

جامعة محمد الصديق بن يحي-جيجل-

السنة الدراسية: 2026/2025

ملحقة المدرسة العليا للأساتذة

مقياس اعمال تطبيقية: كيمياء 2

السنة الأولى تخصص العلوم الفيزيائية

والتكنولوجيا

العمل التطبيقي الأول: القياسات الحرارية (Calorimetry)

1. مقدمة

تعتبر القياسات الحرارية (Calorimetry) من أهم التقنيات المخبرية في الديناميكا الحرارية والتي تهدف إلى قياس كمية الحرارة المتبادلة خلال عملية فيزيائية أو كيميائية. يُعد المسعر (Calorimeter) الوعاء الذي تتم فيه هذه التجارب، ويُفترض نظرياً أنه نظام معزول (Système isolé) لا يتبادل الحرارة مع المحيط الخارجي. ولكن واقعياً، فإن أجزاء المسعر نفسها تمتص حرارة، لذا يجب أولاً تحديد سعته الحرارية (C_{cal}) قبل إجراء أي قياس دقيق لحرارة التفاعل.

2. الهدف من العمل التجريبي

- تحديد السعة الحرارية للمسعر (C_{cal})
- حساب كتلة الماء المكافئة له (μ) للمسعر
- تحديد السعة الحرارية الكتلية (Specific Heat Capacity) لعينات معدنية (حديد، نحاس، وألمنيوم).

3. الجزء النظري

3.1. المفاهيم الأساسية

عند تلامس جسم ساخن مع جسم بارد، يحدث **انتقال حراري** (Heat transfer)؛ ويتوقف هذا الانتقال عند الوصول إلى حالة **التوازن الحراري** (Thermal equilibrium). في هذه الحالة، تكون كمية الحرارة التي اكتسبها الجسم البارد مساوية لتلك التي فقدها الجسم الساخن.

🔧 **قياس الحرارة (Calorimetry):** هي تقنية مخبرية تهدف إلى دراسة التبادل الحراري من خلال إجراء تحول في نظام معزول حرارياً (Adiabatic system) يُسمى المسعر (Calorimeter). تعتمد هذه التقنية على قياس تغيرات درجة الحرارة (ΔT) المصاحبة للتحول، لغرض تحديد خصائص حرارية معينة مثل السعة الحرارية الكتلية (Specific heat capacity) للأجسام أو السعة الحرارية للمسعر (C_{cal}) ، وذلك بالاعتماد على مبدأ انحفاظ الطاقة.

✚ مبدأ انحفاظ الطاقة (conservation de l'énergie): في أي نظام معزول، مجموع الحرارة

$$\text{المفقودة يساوي مجموع الحرارة المكتسبة } (\sum_{i=1}^n Q_i = 0)$$

✚ السعة الحرارية (Heat Capacity): هي كمية الحرارة (Q) اللازمة لرفع درجة حرارة جسم

ما دون تغيير حالته الفيزيائية، ووحدتها (J/K).

$$C=Q/ \Delta T \dots\dots\dots (1)$$

✚ السعة الحرارية الكتلية أو الحرارة النوعية (Specific Heat Capacity) : هي كمية الطاقة

الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة بمقدار درجة مئوية واحدة.

$$C_m=Q/ (m* \Delta T) \dots\dots\dots (2)$$

C_m : السعة الحرارية الكتلية

Q : كمية الحرارة بوحدة الجول (Joule)

ΔT : لتغير في درجة الحرارة بوحدة كلفن (K)

✚ المسعر الحراري (Calorimeter): نظام معزول ثرموديناميكياً لا يتبادل أي طاقة مع الوسط

الخارجي (لا عمل ولا حرارة). جدرانه ثابتة وغير نفوذه للحرارة.

✚ السعة الحرارية للمسعر (C_{cal}) هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المسعر (بما فيه

أدواته) بمقدار درجة مئوية واحدة 1°C أو 1K وحدتها (J/K).

✚ المكافئ المائي للمسعر (μ): هو كتلة الماء الافتراضية التي لها نفس السعة الحرارية للمسعر.

$$C_{cal}= \mu. C_{eau} \dots\dots\dots (3)$$

✚ السعة الحرارية الكتلية للماء (C_{eau}) : تُعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1

كيلوغرام من الماء بمقدار درجة مئوية واحدة (أو كلفن واحد) تساوي تقريباً $4.18 \text{ J. g}^{-1} .\text{K}^{-1}$

3. 2. معادلات للفهم و الاستعمال

$$\text{المسعر : } Q_{cal} = C_{cal} \cdot (T_{eq}-T_1) \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{الماء البارد : } Q_{fr} = m_1 \cdot C_{eau} \cdot (T_{eq}-T_1) \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{الماء الساخن : } Q_{ch} = m_2 \cdot C_{eau} \cdot (T_{eq}-T_2) \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{عند التوازن الحراري : } Q_{cal} + Q_{froid} + Q_{chaud} = 0 \dots\dots\dots (7)$$

$$C_{cal} \cdot (T_{eq}-T_1) + m_1 \cdot C_{eau} \cdot (T_{eq}-T_1) + m_2 \cdot C_{eau} \cdot (T_{eq}-T_2) = 0 \dots\dots\dots (8)$$

نعوض (3) في المعادلة (8) نجد :

$$\mu \cdot C_{eau} (T_{eq}-T_1) + m_1 \cdot C_{eau} \cdot (T_{eq}-T_1) + m_2 \cdot C_{eau} \cdot (T_{eq}-T_2) = 0 \dots\dots\dots(9)$$

4. الجزء التجريبي (Experimental Part)

الأدوات و المواد (Materials) :

بيشر، أنبوب مدرج، ميزان إلكتروني، لوح تسخين، مقياس الحرارة، ماء مقطر، قطع معدنية (حديد، نحاس، المنيوم) ملقط، ومسعر حراري.

أ/ التجربة الأولى: تعيين السعة الحرارية للمسعر (C_{cal}) والمكافئ المائي للمسعر (μ):

تعتمد هذه الطريقة على خلط كتلة من الماء البارد مع أخرى ساخنة داخل نظام معزول (مسعر) لتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة.

طريقة العمل (Procedure)

1. نأخذ حجما 100 مل من الماء (V₁=100ml ou m₁=100g) من الماء البارد (درجة حرارة الغرفة) ونضعه في المسعر.
2. نسجل درجة حرارة الماء البارد ولتكن (T₁) هي نفسها درجة حرارة المسعر الابتدائية.
3. نسخن كمية من الماء المقطر الى حوالي 80 درجة مئوية، ثم نأخذ حجماً (V₂=100ml) من هذا الماء الساخن.
4. نقيس فوراً درجة حرارة الماء الساخن ولتكن (T₂).
5. نسكب الماء الساخن بسرعة داخل المسعر الذي يحتوي على الماء البارد، ونغلق الغطاء ونحرك المزيج.
6. نراقب مقياس الحرارة ونسجل أعلى درجة حرارة تثبت عندها، وهي درجة حرارة التوازن النهائية (T_{eq}) او T_f.

السعة الحرارية C _{cal}	درجة حرارة الاتزان T _f = T _{eq} (°C)	درجة حرارة الماء الساخن T ₂ (°C)	درجة حرارة الماء البارد T ₁ (°C)	كتلة الماء الساخن m ₂ (g)	كتلة الماء البارد m ₁ (g)	
						المسعر 1
						المسعر 2

الأسئلة:

1. احسب السعة الحرارية للمسعر C_{cal} باستخدام مبدأ انحفاظ الطاقة في نظام معزول

$$(\sum_{i=1}^n Q_i = 0)$$

2. استنتج قيمة المكافئ المائي للمسعر μ

ب/التجربة الثانية: تحديد السعة الحرارية الكتلية للجسم الصلب (Solid Specific Heat):طريقة العمل: (Procedure)

1. ضع 50 مل من الماء المقطر ($m_1 = 50g$) في المسعر، وسجل درجة الحرارة T_1
2. سخن المعدن (مثلاً الحديد (m_2) في حمام مائي مغلي.
3. بعد 10 دقائق، سجل درجة حرارة الماء المغلي ($T_2 = 100^\circ C$) والتي تمثل درجة الحرارة الابتدائية للمعدن.
4. اغمر قطعة المعدن بسرعة في المسعر، حرك بسرعة، وسجل درجة حرارة التوازن T_{eq} .
5. كرر التجربة مع الألمنيوم والنحاس
6. سجل النتائج في الجدول.

السعة الحرارية الكتلية C_{metal}	درجة حرارة الاتزان $T_f = T_{eq}$ ($^\circ C$)	درجة حرارة المعدن الساخن T_2 ($^\circ C$)	كتلة المعدن m_2 (g)	درجة حرارة الماء البارد T_1 ($^\circ C$)	كتلة الماء البارد m_1 (g)	
						الحديد
						النحاس
						الألمنيوم

الاسئلة (Questions)

1. احسب السعة الحرارية الكتلية (C_{metal}) للمعادن الثلاثة المستخدمة.
2. قارن بين القيم التجريبية للسعة الحرارية الكتلية للمعادن والقيم النظرية المعروفة.