $m_2$  ثم عين كتلة الماء الساخن المضاف بالعلاقة :  $M = m_2 - m_1$  .

#### المطلوب:

تحديد قيمة السعة الحرارية للمسعر واستنتاج مكافئه المائي .

#### طريقة الانجاز:

- 1- الجملة المدروسة هي : المسعر + الماء الساخن + الماء البارد.
- 2- تحديد الحالة الابتدائية والحالة النهائية:

- المسعر درجة حرارته $T_i = 15^\circ\text{C}$	الحالة الابتدائية
- الماء البارد كتلته $m = 200\text{g}$ ودرجة حرارته $T_i = 15^\circ\text{C}$ .	
- الماء الساخن كتلته $M = 200\text{g}$ ودرجة حرارته $T_c = 60^\circ\text{C}$ .	
- المسعر درجة حرارته $T_f = 36^\circ\text{C}$ .	الحالة النهائية
- الماء البارد كتلته $m$ ودرجة حرارته $T_f$ .	
- الماء الساخن كتلته $M$ ودرجة حرارته $T_f$ .	

#### 3- تحديد التحويلات الحرارية:

المسعر : استقبل تحويلا حراريا  $Q_1$  من الماء الساخن وارتفعت درجة حرارته من  $T_i$  إلى  $T_f$  :  $Q_1 = C(T_f - T_i)$  حيث  $C$  السعة الحرارية للمسعر .

الماء البارد: استقبل تحويلا حراريا  $Q_2$  من الماء الساخن وارتفعت درجة حرارية من  $T_i$  إلى  $T_f$  :  $Q_2 = mc(T_f - T_i)$   
الماء الساخن: فقد تحويلا حراريا  $Q_3$  وانخفضت درجة حرارية من  $T_c$  إلى  $T_f$  :  $Q_3 = Mc(T_f - T_c)$  قيمتها سالبة.

#### 4- الحصيلة الحرارية للجملة:

الجملة المدروسة لا تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي ( جملة شبه معزولة ) اذا:  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$  أي أن  $C(T_f - T_i) + m.c(T_f - T_i) + M.c(T_f - T_i) = 0$

ومنه نستنتج عبارة السعة الحرارية للمسر:  $C = \frac{m.c(T_f - T_i) + M.c(T_f - T_i)}{T_i - T_f}$

$$C = \frac{200 \times 4.185(36 - 15) + 200 \times 4.185(36 - 60)}{15 - 36} = 119.57 \text{ j/C}$$

علما ان :  $c=4185(\text{j.kg}^{-1}.\text{K}^{-1})$  نجد المكافئ المائي للمسر  $\mu$  ويمثل كتلة الماء التي تستقبل نفس التحويل الحراري الذي استقبله المسر أي:  $C = \mu.c$

أي أن :  $\mu = \frac{119.75}{4.185} \Rightarrow \mu = 28.57 \text{ g}$

#### الجزء الثاني: تحديد السعة الحرارية الكتلية لقطعة معدنية.

##### طريقة العمل:

- 1- اقترح طريقة عملية دقيقة تقيس بها الكتلة  $m$  لقطعة معدنية.
- 2- علق هذه القطعة داخل إناء يوجد فيه ماء نقي في حالة غليان. نقبل انه بعد دقائق يصبح للقطعة المعدنية نفس درجة حرارة الماء .  
- قس درجة الحرارة  $T_m$  .
- 3- خلال هذه الفترة خذ كمية من ماء بارد كتلته  $M$  وضعها في المسر .  
- انتظر التوازن الحراري ثم قس درجة الحرارة  $T_i$  للماء والمسعر.
- 4- اخرج القطعة المعدنية بسرعة من الإناء وضعها في المسر وحرك حتى يحدث التوازن الحراري ثم قس درجة الحرارة النهائية  $T_f$

##### المطلوب

تحديد السعة الكتلية للقطعة المعدنية.

##### طريقة الانجاز:

- 1- الجملة المدروسة هي :المسر+الماء+القطعة المعدنية
- 2- تحديد الحالة الابتدائية والحالة النهائية

- المسر درجة حرارته $T_i$	الحالة الابتدائية
- الماء كتلته $M$ ودرجة حرارته $T_i$	
- القطعة المعدنية كتلتها $m$ ودرجة حرارتها $T_m$	الحالة النهائية
- المسر درجة حرارته $T_f$	
- الماء كتلته $M$ ودرجة حرارته $T_f$	
- القطعة المعدنية كتلتها $m$ ودرجة حرارتها $T_f$	

##### 3- تحديد التحويلات الحرارية :

- المسر: استقبل تحويلا حراريا  $Q_1$  من القطعة المعدنية وارتفعت درجة حرارته من  $T_i$  إلى  $T_f$  :  $Q_1 = C(T_f - T_i)$
  - الماء: استقبل تحويلا حراريا  $Q_2$  من القطعة المعدنية وارتفعت درجة حرارته من  $T_i$  إلى  $T_f$  :  $Q_2 = M.c(T_f - T_i)$
  - القطعة المعدنية: فقدت تحويلا حراريا  $Q_3$  وانخفضت درجة حرارتها من  $T_m$  إلى  $T_f$  :  $Q_3 = m.c_m(T_f - T_m)$
- حيث  $c_m$  هي السعة الكتلية للقطعة المعدنية.

##### 4- الحصيلة الطاقوية للجملة:

الجملة شبه معزولة:  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$  أي ان :  $C(T_f - T_i) + M.c(T_f - T_i) + m.c_m(T_f - T_m) = 0$

$$c_m = \frac{(M.c + C)(T_f - T_i)}{m(T_m - T_f)}$$

ومنه نستنتج عبارة السعة الكتلية للقطعة المعدنية:

ثم نحسب قيمتها علما أن السعة الحرارية للمسعر قد حددت في الجزء الأول.

### الجزء الثالث: تحديد السعة الحرارية الكتلية لانصهار الجليد.

#### طريقة العمل:

- لنضع قطع من الجليد في إناء يحتوي على ماء مقطر و ننتظر التوازن الحراري، ثم نقيس بالمحرار درجة الحرارة للتوازن ( ماء + جليد ) ونتأكد أنها  $C_0$ .
- خلال هذه الفترة ضع كمية من ماء كتلتها  $m$  في المسعر و أنتظر التوازن الحراري ثم قس درجة الحرارة الابتدائية  $T_i$  للماء والمسعر.
- زن الجملة ( المسعر + الماء ) ولتكن  $m_1$
- خذ من الإناء قطع جليدية (قطعة أو قطعتين حسب الحجم) و أمسحها بسرعة بمنديل ورقي و ضعها في المسعر راقب بواسطة المحرار انخفاض درجة الحرارة الناتج عن ذوبان القطع الجليدية.
- ننتظر التوازن الحراري و قس درجة الحرارة النهائية  $T_f$  للجملة.
- زن الجملة ( مسعر + ماء + جليد ) وليكن  $m_2$  ثم احسب كتلة القطع الجليدية المضافة بالعلاقة:  $M = m_2 - m_1$

**المطلوب:** حساب قيمة السعة الحرارية الكتلية لانصهار الجليد  $L_f$ .

#### طريقة الانجاز:

- 1- الجملة المدروسة هي ( المسعر + الماء + القطع الجليدية).
- 2- تحديد الحالة الابتدائية و الحالة النهائية.

- المسعر درجة حرارته $T_i$	الحالة الابتدائية
- الماء كتلته $m$ ودرجة حرارته $T_i$	
- القطعة الجليدية كتلتها $M$ ودرجة حرارتها $0^\circ\text{C}$	
- المسعر درجة حرارته $T_f$	الحالة النهائية
- الماء كتلته $m$ ودرجة حرارته $T_f$	
- القطعة الجليدية التي تحولت الى كمية ماء درجة حرارتها $T_f$	

#### 3- تحديد التحويلات الحرارية:

- المسعر الحراري: فقد تحويلا حراريا  $Q_1$  وانخفضت درجة حرارته من  $T_i$  إلى  $T_f$  :  $Q_1 = C(T_f - T_i)$
- الماء: فقد تحويلا حراريا  $Q_2$  وانخفضت درجة حرارته من  $T_i$  إلى  $T_f$  :  $Q_2 = m.c(T_f - T_i)$
- القطع الجليدية: استقبلت تحويلا حراريا على مرحلتين:

#### المرحلة الأولى:

تحولت حالتها عند درجة حرارة ثابتة  $0^\circ\text{C}$  من حالة صلبة إلى حالة سائلة حيث استقبلت تحويل حراري:  $Q_3 = M.L$

المرحلة الثانية:

استقبلت تحويلا حراريا  $Q_4$  وارتفعت درجة حرارتها من  $0^\circ\text{C}$  إلى  $T_f$  :  $Q_4 = M.c(T_f - T_i)$

4- الحصيلة الطاقوية: بما أن الجملة شبه معزولة فإن:  $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$

$$C(T_f - T_i) + m.c(T_f - T_i) + M.L_f + M.c(T_f - 0) = 0 \quad \text{أي أن:}$$

$$L_f = - \frac{(C + m.c)(T_f - T_i) + M.c.T_f}{M}$$

وهي العلاقة التي تعطي قيمة السعة الحرارية الكتلية لانصهار الجليد .

يمكن مقارنة القيمة التي تتحصل عليها مع القيمة الجارية العمل بها:  $L_f = 335 \text{ kJ/kg}$  .