

Metodología para interpretar campos de diagramas binarios de fases al equilibrio.

Consideremos un diagrama binario (dos componentes) donde la presión es constante o bien donde la variación de ella, dentro de un rango, no afecta a dicho diagrama. De esta manera, los únicos grados de libertad disponibles (correspondientes a las variables intensivas del sistema que quedan libres) son la temperatura y una (1) variable por composición. Diagramas de tal tipo que se ven en este curso son los de los sistemas Cu-Ni, Pb-Sn, Fe-Fe₃C y Al-Cu.

Bajo las anteriores condiciones, en términos de campos, tal diagrama sólo tendrá campos monofásicos o bifásicos, en forma independientemente de la complejidad de tal diagrama; esto se relaciona con la Regla de las Fases. Lo anterior significa que no habrá, por ejemplo, campos trifásicos, aunque sí podría haber puntos y líneas singulares. De esta manera, es muy útil saber interpretar lo que ocurre en los campos monofásicos y bifásicos del diagrama Cu-Ni, pues ese mismo procedimiento se aplica tal cual en otros diagramas que satisfagan lo estipulado en el párrafo anterior.

Por otra parte, en un sistema binario, por convención, la composiciones se expresan en términos del segundo componente mencionado; en el caso del sistema Cu-Ni, en términos de Ni. El contenido de ese elemento se puede dar en peso o en porcentaje atómico; de una forma se pasa a la otra empleando los pesos molares. En lo que sigue, se trabajará en % en peso (%p.)

Problema básico

Así, al trabajar con el diagrama Cu-Ni, en el entendido de que el diagrama es un dato, y considerando una aleación de composición W_0 [%p.Ni] a una temperatura T , bajo condiciones de equilibrio, se pueden plantear las siguientes preguntas usuales:

1. ¿Qué fases hay presentes?
2. ¿Cuál es la composición de la o las fases presentes? Esto es, para cada fase, ¿cuál es la composición expresada en [%p.Ni]?
3. ¿Cuánto hay de cada una de esas fases en relación con el tamaño total del sistema? La cantidad (relativa) de cada fase, X_i , se expresa como fracción (en peso o atómico) del tamaño total del sistema. Las fracciones van de 0 a 1. El tamaño del sistema es 1. Si hubiese dos fases, obviamente $X_1 + X_2 = 1$; ejemplo: $X_1 = 0,3$ significa que cada 100 g de aleación, 30 g corresponden a la Fase 1, y los otros 70 g a la Fase 2.

La metodología para llegar a las respuestas se esquematiza en la Tabla 1.

Tabla 1 Procedimiento* de interpretación de campos en diagramas binarios de fases al equilibrio, para una aleación de composición W_0 y a la temperatura T , al equilibrio químico. Sistema ejemplo: Cu-Ni.

Preguntas tipo	Campo monofásico L	Campo bifásico L + α	Campo monofásico α
Nº 1	Fase L, según se LEE del diagrama	Fases L y α , según se LEE del diagrama	Fase α , según se LEE del diagrama
Nº 2	$W_L = W_0$ La composición de la única fase presente es igual a la del sistema (composición promedio).	Se traza la isoterma T sobre el campo. La intersecciones con los límites laterales del campo bifásico respectivo corresponden a las coordenadas de composición de la fases: $W_L = \underline{W_L}(T)$ a la izquierda y $W_\alpha = \underline{W_\alpha}(T)$ a la derecha. De modo que, a partir de los datos T y W_0 , del diagrama se <u>LEEN</u> W_L y W_α *. Se cumple: $W_L < W_0 < W_\alpha$.	$W_\alpha = W_0$ La composición de la única fase presente es igual a la del sistema (composición promedio).
Nº 3	$X_L = 1$ Todo el sistema está como fase L.	Se pide: X_L y X_α , que deben sumar 1. Ya conocemos: W_0 , W_L y W_α . $X_L = X_L(W_0, W_L, W_\alpha)$ se <u>CALCULA</u> empleando la Regla de la Palanca*. Después, X_α se puede <u>CALCULAR</u> ya sea aplicando la Regla de la Palanca o simplemente $X_\alpha = (1 - X_L)$	$X_\alpha = 1$ Todo el sistema está como fase α .

* Hay que saber/entender el fundamento teórico de todo este procedimiento, tema no expuesto aquí.

Importantísimo:

Es fundamental comprender la diferencia conceptual entre las variables Composición de una Fase y Fracción de una Fase. También hay que conocer las unidades en cada caso y hacerlas explícitas al resolver (responder) un problema.

Otras preguntas

El diagrama Cu-Ni también presenta dos puntos singulares, los puntos de fusión del Cu y del Ni, no incluidos en los antes referidos campos.

¿Cómo respondería a las preguntas N° 1, 2 y 3, cuándo (W_o , T) corresponde a las coordenadas de uno de esos puntos? Por ejemplo: ($W_o = 100\% \text{p.Ni}$, $T = T_F \text{ del Ni}$).

Esto también se podría preguntar para el punto eutéctico (W_E , T_E) del diagrama Pb-Sn, o para cualquier punto del segmento dibujado de isoterma T_E de ese mismo diagrama; lo que ocurre sobre cualquier punto de dicho segmento se relaciona con el punto singular eutéctico, esto es, se relacionan con una transformación isotérmica. Por otra parte, para cualquier diagrama binario, las líneas no isotérmicas (no horizontales) que aparecen dibujadas, son límites simples entre campos y no revisten mayor complejidad; ejemplos son las líneas de liquidus y de solidus en el diagrama Cu-Ni..

Para analizar lo que ocurre en los puntos singulares y en los segmentos isotérmicos dibujados, conviene tener en cuenta la información proporcionada por un diagrama de enfriamiento continuo (temperatura versus tiempo).