

Fenómenos colectivos: tarea 4

a) ¿Cuál es el sistema termodinámico?

En el artículo el sistema termodinámico estudiado es agua salina, en particular para el estudio del agua de los océanos.

b) ¿El sistema es real o es un modelo de algún sistema físico real?

El sistema es real ya que se trata del agua salina en los océanos de la Tierra y el procedimiento para encontrar la ecuación de estado se basa en medidas registradas de la salinidad, temperatura y profundidad del océano.

c) ¿Cuáles son sus variables independientes?

Se tienen tres variables independientes:

Θ (Temperatura conservativa) [K]: En oceanografía se usa la variable temperatura conservativa la cual es una corrección de la temperatura que toma en cuenta efectos de la presión en el océano. La temperatura conservativa de una porción de agua salina se define como la temperatura que se le mediría si la porción de agua fuera llevada a la superficie del océano de forma adiabática y sin cambios en su salinidad.

Z (Profundidad) [m]: Se refiere a la distancia en metros de la porción de agua hasta la superficie del océano.

S_A (Salinidad absoluta): Se refiere a la masa de sal en gramos por cada kilogramo de agua salina.

d) ¿Cuál es la variable dependiente?

La variable dependiente es la densidad del agua del océano, es decir la ecuación tiene la forma:

$$\rho = \rho(\Theta, S_A, Z)$$

Y además, a partir de esa representación, se definen las siguientes funciones de respuesta:

Expansión térmica: $-(\frac{\partial \rho}{\partial \Theta})_{S_A, Z}$

Contracción salina: $(\frac{\partial \rho}{\partial S_A})_{\Theta, Z}$

e) ¿Bajo qué condiciones físicas se propone encontrar la ecuación de estado?

La ecuación de estado se aplica al agua del océano, por lo que es válida principalmente en los intervalos de temperaturas, salinidad y profundidad en los que se encuentra normalmente el agua del océano (estos valores promedio se encuentran en la tabla 3 del artículo).

F) ¿Qué tipo de metodología se utiliza para encontrar la ecuación de estado (experimental, matemática, computacional numérica, computacional por simulación)?

La metodología usada para encontrar la ecuación es computacional numérica. Para encontrar la ecuación de estado se propone un polinomio de la salinidad, profundidad y temperatura. Posteriormente se encuentran los coeficientes de este polinomio con un método de mínimo cuadrados, asegurándose que el error entre este polinomio y las medidas registradas de expansión térmica y contracción salina sea mínimo. Este procedimiento para encontrar los coeficientes se realiza computacionalmente optimizando la función con el uso de Matlab.

En realidad en el artículo se encuentran varias ecuaciones de estado distintas ya que se proponen polinomios de distinto orden y con distinta cantidad de términos y para cada uno de ellos se hace el procedimiento de encontrar sus coeficientes. Finalmente se concluye que la ecuación de estado más precisa y simple es una con un término cuadrático en la temperatura, un término mixto de temperatura y profundidad y un término lineal en la salinidad y otro en temperatura.