

Tecnologia Industrial I

Unitat 1: Els recursos energètics

Calor Específic, Calor Latent i Poder Calorífic

Canvis de fase i calor latent

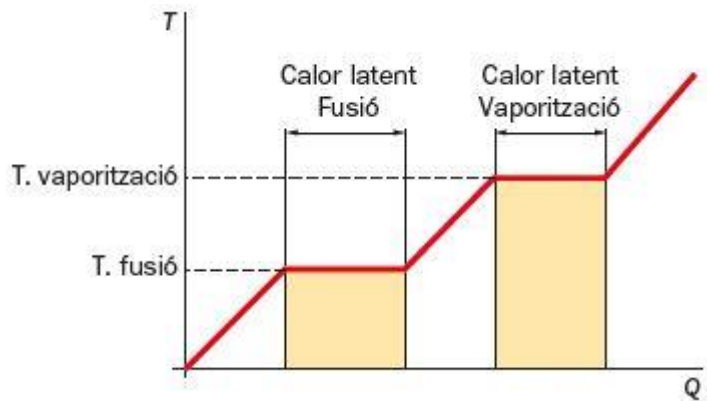
Quan se subministra calor a una substància, normalment augmenta de temperatura, encara que no sempre és així. Quan una substància canvia de fase, passa de sòlid a líquid (fusió) o de líquid a vapor (vaporització), la seva temperatura es manté constant encara que hi subministrem calor.

Així, doncs, mentre dura el canvi de fase la temperatura es manté constant. Llavors, l'energia que rep es destina a efectuar el canvi de fase, és a dir, a augmentar l'energia cinètica de les seves molècules per tal de passar de sòlid a líquid o de líquid a gas. La quantitat de calor necessària per efectuar el canvi de fase rep el nom de **calor latent**, i pot ser de dues classes: **calor latent de fusió** (L_f) i **calor latent de vaporització** (L_v), les quals es donen en kJ/kg.

Les expressions que permeten determinar la quantitat de calor necessària per fondre o vaporitzar una substància determinada són, respectivament:

$$Q = m L_f \quad i \quad Q = m L_v$$

Tant la calor latent de fusió com la de vaporització es produeixen a una pressió d'una atmosfera, ja que qualsevol canvi en la pressió fa que variïn els punts de fusió i vaporització d'una substància.



Substància	PF(k)	L_f (kJ/kg)	PE (K)	L_v (kJ/kg)
Aigua	273,15	333,5	373,15	2 257
Alcohol etílic	159	109	351	879
Coure	1 356	205	2 839	4 726
Diòxid de carboni	–	–	194,6	573
Mercuri	234	11,3	630	296
Nitrogen	63	25,7	77,35	199
Oxigen	54,4	13,8	90,2	213
Plata	1 234	105	2 436	2 323
Plom	600	24,7	2 023	858

Taula 1.1. Punt normal de fusió (PF), calor latent de fusió L_f , punt normal d'ebullició (PE) i calor latent de vaporització L_v de diverses substàncies a 1 atm.

Substància	c_e (kJ/(kg °C))
Aigua	4,18
Alcohol etílic	2,4
Coure	0,386
Gel (–10 °C)	2,05
Mercuri	0,140
Plata	0,233
Plom	0,128

Taula 1.2. Calors específiques.

1.- Determina la quantitat de carbó ($P_c = 36\,780$ kJ/kg) que cal per vaporitzar completament 50 kg d'aigua que es troba a una temperatura de -20°C perquè sempre assoleixi els 100°C a una pressió d'1 atmosfera, segons la taula. (C_e del gel = $2,05$ kJ/(kg $^\circ\text{C}$); C_e de l'aigua = $4,18$ kJ/(kg $^\circ\text{C}$).)

2.- Una màquina tèrmica té una potència útil de 200 CV. Quin serà el seu consum de gas natural a 3 atmosferes i 68°F (P_c en CN = $11\,000$ kcal/m 3) per hora de funcionament si té un rendiment del 55 %?

3.- Determina el rendiment del motor d'un automòbil que consumeix 10 L de gasolina ($P_c = 9\,500$ kcal/L) cada 100 km si, anant a una velocitat mitjana de 90 km/h, desenvolupa una potència de 80 CV.

4.- Es volen fondre 300 kg de plom, que es troben inicialment a 15°C , amb un forn de gas propà (P_c (CN) = $97\,394$ kJ/m 3) que té un rendiment del 90 %. Determina la quantitat de gas a 15°C i 10 atm necessari per dur a terme la fusió.

5.- En una indústria cal vaporitzar un volum $V = 100 \text{ L}$ diaris d'aigua que es troba a una pressió $p_{\text{aigua}} = 1$ atmosfera. Si l'aigua es troba inicialment a $T_{\text{aigua}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, quin volum V_{gas} (m^3) de gas natural ($P_c = 45\,980 \text{ kJ/m}^3$ en CN) necessitarà diàriament si el subministren a $T_{\text{gas}} = 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ i a $p_{\text{gas}} = 10$ atmosferes?

6.- Es mesclen 600 g d'aigua a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura amb 500 g que estan a $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura de la mescla en equilibri és de $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

a.- Calcula la quantitat de calor cedida per l'aigua calenta.

b.- Calcula la quantitat de calor presa per l'aigua freda.

c.- Compara aquestes quantitats de calor.

d.- En una experiència real, la temperatura d'equilibri ha estat de $48 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Calcula les quantitats de calor cedides i preses en aquesta experiència.

e.- Compara aquestes quantitats de calor i explica la diferència entre el càlcul teòric i els resultats experimentals.

7.- Es mesclen 800 g d'un oli a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura amb $1,2 \text{ kg}$ de mateix oli a $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Calor específica de l'oli: 2 kJ/kg K .

a.- Calcula la temperatura de la mescla, admetent que les pèrdues de calor han estat mínimes i es poden no tenir en compte.

b.- Calcula les quantitats de calor cedides per l'oli calent i guanyades pel fred.

c.- Calcula la temperatura real d'equilibri, tot suposant que la quantitat de calor cedida al vas, termòmetre. ... i a l'aire és de 8.400 J .

8.- Un automòbil consumeix $7,5 \text{ l}$ de gasolina per 100 km de recorregut, a la velocitat de 90 km/h . La gasolina té una densitat de $0,72 \text{ g/cm}^3$ i una calor de combustió d' $11\,000 \text{ kcal/kg}$. El rendiment pràctic del motor es del 25% .

a.- Calcula, en joules, la calor produïda en la combustió de la gasolina feta servir en els 100 km .

b.- Calcula la calor produïda per segon.

c.- La potència desenvolupada pel motor, pràcticament.

9.- S'escalfen 200 g d'aigua des de $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

a.- Calcula, en joules, la quantitat de calor que s'ha necessitat.

b.- S'escalfen al mateix fogó elèctric, durant el mateix temps, 2000 g de mercuri. Calcula l'elevació de temperatura que experimenten.

c.- Es comunica la mateixa quantitat de calor a 200 cm^3 de glicerina. Calcula la seva elevació de temperatura. La densitat de la glicerina és de $1,26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

d.- Calcula també la quantitat que cediran els 200 g d'aigua a $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ quan es refredin fins a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Calors específiques d'algunes substàncies

	$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
GASOS	
hidrogen	$14,2 \cdot 10^3$
heli	$5,22 \cdot 10^3$
aire	$1,0 \cdot 10^3$
anhídrid carbònic	$0,83 \cdot 10^3$
vapor d'aigua	$1,92 \cdot 10^3$
LIQUIDS	
aigua	$4,2 \cdot 10^3$
alcohol	$2,5 \cdot 10^3$
glicerina	$2,4 \cdot 10^3$
benzè	$1,9 \cdot 10^3$
tetraclorur de carboni	$0,83 \cdot 10^3$
SÒLIDS	
gel	$2,1 \cdot 10^3$
silicats	$0,79 \cdot 10^3$
alumini	$0,87 \cdot 10^3$
ferro	$0,45 \cdot 10^3$
estany	$0,21 \cdot 10^3$
coure	$0,37 \cdot 10^3$
mercuri	$0,12 \cdot 10^3$
plom	$0,12 \cdot 10^3$