

CHAUD OU FROID ?

Ludwig Eduard Boltzmann (Wien, 20 février 1844 - Duino, Trieste, 5 septembre 1906) a été l'un des physiciens théoriques les plus importants de tous les âges. Sa renommée est due à ses recherches en thermodynamique et mécanique statistique. Nous lui devons (l'équation fondamentale de la théorie cinétique de gaz et de la deuxième loi de la thermodynamique). Il a contribué également à la mécanique, à l'électromagnétisme, aux mathématiques et à la philosophie. Ses idées novatrices (sur l'atomistique ...) ont soulevé beaucoup de discussions et ont été souvent mal interprétées et refusées. (texte et image de Wikipedia l'encyclopédie ouverte)



OBJECTIF

Comprendre la différence entre la chaleur et la température par des activités pratiques où des sensations thermiques. Ces sensations sont comparées aux mesures effectuées avec la sonde de température.

Cette expérience simple incite l'étudiant à se rendre compte que les sensations chaudes et froides détectées par nos sens dépendent non seulement de l'autre température du corps mais également de notre température initiale du corps. Elle aide à identifier la différence entre les notions de chaleur et de température.

THEORIE

La chaleur et la température sont des concepts ordinaires et souvent confus étant liées à la perception sensorielle. Même dans le passé le concept de chaleur a été associé et confus ou substitué par celui de la température également de nos jours le langage commun nous conduit à des malentendus. Quand nous parlons d'un objet chaud que nous nous référons à la température et pas à la chaleur, un jour chaud est tel quand la température est haute.

La chaleur est l'énergie, ou mieux une énergie de matière qui est transférée. Il y a évidemment un rapport entre la chaleur et la température : la chaleur passe d'un corps à un autre en raison d'une différence de la température.

La température est interprétée comme mesure de l'énergie des molécules du corps. Le lien entre la quantité macroscopique (la température) et les propriétés microscopiques de la matière est étudié par la mécanique statistique.

Le lien entre l'énergie cinétique moyenne des molécules et la température absolue peut être dérivé de la théorie cinétique de gaz et est donné par l'équation :

$$\frac{1}{2}m\bar{v}_m^2 = \frac{3}{2}k_B T$$

où :

m est la masse

\bar{v}_m^2 est la vitesse

T est la température absolue

k_B est la constante du Boltzmann.

La température absolue peut être interprétée comme mesure de l'énergie cinétique moyenne des molécules.

MISE EN OEUVRE EXPERIMENTALE

Dans cette expérience vous comparerez des sensations thermiques de vos doigts afin de comprendre qu'elles sont subjectives et dépendent seulement de la température de l'objet touché.

Deux bouteilles d'un demi litre et un verre en plastique suffiront pour réaliser ces expériences. Remplissez une bouteille avec de l'eau du robinet et maintenez-la dans le réfrigérateur pendant un moment. Remplissez le verre d'eau du robinet aussi. Remplissez l'autre bouteille avec l'eau chaude (si vous êtes à la maison vous pouvez employer l'eau chaude du). Dans le laboratoire vous pouvez la chauffer jusqu'à 60°C avec un réchauffeur électrique).

Vous aurez alors trois systèmes aux trois températures différentes :

- Eau froide (autour 2°C–5°C) dans une bouteille
- L'eau chaude (autour de 50°C - 60°C) dans l'autre bouteille
- L'eau à la température ambiante (autour de 15°C–20°C) dans le verre.

Immergez un doigt dans l'eau chaude et un doigt dans l'eau froide les maintenir dans l'eau pendant une minute ou ainsi, puis plongent tous les deux dans le verre de l'eau à température ambiante.

Attention à vos sensations, vous notera qu'elles sont différentes pour les deux doigts pendant qu'ils sont immergés dans le même liquide à la température uniforme.

Notez les observations et l'essai puis répondre à cette question : pourquoi est-ce que les sensations sur les doigts sont différentes lorsque les doigts sont immergés dans le verre à température ambiante ?



Essayez maintenant de reproduire l'expérience en utilisant des sondes de température. Ceci vous aidera à répondre à la question plus avec précision

La mise en œuvre expérimentale est réalisée comme suit :

- 3 sondes flexibles de la température
- Calculatrice graphique Ti84Plus
- Unité d'acquisition de mesures CLB or CBL2
- Câble unité à unité ([see photo](#))
- Logiciel d'acquisition DataMate (téléchargeable)
- TI-GRAPH LINK câble et logiciel (optionel, pour transférer des données au PC)

Info: <http://education.ti.com/us/product/accessory/connectivity/features/software.html>

Téléchargeable: <http://education.ti.com/us/product/accessory/connectivity/down/download.html>

D'autres calculatrices peuvent être utilisées (par exemple TI83 plus, TI83 plus Se, TI89, TI92, TI92 plus, voyage 200 de TI) et d'autres logiciels (par exemple physique ou Chembio) ou même d'autres systèmes d'acquisition de données.

Arrangez trois récipients comme dans l'expérience précédente :

- Eau froide (autour de 2°C– 5°C) dans une bouteille
- Eau chaude (autour de 50°C - 60°C) dans l'autre bouteille
- Eau à la température ambiante (autour de 15°C– 20°C) dans le verre.

En utilisant des sondes de température vous pouvez simuler la situation observée précédemment avec les doigts



Mettez la première sonde dans l'eau chaude, la seconde dans l'eau tiède, le troisième dans l'eau froide et commencez l'acquisition des données (si vous avez besoin d'aide sur la façon d'acquérir des données, allez à la page acquisition de données en bas de cette page).

Laissez les sondes une minute et plongez-les toutes dans le verre tout en continuant à rassembler des données. La mesure globale dure trois minutes. Nous avons rassemblé 60 échantillons toutes les trois secondes.

Quelle est l'allure de votre représentation graphique?

Vous pouvez la comparer à celle que nous avons obtenue (cliquer [ici](#) ou sur le bouton du guide du professeur) ; Si vous ne pouvez pas exécuter l'expérience vous pouvez analyser l'échantillon de données (en cliquant en bas de cette page).

Discutez avec vos compagnons d'école et votre professeur sur la signification de cette expérience et tirez vos conclusions.

Le professeur peut trouver quelques suggestions dans la section au sujet des issues éducatives.

Acquisition de données (TI84)

Dans cette expérience nous mesurerons les températures rassemblées par les trois sondes. Des mesures peuvent être rassemblées en utilisant le programme DataMate. Le procédé peut être divisé en deux étapes : installation et acquisition.

Reliez tous les câbles :

- la calculatrice à l'interface avec le câble noir (voir la photo)
- les sondes aux canaux CH1, CH2, CH3 (voir photo)

Arrangez tous les matériels nécessaires :

- remplissez la bouteille avec de l'eau chaude (autour de 50°C)
- remplissez l'autre bouteille avec de l'eau froide (autour de 2°C–5°C)
- remplissez verre avec de l'eau tiède (15°C–20°C)

Démarrer DATAMATE

CHECKING SENSOR apparaît et la détection des capteurs est affichée CH 1: TEMP (C) - CH 2: TEMP (C) - CH3: TEMP (C) la température de chaque sonde peut être relevée.

Pour préparer la mesure

- choisir 1:SETUP en tapant 1
- choisir MODE:TIME GRAPH et appuyer sur ENTER
- à partir du menu SELECT MODE choisir 2:TIMEGRAPH
- choisir 2:CHANGE TIME SETTINGS
- quand ENTER TIME BETWEEN SAMPLE apparaît appuyer sur 3
- quand ENTER NUMBER OF SAMPLES apparaît entrer 60, puis valider par ENTER
- pour confirmer choisir 1:OK en appuyant sur la touche 1

Insérez les sondes dans les récipients et commencez les mesures choisir 2:START.

Après une minute, sortir les sondes des bouteilles en veillant à ce qu'elles ne se touchent pas entre elles.

Tandis que la mesure se produit les représentations graphiques des températures des trois sondes sont montrées en temps réel ; quand la collecte des données est terminée la représentation graphique est mise automatiquement à l'échelle.

Les données rassemblées sont enregistrées dans les listes

- L1 temps
- L2, L3, L4 température

Pour voir la représentation graphique obtenu cliquer [ici](#) ou voir le document [Excel](#).

ECHANTILLON DE DONNEES

Les données ont été acquises en utilisant:

- Calculatrice graphique TI84
 - interface CBL2 ([voir photo](#))
 - Trois sondes de température
 - Câble de liaison noir ([voir photo](#))
 - programme DataMate
 - [TI-GRAPH LINK TM](#) câble et [software](#) (optionel)
 - PC avec le logiciel TI Connect (optionel)
- <http://education.ti.com/us/product/accessory/connectivity/features/software.html>
<http://education.ti.com/us/product/accessory/connectivity/down/download.html>

Les données originales dans la calculatrice TI84 peuvent être trouvées dans :

- **L1** [temps](#)
- **L2** [première sonde de température](#)
- **L3** [seconde sonde température](#)
- **L4** [troisième sonde de température](#)

Afin de voir ou télécharger les données d'échantillon dans MS Excel [cliquer ici](#).

Note :

Pour en savoir plus au sujet du téléchargement des données dans votre calculatrice [cliquer ici](#).

ANALYSE DE DONNEES(TI84)

L'expérience n'exige pas la réduction de données mais seulement l'analyse de représentation graphique produite par la calculatrice la discussion de l'activité entière est une combinaison des observations qualitatives (sensations thermiques) et des données rassemblées.

Une analyse plus détaillée a pu être exécutée en construisant un modèle du phénomène. À cette fin le transfert de données au PC et l'utilisation d'un logiciel spécifique est recommandé.

ANALYSE DE DONNEES (MS Excel™)

Les représentations graphiques peuvent être visualisées et analysées en utilisant un programme spécifique ou une feuille de MSeExcel™.

Transfert de données expérimentales au PC :

Quand l'acquisition est finie les données peuvent être transférées à partir de la calculatrice au PC en utilisant un câble TI GRAPH LINK et le logiciel TI Connect qui permet d'explorer le contenu de la calculatrice (TI DEVICE EXPLORER) et d'éditer les données (TI DATA EDITOR)

Des données sont enregistrées dans la calculatrice comme suit :

- temps dans **L1**
- températures, en degrés celsius dans **L2, L3, L4**

Les instructions pour le transfert de données à partir de la calculatrice au PC sont disponibles [ici](#).

Dans TI Connect™, utiliser l'option DEVICE EXPLORER, les listes peut être sauvées dans le PC. Le contenu des listes peut être visualisé en utilisant le DATA EDITOR et être collé dans une feuilleMS Excel™.

Un document de MS Excel avec les données d'échantillon est disponible [ici](#).

Les données de refroidissement de la première sonde et du réchauffement de la seconde peuvent s'interpoler avec les courbes exponentielles (comme dans l'expérience de la loi de Lambert-Beer).

LE GUIDE DU PROFESSEUR

Cette expérience concerne la chaleur et la température, deux concepts facilement confondus. L'expérience peut également être exécutée sans mesure de la température, comme décrit dans la plupart des manuels, mais les mesures et la représentation graphique du phénomène ajoutent beaucoup à la valeur éducative. Elle rendent les observations moins superficielles et tiennent compte d'une analyse plus approfondie qui dépasse la perception, bien qu'étant basé sur elle.

Des étudiants devraient être divisés en groupes, si possible, de sorte que chacun d'eux ait pu individuellement exécuter l'expérience « classique » avant d'effectuer les mesures. Une bonne alternative est de les laisser exécuter la première partie à la maison, puis de demander un bref rapport sur l'expérience et les sensations personnelles.

Un dispositif important est que les sondes, comme tous les instruments de mesure de la température, présentent un temps de réponse discernable. Dans ce cas-ci, par exemple, les sondes détectent une valeur pour une température assez proche de la température réelle du liquide où elles sont immergées après 30 secondes au moins. Ceci devrait nous encourager à réfléchir sur la signification des mesures de la température quand les intervalles de temps entre les mesures deviennent très courts. Dans le cas ci-dessus il est clair que la sonde détecte sa propre température au lieu de la température du liquide. La représentation graphique expérimentale prouve en effet que la sonde immergée dans l'eau chaude cède de la chaleur (et refroidit) une fois immergée dans l'eau tiède, tandis que celle qui a été immergée dans l'eau froide acquiert une quantité de chaleur (et se réchauffe).

Par cette activité les étudiants devraient se rendre compte que les sensations chaudes et froides sont également liées à l'énergie en transit (la chaleur) et non seulement à la température de l'objet. Ceci devrait aider à éviter la confusion, celle-ci se produit souvent, entre la chaleur et la température.

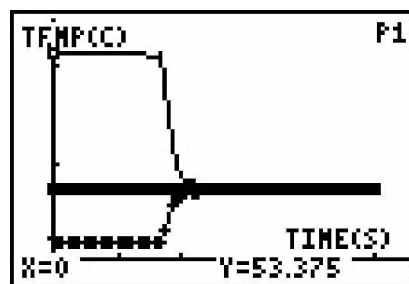


Fig1: Représentation graphique des données