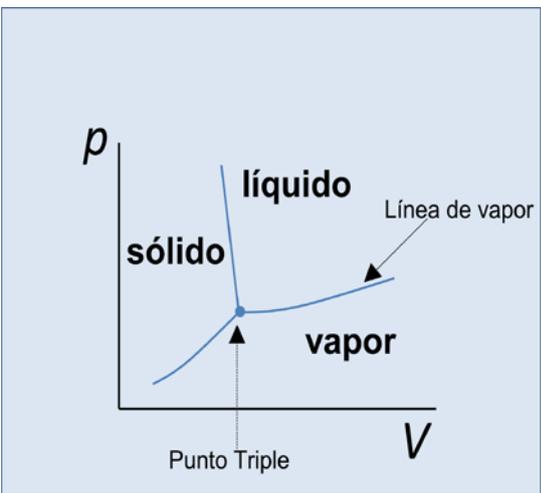


Estados metaestables del agua

1. Principio físico que ilustra	2. Foto o Esquema	4C30.10
Equilibrio termodinámico Transiciones de fase Estabilidad		
3. Descripción		
El agua puede encontrarse en fase líquida a temperatura superior o inferior que las correspondientes temperaturas de ebullición y congelación, respectivamente. Sin embargo, dichos estados no son estables y evolucionan hacia verdaderos estados de equilibrio termodinámico bajo pequeñas perturbaciones.	Transportable: NO	
4. Web del catálogo: http://www.ucm.es/theoscarlab		
5. Fundamento teórico		
<p>Una fase puede definirse como una porción físicamente homogénea de que consta un sistema. Dicha fase existe bajo ciertas condiciones de temperatura, presión, composición, etc. Si se modifican los valores de estas variables puede aparecer una fase distinta y se habla entonces de transición o cambio de fase.</p> <p>Una sustancia pura puede hallarse, dependiendo de los valores de presión y temperatura, en tres fases, conocidas habitualmente como estados de agregación de la materia: líquido, sólido y vapor. El paso de un estado de agregación a otro es un ejemplo de las llamadas, de acuerdo con la clasificación de Ehrenfest, transiciones de fase de primer orden. Estas transiciones llevan asociadas una entalpía de cambio de fase (calor latente) diferente de cero, siendo ésta la energía que hay que transferir al sistema para que se produzca el cambio de una fase a otra. Como la energía no puede transferirse instantáneamente entre el sistema y su medio, en el sistema aparece un régimen de fases mezcladas en el cual hay coexistencia de las dos fases en equilibrio. En un diagrama p-V como el que se muestra en la figura, estos estados vienen representados por curvas de equilibrio. Los puntos de estas curvas de equilibrio representan estados en los que las dos fases implicadas coexisten en equilibrio termodinámico. Para el agua, la línea de equilibrio líquido-vapor se conoce como línea de vapor. Existe un solo punto en el cual es posible observar la coexistencia de las tres fases en equilibrio. Este punto corresponde al llamado punto triple.</p>		
	<p>Para cada valor de presión, existe un único valor de la temperatura para el cual pueden coexistir en equilibrio las fases líquida y vapor. A una presión dada, por encima de ese valor, llamado temperatura de ebullición, la fase termodinámicamente estable será la fase vapor, y por debajo, la fase estable será la líquida.</p>	
	<p>A una presión y temperatura dadas, la fase termodinámica estable corresponderá con la de menor energía de Gibbs y es la que se presentará en la naturaleza en esas condiciones. Para el agua, a presión atmosférica, en el intervalo de temperatura de 0°C a 100 °C, la fase estable es la líquida. Por debajo de 0°C, temperatura de congelación, se formará hielo, y por encima de 100 °C, temperatura de ebullición, se formará vapor de agua.</p>	

El sobrecalentamiento tiene lugar cuando una sustancia se halla en fase líquida por encima de su correspondiente temperatura de ebullición en esas condiciones de presión. Una situación similar puede observarse en el cambio de fase líquido-sólido, cuando un líquido puede permanecer sin solidificar por debajo de su temperatura de solidificación, hablándose entonces de subenfriamiento. Se tiene en estos casos una situación de equilibrio termodinámico metaestable. Los estados metaestables no son verdaderos estados de equilibrio termodinámico y evolucionan rápidamente hacia verdaderos estados de equilibrio estable bajo cualquier perturbación del sistema.

En el caso de que el líquido sea agua pura, se habla de agua sobrecalentada y agua subenfriada en el primer y segundo casos, respectivamente. Para conseguir estos estados se tiene que tener agua pura, es decir, que no contenga impurezas (lo que favorece que no existan núcleos de condensación) contenida en un recipiente de superficie lisa que no tenga imperfecciones, y que el cambio de temperatura tenga lugar de forma muy homogénea.

En el caso de agua sobrecalentada, el calentamiento en un horno microondas hace posible un calentamiento homogéneo, de molécula a molécula. Podría decirse que la energía pasa directamente al agua, que se calienta directamente de forma homogénea sin que se produzca ningún fenómeno convectivo.

6. Materiales y montaje

- Dos vasos, uno de ellos con una superficie muy lisa y limpia (preferentemente de cristal).
- Agua pura y agua corriente.
- Microondas

Se dispone de dos vasos. El vaso con superficie muy lisa se llena con agua pura (puede ser agua destilada) y el otro con la misma cantidad de agua corriente (del grifo). Ambos se introducen en el microondas y se pone en funcionamiento. Al cabo de un cierto tiempo se observa que en uno de los vasos (el correspondiente al agua corriente) el agua comienza a hervir, mientras que en el otro no. Se para y se abre el microondas y se introduce con cuidado algún objeto en el vaso que contiene el agua que no ha hervido. Se observa entonces que se produce una ebullición brusca del agua contenida en el mismo.

7. Observaciones

-Al perturbar el agua sobrecalentada se produce una ebullición brusca, por lo que hay que extremar las precauciones para no sufrir quemaduras.

-El fenómeno de agua subenfriada tiene un fundamento físico semejante al del agua sobrecalentada.

