|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| TP2 | **Détermination de la capacité thermique massique de l’eau** | Résultat de recherche d'images pour "chaleur" |

***Objectifs de la séance :***

* Se familiariser avec l’utilisation d’un calorimètre ;
* Mesurer les grandeurs usuelles en calorimétrie.

|  |  |
| --- | --- |
| https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Thermally_Agitated_Molecule.gif | La capacité d'une molécule à absorber ou restituer une énergie constitue sa **capacité thermique**. Elle est donc d'autant plus grande que le nombre possibilités de mouvements intra-atomiques, interatomiques et moléculaires disponibles est plus élevé. Elle est en outre influencée par les interactions entre molécules, qu'il s'agisse des mêmes molécules pour un corps pur, ou d'espèces différentes dans un mélange. |

**DOCUMENTS MIS A DISPOSITION :**

|  |
| --- |
| **DOC. 1 : Le calorimètre** |
| http://eduscol.education.fr/rnchimie/phys/kohl/images/calo/Image381.gifUn **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, on peut supposer qu’il n’y a aucun transfert thermique avec l’extérieur : on dit que les transformations y sont **adiabatiques**. On y place 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.  *Calorimètre de Berthelot* |

|  |
| --- |
| **DOC. 2 : 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 = 4185 J.kg−1.°C−1.  Ainsi, 1 kg d’eau passant de 10°C à 20°C a échangé une énergie Q = 1 × 4185 × (20 − 10) = 4,19 × 104 J = 41,9 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. 3 : 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 massique de l’eau**

Nous allons vérifier la valeur de la capacité thermique massique de l’eau (ceau), utilisée dans le précédent TP.

**Principe :**

Dans un calorimètre contenant de l’eau, on plonge une résistance chauffante alimentée par un générateur de tension continue. Un ampèremètre et un voltmètre permettent de mesurer l'intensité **I** du courant qui traverse cette résistance et la tension **U** à ses bornes. Un thermomètre mesure la température de l’eau et un chronomètre mesure la durée **Δt** du chauffage.

|  |
| --- |
| **Protocole expérimental :**  ➊ Prélever environ 700 mL d’eau et mesurer sa masse m :  **m1** = ………….  ➋ Verser cette eau dans le calorimètre. Placer le couvercle et le thermomètre ;  ➌ 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**  = ………….  ➍ Réaliser le montage électrique suivant (***Faire vérifier par le professeur***) :  montage  ➎ Mettre le générateur sous tension et régler progressivement l’intensité du courant à environ 2A. Déclencher le chronomètre à l’instant où le montage est alimenté ;  ➏ En agitant (doucement) l’eau en permanence, relever la tension U, l’intensité I du courant et la température **θ2** de l’eau toutes les minutes (**pendant 15 minutes environ ou lorsque la température s’est élevée de 5°C**). **Arrêter ensuite le chronomètre et l’alimentation**.Consigner les résultats dans le tableau ci-dessous.  ⮡ Vérifier que U et I restent quasi constants. |

→ La mesure de U et de I permet de calculer la puissance P produite par la résistance chauffante, et la mesure de Δt permet d’en déduire l’énergie **QR** fournie par la résistance et reçue par l’eau.

**Tableau des mesures :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Δ*t* (min)** | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **U (V)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **I (A)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **θ2 (°C)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **E (J)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Δθ = θ2 – θ1**  **(°C)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Δ*t* (min)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **U (V)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **I (A)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **θ2 (°C)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **E (J)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Δθ = θ2 – θ1**  **(°C)** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

On note :

* **Q1** l’énergie thermique reçue par l’eau froide ;
* **QR** l’énergie thermique donnée par la résistance chauffante ;
* **QCal** l’énergie thermique reçue par le calorimètre ;
* **E** l’énergie reçu par le système{eau + calorimètre} de la part de la résistance chauffante (E = – QR).

**Questions**

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

**Q2.** Exprimer **QR**. *Attention au signe*

**Q3.** Faire un bilan d’énergie pour relier Q1, QR et QCal.

**Q4.** En déduire l’expression de **ceau**.

À l’aide d’un tableur-grapheur (LatisPro), tracer la courbe **E = *f*(Δθ)** puis modéliser cette courbe.

**Q5.** Montrer que le coefficient directeur de la courbe s’exprime par :

k = C + m1 × ceau (C = capacité thermique du calorimètre)

**Q6.** En déduire la capacité thermique massique de l’eau ceau à partir du graphique et comparer (*calculer l’écart relatif*) avec la valeur donnée précédemment.

1. **Conclusion**

Conclure sur la séance en indiquant les causes d’erreurs et en incluant une réponse à la question posée en début d’activité.

**CORRECTION**

1. **Capacité thermique massique de l’eau**

**Q1.** Exprimer puis calculer **Q1** en fonction de ceau:

Q1 = (m1 × ceau) × (θ2 – θ1) > 0

Un conducteur métallique de résistance R est immergé dans un liquide de masse m et de capacité thermique massique cliquide. L’ensemble est placé dans un calorimètre de capacité thermique Ccalorimètre. Lorsque le conducteur, sous la tension continue U, est parcouru par le courant d'intensité I pendant l'intervalle de temps ∆t, il cède le transfert thermique :

Q = U × I × ∆t = R × I2 × ∆t = 

**Q2.** On admet que tout le travail électrique reçu par la résistance est intégralement transformé en énergie thermique :

QR = – U × I × ∆t

**Q3.** Bilan d’énergie : le système {eau + calorimètre} reçoit le transfert thermique – QR de la part de la résistance.

Q1 + Qcal + QR = 0 ⇔ – QR = (m1 × ceau + C) × (θ2 – θ1) ⇔ – QR = (m1 × ceau + C) × Δθ

**Q4.** En déduire l’expression de **ceau** :



**Q5.** Coefficient directeur de la courbe :

E = – QR ⇔ E = (m1 × ceau + C) × (θ2 – θ1) ⇔ E = (m1 × ceau + C) × Δθ

⇒ Le coefficient directeur de la courbe est bien k = C + m1 × ceau

1. **Conclusion**

À vous de la faire !

**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. |  |

**FICHE TP n°2 – Capacité thermique massique de l’eau**

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

**Type d’activité :** activité expérimentale

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

***Pré-requis :*** aucune

|  |  |
| --- | --- |
| **NOTIONS ET CONTENUS** | **Capacités exigibles / Activités expérimentales** |
| 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 (avec résistance chauffante) * 1 éprouvette 250 mL * 1 éprouvette 50 mL * 2 multimètres (1 ampèremètre + 1 un voltmètre) * 1 thermomètre pour console Labquest * 1 thermomètre digital * 1 chronomètre * 1 générateur de tension variable * 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 :**

Faire un rappel de ce qui a été vu lors du précédent TP : Utilisation d’un calorimètre afin de réinvestir la mesure effectuée lors de ce TP.

**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.

