

Brugnolaro Valentina - Campagnolo Alberto - Maretti Michela - Zorzo Luca

Liceo scientifico "Tito Lucrezio Caro" - Cittadella

PROGETTO EDUCATIVO:

"IL CIELO COME LABORATORIO"

STAGE DI ASIAGO 25 - 28 Gennaio 2006

GALASSIA UGC04374



Nel periodo che va dal 25 al 28 gennaio 2006 abbiamo effettuato uno stage presso l'osservatorio astrofisico di Asiago.

A causa di un'abbondante nevicata che ci ha reso impossibile la raccolta dati tramite un'osservazione diretta attraverso il telescopio dell'osservatorio, abbiamo utilizzato dati già precedentemente rilevati forniti dal Dr. Stefano Ciroi e dal Dr. Francesco Di Mille.

I suddetti dati sono stati elaborati utilizzando il programma astronomico IRAF e il visualizzatore di immagini DS9, con l'ausilio di Microsoft Excel e di Open Office 123 per la creazione dei grafici finali.

L'obiettivo del nostro lavoro è quello di analizzare la galassia UGC04374 dal punto di vista morfologico.

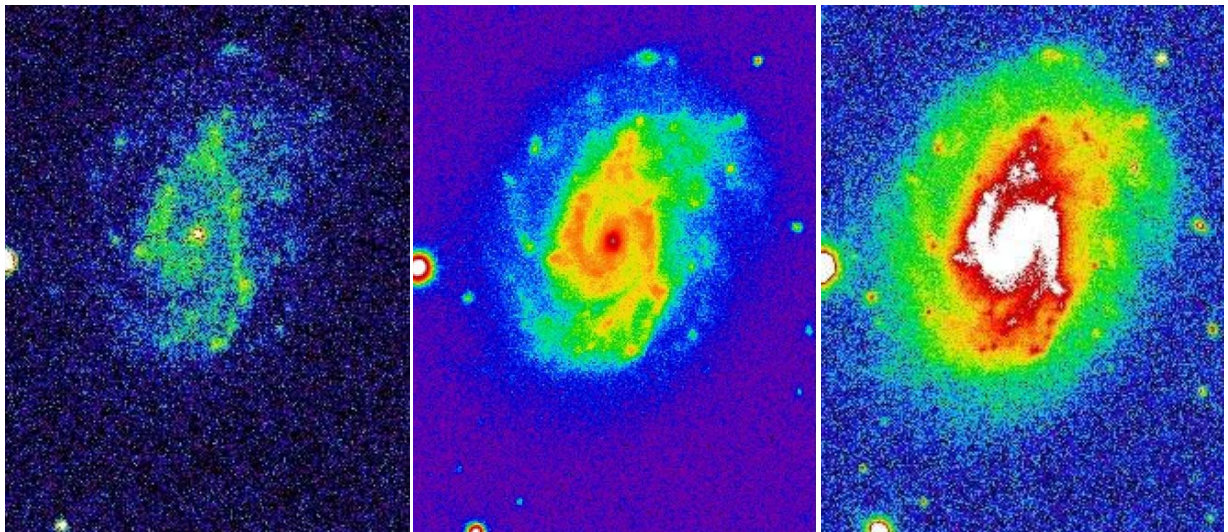
Al fine di identificare la galassia all'interno della classificazione di Hubble abbiamo studiato l'immagine nelle varie bande di emissione: U, G, R, I, Z; ottenendo i valori relativi all'angolo di posizione, all'ellitticità, alla magnitudine e alla brillantezza attraverso l'utilizzo delle isofote, ricondotte per approssimazione a forme ellittiche regolari.

Inoltre studiando le righe di emissione dello spettro siamo riusciti a calcolare distanza, redshift, velocità di allontanamento e dimensioni della galassia.

STUDIO MORFOLOGICO DELLA GALASSIA

FOTOMETRIA

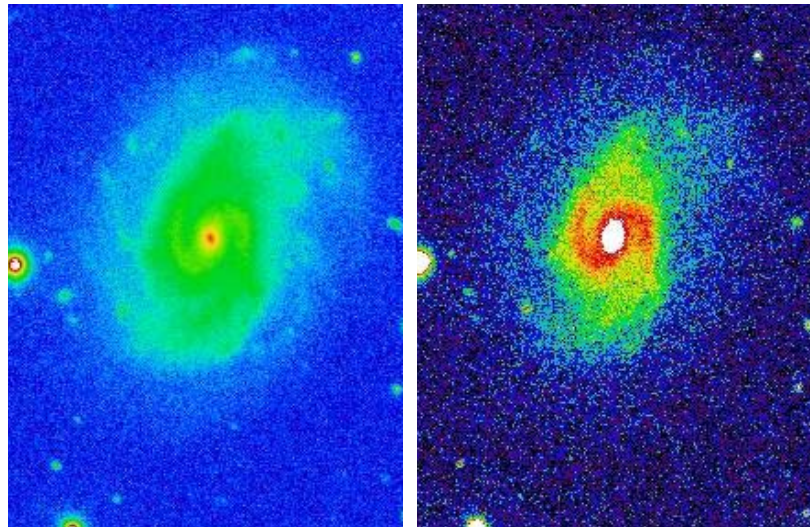
Per condurre lo studio morfologico della galassia UGC04374 ci siamo serviti di immagini d'archivio. L'analisi fotometrica a banda larga, eseguita con cinque filtri distinti, ci ha permesso di avere un'idea sulla distribuzione delle varie sorgenti luminose emettenti differenti tipi di radiazione, alle diverse lunghezze d'onda. Abbiamo, quindi, dotato le immagini di una brillante colorazione, per meglio distinguere la varietà delle emissioni di luce.



Filtro **U** 3551 Å

Filtro **G** 4686 Å

Filtro **R** 6165 Å



Filtro **I** 7481 Å

Filtro **Z** 8931 Å

Dal confronto tra le varie immagini possiamo già ricavare alcune informazioni sulla natura delle stelle che formano il sistema.

Come appare evidente la figura che si presenta più intensa è quella in banda di emissione R. Questo dimostra che la galassia è prevalentemente formata da stelle che emettono nel rosso, caratterizzate da poca luminosità e temperatura relativamente bassa. Anche le bande immediatamente successiva e precedente, I e G presentano una forte emissione di fotoni,

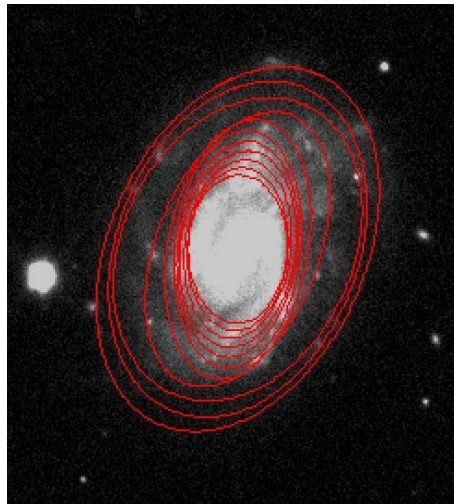
mentre le emissioni U e Z sono quelle meno evidenti. Queste ultime sono però, molto diverse l'una dall'altra.

L'emissione U rivela la presenza di stelle molto brillanti e calde, e quindi più giovani, localizzate prevalentemente nei bracci del sistema. La poca intensità della radiazione è dovuta all'esiguo numero di stelle presenti di questo tipo. L'emissione Z, caratteristica di stelle normalmente fredde, poco luminose e vecchie, al contrario, è quasi totalmente concentrata al centro, e presenta particolare intensità nel bulge. .

STUDIO DELLE ISOFOTE

Dopo aver analizzato le immagini in modo qualitativo, abbiamo cominciato l'analisi vera e propria della luce emessa, tramite lo studio delle isofote.

Le isofote sono linee immaginarie che congiungono tutti i punti di uguale luminosità formando contorni irregolari e complessi. Esse sono il metodo più efficace per lo studio fotometrico di una sorgente estesa, in quanto permettono di realizzare mappe della distribuzione spaziale della luce.



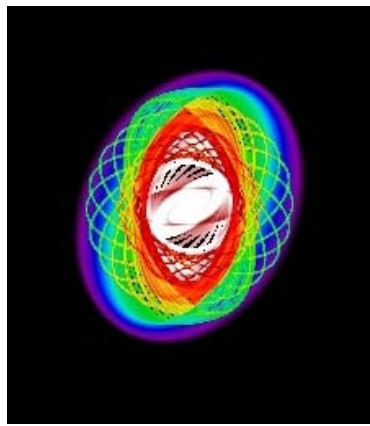
Esempio di interpolazione di isofote

Abbiamo interpolato le isofote con ellissi regolari (vedi disegno), riuscendo ad ottenere risultati approssimativamente esatti anche se notevolmente semplificati. IRAF, il programma che abbiamo utilizzato, è uno dei programmi più usati per lo studio dei dati astronomici.

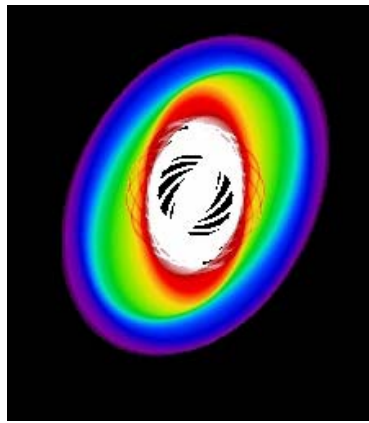
Della serie di ellissi, abbiamo tenuto fisso solamente il centro, identificato nel punto più brillante del nucleo della galassia, mentre abbiamo lasciato che il programma trovasse l'orientazione (o angolo di posizione) e l'ellitticità di ogni isofota. L'adattamento delle isofote è stato fatto per ognuna delle cinque bande di emissione U, G, R, I e Z, e i risultati ottenuti ci hanno permesso, con i vari dati raccolti, l'elaborazione di grafici relativi all'intensità luminosa (successivamente convertita in brillantezza), all'angolo di posizione e all'ellitticità propria della galassia UGC04374.

Inoltre con la struttura ricavata dalle isofote, siamo stati in grado di creare dei modelli basati sulla distribuzione della luce riscontrata attraverso l'analisi. Al fine di identificare le zone della galassia non riproducibili tramite le isofote, abbiamo compiuto un procedimento di sottrazione fra le immagini originali e i modelli ricavati.

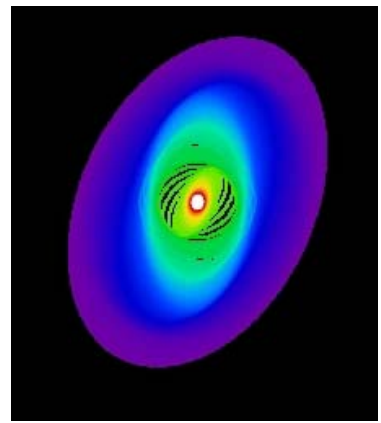
★ MODELLI TEORICI



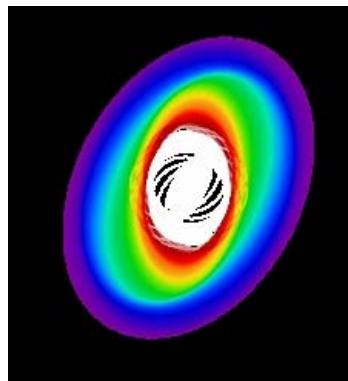
U



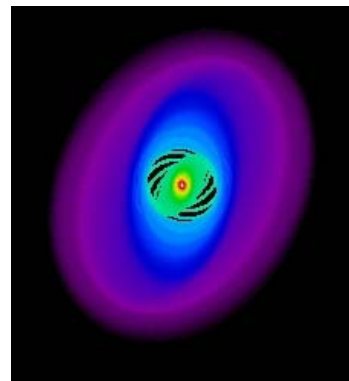
G



R



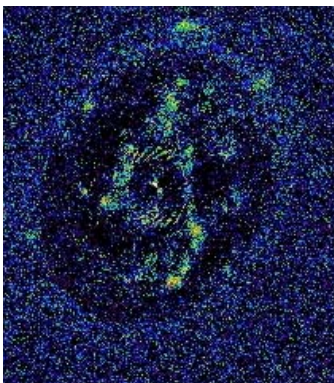
I



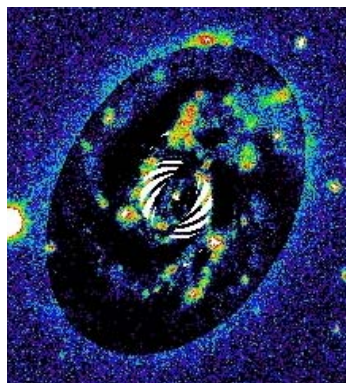
Z

Questi modelli sono il risultato teorico dello studio delle isofote. Queste rappresentazioni rispecchiano approssimativamente la struttura che compare nelle immagini originali. Bisogna però fare delle distinzioni: se per le bande G, R e I dalla forma regolare del modello si può evincere che le isofote sono distribuite omogeneamente all'interno della galassia stessa, altrettanto non si può affermare per le restanti bande. Il modello riferito al filtro U risulta una combinazione molto complessa di ellissi orientate secondo molteplici direzioni, questo è dovuto alla mancanza di dati sufficienti provocata dall'esiguità delle sorgenti luminose emettenti in questa banda. Il programma ha, quindi, dovuto costruire delle isofote ipotetiche idealizzando in tal modo la struttura della galassia. Infine nel modello Z si possono riscontrare una maggior precisione per la parte centrale e una particolare indefinitezza per l'esterno, che rispecchiano la concentrazione di emissione in Z nella zona circostante il bulge.

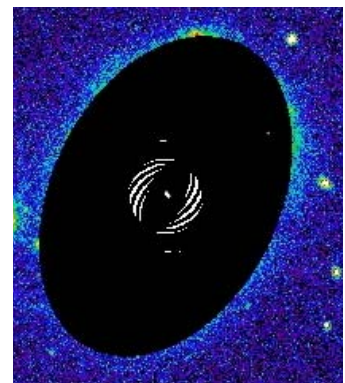
★ RESIDUI



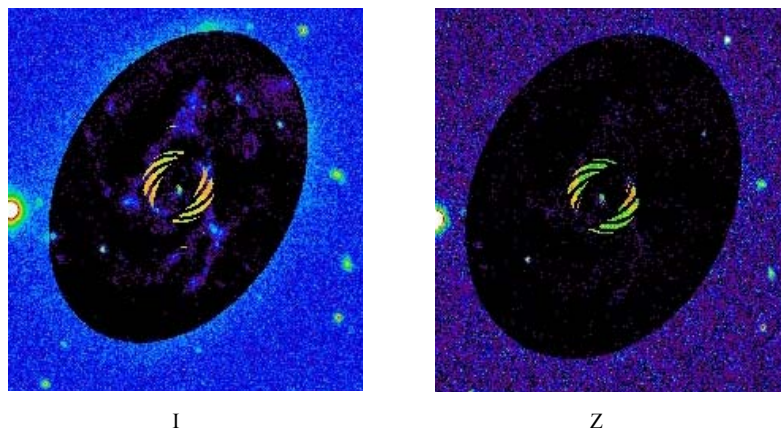
U



G



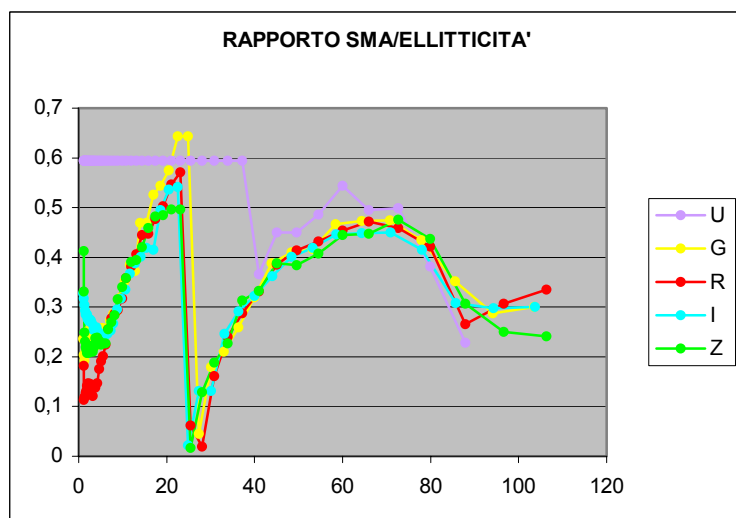
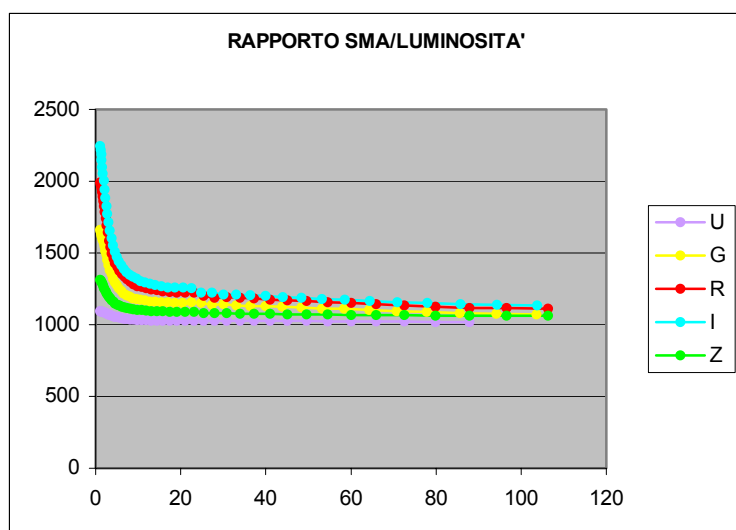
R

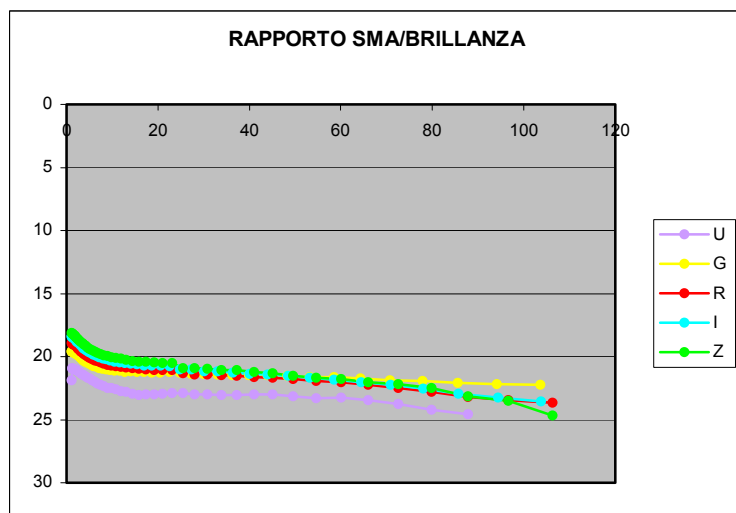
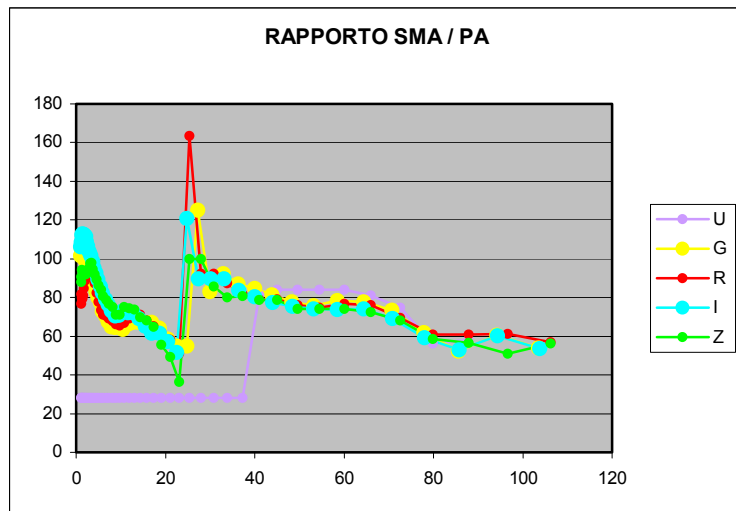


Queste immagini rappresentano ciò che non si può riprodurre attraverso le isofote e sono ricavate dalla sottrazione del modello dall'immagine reale.

Come ben si può notare, la banda R, essendo quella con un'emissione più consistente e uniforme, appare quasi completamente nera, mentre nelle altre bande sono presenti scostamenti dal modello in diversa misura. Emblematico è il caso della banda U che, con la sua quasi totalità di parte colorata, riconferma la sua impossibilità di interpolazione.

★ GRAFICI





Tramite il programma excel abbiamo elaborato in maniera diretta i dati raccolti in grafici, che descrivono l'andamento, in funzione della distanza dal centro, di intensità luminosa, ellitticità e angolo di posizione (PA). Si può notare come il PA segua un andamento relativamente omogeneo generalmente in tutte le bande. Allo stesso tempo, invece il grafico dell'ellitticità presenta un notevole sviluppo. Questo dimostra che la galassia UGC04374 ha una forma allungata, come si può vedere anche dalle immagini.

Per la composizione del grafico relativo alla brillantezza invece, abbiamo elaborato i dati raccolti applicando la seguente formula:

$$\mu = -2,5 \log \frac{(I - sky)}{t_{exp} \times A_{pixel}}$$

che ci ha permesso di studiare l'andamento della brillantezza che ci fornisce delle informazioni più importanti sul comportamento luminoso della galassia.

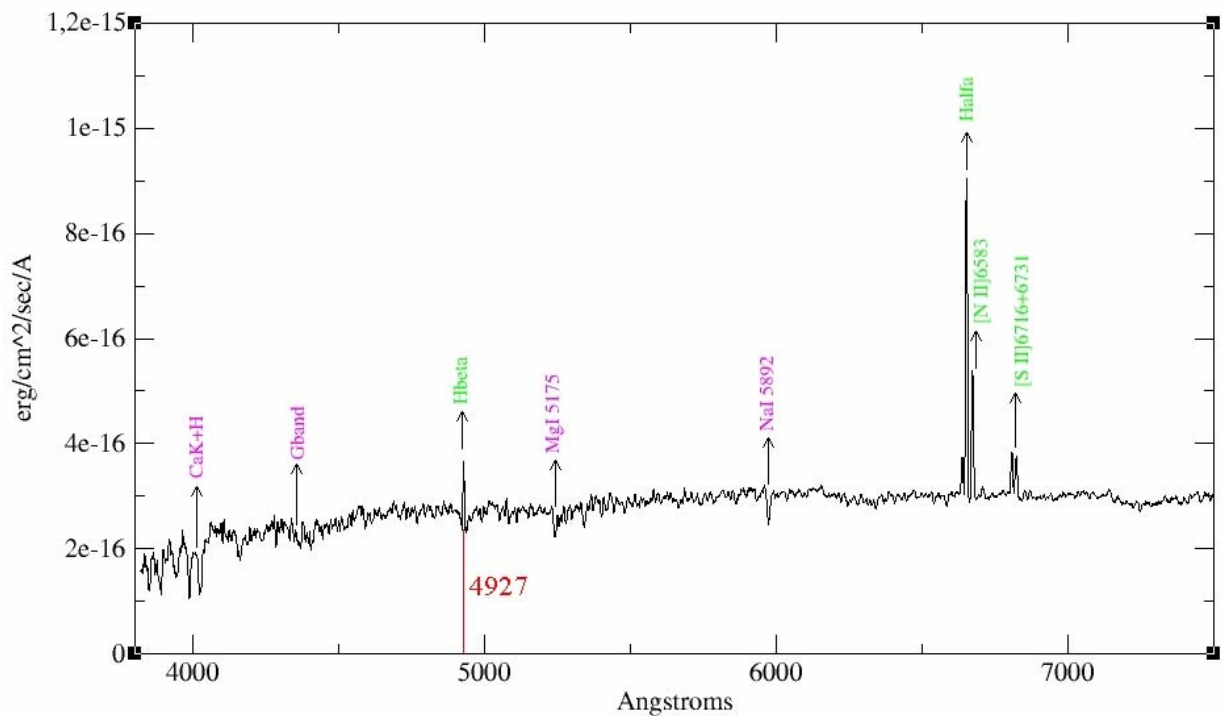
Dai dati risultanti si può notare che l'emissione luminosa è prevalentemente concentrata nella parte centrale della galassia per tutte le bande analizzate, dovuta alla grande concentrazione di stelle presenti.

DISTANZA – VELOCITÀ DI ALLONTANAMENTO - DIMENSIONI

Per calcolare la distanza, la velocità di allontanamento e le dimensioni della galassia UGC04374 abbiamo utilizzato la formula generale di Hubble, con relativa costante:

$$H = \frac{75 \text{ Km/s}}{\text{Mpc}}$$

Come prima cosa abbiamo calcolato il REDSHIFT della galassia, rilevando la variazione di lunghezza d'onda della riga di emissione H β dallo spettro.



Rispetto al valore normale di H β = 4861 Å, la riga risulta shiftata di 66 Å presentando il valore di 4927 Å.

$$\begin{aligned} \Delta\lambda &= \lambda_{\text{H}\beta \text{ ugc04374}} - \lambda_{\text{H}\beta} \\ &\quad \text{normale} \\ &= 4927 \text{ Å} - 4861 \text{ Å} \end{aligned}$$

Abbiamo così potuto calcolare il REDSHIFT specifico della galassia:

$$Z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{66 \text{ Å}}{4927 \text{ Å}} = 0.013$$

Il dato ottenuto ci ha permesso di ricavare :

★ DISTANZA DELLA GALASSIA

$$D = \frac{C \times Z}{H} = \frac{300000 \text{ km/s} \times 0.013}{75 \frac{\text{km/s}}{\text{Mpc}}} = \mathbf{52 \text{ Mpc}}$$

★ VELOCITÀ DI ALLONTANAMENTO

$$v = D \times H = 52 \text{ Mpc} \times 75 \frac{\text{km/s}}{\text{Mpc}} = \mathbf{3900 \text{ km/s}}$$

★ DIMENSIONI GALASSIA

Dalle immagini della galassia abbiamo ricavato le misure in secondi d'arco. Sapendo che ogni pixel ha una dimensione di 0.4" abbiamo calcolato le dimensioni della galassia in kpc adoperando la scala di conversione per UGC04374, approssimando il corpo ad un ellisse avente gli assi in rapporto 1/2

Valore della galassia in ":

Asse maggiore = 180.125"
Asse minore = 90.062"

$$\text{scala} = \frac{D \times 1000}{206265} = \frac{52 \text{ Mpc} \times 1000}{206265} = 0.2521 \text{ Kpc/"}'$$

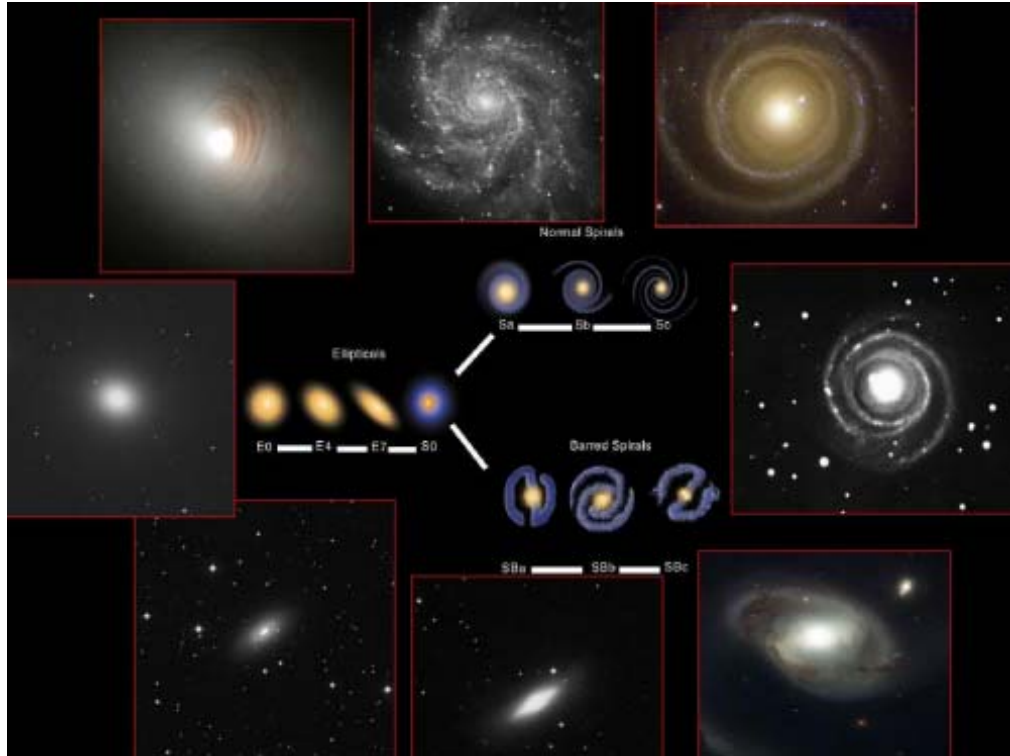
dimensioni galassia = valori in " X scala

Asse maggiore = 45.41 Kpc

Asse minore = 22.70 Kpc

CLASSIFICAZIONE DI HUBBLE

La prima e più famosa classificazione delle galassie è morfologica e si deve ad Hubble. Le galassie si dividono in ellittiche, lenticolari, spirali ed irregolari.



★ Le galassie **ellittiche** appaiono come ellissoidi privi di struttura. Si presentano con diversi valori di ellitticità, e vengono sottocatalogate a seconda del loro rapporto assiale. Le galassie ellittiche furono contraddistinte dalla lettera "E" e da un numero che ne descrive la forma: 0 per quelle completamente circolari, 5 per quelle con una lunghezza doppia rispetto alla larghezza e 7 per quelle molto ellittiche. Dall'unico punto di vista che abbiamo, quello dal nostro pianeta, non possiamo conoscere la vera forma di una galassia, potrebbe avere infatti diversi gradi di "schiacciamento" se osservata da angolazioni differenti.

★ Le **galassie a spirale** sono dei sistemi analoghi alla Via Lattea, formati da un disco e da un bulge, nonché da un alone sferoidale (strutture come il disco spesso non sono facilmente osservabili in galassie esterne). Le spirali si dividono in ordinarie e barrate: nelle barrate i bracci della spirale sono collegati a una "barra" che attraversa il centro mentre le spirali ordinarie hanno una forma ad S più pronunciata. Queste mostrano come classe una variazione continua della struttura interna, e vengono di conseguenza sottocatalogate in spirali Sa, Sb, Sc ed Sd. Le spirali dei primi tipi (Sa, Sb) hanno bulge prominenti e bracci a spirale molto avvolti, mentre quelle degli ultimi tipi (Sc, Sd) hanno bulge piccoli e bracci a spirale diffusi. Le barrate sono contraddistinte dalle lettere **SB**, le altre dalla sola **S**. Con il proseguimento delle osservazioni, è stato possibile osservare un numero maggiore di dettagli e furono inserite ulteriori suddivisioni (**Sba-Sbc-Scd-S0/a**).

★ Le **galassie lenticolari** sono intermedie tra le spirali e le ellittiche, e sono tanto numerose quanto le ellittiche. Presentano un disco, il quale non mostra alcuna struttura a spirale. Il bulge è molto grande, confrontabile con il disco se non più massiccio. Possono essere schematizzate come la somma di varie componenti. In breve, sono dischi galattici dove la formazione delle

stelle si è fermata da tempo a causa dell'esaurimento della materia interstellare. Sono pertanto formate, o perlomeno la maggior parte lo sono, da stelle vecchie. A causa del loro aspetto e delle stelle contenute, spesso all'osservazione sono difficilmente distinguibili dalle ellittiche.

★ Alcune galassie sembrano non avere una forma particolare o perché di recente qualche evento le ha disturbate o più semplicemente perché mancano della rotazione che le ordina e dei moti ondulatori della spirale. In quest'ultimo caso vengono semplicemente chiamate **galassie irregolari**, le uniche le cui forme non vengono plasmate da interazioni esterne e rappresentano nella classificazione un'estensione del tipo Sd nella sequenza delle spirali. Queste possono essere divise in due categorie: le irregolari di tipo I, per le quali un'analisi cinematica mostra una rotazione simile a quella delle spirali (come le nubi di Magellano), e quelle di tipo II, per le quali anche la cinematica è irregolare. Una sottoclasse delle irregolari è costituita dalle **peculiari**, in genere galassie disturbate da interazioni mareali con oggetti vicini.

Tuttavia, Hubble si rese conto che ponendo in sequenza i vari tipi, rimanevano escluse quelle definite di tipo **S0**, galassie con un disco ed un nucleo ma con poca, o nulla, formazione stellare, polveri e gas. Si ritenne che potessero essere l'anello di congiunzione tra le ellittiche e le spirali. In seguito ne furono osservate molte e la comprensione della loro origine promette di fornirci molteplici informazioni sulla storia e l'evoluzione delle galassie in generale.

RICONOSCIMENTO UGC04374

Osservando i profili di ellitticità e dell'angolo di posizione, si può analizzare la morfologia della galassia UGC04374 basandosi sulla classificazione delle galassie effettuata da Hubble.

Infatti se l'ellitticità aumenta velocemente in corrispondenza di un angolo di posizione costante o quasi, questo indica la presenza di una struttura definita come una barra.

Se l'angolo di posizione cambia in modo improvviso e con una elevata variazione di gradi è probabile la presenza di due strutture orientate in modo diverso come due dischi.

In riferimento ai profili della galassia UGC04374, nell'intervallo di SMA compreso fra 10 e 20 circa, si nota che l'ellitticità cresce molto rapidamente mentre il PA resta quasi costante. Come detto in precedenza, questo spesso implica la presenza di una barra.

Si nota inoltre un gap e l'inizio di una struttura diversa, che a giudicare dall'immagine è asimmetrica, ed può essere identificata come il disco che contiene i bracci di spirale.

Avendo individuato la presenza di questi elementi, possiamo concludere che la galassia presa in esame è di tipo spirale barrata, la quale è identificata nella classificazione di Hubble con la sigla SBa.

Bibliografia