



# Solar System Tour – XV edizione

Catania, 25 novembre 2023

## Scuole Secondarie di Secondo grado

### La Galassia di Andromeda

La galassia di Andromeda (nota anche come “Grande Nebulosa di Andromeda” o con la sigla di catalogo M 31) è una galassia a spirale barrata che dista circa  $2.56 \cdot 10^6$  anni luce dalla Terra.

Sulla sfera celeste si trova all'interno della costellazione di Andromeda, da cui prende il nome.

Si tratta della galassia di grandi dimensioni più vicina alla Via Lattea e, in assenza di inquinamento luminoso, risulta visibile anche a occhio nudo.

La Galassia di Andromeda è la più grande del “Gruppo Locale”, un gruppo di galassie di cui fanno parte anche la Via Lattea, la Galassia del Triangolo più circa altre 50 galassie minori, molte delle quali satelliti delle principali.

Secondo recenti studi, derivati dalle osservazioni nell'infrarosso del telescopio spaziale Spitzer, la galassia di Andromeda contiene circa mille miliardi di stelle, un numero superiore a quello della Via Lattea, stimato tra i 200 e i 400 miliardi.



La Galassia di Andromeda

Distanza  $\approx 2.56 \cdot 10^6$  anni luce

Magnitudine apparente nel visibile  $\approx 3.44$

Tipo = SA(s)b

Massa  $\approx 1.5 \cdot 10^{12} M_{\odot}$

Numero di stelle  $\approx 10^{12}$

Diametro  $\approx 152000$  anni luce

#### Osservazioni

La declinazione della Galassia di Andromeda ( $+41^{\circ} 17'$ ) favorisce gli osservatori posti nell'emisfero nord della Terra, dove si può osservare estremamente alta sull'orizzonte e dove risulta addirittura circumpolare dalle regioni più a nord di circa  $+50^{\circ}$ . Il periodo migliore per identificarla nel cielo serale è tra settembre e marzo. Con una magnitudine apparente integrata nel visibile pari a 3.44, la Galassia di Andromeda è uno degli oggetti più luminosi del catalogo di Messier e, in assenza di inquinamento luminoso, appare a occhio nudo come una macchia di forma allungata in prossimità della stella  $\nu$  Andromedae.

#### Storia delle osservazioni

La prima osservazione della Galassia di Andromeda per cui si ha una registrazione scritta risale al 964 d.C. ed è stata condotta dall'astronomo persiano Abd al-Rahmān al-Sūfi, che la descrisse come una “piccola nube”. La prima descrizione basata su osservazioni telescopiche fu fatta da Simon Marius nel 1612. Nel 1764 Charles Messier la inserì nel suo celebre catalogo con il numero 31. Nel 1785 William Herschel notò un debole alone rossastro nella regione centrale; egli credeva che si trattasse della più vicina fra tutte le “grandi nebulose” e, basandosi sul colore e la magnitudine della nube, stimò una distanza non superiore a 2000 volte quella di Sirio.

Nel 1864 William Huggins osservò lo spettro di M31 e notò che era differente da quello delle nebulose gassose. Gli spettri di M31 mostravano infatti un “continuo”, con sovrapposte linee scure, molto simile a quello delle stelle; da ciò dedusse che si doveva trattare di un oggetto composto principalmente da stelle. Nel 1885 fu osservata nell'alone di M31 una supernova, catalogata come S Andromedae, la prima e l'unica osservata finora nella galassia; all'epoca, dato che M31 era considerato un oggetto vicino, si credeva che si trattasse di un evento molto meno luminoso, chiamato nova, così fu indicata anche come “Nova 1885”.

Le prime immagini fotografiche furono ottenute nel 1887 da Isaac Roberts; la lunga esposizione permise di mostrare, per la prima volta, che M31 possiede una struttura a spirale. Tuttavia si credeva ancora che si trattasse di una nebulosa all'interno della Via Lattea.

La velocità radiale di M31 fu misurata per la prima volta nel 1912 da Vesto Slipher; il risultato fu di 300 km/s in avvicinamento al Sole, la più alta velocità radiale mai misurata fino ad allora.

#### Scoperta della natura delle galassie

Già nel 1755 il filosofo tedesco Immanuel Kant aveva avanzato l'ipotesi che la Via Lattea è solo una delle innumerevoli galassie che popolano l'Universo.

Nel 1917 Heber Curtis osservò una nova nei bracci di M31; ricercando nelle lastre fotografiche, ne scoprì altre 11; Curtis scrisse che queste novae possedevano una magnitudine apparente media pari a 10, molto più deboli di quelle che si osservano nella Via Lattea. Come risultato, dedusse per la Galassia di Andromeda una istanza di 500000 anni luce, diventando così il proponente della teoria dei cosiddetti “universi-isola”, secondo la quale le nebulose a spirale non sono altro che insiemi di gas e stelle simili alla nostra Via Lattea, indipendenti fra loro.

Nel 1920 ebbe luogo il Grande Dibattito fra Harlow Shapley e Heber Curtis, in cui si discuteva della natura della Via Lattea, delle “nebulose a spirale” e delle dimensioni dell'Universo.

Edwin Hubble risolse il dilemma nel 1924, quando per la prima volta identificò delle variabili Cefeidi in alcune foto della galassia ottenute all'Osservatorio di Monte Wilson, rendendo così molto più accurata la misura della distanza e dimostrando inequivocabilmente che M31 è una galassia indipendente, situata a notevole distanza dalla nostra.

Nel 1943 Walter Baade risolse per la prima volta alcune stelle nella regione centrale della galassia. Basandosi sulle sue osservazioni, fu in grado di distinguere due distinte “popolazioni” di stelle in base alla loro “metallicità”: chiamò quelle più giovani, vicine al disco, di “Tipo I” e quelle più vecchie, presenti nel bulge, di “Tipo II”. Questo sistema di classificazione delle popolazioni stellari fu in seguito esteso alle stelle della Via Lattea e a tutte le galassie. Baade scoprì inoltre che esistono due tipi di variabili Cefeidi (le Cefeidi “classiche” e quelle di tipo RR Lyr), il che comportò un raddoppio della distanza fino ad allora stimata per M31 e per le galassie di tutto l'Universo.

### **Caratteristiche e moto**

La Galassia di Andromeda è in avvicinamento alla Via Lattea, pertanto è una delle poche galassie a mostrare le righe spettrali con uno spostamento verso il blu. Dalle misure si ricava che le due galassie si avvicinano con una velocità compresa tra 100 e 140 km/s. Quasi sicuramente le due galassie collideranno in un tempo dell'ordine di 4.5 miliardi di anni, dando origine a una galassia ellittica di grandi dimensioni. Tuttavia, poiché la velocità tangenziale di M31 rispetto alla Via Lattea non è ben conosciuta, c'è incertezza sul quando la collisione avverrà e sul come essa procederà. Scontri di questo tipo sono frequenti nei gruppi di galassie.

### **Stime recenti di distanza e dimensioni**

Negli anni novanta le misurazioni del satellite Hipparcos furono usate per ricalibrare le distanze ottenute con il metodo delle Cefeidi. Ulteriori altre tecniche applicate in anni più recenti hanno portato la stima della distanza della galassia al valore attualmente accettato di  $2.56 \pm 0.06$  milioni di anni luce. Basandosi su questa distanza e le sue dimensioni apparenti, si ricava un diametro della galassia pari a  $152000 \pm 3000$  al.

### **Massa**

La massa della Galassia di Andromeda, inclusa la materia oscura, è stimata in circa  $1.5 \cdot 10^{12} M_{\odot}$ , simile, entro l'incertezza delle misure, a quella della Via Lattea, nonostante le sue dimensioni siano superiori.

### **Struttura**

Basandosi sul suo aspetto alla luce visibile, la Galassia di Andromeda è classificata come di tipo SA(s)b nella sequenza di Hubble; tuttavia, i dati provenienti dal monitoraggio 2MASS mostrano che il bulge di M31 possiede una struttura leggermente allungata, il che implica che si potrebbe trattare di una galassia a spirale barrata con l'asse della barra disposto quasi esattamente lungo la nostra linea di vista.

La galassia è inclinata di  $77^{\circ}$  rispetto alla linea di vista dalla Terra (un angolo di  $90^{\circ}$  corrisponde ad una vista perfettamente di taglio). Il disco possiede una accentuata distorsione (*warp*) a “S” e non una forma piatta; una possibile causa di questo warp potrebbe essere l'influenza gravitazionale delle galassie satelliti, come pure una remota influenza della Galassia del Triangolo.

Gli studi spettroscopici hanno fornito misure molto dettagliate della curva di rotazione di M31 a varie distanze dal nucleo. In prossimità di questo, a una distanza di 1300 anni luce, la velocità di rotazione raggiunge un picco di 225 km/s; successivamente decresce per poi aumentare di nuovo fino a 250 km/s. A 80000 anni luce dal nucleo la velocità di rotazione si stabilizza sui 200 km/s.

### **Nucleo**

Nel 1991, studiando le immagini ottenute con il Telescopio Spaziale Hubble, si è scoperto che la galassia ospita un doppio nucleo, formato da due concentrazioni separate da circa 5 anni luce; la concentrazione più luminosa, catalogata come P1, è decentrata rispetto al vero centro galattico, mentre la concentrazione minore, P2, ricade esattamente al centro e contiene un buco nero supermassiccio con massa di circa  $10^8 M_{\odot}$ . Inizialmente si era ritenuto che P1 fosse il resto di un'antica galassia nana “cannibalizzata” da M31, ma attualmente quest'ipotesi non è più considerata plausibile.

### **Bracci di spirale**

I bracci di spirale della Galassia di Andromeda sono segnati da una serie di regioni H II, meno numerose che nella nostra Galassia. I bracci sono avvolti in senso orario; sono presenti dei bracci maggiori continui separati fra loro da un minimo di 13000 anni luce. Nel 1998 le immagini dell'Infrared Space Observatory dell'ESA hanno

dimostrato che la forma complessiva della Galassia di Andromeda potrebbe essere uno stadio transitorio verso una galassia ad anello.

Studi dettagliati delle regioni interne della galassia mostrano un anello di polveri che si crede sia stato causato da un'interazione con la vicina M32 avvenuta più di 200 milioni di anni fa. Le simulazioni mostrano che la piccola galassia satellite passò attraverso il disco di M31; questa collisione strappò via la metà della massa originaria di M32 e creò la struttura anulare visibile in M31.

### **Galassie satelliti**

Così come la Via Lattea, anche la Galassia di Andromeda possiede un sistema di galassie satelliti, consistente di 14 galassie nane conosciute; le meglio note e le più facili da osservare sono M32 e M110.

Come M32, anche M110 sembra essere in interazione con M31. Recentemente è stato scoperto nell'alone di M31 una regione di stelle ricche di metalli che sembra siano state strappate da entrambe le galassie satelliti.

Nel 2006 si è scoperto che nove delle galassie satelliti si trovano lungo un piano che interseca il nucleo della Galassia di Andromeda, anziché essere distribuite casualmente come sarebbe lecito aspettarsi in caso di interazioni indipendenti; ciò potrebbe significare che le galassie satelliti hanno un'origine mareale comune.

### **Nota.**

Questo testo è un adattamento, curato dal Comitato Organizzatore dei XXII Campionati Italiani di Astronomia ai fini della Fase di Preselezione, della pagina [https://it.wikipedia.org/wiki/Galassia\\_di\\_Andromeda](https://it.wikipedia.org/wiki/Galassia_di_Andromeda)

La foto mostrata è di Torben Hansen.