

P1. Solución (en **negrita**, conceptos claves de cada respuesta)

1. Explique concisamente las siguientes observaciones:

(a) Una sala de baño que esta inicialmente saturada pasa a una condición sub-saturada al prender una estufa en su interior.

Los sub-índices 1 y 2 se refieren a la condición antes y después de prender la estufa, respectivamente. Como la sala esta inicialmente saturada ($HR_1=100\%$) $e_1 = e_{sat}(T_1)$. Al prender la estufa aumenta la temperatura a un nivel $T_2 > T_1$ y consistente con la ecuación de **Clasius Clapeyron** $e_{sat}(T_2) > e_{sat}(T_1)$. El contenido de vapor no cambia en la sala, así que $e_2 = e_1$. En consecuencia $HR_2 = e_2/e_{sat}(T_2) = e_1/e_{sat}(T_2) < e_1/e_{sat}(T_1) = 100\%$. Como $HR_2 < 100\%$ la sala se encuentra ahora en una condición sub-saturada.

(b) La formación de nieblas y brumas es mas frecuente en atmósferas urbanas contaminadas.

La contaminación de las atmósferas urbanas indica la **presencia de aerosoles** en cantidades importantes. Algunos de estos aerosoles actúan como **núcleos de condensación**, permitiendo la existencia en forma **estable** (condensación ~ evaporación) de **pequeñas gotas** ($r < 1\ \mu m$) de agua en **condiciones sub-saturadas**. De esta forma, es frecuente la formación de brumas y nieblas con HR tan bajas como 85% en este tipo de atmósferas.

La posibilidad de mantener una gota en equilibrio aun cuando $HR < 100\%$ es debido al efecto de soluto, que hace mas difícil la evaporación, contrarrestando al efecto de curvatura que favorece la evaporación. Ambos efectos están incorporados en las **curvas de Koehler** que indican el valor de HR requerido para mantener una gota en equilibrio como función del tamaño de estas.

(c) La ocurrencia de condiciones super-saturadas (HR levemente sobre 100%) es esencial para la formación de nubes y precipitación.

Para que una nube se desarrolle y precipite se requiere que las gotas en su interior crezcan desde radios muy pequeños (embriones de gotas sub-micrométricos) hasta radios superiores a los $10\ \mu m$ (lo que garantiza una velocidad terminal mayor a las corrientes ascendentes de aire). Para lograr esta transición en tamaño **las gotas deben activarse lo que ocurre en condiciones de ligera super-saturación** ($HR \sim 100.01-100.02\%$) como lo indican las **curvas de Koehler**. Una vez pasado este punto de activación, las gotas crecerán espontáneamente por difusión de vapor.

(d) El ascenso (convectivo, orografico o de otro tipo) es fundamental para la formación de nubes.

Si el ascenso es rápido se puede considerar que la parcela sigue un **proceso adiabático** (sin intercambio de calor con el medio) lo que en la atmósfera terrestre implica una **disminución de temperatura** a razón de unos $10^\circ C$ por kilómetro. Lo anterior hace disminuir la presión de vapor necesaria para alcanzar la saturación, en virtud de la ley de **Clasius-Clapeyron**. Durante el ascenso la parcela mantiene su contenido de humedad así que en algún nivel se logra la saturación (nivel de condensación por ascenso) y sobre el la formación de la nube.