

GF 3003 Introducción a las Ciencias Atmosféricas

Control 3 SP 2010

Profesora de Cátedra: Laura Gallardo

Profesoras Auxiliares: Constanza Maturana, Constanza Paredes, Lucía Scaff

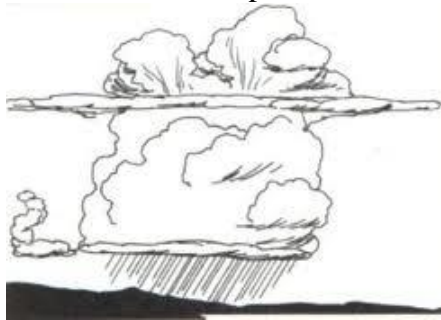
Noviembre 18 de 2010

Tiempo máximo disponible: 2.3 horas (140 minutos).

Sé muy clar@ y explícit@ en tus respuestas. En los resultados numéricos considera el número correcto de cifras significativas.

1. Conceptos

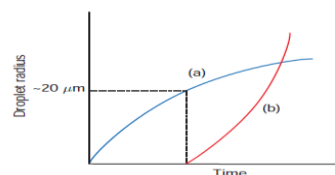
- a) La imagen muestra el esquema de nube convectiva profunda como las que se dan en la zona de convergencia intertropical o sobre la Cordillera de Los Andes. Explica por qué la aproximación hidrostática no es aplicable en este caso [1.5 puntos]



El balance hidrostático supone que no hay aceleraciones verticales significativas o que los movimientos horizontales son mucho más importantes que los verticales. En el caso de un Cb como el de la figura, sí hay aceleraciones verticales y el movimiento vertical es comparable o mayor al horizontal.

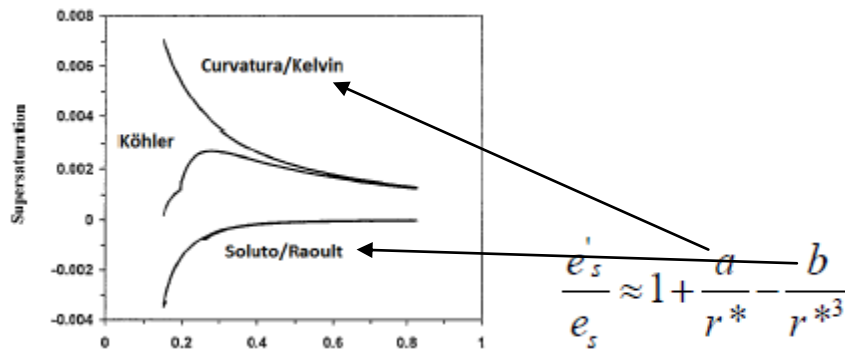
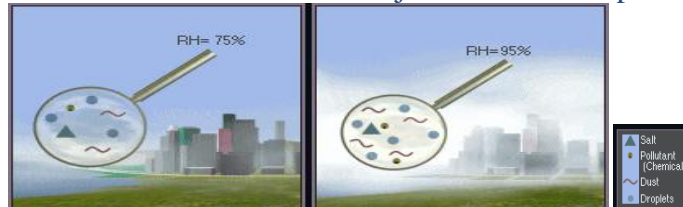
- b) Considera una nube cálida del tipo estratocúmulo marino como el tipo de las que se suelen presentar en el Pacífico Sur Oriental. Explica cómo puede crecer una gotícula de nube (protogota $\sim 1\text{-}2\ \mu\text{m}$ de radio) hasta una gota de llovizna ($\sim 20\text{-}30\ \mu\text{m}$ de radio). [1.5 puntos]

Al principio, la gotícula crece por condensación de vapor de agua. Este es un proceso efectivo hasta los 10 o 20 μm pero luego, como el crecimiento por condensación es inversamente proporcional al tamaño de la gota, se vuelve menos efectivo. Para que siga creciendo la gota se requiere de crecimiento por coalescencia lo que involucra la interacción entre gotas de distinto tamaño de modo que las más grandes puedan arrastrar a las más pequeñas y crecer de esa manera.

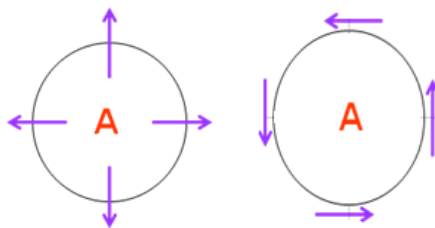


- c) En zonas costeras es frecuente observar brumas (agua condensada) aún cuando el aire está sub-saturado (humedad relativa ~90%). ¿Qué facilita la formación de nubes en dichas condiciones? [1.5 puntos]

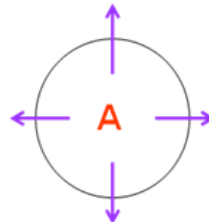
La condensación en condiciones sub-saturadas se facilita por la presencia de aerosoles que, a través del efecto de Raoult bajan el valor de vapor de saturación.



- d) Considera una alta presión (A) en una zona tropical muy cercana al ecuador terrestre en el hemisferio sur. ¿Cuál de las figuras describe la circulación a nivel de superficie? Explica por qué. [1.5 puntos]



En el ecuador el efecto de Coriolis se anula y por lo tanto no puede haber balance geostrófico y la única fuerza será debida al gradiente de presión y el movimiento podrá ser divergente. Por lo tanto, la figura de la izquierda:

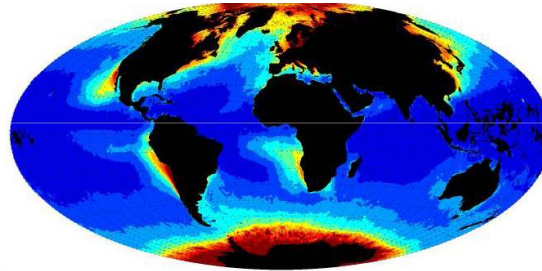


2. Densidad de gotas de nubes

En el caso de gotas que son mucho mayores que la longitud de onda de la luz visible y para un espectro angosto de tamaño de gotas, el llamado radio efectivo de las gotas es aproximadamente igual al radio promedio de las gotas. El espesor óptico de la nube (τ) queda dado aproximadamente por:

$$\tau = 2\pi h r_{ef}^2 N$$

donde h es el espesor de la nube y N es número de gotas por unidad de volumen. Deriva una expresión aproximada para N en términos de la densidad de agua por unidad de área en kg/m^2 (LWP por su nombre en Inglés, *Liquid Water Path*), la densidad del agua, el espesor de la nube y el radio efectivo. Supón que el contenido de agua líquida de la nube en kg/m^3 (LWC por su nombre en Inglés, *Liquid Water Content*) es constante en toda la nube. La figura muestra una estimación de la distribución global de la densidad de gotas usando este método.



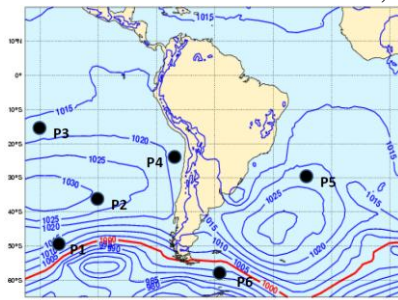
$$LWP \approx LWC * h$$

$$LWC = N * \rho_w * \frac{4\pi}{3} r_{ef}^3$$

$$\Rightarrow N = \frac{LWP}{\rho_w * \frac{4\pi}{3} r_{ef}^3}$$

3. Dinámica, vientos y frentes

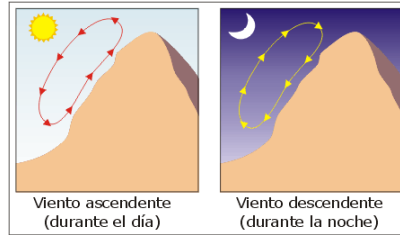
- a) La siguiente es una carta de presión de superficie para América del Sur según se calcula a partir de las ecuaciones de Navier-Stokes con un modelo de pronóstico del tiempo (www.ecmwf.int). En ella se indica 6 puntos: P1, P2, P3;...,P6. Indica la dirección del viento geostrófico en un punto con circulación ciclónica y en otro con circulación anticiclónica usando como coordenadas las coordenadas geográficas (norte, sur, este, oeste). ¿Dónde es más intenso el viento, P1 o P5? [2.0 puntos]



El viento geostrófico sopla paralela a las isóbaras. Así por ejemplo, en los puntos 1 y 6 se la circulación en torno a bajas, esto, circulación ciclónica y en los puntos 2, 4 y 5 hay circulación anticiclónica (en torno a altas). El viento geostrófico se vuelve más intenso en la medida que las isóbaras están más juntas o, equivalentemente, que el gradiente es mayor. Esto ocurre en torno a las bajas presiones. Por lo tanto, en el punto 1 el viento es más intenso que en el punto 5.

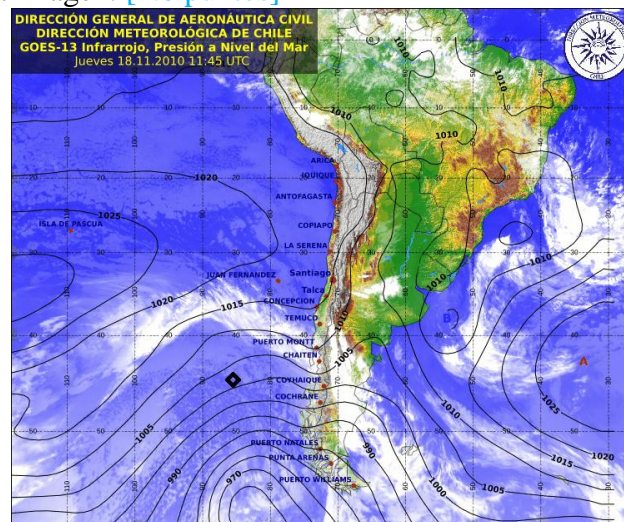
- b) En la cuenca de Santiago se suele observar vientos ladera arriba durante las horas de la tarde y ladera abajo durante las horas de la noche. Explica la aparición de esta

brisa en términos del calentamiento diferencial entre el valle y la ladera andina. Indica si el efecto de Coriolis alcanza o no a ser perceptible y por qué. [2.0 puntos]



El calentamiento diferencial entre el valle y la ladera da lugar a diferencias de temperatura que a su vez cambian en espesor de las capas y con ello se dan gradientes de presión que finalmente resultan en vientos. Durante el día, cuando alumbra el sol, la ladera se calienta más que el valle generando ascenso del aire en la parte superior de la ladera y por continuidad se establece una circulación como la bosquejada en la figura. Durante la noche, la ladera más alta se enfría más rápido que el valle y el aire desciende.

c) La carta de superficie siguiente muestra la observación de la nubosidad en el canal infra-rojo y la presión superficie. A partir de esta imagen describe el tipo de nubosidad observable en la isla de Juan Fernández y en un barco indicado por el rectángulo en la imagen. [2.0 puntos]



Juan Fernández (JF) está delante de un frente frío y el barco está tras. El frente es frío pues el viento sopla desde el sur donde el aire es más frío. Donde está el barco se observan cúmulus (Cu) (Se ven como pequeños gránulos que corresponden a las celdas convectivas asociadas a los Cu). En JF se ve en la imagen de nubes estratiformes, así que posiblemente había Sc y/o niebla. Pero éstas están asociadas a la capa de Sc subtropicales que dominan el Pacífico Sur Oriental. Por sobre esa capa de estratos, en altura debieran verse cirrus, cirroestratos y altocúmulus característicos del acercamiento de un frente frío.

NB. Típicamente, se observan las siguientes nubes en conexión con frentes cálidos y fríos.

