

Introducción a la dinámica del océano

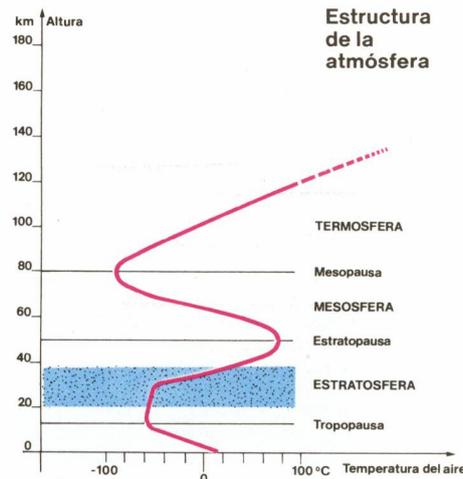
Práctica 2: La capa de mezcla del océano

Fecha de entrega: _____

1. El contenido de calor del océano comparado con el de la atmósfera.

La troposfera es la capa inferior de la atmósfera, que se extiende hasta la tropopausa (ver figura abajo). La troposfera contiene el 85% de la masa de la atmósfera. En la misma, puede considerarse que la temperatura decrece linealmente con la altura. Considere que la temperatura media de la troposfera es de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y su densidad media de 1 kg m^{-3} . ¿Cuál es el espesor del océano que contiene la misma cantidad de calor (por unidad de área) que todo el espesor de la troposfera por encima del mismo? Considere un océano de densidad uniforme y una temperatura en la capa de mezcla de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Qué puede concluir de este resultado? ¿Qué implicancias cree que puede tener para el clima en la Tierra?

Ayuda: el contenido de calor Q de una masa m de una sustancia que se encuentra a una temperatura T , es $Q=c_p Tm$, donde c_p es el calor específico a presión constante (constante en la troposfera).



Esquema de un perfil típico de la temperatura en la atmósfera.

specific heat	c_w	4.18×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
latent heat of fusion	L_f	3.33×10^5	J kg^{-1}
latent heat of evaporation	L_e	2.25×10^6	J kg^{-1}
density of fresh water	ρ_{fresh}	0.999×10^3	kg m^{-3}
viscosity	μ_{water}	10^{-3}	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$
kinematic viscosity	$\nu = \frac{\mu_{\text{water}}}{\rho}$	10^{-6}	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$
thermal diffusivity	k	1.4×10^{-7}	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$

Propiedades del agua en estado líquido.

specific heat at constant pressure	c_p	1005 J kg ⁻¹ K ⁻¹
specific heat at constant volume	c_v	718 J kg ⁻¹ K ⁻¹
ratio of specific heats	γ	1.40
density at 273K, 1013mbar	ρ_0	1.293 kg m ⁻³
viscosity at STP	μ	1.73×10 ⁻⁵ kg m ⁻¹ s ⁻¹
kinematic viscosity at STP	$\nu = \frac{\mu}{\rho_0}$	1.34×10 ⁻⁵ m ² s ⁻¹
thermal conductivity at STP	K	2.40×10 ⁻² W m ⁻² K ⁻¹
gas constant for dry air	R	287.05 J kg ⁻¹ K ⁻¹

Propiedades del aire a temperatura y presión estándar (STP).

2. Modelos simples de capa de mezcla

- a. Suponga que en la capa de mezcla del océano la temperatura es uniforme en la vertical. Se pierde en la superficie del océano un flujo de calor de 25 W m⁻² hacia la atmósfera. Si la profundidad de la capa de mezcla no cambia y no hay pérdidas por su base, determine cuánto tiempo se requiere para que la capa de mezcla se enfríe en 1°C. Suponga que la capa de mezcla tiene una profundidad de 100 m y utilice los datos de la tabla del problema 1. Cuando plantee el problema evalúe el peso que tiene en la estimación el considerar los efectos de la temperatura sobre la densidad. Para ello, considere despreciable el efecto de la salinidad, de modo que la densidad se relaciona con la temperatura según

$$\rho = \rho_{ref}(1 - \alpha[T - T_{ref}])$$

$$\alpha = 1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad T_{ref} = 15^\circ\text{C}$$

- b. Considere el desarrollo en invierno de una capa oceánica de mezcla convectiva simplificada. Inicialmente, al comienzo del invierno, el perfil de temperatura está dado por $T(z) = T_s + Az$, donde z es la profundidad (la cual es cero en la superficie del mar y se incrementa hacia arriba) y el gradiente A es positivo. Durante el invierno se pierde calor por la superficie a una tasa Q [W m⁻²]. A medida que la superficie se enfría, se inicia la convección. El enfriamiento hace que comience a desarrollarse una capa de mezcla de profundidad $h(t)$, que tiene una temperatura uniforme $T_m(t)$. Igualando la pérdida de calor a través de la superficie con el contenido de calor (variable) de la columna de agua, determine cuánto evolucionan $h(t)$ y $T_m(t)$ a lo largo del período invernal.
- c. Si $Q = 25 \text{ W m}^{-2}$ y $A = 10 \text{ } ^\circ\text{C km}^{-1}$, ¿cuánto le tomará a la capa de mezcla alcanzar una profundidad de 100 m?