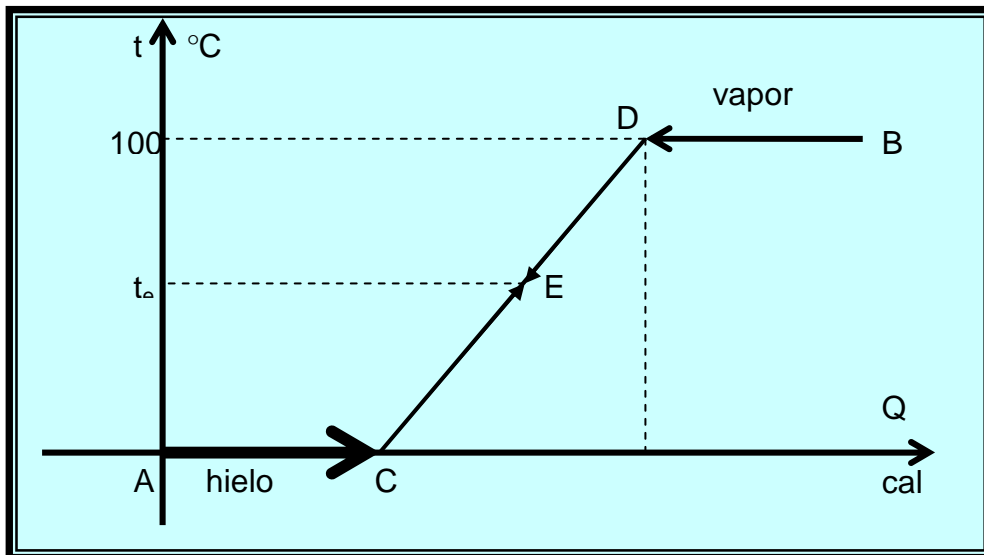


Problema de calorimetría

En un calorímetro adiabático ideal se mezclan 20 g de hielo a 0°C con 20 gramos de vapor a 100°C . Se espera el tiempo necesario para lograr el equilibrio térmico.

Calcular la temperatura y las cantidades de agua, hielo y vapor que existirán una vez logrado equilibrio térmico.



Interpretación del gráfico:

Suponemos que las coordenadas del hielo están en la posición A, ese punto significa que hay 20 gramos de hielo a 0°C y cierta energía interna que no conocemos, pero tomamos como punto de referencia cero.

Mientras el hielo recibe calor se va fundiendo sin modificar su temperatura y el punto que marca el estado se corre hacia la derecha porque la energía interna aumenta, cuando el estado llega al punto C el hielo se fundió totalmente, ahora hay 20 gramos de agua líquida a 0°C . Primera fila de la tabla.

Por otro lado el punto B marca el estado inicial del sector caliente que consiste en 20 gramos de vapor de agua a 100°C .

El vapor de agua entrega calor y por ello el punto que marca el estado térmico se corre hacia la izquierda, pierde energía interna manteniendo su temperatura constante en 100°C . Cuando el estado llega a la condición marcada por el punto D, el vapor se condensó totalmente, ahora tenemos 20 gramos de agua líquida a 100°C . Segunda fila de la tabla.

El agua fría en estado C sigue recibiendo calor proveniente del vapor, luego aumenta su temperatura hasta llegar a un punto de equilibrio E de temperatura t_e . Tercera fila de la tabla-

El agua caliente sigue entregando calor y ahora su temperatura disminuye hasta llegar al mismo punto E, cuya temperatura t_e será la temperatura de equilibrio del sistema. Cuarta fila de la tabla.

Tabla de evolución posible del estado térmico del sistema

estado	t_f	t_i	m	c	l_f	l_i	Q
	°C	°C	g	cal/(g°C)	cal/g	cal/g	cal
hielo	0	0	20	--	80	--	1600
vaporcond	100	100	20	--	--	540	-10800
agua fria	t_e	0	20	1	--	--	$20(t-0)$
agcaliente	t_e	100	20	1	--	--	$20(t-100)$
Balance térmico							0

La suma algebraica de los datos de la última columna debe ser nula, la incógnita es t_e , en consecuencia planteamos la ecuación:

$$1600 \text{ cal} - 10800 \text{ cal} + 20 (\text{cal}/^\circ\text{C}) t_e + 20 (\text{cal}/^\circ\text{C}) (t_e - 100^\circ\text{C}) = 0$$

$$-9200 \text{ cal} + 20 (\text{cal}/^\circ\text{C}) t_e + 20 (\text{cal}/^\circ\text{C}) t_e - 2000 \text{ cal} = 0$$

$$40 (\text{cal}/^\circ\text{C}) t_e - 112000 \text{ cal} = 0$$

$$40 (\text{cal}/^\circ\text{C}) t_e = 112000 \text{ cal}$$

$$t_e = 112000 \text{ cal} / [40 (\text{cal}/^\circ\text{C})]$$

$$t_e = 280 \text{ }^\circ\text{C}$$

Se observa que la temperatura final obtenida del cálculo es mayor que la temperatura de ebullición del agua, esto significa que no se condensó todo el vapor.

Interpretamos entonces que el hielo se fundió totalmente formando agua fría, a 0°C . Esta porción de agua aumentó su temperatura hasta 100°C y que el vapor no se condensó totalmente.

Para el nuevo cálculo formamos una nueva tabla en la cual tendremos determinadas las calorías que absorben el hielo para fundirse y el agua para llegar a los 100°C , por lo tanto lo único que falta por calcular es la masa de vapor condensado x .

Tabla de evolución real del estado térmico del sistema

estado	t_f	t_i	m	c	l_f	l_i	Q
	°C	°C	g	cal/(g°C)	cal/g	cal/g	cal
hielo	0	0	20	--	80	--	1600
vaporcond	100	100	x	--	--	540	$-540x$
agua fria	100	0	20	1	--	--	2000
agcaliente	100	100	x	1	--	--	$x^*(0)$
Balance térmico							0

$$\begin{aligned} -540 \text{ cal/g } x + 3600 \text{ cal} &= 0 \\ -540 \text{ cal/g } x &= -3600 \text{ cal} \\ x &= -3600 \text{ cal} / (-540 \text{ cal/g}) = \mathbf{6.667 \text{ g}} \\ x &= \mathbf{6.667 \text{ g}} \end{aligned}$$

Se condensan 6.667 g de vapor que producen 3600 calorías que son entregadas de la siguiente forma: 1600 calorías al hielo para fundir los 20g y 2000 calorías a los 20 g de agua a 0°C para calentarla hasta 100°C.

Tabla resumen de la evolución real del estado térmico del sistema ◀

estado	t _f	t _i	m	c	l _f	l _i	Q
	°C	°C	g	cal/(g°C)	cal/g	cal/g	cal
hielo	0	0	20	--	80	--	1600
vaporcond	100	100	6.667	--	--	-540	-3600
agua fria	100	0	20	1	--	--	2000
agcaliente	100	100	6.667	1	--	--	0
Balance térmico							0

Condición de equilibrio:

Dentro del calorímetro adiabático quedarán:

26.667 g de agua mezclados con **13.333 g de vapor**

Todo a la temperatura de de equilibrio **t_e = 100°C**

©Rubén Víctor Innocentini-2011

Rubén Víctor Innocentini