

## LA MILLOR CAMBRERA: REFREDAMENT DE LÍQUIDS

La Núria és una estudiant universitària que treballa a temps parcial a la cafeteria de la Universitat. Es troba amb el dilema següent: una de les seves clientes no es beurà el cafè amb llet calent fins d'aquí a deu minuts, però vol que estigui tan calent com sigui possible. La Núria es pregunta: Què és millor, posar primer la llet que està a temperatura ambient, afegir-hi el cafè calent, remenar-ho i deixar-ho deu minuts, o deixar el cafè calent durant deu minuts i després afegir-hi la llet i remenar?

**La teva tasca en aquesta activitat et guiarà per trobar una resposta a la demanda de la cambrera.**

**Abans de continuar, escriu la teva predicció, explica el teu raonament i com podries dissenyar un experiment per ajudar-la!**

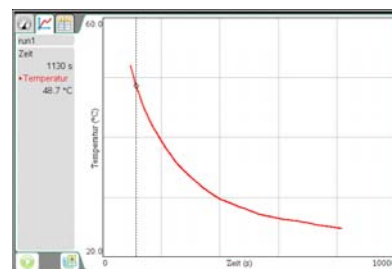
.....

.....

.....

### A. Preparació

- 1) Obre el document "temperatura, tns" i obté el gràfic que es va obtenir de l'experiment amb 100 mL d'aigua calenta que es va deixar refredar fins a una temperatura ambient de 24,5 °C.
- 2) Explora quant tarda la temperatura de l'aigua a disminuir uns cinc graus, respectivament de:



| Interval de temperatura | Interval de temps |
|-------------------------|-------------------|
| De 50°C a 45°C          |                   |
| De 45°C a 40°C          |                   |
| De 40°C a 35°C          |                   |
| De 35°C a 30°C          |                   |
| De 30°C a 25°C          |                   |

Si us plau, cita aquesta pràctica com:

Urban-Woldron, Hildegard (2014). Una millor cambrera: refredament de líquids. pp1-5. Disponible a <http://comblab.uab.cat>

Aquesta feina està sota una Llicència Creative Commons BY-NC-SA 4.0 Atribució-No Comercial-Compartir Igual. Més informació a <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

**Describe el què has trobat estudiant aquestes dades i explica el teu raonament!**

.....

.....

.....

## B. Observació d'un experiment

Experiments preliminars: Per fer aquest experiment en un temps curt, faràs servir una quantitat petita d'aigua calenta que estigui com a mínim a 30°C per sobre de la temperatura ambient. Monitoritza la temperatura mentre l'aigua es refreda amb un sensor de temperatura connectat a un ordinador (o a una calculadora si aquesta ho permet).

## C. Modelar la situació al laboratori

- 1) Fes servir un sensor de temperatura per monitoritzar el procés de refredament d'aigua calenta (10 minuts).
- 2) Construeix una taula per a calcular la velocitat de refredament ( $\Delta T/\Delta t$ ), i la diferència de temperatura  $T_{diff}$  entre els dos cossos, l'aigua i l'habitació ( $T_{diff} = T_{aigua} - T_{habitació}$ ) per intervals de temps seleccionats: [0min; 1min], [1min; 2min], ..., [9min; 10min].

| t (min) | Temperature de l'aigua (°C) | Temperature de l'habitació (°C) | Diferència de temperatura $T_{diff}$ (°C) |
|---------|-----------------------------|---------------------------------|---|
| 0       |                             |                                 |   |
| 1       |                             |                                 |   |
| 2       |                             |                                 |   |
| 3       |                             |                                 |   |
| 4       |                             |                                 |   |
| 5       |                             |                                 |   |
| 6       |                             |                                 |   |
| 7       |                             |                                 |   |
| 8       |                             |                                 |   |
| 9       |                             |                                 |   |
| 10      |                             |                                 |   |

- 3) Investiga si les teves dades donen suport a la frase següent: La velocitat amb la que l'energia tèrmica va d'un cos a l'altre és proporcional (amb una constant K) a la diferència de temperatures entre els dos cossos. En cas afirmatiu, calcula el valor de la constant k.

k = .....

- 4) Troba una funció que es pugui derivar de l'equació exponencial  $T_{diff} = T_0 \cdot e^{-kt}$ , on  $T_0$  és la temperatura inicial i prova si aquesta equació està d'acord amb les teves dades.

$T_{diff} = \dots\dots\dots$

- 5) Ara investiga el procés de refredament quan afegeixes una certa quantitat d'aigua a temperatura ambient a l'aigua calenta de manera similar al que passa amb el dilema de la bevedora de cafè amb llet.

**Completa les frases següents:**

Si una certa quantitat d'aigua a temperatura ambient s'afegeix a l'aigua calenta al començament, la diferència de temperatures al cap de deu minuts és..... Per tant, el meu consell a la Núria és:

.....  
.....

**Extensió 1:** Pren dades per un període de temps més llarg de manera que l'aigua es refredi quasi fins a temperatura ambient. Aquest procés pot trigar més de 30 minuts. El model exponencial continua ajustant-se a les dades obtingudes?

.....  
.....

**Extensió 2:** Utilitza el sensor de temperatura amb recipients fets de diferents materials per analitzar les següents qüestions:

- On es refreda més ràpidament la beguda, en una tassa de ceràmica o en una d'espuma de poliestirè?

.....

- Quines variables has de mantenir constants per tal de garantir que les diferències en les dades són degudes a la tassa?

.....

- Quina part de l'equació exponencial és deguda a la tassa?

.....

**D. Avaluar les dades obtingudes**

- 1) Explica perquè l'equació  $T_{diff} = T_0 \cdot e^{-kt}$  permet obtenir correctament la diferència de temperatures a  $t = 0s$ .

.....

.....  
2) Quan el temps és molt gran, quin valor de diferència de temperatures esperem? Quina seria la corresponent temperatura de l'aigua per aquell temps?

.....  
.....

3) Com podem influir en el valor de  $k$ , per exemple com podem disminuir el valor de  $k$ ? Quina quantitat mesura  $k$  i com es relaciona amb el procés de refredament?

.....  
.....

4) Fes servir la teva equació per calcular la temperatura al cap de 500 segons. Compara el valor que has calculat amb les dades que has obtingut.

.....  
.....

5) Fes servir la teva equació per predir quant temps tardaria l'aigua a arribar a una temperatura de  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  per sobre de la temperatura ambient i, si és possible, compara el valor calculat amb les dades que has obtingut.

.....  
.....

### E. Mostra els teus resultats

Pensant en les observacions que has fet, discuteix si són certes o no les afirmacions següents:

*No oblidis explicar el teu raonament!*

a) Si la diferència de temperatures es redueix a la meitat, tardarà la meitat en arribar a  $1^{\circ}\text{C}$  sobre la temperatura ambient.....

b) El valor de  $k$  mesura com de ràpid canvia la temperatura.. ..

c) L'addició de llet a temperatura ambient redueix la velocitat de pèrdua de calor durant el temps d'espera de la bevedora de cafè en l'exemple del principi.

.....

d) Quan el valor de  $k$  augmenta, l'aigua es refredarà més lentament.

.....

e) Els sistemes en què la velocitat de canvi (de transferència de calor, en aquest cas) és proporcional a la quantitat que varia (la temperatura en aquest cas) mostren comportament exponencial

.....

## F. Escriu conclusions generals

Tornem a la pregunta principal d'aquesta activitat:

Com es pot explicar que hi hagi diferència si s'afegeix la llet a temperatura ambient al cafè calent al principi o en canvi es fa al cap de deu minuts?

.....  
.....

### **Qüestions**

a) Ha estat fàcil pel nostre grup dissenyar el nostre experiment i trobar una solució apropiada a la tasca que havíem de fer. Tria un número 1, 2, 3, 4 o 5 (1: totalment d'acord 5: totalment en desacord).

Explica la teva resposta.....  
.....  
.....  
.....

b) La guia que hem anat tenint en el guió de la pràctica ens ha ajudat a dur a terme l'experiment i analitzar les dades per poder entendre la física que hi ha al darrera i aplicar conceptes físics a situacions quotidianes. Tria un número 1, 2, 3, 4 o 5 (1: totalment d'acord 5: totalment en desacord) i explica la teva resposta.

.....  
.....