



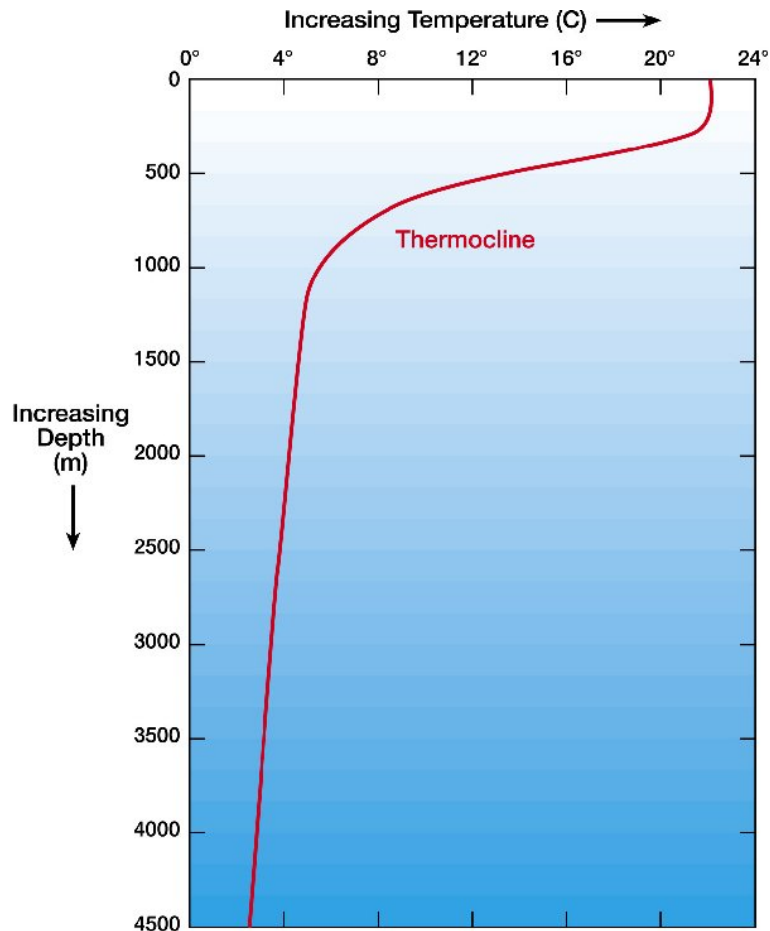
Månadens problem – MAJ 2015



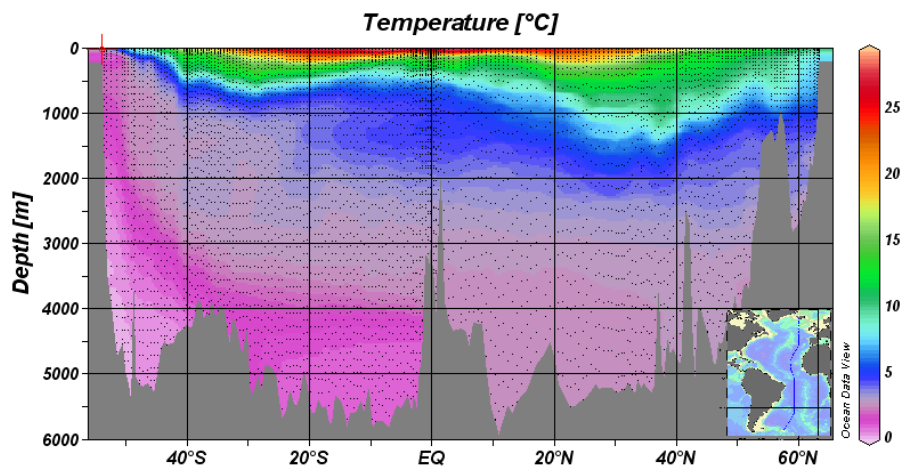
Badboll (bild från Wikipedia).

1. Sommaren närmar sig med sol och bad och många barn tycker om att leka med en badboll på stranden. Anta att en badboll har diametern 50 cm när den är fullt uppblåst med luft, och att lufttrycket inuti är nära normalt lufttryck $p_0 = 101,3$ kPa.
 - (a) Badbollen ligger i solen och är 30°C varm. Om bollen sänks ner till 10 m djup i det 22°C havsvattnet kommer dess volym att minska. Bestäm bollens nya volym.
 - (b) Med samma badboll som i (a), och om vattentemperaturen är konstant (dvs. 22°C) på olika vattendjup, hur djupt måste man sänka badbollen för att dess volym ska bli precis en femtedel av vad den är vid ytan?
 - (c) Vattentemperaturen varierar med djupet och blir kallare längre ner, se Figur 1 på nästa sida. Grafen i Figur 1 gäller för varmare breddgrader än här, exempelvis för vatten runt Kanarieöarna som ligger vid 30:e breddgraden, se Figur 2. Vilken volym skulle samma badboll ha om den sänktes ner på 1000 m djup? (Anta att vattnets densitet inte ändras med djupet.¹)
 - (d) I (c) antog vi att vattnets densitet är konstant på alla djup. Man kan tänka sig att det inte stämmer för stora djup med tanke på det höga trycket och den låga temperaturen. Temperaturkoefficienten för vattnets volym är ca $1\text{-}2 \cdot 10^{-5}$ per kelvin för temperaturer mellan 10°C och 20°C , och den minskar med lägre temperaturer

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_sea



Figur 1. Vattentemperaturen som funktion av djupet (bild från <http://www.windows2universe.org/earth/Water/temp.html>).



Figur 2. Vattentemperatur som funktion av djup och latitud (bild från <http://judithcurry.com/2014/01/21/ocean-heat-content-uncertainties/>).

ner till 4°C där den blir 0.² Vattnets kompressibilitet är ca $5 \cdot 10^{-10}$ per pascal.³ Undersök ifall antagandet är rimligt ner till 1000 m djup.

²http://www.engineeringtoolbox.com/volumetric-temperature-expansion-d_315.html

³<https://en.wikipedia.org/wiki/Compressibility>, https://en.wikipedia.org/wiki/Properties_of_water.

2. En del badbollar är så stora att man kan krypa in i dem. En sådan badboll väger 5,0 kg och har diametern 2,0 m. Hur djupt under vattenytan skulle badbollens underdel befinna sig om du kröp in i den och sen rullade ut den på vattnet?



Water ball (bild från Wikipedia).