

PRÀCTICA 3

COEFICIENTS DE DILATACIÓ

OBJECTIUS

Determinació del coeficient de dilatació de l'aigua i del coeficient de dilatació lineal de l'alumini en funció de la temperatura utilitzant un picnòmetre i un dilatòmetre, respectivament.

MATERIAL NECESSARI

Balança de precisió Sartorius	Vas de precipitats de 100 cm ³
Dilatòmetre	Aigua destil·lada i alcohol
Bany termostàtic amb termòmetre	Macarró, paper de filtre i balletes
Picnòmetre de 5 ml amb un tub de 300 mm de longitud	Secador d'aire

INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Les propietats tèrmiques d'estat expresen la variació d'unes variables d'estat respecte de les altres. El coeficient de dilatació és una d'elles i relaciona la variació de volum amb la variació de temperatura d'acord amb l'expressió

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (1)$$

Si l'experiment es realitza a pressió atmosfèrica p constant, podem substituir la derivada parcial per una derivada total. A més, es pot introduir la simplificació de substituir diferencials per increments,

$$\alpha = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} \approx \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T} \quad (2)$$

Aleshores, si es mesura la variació de volum ΔV produïda en augmentar la temperatura una quantitat ΔT , es pot estimar un valor de α en eixe interval. En cada cas, $V = V_0 + \Delta V$, sent V_0 el volum inicial. Tanmateix, donat que $\Delta V \ll V_0$, es pot considerar que $V \approx V_0$.

Si una de les dimensions del cos és molt més gran que les altres dues (p.e. en un tub), s'obté el coeficient de dilatació lineal

$$\lambda = \frac{1}{L} \frac{dL}{dT} \approx \frac{1}{L_0} \frac{\Delta L}{\Delta T} \quad (3)$$

sent L_0 la longitud del tub a la temperatura ambient i ΔL el seu increment en augmentar la temperatura en una quantitat ΔT .

En general, tant α com λ depenen de la temperatura. En el nostre cas, s'obtindrà α per l'aigua i λ per a un metall (alumini); a l'interval de temperatures considerat, α augmenta amb la temperatura i λ és aproximadament constant.

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

Observarem la variació de volum de l'aigua i de longitud d'un metall en canviar la seua temperatura. La temperatura de tots dos s'anirà variant simultàniament mitjançant un bany termostàtic, que està connectat a la barra de metall, en el qual s'introduirà el picnòmetre amb aigua. Considerarem T_0 com a la temperatura ambient per a la qual es mesurarà V_0 i L_0 . En augmentar la temperatura s'obtingran diferents valors T_i , als quals els correspondran els valors de volum V_i i longitud L_i .

Nota : Haureu de fer les dues parts de la pràctica simultàniament.

Coefficient de dilatació de líquids

Un picnòmetre és un recipient que es prolonga per la seua boca en un tub estret graduat (Fig. 1) amb 300 divisions de 1 mm en el nostre cas. El calibratge del picnòmetre i del tub graduat es fa a la temperatura ambient; s'hi introdueix en l'interior aigua destil·lada amb ajuda d'un macarró i es fan després les següents pesades: m_1 = picnòmetre buit + tub graduat buit; m_2 = picnòmetre ple + tub graduat ple; m_3 = picnòmetre ple + tub graduat buit. De esta manera: $(m_2 - m_1)$ = massa d'aigua en el picnòmetre i en el tub graduat; $(m_2 - m_3)$ = massa d'aigua en el tub graduat; $(m_3 - m_1)$ = massa d'aigua en el picnòmetre. Prèviament s'ha de determinar quina divisió n_0 es considera frontera entre el picnòmetre i el tub graduat. A partir de la densitat de l'aigua (Taula 1), es pot calcular el volum V_0 del picnòmetre, així com el volum comprès entre dues divisions del tub graduat, $v = (m_2 - m_3) / (300 - n_0) \rho$.

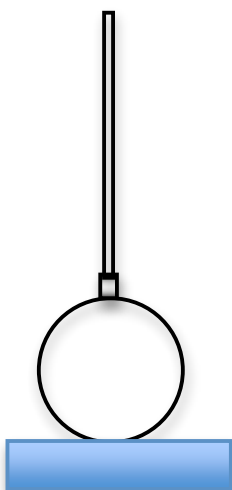


Figura 1. Picnòmetre

Taula 1. Densitat de l'aigua en funció de la temperatura.

$T(^{\circ}\text{C})$	$\rho \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$
18	0.99862
19	0.99843
20	0.99823
21	0.99802
22	0.99780
23	0.99756
24	0.99732
25	0.99707

A continuació es prepara el picnòmetre de manera que el menisc aigua-aire es situe cap a la divisió $n \approx 50$. Mitjançant una pesada determineu la massa total i després la massa de l'aigua; la densitat de l'aigua en permet calcular el volum. Introduïu el picnòmetre al bany, fixe el termostat per davall de la temperatura ambient i connecteu l'agitador del bany. Cada dos minuts preneu nota de la posició menisc aire-líquid, fins que confirmeu que no es desplaça, per a obtindre V_0 ; preneu nota de la temperatura del bany, T_0 .

El picnòmetre és de vidre dur i el seu coeficient de dilatació és de l'ordre de 10^{-6} K^{-1} , suficientment xicotet per poder suposar que el picnòmetre té un volum independent de la temperatura.

Tot seguit aneu augmentant la temperatura T_i del bany amb el termòstat de 5 en 5°C fins a uns $50 - 55^\circ\text{C}$. L'aigua del picnòmetre tarda bastant temps (~ 20 minuts) a assolir l'equilibri tèrmic amb el bany termostàtic. Anoteu els valors del volum V_i de tant en tant, fins comprovar que s'ha estabilitzat, abans d'augmentar la temperatura.

Coeficient de dilatació lineal de sòlids

Este coeficient es determina amb l'ajuda d'un dilatòmetre (Fig. 2). Amb aquesta finalitat es connecta el tub de circulació exterior del termostat al tub de mesura. El tub està connectat a un dial que permet apreciar centèsimes de mm en la dilatació del material. Convé ajustar el dial a zero en la primera mesura, amb el bany connectat a temperatura ambient, per tal d'obtindre directament ΔL . Després d'augmentar la temperatura del líquid circulant actuant sobre el termòstat, es mesura l'augment de la longitud del tub, $\Delta L_i = L_i - L_0$ ($L_0 = 600 \text{ mm}$).

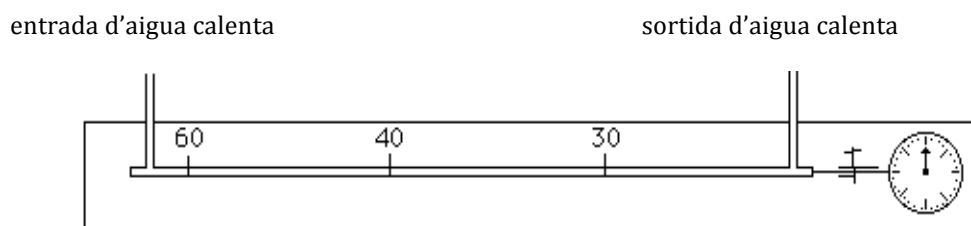


Figura 2. Esquema del dilatòmetre

PRESENTACIÓ DE RESULTATS

- Taula amb els valors m_1 , m_2 , m_3 , $m_2 - m_1$, $m_2 - m_3$ i $m_3 - m_1$, volum del picnòmetre V_0 , volum de una divisió v , i ΔV_i amb els seus errors.
- Taula de les temperatures d'equilibri T_i i els valors mesurats de $\Delta V = V_i - V_0$, així com ΔL_i . Representació gràfica i comentaris.
- Coeficient de dilatació de l'aigua α_i i coeficient de dilatació lineal del sòlid problema (alumini) λ_i , en cadascun dels intervals $\Delta T = T_i - T_{i-1}$. Estímeu l'error admissible en els coeficients de dilatació i compareu els resultats obtinguts amb els valors tabulats.