

# 5. Sistemas estelares



Estructura espiral de la Vía Láctea.

Número de estrellas: más de 200 000 millones

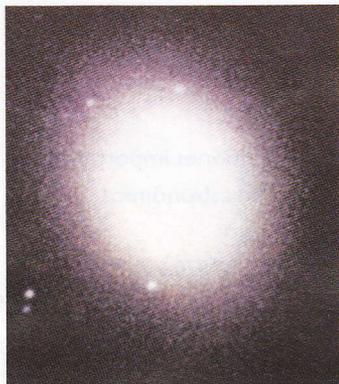
Masa total estimada:

$4 \cdot 10^{40}$  [kg]

Diámetro aproximado:

25 000 [pc]

Distancia Sol - centro de la Vía Láctea: 8 000 [pc]



Galaxia elíptica M 32.



Galaxia irregular.

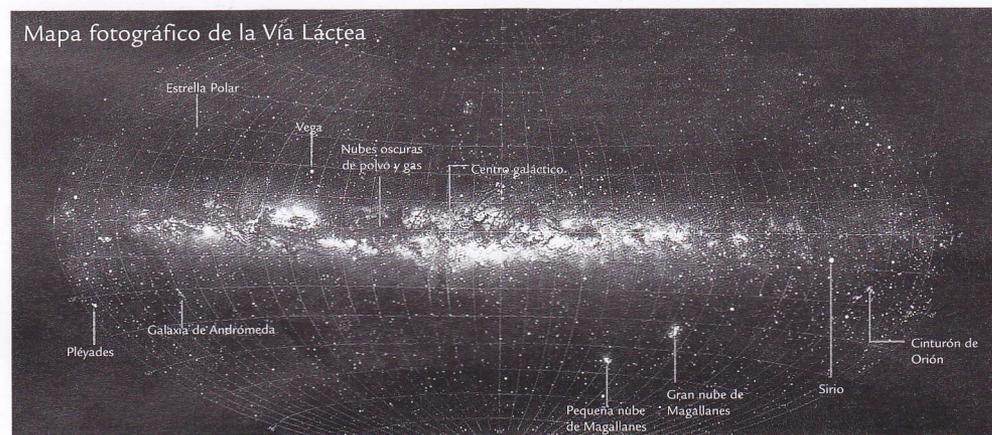
## Nuestra galaxia, la Vía Láctea

Cualquier noche sin nubes y sin luna (mejor en un lugar alejado de la ciudad) es posible apreciar en la bóveda celeste una franja gruesa y blanca: es nuestra galaxia, la Vía Láctea, vista de costado.

La Vía Láctea es una aglomeración impresionante de muchísimas estrellas y otros objetos cósmicos, como nebulosas brillantes (formadas en realidad por gas y polvo cósmico) o cúmulos estelares (agrupaciones de estrellas) como, por ejemplo, Las Pléyades (conocidas en Bolivia como los Siete cabritos).

En la Vía Láctea hay también una gran cantidad de partículas cósmicas (protones, núcleos de hierro, electrones, fotones, etc.) que viajan a velocidades cercanas a la de la luz con energías registradas desde  $10^9$  [eV] hasta  $10^{21}$  [eV], aunque se piensa que las partículas cósmicas con energías mayores a  $10^{15}$  [eV] provienen del exterior de la Vía Láctea. Las partículas cósmicas cargadas, entre las cuales están también las provenientes del Sol, son capturadas por el campo magnético terrestre y, dependiendo de su energía, algunas llegan a los polos e ionizan los núcleos atmosféricos creando las luminiscencias del aire conocidas como auroras polares.

## Estructura de la Vía Láctea



Los datos proporcionados por la radioastronomía indican que la Vía Láctea es una galaxia espiral, con cuatro brazos que parten del núcleo galáctico y se abren hacia el exterior.

La Vía Láctea es un sistema achatado, simétrico respecto a su plano principal, conocido como plano de la galaxia. El círculo mayor de la Vía Láctea es el ecuador galáctico y coincide con la línea que atraviesa el largo de la galaxia y pasa por su punto medio. En el círculo mayor el plano de la galaxia se interseca con la esfera celeste.

Cuando miramos hacia el centro de la galaxia, percibimos una creciente densidad de estrellas, la cual aumenta hacia el plano galáctico y hacia su centro, lugar denominado núcleo galáctico que está ubicado en la constelación de Sagitario.

## Clasificación de las galaxias

Las galaxias espirales son las más comunes. Tienen forma de discos achatados. Contienen algunas estrellas viejas y una gran cantidad de estrellas jóvenes. La Vía Láctea y Andrómeda son de este tipo.

Las galaxias elípticas tienen una estructura muy regular. Contienen una gran población de estrellas viejas y algunas nuevas en formación.

Las galaxias irregulares tienen un tamaño muy inferior a las anteriores, parecen no haber desarrollado una estructura muy definida. Tienen muchas estrellas jóvenes y estrellas en formación. Las Nubes de Magallanes, visibles desde el hemisferio sur, son de este tipo.

## Distribución de las galaxias

Las galaxias se concentran en cúmulos. Nuestra galaxia pertenece al llamado cúmulo local, donde existen unas 30 galaxias. Se calcula que este cúmulo tiene 3 millones de años luz cúbicos y a él pertenecen también la galaxia de Andrómeda y las nubes de Magallanes. Existen otros cúmulos que contienen hasta 2 500 galaxias como, por ejemplo, el cúmulo de la Virgen. El astrónomo G. Vaucoulers encontró en 1953 que existen aglomeraciones de cúmulos de galaxias a los que llamó supercúmulos. Nuestro supercúmulo local, al cual pertenecen el cúmulo local y el cúmulo de la Virgen, tiene un diámetro de 100 millones de años luz y contiene cerca de  $10^{15}$  masas solares.

### ANALIZA LOS EJEMPLOS

1. Calculemos la frecuencia de una partícula cósmica (del conjunto conocido como rayos cósmicos) que tiene una energía de  $10^{12}$  [eV]. Usemos la relación  $E = hf$ , donde  $h = 6,62606876 \cdot 10^{-34}$  [Js], y consideremos la equivalencia  $1,602176462 \cdot 10^{-19}$  [J] = 1 [eV].

Una energía de  $10^{12}$  [eV] es aproximadamente igual a  $1,602176462 \cdot 10^{-7}$  [J]

Despejando la frecuencia:

$$f = \frac{E}{h} = \frac{1,602176462 \cdot 10^{-7} \text{ [J]}}{6,62606876 \cdot 10^{-34} \text{ [Js]}} = 2,418 \cdot 10^{26} \left[ \frac{1}{s} = \text{Hz} \right]$$

2. El disco que da forma a la Vía Láctea tiene una rotación diferencial: las estrellas del interior se desplazan más rápido que las exteriores. Si la velocidad del Sol alrededor del centro de la galaxia es de 220 [km/s], ¿qué tiempo demora en dar una vuelta completa? El Sol está a unos 30 000 [a.l.] del centro.

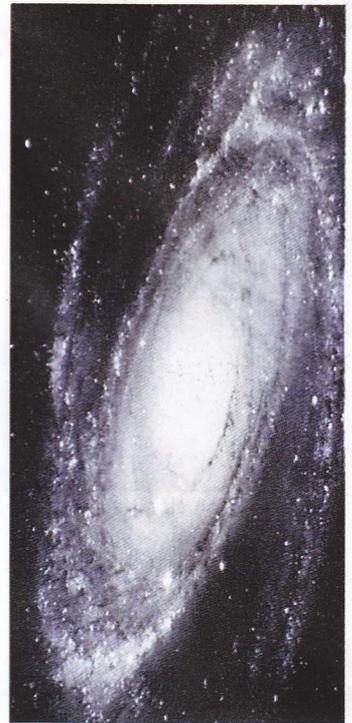
30 000 años luz son aproximadamente  $2,838 \cdot 10^{17}$  [km].

Calculamos la velocidad angular del Sol:

$$\omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \omega = \frac{220 \text{ [km/s]}}{2,838 \cdot 10^{17} \text{ [km]}} = 7,752 \cdot 10^{-16} \text{ [rad/s]}$$

Con  $\omega$  obtenemos el tiempo en que el Sol da una vuelta completa:

$$\omega = \frac{\theta}{t} \Rightarrow t = \frac{\theta}{\omega} = \frac{2\pi \text{ [rad]}}{7,752 \cdot 10^{-16} \text{ [rad/s]}} \approx 8,131 \cdot 10^{15} \text{ [s]} \approx 258 \cdot 10^6 \text{ años}$$



Galaxia espiral M 81 en la Osa Mayor.

### Apunte

En 1937, F. Zwicky y W. Baade postularon la existencia de lo que llamaron *materia oscura*, masa o materia que no era perceptible. Lo hicieron para explicar la discrepancia entre las predicciones teóricas y los hallazgos experimentales referidos a las curvas de rotación de las galaxias y a sus velocidades rotacionales.

## Comprueba que estás entendiendo

1. Si el rayo cósmico del ejemplo 1 viaja a la velocidad de la luz, ¿cuál es su longitud de onda?
2. Calcula la frecuencia de las partículas cósmicas cuya energía es de  $10^{15}$  [eV] y  $10^{21}$  [eV].
3. ¿Por qué las estrellas se agrupan en galaxias, las galaxias en cúmulos y los cúmulos en supercúmulos? ¿Cuál puede ser una explicación razonable de esta tendencia a la formación de agrupaciones?
4. ¿Crees que una galaxia mantiene una forma constante a lo largo de los millones de años? ¿Por qué?