

DEMO 135

Explosión de Burbujas



Autor de la ficha	Javier Garrido
Palabras clave	Diagrama de fases agua + anhídrido carbónico, tensión superficial.
Objetivo	Se estudia el fenómeno espontáneo que se desarrolla en una bebida carbonatada recién servida al echar una fase sólida dispersa (granos de sal, o de azúcar, arena, etc): de modo inmediato se genera una explosión de espuma.
Material	Bote de bebida carbonatada, sal y recipiente de dos litros.
Tiempo de montaje	Nulo

Descripción

Procedimiento

Se vierte la bebida carbonatada (gaseosa, cerveza, coca cola, tónica, etc) en un recipiente. Esta operación se procura hacer con cuidado evitando formar espuma. Este líquido se encuentra en un estado de equilibrio metastable, con un exceso de CO₂. Una observación atenta muestra que se forman burbujas de CO₂ en las paredes del recipiente: la tensión superficial de la interfase líquido-vapor impide que se formen en la masa del líquido. A continuación se echan unos 50 cm³ de sal, que provoca la formación explosiva de burbujas, triplicando el volumen inicial de la bebida. Al echar la sal hemos sembrado con núcleos sólidos el interior del líquido. Ahora las burbujas se forman en estos núcleos y el líquido pierde rápidamente el exceso de CO₂.

Explicación

Admitimos que la bebida carbonatada es una mezcla de agua (componente 1) y anhídrido carbónico (componente 2). En la Fig. 1 se muestra el diagrama de fases a la temperatura de 25 °C en función de la presión y de la fracción másica $w_2=100 \times m_2/(m_1+m_2)$. Cuando coexisten ambas fases la concentración de la líquida es la de la línea liquidus (roja), y la concentración de la fase vapor es la de la línea vapor (azul). Los valores de la presión de vapor de los componentes puros son $p_1^0=0.031 \text{ atm}$ y $p_2^0=63.4 \text{ atm}$.

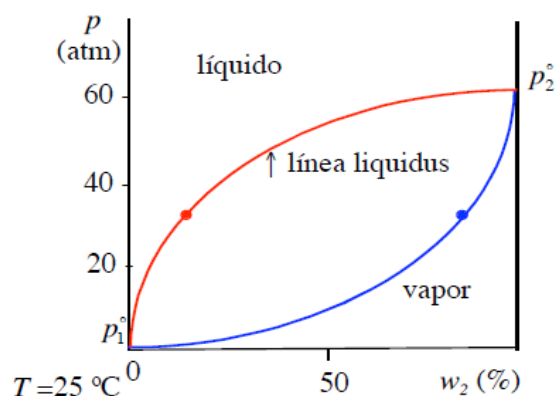


Fig. 1: Diagrama de fases de la mezcla agua+CO₂.

Un estado típico de la fase líquida en estas bebidas es el A (Fig. 3), es decir 1.5 atm y $(w_2)_A=0.32 \%$. Al abrir la lata la presión se reduce a 1.0 atm y la fase líquida pasa al estado B, en equilibrio metaestable, con un exceso de CO₂. Entonces se genera un proceso espontáneo para reducir la concentración de la disolución líquida, expulsando vapores ricos en CO₂, que tienen la concentración $(w_2)_{\text{vapor}}=18 \%$ (ver Fig. 2).

Estos vapores salen al ambiente directamente a través de la interfase líquido-vapor, o indirectamente generando burbujas. De este modo el estado de la fase líquida en el diagrama (Fig. 3) se va desplazando desde B hasta llegar a C, en donde termina la formación de burbujas. Es un proceso lento que puede durar horas. Este proceso se acelera al añadir la sal. Ahora las burbujas se forman en todo el interior de la disolución, no solo en las paredes.

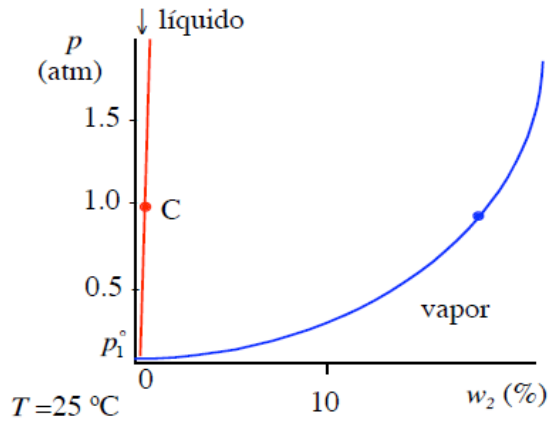


Figura 2: Detalle del diagrama agua+CO₂.

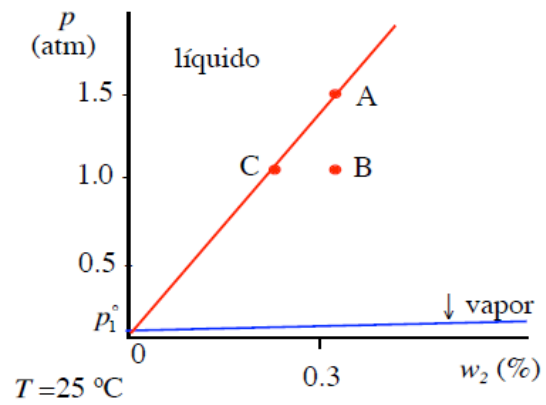


Figura 3: Detalle del diagrama agua+CO₂.