

## المسعرية الحرارية

## CALORIMÉTRIE

## Objectifs du TP n° 2

## مقاصد العمل التطبيقي رقم 2

Ce TP comporte 3 objectifs :

يتضمن هذا العمل التطبيقي ثلاثة مقاصد:

- 1- Détermination de la valeur en eau du calorimètre.
- 2- Détermination de la capacité calorifique d'un métal.
- 3- Détermination de la chaleur latente de fusion de la glace à pression atmosphérique.

- 1- ايجاد القيمة المائية للمسعر.
- 2- تحديد السعة الحرارية النوعية لقطعة معدنية.
- 3- تحديد الطاقة الحرارية الكامنة (المخفية) لانصهار الجليد عند الضغط الجوي.

## Calorimétrie :

La calorimétrie est une opération permettant de mesurer les quantités de chaleurs échangées au cours de transformations subis par le système, ainsi que la détermination des capacités calorifiques.

المسعرة الحرارية (كالوريمتري) :  
تتمثل المسعرة الحرارية في عملية قياس كمية السرعات الحرارية المتبادلة أثناء مختلف التحولات التي تحدث للنظام بالإضافة إلى تحديد السعة الحرارية.

المسعر الحراري:

## Calorimètre :

Le calorimètre est un récipient adiabatique utilisé dans les différentes opérations de calorimétrie, ainsi que pour conserver les produits à des températures constantes.

يتمثل المسعر الحراري، في وعاء كظوم، يستعمل في عمليات المسعرة الحرارية، بالإضافة لاستعمالات حفظ الأجسام عند درجة حرارة ثابتة.

## Valeur en eau du calorimètre:

En calorimétrie, la valeur en eau du calorimètre, est la masse d'eau fictive  $\mu$  qui a la même capacité calorifique que le calorimètre.

القيمة المائية للمسعر الحراري:  
تتمثل القيمة المائية للمسعر الحراري، في كتلة الماء الافتراضية  $\mu$  التي لديها سعة حرارية مماثلة للسعة الحرارية للمسعر الحراري. حيث:

$$m_{\text{ماء}} \cdot C_{\text{ماء}} = \mu \cdot C_{\text{مسعر}}$$

تمثل القيمة المائية للمسعر خاصية مميزة للمسعر، ينبغي تحديدها تجريبيا من أجل استعمالات في مختلف العمليات التالية.

$$C_{\text{ماء}} = 4185 \text{ J/Kg/K}$$

La valeur en eau du calorimètre est une caractéristique du calorimètre, elle doit être déterminée expérimentalement et sera utilisée pour l'ensemble des manipulations.

$$C_{\text{ماء}} = 4185 \text{ J/Kg/K}$$

Chaleur latente : c'est la chaleur de changement de phase. C'est-à-dire la quantité de chaleur échangée par une substance lorsqu'elle change de phase à la température T de changement de phase (T reste constante)

الحرارة الكامنة (المخفية): هي حرارة تغير الطور. بمعنى السرعات الحرارية المتبادلة من طرف مادة عند تغير طورها عند درجة حرارة تغير الطور ( $T_F$  تبقى ثابتة عند تغير الطور).

## Description du calorimètre adiabatique:

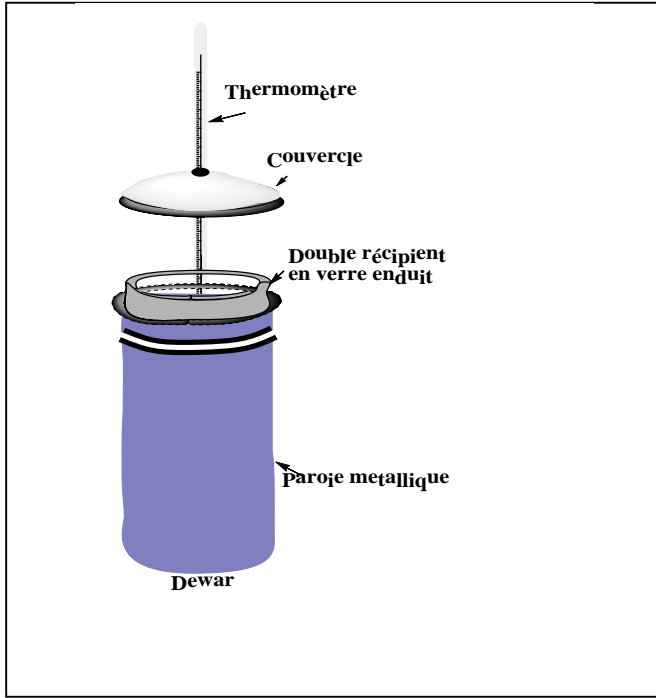
وصف المسعر الكظوم (الأديباتيكي):

Un calorimètre adiabatique (ex: type Berthelot) est constitué de :

يتكون المسعر الأديباتيكي (مثال: نوع برثولوت، ديوار...الخ) من :

- 1- Vase en matériaux isolants (ex: vase Dewar\*)
- 2- Thermomètre
- 3- Agitateur

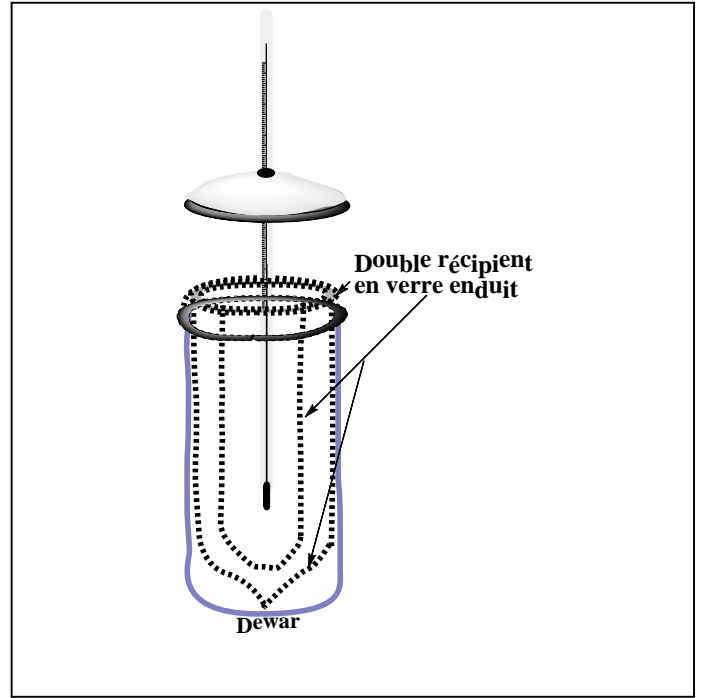
- 1- إناء متكون من مواد عازلة (مثال ديوار\*)
- 2- مقياس درجة الحرارة
- 3- خلاط



\* Vase Dewar: Le vase se compose de deux récipients imbriqués dont les parois isolantes sont en verre, séparées par du vide.

Le quasi-vide empêche tout transfert de chaleur par conduction et convection.

La surface intérieure du récipient externe et la surface externe du récipient intérieur, ont un enduit réfléchissant métallique pour empêcher la chaleur d'être transmise par radiation. De l'argent est le plus souvent employé à cette fin.



\* وعاء ديوار: يتكون إناء ديوار من وعاءين زجاجيين متداخلين يفصلهما فراغ. هذا الفراغ يمنع انتقال الحرارة، سواءً عن طريق النقل أو الحمل.

المساحة الخارجية للوعاء الداخلي والمساحة الداخلية للوعاء الخارجي متكونة من طلاء معدني عاكس من أجل منع الحرارة من الانتقال عن طريق الاشعاع. ( غالباً ما يستعمل معدن الفضة لهذا الغرض)

### Première manipulation : Détermination de la valeur en eau $\mu$ du calorimètre.

#### Principe

Le calorimètre est un système adiabatique (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur)  $\Rightarrow Q = 0$ .

On met une masse  $m_1$  d'eau à la température  $T_1$ , on ajoute une autre quantité  $m_2$  d'eau à une température  $T_2$ . De la chaleur va passer de l'eau chaude vers l'eau froide et vers le calorimètre. L'équilibre s'établit, on enregistre la température finale  $T_F$ .

En vertu du premier principe de la thermodynamique

العمل الأول: تحديد القيمة المائية  $\mu$  للمسر الحراري

المبدأ  
المسر الحراري عبارة عن نظام كظوم (لا يتبادل سرعات حرارية مع المحيط)

$$Q = 0 \Leftrightarrow$$

نضع كتلة  $m_1$  من الماء بدرجة حرارة عادية  $T_1$  في المسر الحراري، نضيف إليها كتلة  $m_2$  من الماء بدرجة حرارة مرتفعة  $T_2$ . تنتقل الطاقة الحرارية من الماء الساخن إلى الماء البارد وإلى المسر الحراري حتى التوازن الحراري. نسجل درجة الحرارة النهائية  $T_F$ .

بتطبيق المبدأ الأول للحركية الحرارية (thermodynamique)

$$Q_{\text{calorimètre}} + Q_{\text{eau(1)}} + Q_{\text{eau(2)}} = 0$$

Soit

$$Q_{\text{calorimètre}} = m_{\text{calorimètre}} \cdot C_{\text{calorimètre}} (T_F - T_1) = \mu \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{eau(1)}} = m_1 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{eau(2)}} = m_2 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_2)$$

## Premier mode opératoire

- Introduire dans le calorimètre une masse d'eau  $m_1 = 80$  g (environ) à la température ambiante  $T_1$ . Le calorimètre est lui-même à la température  $T_1$ .
- Ajouter une seconde masse d'eau  $m_2 = 60$  g préalablement portée à la température  $T_2 = 55$  °C.
- Agiter le mélange et attendre que le système soit à l'équilibre thermique. Noter la température finale  $T_F$  dans le calorimètre.

## مجريات العمليات الأولى

تتم العمليات بـ:

- إدخال 80 غ من الماء (عند درجة حرارة الغرفة  $T_1$ ) في المسعر الحراري.
- إضافة 70 غ من الماء المسخن سابقا عند درجة الحرارة  $T_2$  تساوي 55 °.
- تحريك النظام ثم انتظار التوازن الحراري. تسجيل درجة الحرارة النهائية.

Répondre aux questions (page 5 et suivantes)

أجب عن الأسئلة (صفحة رقم 5 و التي تليها).

..../

## Deuxième manipulation:

### Détermination de la chaleur spécifique d'un échantillon métallique

#### Principe

On introduit dans le calorimètre une masse d'eau  $m_1$  à la température ambiante  $T_1$  qui est la même température du calorimètre. On lui ajoute l'échantillon de masse  $m_2$  et de température  $T_2$ , on attend l'équilibre et la température finale.

On applique le premier principe de la thermodynamique au système {calorimètre + masse d'eau + échantillon}

Le calorimètre est un système adiabatique (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur)  $\Rightarrow Q_{total} = 0$ .

العمل الثاني: تحديد السعة الحرارية النوعية لقطعة معدنية المبدأ

نضع كتلة  $m_1$  من الماء بدرجة حرارة عادية  $T_1$  في المسعر الحراري، التي هي نفس درجة حرارة المسعر الحراري. نضيف إليها القطعة المعدنية ذات كتلة  $m_2$  بدرجة حرارة مرتفعة  $T_2$ . ننتظر التوازن الحراري. نسجل درجة الحرارة النهائية  $T_F$ . نطبق المبدأ الأول للحرارة الحرارية (thermodynamique) للنظام :

(مسعر حراري + كتلة الماء + القطعة المعدنية)

المسعر عبارة عن نظام كظوم (أ معزول حراريا)  $Q_{total} = 0$

$$Q_{\text{calorimètre}} + Q_{\text{eau}} + Q_{\text{échantillon}} = 0$$

Avec

$$Q_{\text{calorimètre}} = \mu \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{eau}} = m_1 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{échantillon}} = m_2 \cdot C_{\text{échantillon}} \cdot (T_F - T_2)$$

## Deuxième mode opératoire

- Introduire dans le calorimètre une masse d'eau  $m_1=180$  g environ à la température ambiante  $T_1$ . Le calorimètre est lui-même à la température  $T_1$ .
- Ajouter l'échantillon métallique de masse  $m_2$  (à déterminer en utilisant la balance) préalablement portée à la température  $T_2 = 100$ °C (bain marie 'éviter le contact échantillon métallique plaque chauffante en interposant entre eux un objet isolant').
- Agiter le mélange et attendre que le système soit à l'équilibre thermique. Noter la température finale  $T_F$  dans le calorimètre.

## مجريات العمليات الثانية

تتم العمليات بـ:

- إدخال 180 غ من الماء (عند درجة حرارة الغرفة  $T_1$ ) في المسعر الحراري.
- إضافة القطعة المعدنية بكتلة يتم تعيينها بالميزان. هذه القطعة تكون تعرضت للتسخين إلى درجة الحرارة 100 ° (حمام ماري) تجنب اتصال العينة بصفحة التسخين بوضع واسطة بينهما).
- تحريك النظام ثم انتظار التوازن الحراري.
- تسجيل درجة الحرارة النهائية.

### Troisième manipulation

العمل الثالث

### Détermination de la chaleur latente de fusion de la glace $L_F$

### تحديد الطاقة الحرارية الكامنة لانصهار الجليد $L_F$

المبدأ

الجليد ينصهر عند درجة الصفر مئوية. نضع كتلة  $m_1$  من الماء بدرجة حرارة عادية  $T_1$  في المسعر الحراري، التي هي نفس درجة حرارة المسعر الحراري.

نضيف إليها قطعة من الجليد ذات كتلة  $m_2$  بدرجة حرارة  $T_2$ . ننتظر حتى الانصهار الكلي للجليد. التوازن. نسجل درجة الحرارة النهائية  $T_F$ .

نطبق المبدأ الأول للحركية الحرارية (thermodynamique) للنظام :

(مسعر حراري + كتلة الماء + قطعة الجليد)

### Principe

La glace fond à  $0^\circ\text{C}$ . On introduit dans le calorimètre une masse  $m_1$  d'eau à la température ambiante  $T_1$  qui est la même température du calorimètre.

On lui ajoute un morceau de glace, de masse  $m_2$  et de température  $T_2$ , on relève la température à temps régulier jusqu'à la fonte complète de la glace.

On applique le premier principe de la thermodynamique au système {calorimètre + masse d'eau + morceau de glace}

Le calorimètre est un système adiabatique (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur)  $\Rightarrow Q_{\text{total}} = 0$ .

المسعر عبارة عن نظام كظوم (أ معزول حراريا)  $Q_{\text{total}} = 0$

↩

$$Q_1: Q_{\text{calorimètre}} = \mu \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1) ;$$

$$Q_2: Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_3: Q_{\text{glace(1)}} = L_F \cdot m_{\text{glace}} \text{ (changement d'état: fonte de la glace à température constante) ;}$$

$$Q_4: Q_{\text{glace(2)}} = m_{\text{glace}} \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_0) \text{ (Élévation de température de la glace fondue de } 0^\circ\text{C à la température d'équilibre finale)}$$

### Troisième mode opératoire

Avant toute manipulation mettre des glaçons dans de l'eau afin de les porter à  $0^\circ\text{C}$ .

- Introduire dans le calorimètre une masse d'eau  $m_1=180$  g environ à la température ambiante  $T_1$ . Le calorimètre est lui-même à la température  $T_1$ . Prendre la température  $T_1$
- Immerger immédiatement le(s) glaçon(s) dans le calorimètre.
- Agiter doucement et relever la température jusqu'à la fonte totale des glaçons et équilibre thermique.
- En fin d'expérience verser le contenu du calorimètre dans une éprouvette en fin d'en déduire la masse du glaçon.

### مجريات العمليات الثالثة

قبل أي عملية يجب وضع قطع من الجليد في الماء كي ترفع درجة حرارتها إلى الصفر مئوية.  
تتم العمليات بـ:

- إدخال 180 غ من الماء (عند درجة حرارة الغرفة  $T_1$ ) في المسعر الحراري الذي يحمل نفس درجة الحرارة. سجل درجة الحرارة  $T_1$ .
- غمس مباشر لقطعة الجليد في المسعر الحراري.
- تحريك بطيئ و تسجيل درجة الحرارة بانتظام حتى ذوبان كلي للجليد و توازن حراري.
- عند نهاية العمليات، اسكب محتوى المسعر في أنبوب مدرج من أجل استنتاج كتلة الجليد.