

Astronomía General

Taller: Medición de la Constante Solar

Objetivo: Estimar el valor de la energía solar recibida por unidad de área y de tiempo.

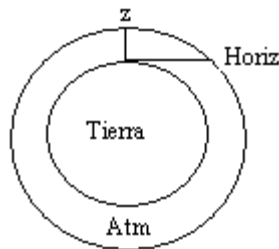
Instrumento: Piroheliómetro.

Principio físico: El disco de plomo absorbe la radiación solar, lo que determina un incremento en su temperatura, este valor depende de las características físicas del plomo (calor específico y peso específico del plomo) y de la geometría del disco (volumen y superficie donde recibe la radiación solar).

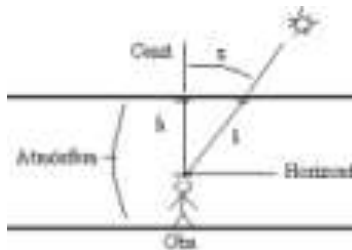
Influencia de la atmósfera

En el cenit del observador la atmósfera presenta su mínimo espesor. Para un observador ubicado en la ciudad de La Plata el Sol no estará nunca en el cenit sino a una distancia cenital z que irá cambiando con el tiempo.

A medida que aumenta la distancia cenital del Sol, la influencia de la atmósfera se hace más importante debido a que los rayos solares deben recorrer un camino más largo dentro de la atmósfera, siendo éste máximo cuando el Sol se encuentra próximo al horizonte del observador.



La secante de z ($\sec z$) representa la “masa de aire” que recorren los rayos solares cuando atraviesan la atmósfera.



h = Altura de la atmósfera por encima del observador (cenit).

l = Longitud recorrida en la atmósfera a una distancia cenital z .

Deducimos:

$\cos z = h/l$ entonces

$$l = h \sec z$$

Dado que la atmósfera influye sobre la cantidad de radiación solar que recibimos en la superficie de la Tierra, en el transcurso de la tarde podemos ir viendo cómo disminuye la cantidad de energía recibida a medida que los rayos del Sol deben recorrer una masa de aire mayor. Esta variación la podemos apreciar graficando las variaciones de temperatura observadas en función de la $\sec z$.

Si ajustamos una recta a nuestras observaciones, podremos luego extrapolar un valor para el cual la influencia de la atmósfera sea nula, lo cual nos permite dar una estimación del orden de magnitud de la constante solar.

Procedimiento de campo:

- El Piroheliómetro posee un agujero lateral por donde debe insertarse el termómetro digital suavemente pero asegurando buen contacto entre el plomo y el metal del termómetro.
- Cerca de donde se instale el Piroheliómetro se debe colocar una pequeña varilla vertical que será utilizada para determinar la secante de la distancia cenital (**$\sec z$**).
- Apuntar el Piroheliómetro al Sol, observando que la sombra del disco de plomo sea concéntrica con el tubo. Realizar esto rápidamente y cubrir el instrumento para evitar que el Sol caliente el plomo.
- Manteniendo el instrumento en su posición, medir la temperatura del disco a la sombra a intervalos de $\frac{1}{2}$ minuto durante 3 minutos.
- Al terminar la última medida a la sombra, destapar el Piroheliómetro y repetir la serie de medidas con el disco apuntando al Sol.
- Luego de la última medida, tapan el instrumento y repetir la serie de medidas a la sombra.
- Repetir todas estas operaciones siete veces aproximadamente a diferentes distancias cenitales.

Cálculos:

En general la primera medida de cada serie deberá descartarse debido a factores de conducción y efectos inerciales. Los cálculos a realizar entonces son los siguientes:

- Calcular la variación media de temperatura por minuto en los siguientes casos:
 1. Durante el primer periodo a la sombra (s_0)
 2. Durante el periodo al sol (s)
 3. Durante el segundo periodo a la sombra (s_0')
- Calcular el incremento de temperatura del disco corregido por influencia de los alrededores como:

$$S[\text{°C min}] = s - \frac{(s_0 - s_0')}{2}$$

- Graficar los valores de “log S” en función de las correspondientes “masas de aire” (sec z).
- Dibujar la línea de mejor ajuste.
- El punto de corte del eje vertical (la ordenada al origen) se denomina “log S_0 ”.
- Calcular la constante del calorímetro (G) que viene dada por la siguiente expresión:

$$G = \frac{\text{peso específico} * \text{calor específico} * \text{volumen}}{\text{área irradiada}}$$

donde,

peso específico del plomo _____	11.3 gr/cm ³
calor específico del plomo _____	0.031 cal/gr °C
1 cal _____	4.184 x 10 ⁷ erg
volumen _____	Depende del disco
área irradiada _____	Depende del disco

- De esta forma, el valor de la constante solar “ K_0 ” (expresada en cal/(min * cm²)) viene dada por:

$$K_0 [\text{cal}/(\text{min} * \text{cm}^2)] = G * S_0$$