|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| TP1 | **Utilisation d’un calorimètre** | 3B Scientific U8441020 Calorimètre à rêsistance chauffante, 150 mL |

***Objectifs de la séance :***

* Se familiariser avec l’utilisation d’un calorimètre ;
* Mesurer la capacité thermique d’un calorimètre par la méthode des mélanges.

|  |  |
| --- | --- |
| image  *Calorimètre de Berthelot* | Un **calorimètre** (ci-contre) est un dispositif destiné à mesurer les échanges de chaleur (du latin *calor* signifiant « chaleur » et mètre « mesure »). Il isole thermiquement le système de l’extérieur, et est en général constitué d’un simple isolant, par exemple du polystyrène (bouteille thermos), de l’air, ou mieux, de vide.  Si le calorimètre est parfait (idéal), on peut supposer qu’il n’y a aucun transfert thermique avec l’extérieur : on dit que les transformations qui se déroulent à l’intérieur sont **adiabatiques**. |
| Pour réaliser des mesures calorimétriques, on place, à l’intérieur, un thermomètre pour suivre l’évolution de la température du système, et on suppose que la pression à l’intérieur est toujours égale à la pression atmosphérique extérieure. | |

**DOCUMENTS MIS A DISPOSITION :**

|  |
| --- |
| **DOC. 1 : Les transferts thermiques** |
| L'expérience montre que lorsqu'on met en présence deux corps pris à des températures différentes, au bout d'un certain temps, leur température finit par devenir la même. Il se produit entre eux un transfert d’énergie appelé **transfert thermique** : la température du corps froid augmente et celle du corps chaud diminue.  Transfert  thermique  Corps chaud  Corps froid  **L’énergie échangée** au cours d’un transfert thermique se note **Q** , et s’exprime, dans le système international d’unité, en **joule** (*symbole* : **J**).  Ainsi, au cours d’un transfert thermique, l’énergie **Q** mise en jeu pour faire varier la température d’un corps de masse **m** de **θinitiale** à **θfinale** (en °C) est donnée par :    Exemple :  Pour l’eau ceau = 4,18 × 103 J.kg−1.°C−1.  Ainsi, 1 kg d’eau passant de 10°C à 20°C a échangé une énergie Q = 1 × 4,18 × 103 × (20 − 10) = 4,18 × 104 J = 41,8 kJ.  Q > 0 donc cette énergie a été reçue par l’eau et fourni par l’extérieur (la bouilloire, le feu, la plaque électrique,…). |

|  |
| --- |
| **DOC. 2 : Les échanges d’énergie** |
| Par convention, l’énergie échangée est une grandeur algébrique :  Q < 0  *Milieu extérieur*  Q > 0   * **L’énergie reçue** par un système du milieu extérieur est **positive** ;   → Si θ*finale* > θinitiale alors **Q > 0** : le corps **reçoit**effectivement **de l’énergie sous forme de chaleur**.   * **L’énergie cédée** au milieu extérieur par un système est **négative**.   → Si θ*finale* < θinitiale alors **Q < 0** : le corps reçoit une énergie « négative » sous forme de chaleur ⇔ il **perd de l’énergie sous forme de chaleur**. |

1. **Capacité thermique d’un calorimètre**

Les mesures calorimétriques étant basées sur des échanges thermiques entre sous-systèmes dans le calorimètre, il faut prendre aussi en compte les échanges thermiques entre ce que contient le calorimètre et le calorimètre lui même. On introduit alors ce que l’on appelle la **valeur en eau du calorimètre**, que l'on note µ, qui correspond à la masse d'eau qu'il faudrait ajouter en début d'expérience pour ne pas avoir à tenir compte du calorimètre dans les calculs d’énergie échangée.

**Principe d’une mesure :**

On place, dans le calorimètre (contenant un agitateur et un thermomètre), une masse m1 d’eau à la température θ1 (après équilibre) puis on introduit une masse m2 d’eau chaude à la température θ2. On laisse évoluer le mélange (appelé **système**) jusqu’à sa température finale d’équilibre θ*finale*. Le calorimètre et l’eau qu’il contient vont alors échanger de l’énergie sous forme de chaleur avec l’eau chaude.

|  |
| --- |
| **Protocole expérimental :**  ➊ Tarer le bécher de 400 mL à vide et sec ;  ➋ Verser environ 300 mL d’eau froide dans ce bécher ;  ➌ Peser le bécher avec l’eau. En déduire la masse d’eau m1 contenue dans le bécher :  **m1** = ………….  ➍ Verser le contenu du bécher dans le calorimètre. Placer le couvercle et le thermomètre ;  ➎ Agitez quelques instants puis attendre que la température de l’eau dans le calorimètre se stabilise. Notez la valeur **θ1** de la température atteinte :  **θ1** = ………….  ➏ Tarer le bécher de 250 mL vide ;  ➐ Appeler le professeur afin que celui-ci verse environ 200 mL d’eau chaude dans le bécher ;  ➑ Déterminer **rapidement** la masse d’eau chaude **m2** contenue dans le bécher :  **m2** = ………….  ➒ Juste avant de verser le contenu du bécher dans le calorimètre, mesurer à l’aide du deuxième thermomètre la température **θ2** de l’eau chaude :  **θ2** = ………….  ➓ Verser rapidement après la mesure dans le calorimètre. Mettre le capot en plastique sur le calorimètre et agiter jusqu’à atteindre la température d’équilibre du mélange eau chaude/eau froide. Noter sa température θfinale :  **θfinale** = …………. |

**→ La qualité des mesures dépendra de la façon dont vous mettrez tout en œuvre pour diminuer les pertes thermiques avec l'extérieur.**

On note :

* **Q1** l’énergie thermique échangée par l’eau froide ;

ceau = 4185 J.kg−1.°C−1

* **Q2** l’énergie thermique échangée par l’eau chaude ;
* **QCal** l’énergie thermique échangée par le calorimètre.

**Questions**

**Q1.** Exprimer puis calculer **Q1** en fonction de la capacité thermique massique de l’eau ceau.

**Q2.** Exprimer puis calculer **Q2** en fonction de ceau.

**Q3.** Faire un bilan d’énergie et relier **QCal**, Q1 et Q2. Isoler Qcal.

**Q4.** Exprimer puis calculer la capacité thermique **C** du calorimètre et de ses accessoires avec les valeurs expérimentales relevées.

*Souvent, au lieu de donner la capacité thermique du calorimètre, on donne la masse d’eau fictive µ qui aurait la même capacité thermique que le calorimètre et on l’appelle* « *valeur en eau du calorimètre ».*

Par exemple, un calorimètre ayant une valeur en eau µ = 20 g a une capacité thermique C = 4185 × 20.10−3 = 83,7 J.K−1

**Q5.** Calculer la valeur en eau (ou équivalent en eau) µ du calorimètre qui a été utilisé.

1. **Conclusion**

Que doit-on retenir de cette séance ?

**Tableau des compétences mises en œuvre dans l’activité**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **COMPÉTENCES** | Exemples de capacités et d’aptitudes |  |
| **Mobiliser ses**  **connaissances** | Connaître les notions scientifiques du programme, le vocabulaire approprié, les symboles adaptés, les unités. |  |
| **S’approprier** | Rechercher, extraire et organiser l’information utile. |  |
|  | Adopter une attitude critique vis-à-vis de l’information. |  |
|  | Questionner, identifier, formuler un problème. |  |
|  | Reformuler. |  |
|  | Identifier les risques. |  |
| **Réaliser** | Réaliser un montage à partir d’un schéma. |  |
|  | Suivre un protocole donné. |  |
|  | Utiliser, dans un contexte donné, le matériel à disposition. |  |
|  | Savoir choisir, combiner et réaliser plusieurs actions. |  |
|  | Effectuer un relevé de mesures. |  |
|  | Schématiser, construire un graphique, un tableau, etc. |  |
|  | Exploiter une relation, un calcul littéral. |  |
|  | Effectuer un calcul numérique, utiliser les symboles et les unités appropriés, utiliser la calculatrice. |  |
|  | Reconnaître et utiliser la proportionnalité. |  |
|  | Respecter les règles de sécurité, manipuler avec soin, veiller au rangement du plan de travail, etc. |  |
| **Analyser** | Émettre une hypothèse. |  |
|  | Identifier les paramètres qui influencent un phénomène, choisir les grandeurs à mesurer. |  |
|  | Élaborer ou justifier un protocole. |  |
|  | Proposer une méthode, un calcul, un outil adapté ; faire des essais (choisir, adapter une méthode, un protocole). |  |
|  | Proposer, décrire un modèle ; utiliser un modèle pour prévoir, décrire et expliquer. |  |
|  | Percevoir la différence entre un modèle et la réalité, entre la réalité et une simulation. |  |
| **Valider** | Estimer l’incertitude d’une mesure, faire un traitement statistique d’une série de mesures, etc. |  |
|  | Interpréter des résultats, juger de la qualité d’une mesure, etc. |  |
|  | Confronter le résultat au résultat attendu, mettre en relation, déduire. |  |
|  | Valider ou invalider une information, une hypothèse, etc. |  |
| **Communiquer à l’aide de langages ou d'outils scientifiques** | Communiquer des résultats, rédiger une solution. |  |
|  | Exprimer un résultat (grandeur ─ unité ─ chiffres significatifs). |  |
|  | Rendre compte à l’écrit ou à l’oral en utilisant un vocabulaire adapté. |  |
| **Être autonome, faire preuve d’initiative** | S’impliquer. |  |
|  | Prendre des initiatives, anticiper, faire preuve de créativité. |  |
|  | Travailler en autonomie. |  |
|  | Travailler en équipe. |  |

**CORRECTION**

1. **Capacité thermique d’un calorimètre**

Un calorimètre de capacité thermique *C* contient un corps de masse *m1*, de capacité thermique massique *c*, à la température . On introduit dans le calorimètre un corps de masse *m2*, de capacité thermique massique *c*', à la température .

Il s'établit donc, dans le calorimètre, un équilibre thermique caractérisé par la température finale Finale. La conservation de l’énergie permet d’écrire :

(m1 × c + C) × (θFinale – θ1) + (m2 × c’) × (θFinale – θ2) = 0

Réponses aux questions :

**Q1.** Exprimer puis calculer **Q1**

Q1 = m1 × ceau (θ*finale* – θ1) > 0

**A.N. :** Q1 = 0,300 × 4,18 × 103 × ( – )

**Q2.** Exprimer puis calculer **Q2** :

Q2 = m2 × ceau (θ*finale* – θ2) < 0

**A.N. :** Q2 = 0,200 × 4,18 × 103 × ( – )

**Q3.** Faire un bilan d’énergie

En admettant que le calorimètre est thermiquement isolé on peut écrire :

Q1 + Q2 + Qcal = 0 (*pas d’échange avec l’extérieur*)

⇔ m1 × ceau × (θ*finale* – θ1) + m2 × ceau × (θ*finale* – θ2) + Qcal = 0

⇔ Qcal = – m1 × ceau × (θ*finale* – θ1) – m2 × ceau × (θ*finale* – θ2)

**Q4.** Exprimer puis calculer la capacité thermique **C** du calorimètre

Qcal = C × (θ*finale* – θ1) = – Q2 – Q1

⇔ C = 

Exemple de calcul :

m1 = 300 g



m2 = 200 g

θ1 = 22,5 °C

θ2 = 74°C

θfinale = 41,8 °C

**Q5.** Calculer la valeur en eau (ou équivalent en eau) µ du calorimètre à votre disposition.



Exemple de calcul :  ⇒ µ = 72,2 ÷ 4185 = 17,2 g

1. **Conclusion**

À vous de la faire !

**FICHE TP n°1 – Utilisation d’un calorimètre**

|  |  |
| --- | --- |
| **THÈME** | **DOMAINE** |
| Énergie | Énergie interne |

**Type d’activité :** activité expérimentale

**Conditions de mise en œuvre :** 1,5 h.

***Pré-requis :*** aucun

|  |  |
| --- | --- |
| **NOTIONS ET CONTENUS** | **Capacités exigibles / Activités expérimentales** |
| Température. | * *Mesurer des températures*. |
| Énergie interne d’un système.  Capacité thermique massique. | * Exprimer et calculer la variation d'énergie interne d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température. * Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes pour déterminer leur état final. * *Réaliser expérimentalement le bilan thermique d’une enceinte en régime stationnaire*. |

**Compétences transversales :**

* Travailler en équipe.

|  |  |
| --- | --- |
| **Matériel (par table) :**   * 1 calorimètre + accessoires * 1 thermomètre pour console Labquest * 1 thermomètre digital * 1 éprouvette 250 mL * 1 éprouvette 50 mL * 1 bécher de 400 mL * 1 bécher de 250 mL * 1 balance au 1/10ème | **Matériel (Bureau professeur) :**   * Bouilloire * Consoles Labquest * Eau distillée froide (sortie du réfrigérateur) |

**Déroulement de la séance :**

**Complément :** valeur en eau d’un corps

La **valeur en eau** (ou **équivalent en eau**) d'un corps est la masse d'eau fictive μ qui a la même capacité thermique que le corps.

