

Algunos conceptos básicos de Astrofísica

Casi toda la información que se tiene de los objetos celestes se ha obtenido a partir de la luz que nos llega de ellos. Por eso, es muy importante conocer algunos conceptos relacionados con la luz y que se usan en Astronomía.

2.1. Ondas periódicas

Onda periódica: es una onda que se repite en intervalos de tiempo iguales. La luz que vemos se transmite como *ondas periódicas*. Dicha luz, es parte del *espectro electromagnético*.

Longitud de onda: es la distancia sobre la cual una *onda periódica* se repite. Esta se denota por la letra griega λ .

Frecuencia: es el número de ondas que se producen por intervalo de tiempo.

Período: es el tiempo (T) que tarda una onda en repetirse. Es decir, el período es el inverso de la frecuencia, lo cual se expresa como

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

En el caso de las ondas electromagnéticas la frecuencia y la longitud de onda están relacionadas por

$$c = \lambda f \quad (2.2)$$

Donde c es la velocidad de la luz

Las ondas transportan energía sin necesidad de propagación de materia en la dirección en que viaja la onda.

2.1.1. Ondas sonoras

El sonido es un fenómeno en el que se producen ondas en un medio, como resultado de alguna perturbación. La velocidad del sonido depende de la temperatura y de la densidad del medio en el que se propaga. Por ejemplo, en el aire a una temperatura de 20°C su velocidad es de $344 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. En el vacío no hay sonido.

2.1.2. Ondas electromagnéticas

Se dan cuando los campos eléctrico y magnético se propagan en el espacio a la velocidad de la luz y variando simultánea y periódicamente. Dichas ondas no requieren un medio para propagarse. Un ejemplo de ondas electromagnéticas es la luz que captan nuestros ojos.

2.1.3. Propiedades de las ondas

Las ondas puede experimentar diferentes fenómenos dentro de los que están los siguientes:

Refracción: es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro. El ángulo que se desvía una onda al entrar a un medio depende del *índice de refracción* del medio y de la longitud de onda.

Dispersión: es la separación de ondas de distinta longitud de onda al atravesar un material.

Difracción: es el cambio de dirección de las ondas cuando encuentran un obstáculo.

Interferencia: es la superposición de dos o más ondas.

2.2. Espectro

Un espectro es una representación de la distribución de la intensidad de la luz, procedente de un objeto, en función de la longitud de onda. En Astronomía se emplean prismas y rejillas (o la composición de ambos) para obtener los espectros de objetos celestes. Los espectros muestran, además de diferentes intensidades en los colores, también algunas líneas más brillantes y otras líneas más oscuras que son precisamente las llamadas líneas espectrales.

2.2.1. Espectro electromagnético

Es el conjunto de ondas electromagnéticas. Este va desde rayos gamma hasta ondas de radio. De todo este rango nosotros solo captamos, con nuestros ojos, las que están entre 3000 y 7000 Amstrongs. Sin embargo, podemos captar otras ondas de manera indirecta, es decir con instrumentos que sí pueden captarlas.

2.3. Tipo espectral

Los niveles energéticos en los que están los iones de una estrella dada determinan las frecuencias de las líneas espectrales de emisión o absorción de dicha estrella, los cuales en general son diferentes para diferentes temperaturas. Entonces, estudiando las líneas espectrales de una estrella podemos conocer su temperatura.

Las estrellas se clasifican con respecto a su espectro en siete clases principales (O, B, A, F, G, K y M). Las estrellas de clase O tienen las temperaturas más altas mientras que las de clase M las más bajas. El Sol tiene una temperatura de aproximadamente 5700 K y su clase espectral es G2.

2.4. Escala de placa

La escala de placa es un parámetro muy empleado en Astronomía observacional. Se llama escala de placa porque, antes del empleo de CCDs y cámaras digitales, la imagen captada por los telescopios se registraba en placas fotográficas. La escala de placa es la relación entre el ángulo (α) que subtende un objeto observado y el tamaño (s) que tiene este objeto en la placa fotográfica (es decir en el plano focal) entonces

$$s = f\alpha \quad (2.3)$$

donde f es la distancia focal del telescopio. La *escala de placa* se puede expresar en *segundos de arco* sobre *milímetro* a partir de

$$f = \frac{s}{\alpha} \quad (2.4)$$

Si en la ecuación anterior f y s están ambas en las mismas unidades, entonces el ángulo α está en radianes.

2.5. Resolución angular

La resolución angular es la capacidad de distinguir dos estrellas cercanas y no verlas como una sola. En un telescopio la resolución angular es

$$\phi \approx \frac{\lambda}{D} \quad (2.5)$$

Donde λ es la longitud de onda y D el diámetro del objetivo óptico del telescopio. La resolución es mejor entre más pequeño sea el valor de ϕ .

2.6. Efecto Doppler

Es el cambio de frecuencia que ve un observador cuando un objeto que emite una onda, está en movimiento. Si el objeto se aleja del observador, la frecuencia de la onda disminuye, si el objeto se acerca la frecuencia aumenta. En cuanto a la longitud de onda, el efecto es inverso, si el objeto se aleja la longitud de onda aumenta. La relación de velocidad y longitud de onda se expresa en la ecuación 2.6, donde λ_0 es la longitud de onda del objeto en reposo, λ es la longitud de onda a una velocidad v y $\Delta\lambda$ la diferencia de $\lambda - \lambda_0$, c corresponde a la velocidad de la luz.

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \quad (2.6)$$

Sobre la velocidad, el efecto doppler indica que al alejarse, la velocidad del objeto es positiva y al acercarse su velocidad es negativa. Un ejemplo de este efecto es el sonido de una sirena de ambulancia, al acercarse su sonido es más agudo (longitud de onda más corta) y es más grave al alejarse.

2.6.1 Efecto Doppler debido a un sistema de muchas partículas

Para un sistema de varias partículas que emiten la misma frecuencia pero con direcciones distintas, el observador capta una representación de aquellas partículas que generan desplazamiento doppler, es decir que se acercan o alejan. A continuación se muestra un ejemplo de 18 partículas y sus direcciones, así como el número de partículas que percibe el observador.

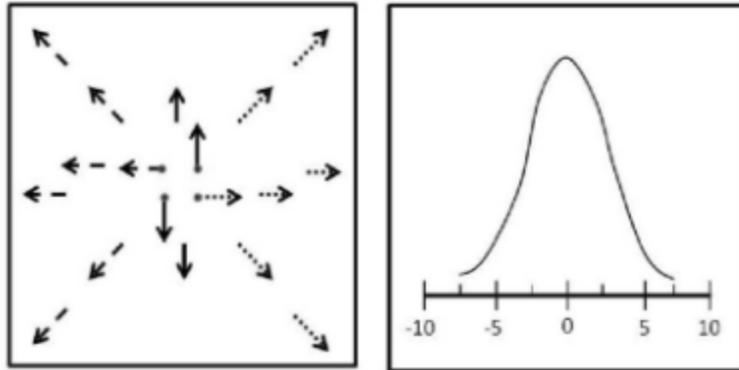


Figura 2.1 Sistema de 18 partículas y su representación respecto al desplazamiento Doppler

2.7. Estado de la Materia

La materia se clasifica en estados según la forma en la que las partículas de un sistema se agregan entre sí mismas, los estados son:

Sistema Sólido: forma y volumen constante. Las partículas están unidas entre sí.

Sistema Líquido: No tiene forma fija, pero sí tiene volumen constante. En presencia de una fuerza puede tomar la forma de un recipiente

Sistema Gaseoso: No tiene forma ni volumen fijo. Sus partículas tienen gran movilidad y puede expandirse hasta ocupar el volumen del recipiente que lo contiene.

Plasma: Es un gas de partículas cargadas. Tiene igual cantidad de cargas positivas y negativas por lo que es eléctricamente neutro. Un ejemplo cotidiano son los focos de neón.

2.8. Movimiento de las Partículas y Conceptos de Temperatura y Presión

Los átomos y partículas que conforman un sistema poseen energía que les permite estar en movimiento, a esta energía se le asocia una variable llamada temperatura. El constante movimiento de un sistema produce choques entre las partículas y estas ejercen presión contra las paredes del recipiente que contiene dicho sistema. Esto sucede con los gases y dicha presión depende de la cantidad de partículas y energía cinética del sistema.

2.9. Temperatura Absoluta

La escala absoluta de temperatura se basa en el movimiento de las partículas de un sistema. El valor cero de la escala corresponde al estado en el que las partículas del sistema no se muevan, es decir en reposo.

2.10. Gas ideal

Se dice de un gas formado por partículas puntuales que no se atraen ni se repelen entre sí. Los choques entre sus partículas pueden ceder energía a otras, pero la energía del sistema se conserva, es decir no se pierde energía. Este comportamiento se aproxima en gases monoatómicos a baja presión y alta temperatura.

2.11. Densidad

La densidad ρ se define como la cantidad de masa por unidad de volumen. Se dice de dos objetos de igual forma y tamaño, pero distinto peso, que el más pesado es más denso que el otro. Se expresa en kg/m^3 y la ecuación de densidad para objetos homogéneos es

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.7)$$

2.12. El Albedo de un Planeta

El término albedo, denotado por la letra A , depende de la capacidad de un cuerpo para reflejar la luz. El albedo de un planeta depende de su superficie y el brillo de su distancia al sol. La fracción de radiación absorbida por un cuerpo se define como $(1 - A)$. Las ecuaciones para luminosidad absorbida y luminosidad emitida son

$$L_{abs} = \frac{R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4 \pi R^2}{r^2} (1 - A) \quad (2.8)$$

$$L_{em} = 2\pi R^2 \sigma T^4 \quad (2.9)$$

Donde R_{\odot} y T_{\odot} son el radio y temperatura del sol, R y T el radio y temperatura del planeta, σ la constante de Stefan-Boltzman (567×10^{-8}) y r es la distancia del cuerpo al sol.