

DIAGRAMAS DE PROPIEDADES PARA PROCESOS DE CAMBIO DE FASE

1. Diagramas de Temperatura contra Volumen:

El proceso de cambio de fase del agua a una presión de 1 atm involucra cambios en los estados de un sistema. Este proceso puede ser repetido a diferentes presiones para desarrollar el diagrama T-v. Agregando pesos en la parte superior de un pistón hasta que la presión dentro del cilindro alcance 1 MPa.

A esta presión, el agua tiene un volumen específico algo más pequeño que a 1 atm de presión. A medida que se transfiere calor al agua a esta nueva presión, el proceso sigue una ruta que se parece mucho a la ruta del proceso a 1 atm de presión, como se muestra en la Figura 1, pero hay algunas diferencias notables.

Primero, el agua comienza a hervir a una temperatura mucho más alta (179,9 °C) a esta presión. En segundo lugar, el volumen específico del líquido saturado es mayor y el volumen específico del vapor saturado es menor que los valores correspondientes a una presión de 1 atm.

Es decir, la línea horizontal que conecta los estados de líquido saturado y vapor saturado es mucho más corta. A medida que la presión aumenta más, esta línea de saturación continúa encogiéndose, como se muestra en la Figura 6, y se convierte en un punto cuando la presión alcanza 22.06 MPa para el caso del agua. Este punto se denomina punto crítico y se define como el punto en el que los estados de líquido saturado y vapor saturado son idénticos. La temperatura, la presión y el volumen específico de una sustancia en el punto crítico se denominan, respectivamente, temperatura crítica T_{cr} , presión crítica P_{cr} y volumen crítico específico v_{cr} . Las propiedades del punto crítico del agua son $P_{cr} = 22.06$ MPa, $T_{cr} = 373.95$ °C y $v_{cr} = 0.003106$ m³/kg (Çengel & Boles, 2009)

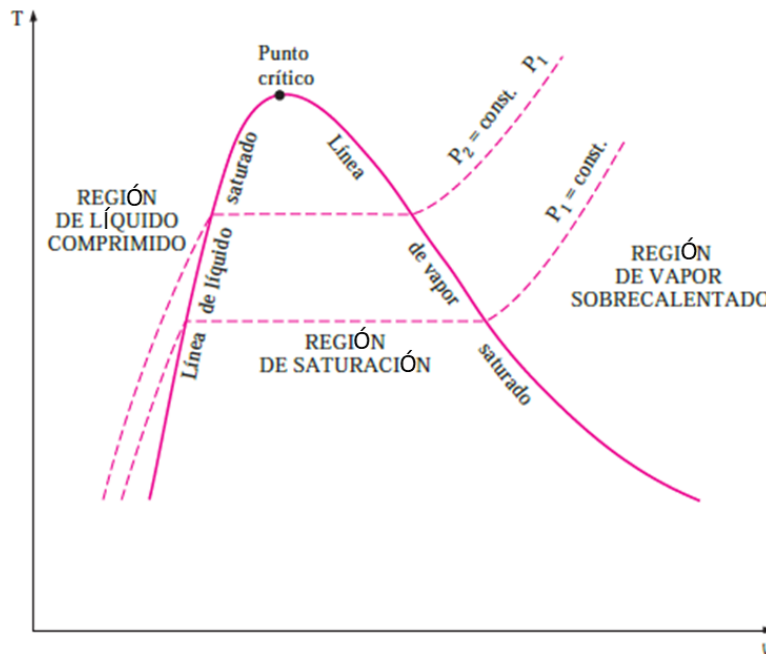


Figura 1. Gráfica de temperatura contra volumen de agua (Çengel & Boles, 2009)

2. Diagramas de Presión contra Volumen:

La forma general del diagrama P-v de una sustancia pura es muy parecida al diagrama T-v, pero las líneas constantes T en este diagrama tienen una tendencia descendente, como se muestra en la Figura 2. Considere nuevamente un dispositivo de pistón-cilindro que contiene agua líquida a 1 MPa y 150 °C.

El agua en este estado existe como un líquido comprimido. Ahora los pesos de la parte superior del pistón se retiran uno por uno para que la presión dentro del cilindro disminuya gradualmente (Figura 2). Se permite que el agua intercambie calor con el entorno para que su temperatura se mantenga constante. A medida que disminuye la presión, el volumen de agua aumenta ligeramente. Cuando la presión alcanza el valor de presión de saturación a la temperatura especificada (0.4762 MPa), el agua comienza a hervir. Durante este proceso de vaporización, tanto la temperatura como la presión permanecen constantes, pero el volumen específico aumenta. Una

vez que se vaporiza la última gota de líquido, una mayor reducción de la presión da como resultado un mayor aumento en el volumen específico. Tenga en cuenta que durante el proceso de cambio de fase, no eliminamos ningún peso. Si lo hiciera, la presión y, por lo tanto, la temperatura y el proceso dejaría de ser isotérmico (Çengel & Boles, 2009).

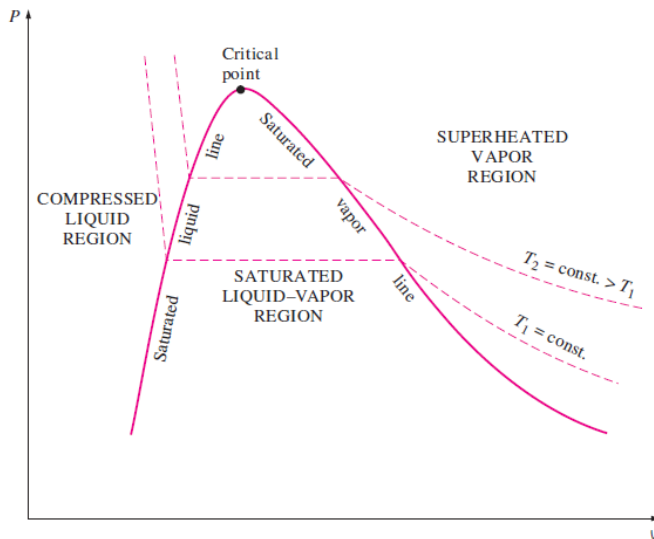


Figura 2. Gráfica de presión contra volumen de agua (Çengel & Boles, 2009)

3. Diagramas de Presión contra Temperatura:

La Figura 3 muestra el diagrama P-T de una sustancia pura. Este diagrama a menudo se denomina diagrama de fase, ya que las tres fases están separadas entre sí por tres líneas. La línea de sublimación separa las regiones sólida y de vapor, la línea de vaporización separa las regiones de líquido y vapor, y la línea de fusión (o fusión) separa las regiones sólida y líquida. Estas tres líneas se encuentran en el punto triple, donde las tres fases coexisten en equilibrio. La línea de vaporización termina en el punto crítico porque no se puede hacer distinción entre las fases líquida y de vapor por encima del punto crítico. Las sustancias que se expanden y contraen al congelarse difieren solo en la línea de fusión en el diagrama P-T (Çengel & Boles, 2009).

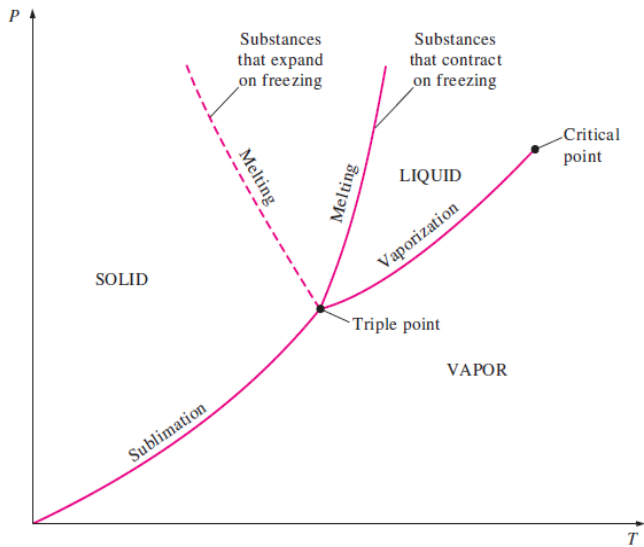


Figura 3. Gráfica de presión contra temperatura de agua (Çengel & Boles, 2009)

Referencia:
 Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). *Termodinámica* (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.