

## **LEZIONE 3**

### **LE STELLE E LE GALASSIE**

#### **1. Le stelle**

1.a luminosità apparente (magnitudine stellare)

#### **2. La formazione delle stelle**

#### **3. Vita di una stella**

#### **4. Fase finale della vita di una stella**

#### **5. Le galassie**

5.a classificazione delle galassie

#### **6. La nostra galassia: La Via Lattea**

#### **1. Le stelle**

Una stella può essere definita come un'enorme sfera di gas caldissimo (principalmente idrogeno ed elio), che produce energia attraverso un processo di fusione nucleare e la emette sotto forma di radiazione (luminosa).

Le stelle si trovano a distanze immense dal nostro sistema solare, così ci appaiono come piccoli puntini luminosi nel cielo. Esse costituiscono la componente principale delle galassie, che sono agglomerati di miliardi di stelle grandi e piccole, di nubi di gas e polvere.

Le stelle ci appaiono sulla sfera celeste raggruppate in insiemi, detti costellazioni. A molte stelle gli astronomi hanno attribuito nomi propri, per lo più di origine greca, araba o latina. Altre sono classificate con il nome della costellazione cui appartengono e una lettera dell'alfabeto greco, che indica la luminosità relativa a quella delle altre stelle della stessa costellazione. Ad esempio, Alfa Tauri è la stella più brillante della costellazione del Toro, Beta Tauri la seconda, e così via. Altre ancora prendono il nome da particolari cataloghi nei quali sono classificate. I più moderni cataloghi, compilati con l'aiuto delle osservazioni di satelliti artificiali, contengono anche milioni di stelle, oltre ad altri oggetti, galattici ed extragalattici.

Le stelle si sono meritate inoltre nel corso dei secoli l'appellativo di **fisse**, anche se in effetti, al pari di tutti i corpi del sistema solare, esse si muovono (di un **moto proprio**), ma in maniera talmente lenta che per notare degli spostamenti bisognerebbe attendere millenni. Questo perché, a differenza dei pianeti, esse si trovano ad una distanza talmente grande da rendere lo spostamento quasi impercettibile.

#### **1.a Luminosità apparente (magnitudine stellare):**

Le stelle si distinguono in base alla **magnitudine relativa**, altrimenti detta con un termine più semplice **luminosità apparente**, non è altro, che la luminosità della stella che noi percepiamo. Osservando il cielo di notte tutti noi abbiamo la sensazione di percepire alcune stelle più luminose, involontariamente stiamo classificando le stelle secondo la loro luminosità apparente, questa scala di valori è centrata sullo zero, (corrispondente al valore della stella Vega come si vede nella tabella) con i valori di luminosità più alti espressi dai numeri negativi e viceversa quelli più bassi espressi dai numeri positivi.

Nome	Costellazione	Distanza (A.L.)	Magnitudine
Sole	- - - - -	8 m.l	-26,4
Sirio	Cane maggiore	8,6	-1,4
Canopo	Carena	312	-0,7
Rigil Kentaurus	Centaurio	4,4	-0,2
Arturo	Bifolco	36,7	-0,1
Vega	Lira	25,3	0
Capella	Auriga	42,2	0,08
Rigel	Orione	773	0,1
Prozione	Cane minore	11,4	0,3
Achernar	Eridano	144	0,4
Betelgeuse	Orione	427	0,5

Osservando la tabella si può notare che la magnitudine (luminosità) è data dalla distanza della stella, da noi che la osserviamo, ma anche dalle sue dimensioni, non bisogna sottovalutare il fatto che se una di queste due componenti è dimenticata si può incorrere a grossolani errori. Es: il Sole è una stella di medie dimensioni, che è anche la più vicina a noi (dista in media 149,6 milioni di chilometri, pari a 8 minuti luce), e ci sembra ben più grande e luminosa di tante altre stelle, che pur emettendo luce per migliaia di volte tanto, appaiono molto deboli e minuscole a causa della loro lontananza.

## 2. La formazione delle stelle

La nascita delle prime stelle è sicuramente riconducibile a quella dell'intero universo, configurabile nella teoria, attualmente la più accreditata, del **Big-Bang**.

Ma che cos'è il Big Bang? Il Big Bang come si può intuire è una grande esplosione che avrebbe dato origine a tutto l'universo e a tutte le cose che lo compongono, le teorie su come questa esplosione abbia avuto origine non sono mai state provate scientificamente, anche se recentemente qualcuno ha datato la nascita dell'universo a circa 13-15 miliardi di anni fa.

Le stelle si sono formate, e continuano a formarsi, a partire da materiale interstellare, ricco di polveri e gas, che vaga per lo spazio galattico.

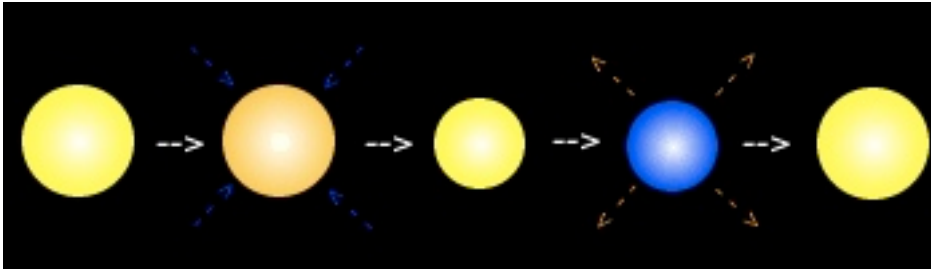
Il materiale interstellare si addensa in fitte nubi, così che al loro interno la materia inizierà a raggrupparsi, (per effetto delle reciproche interazioni fra le particelle), in agglomerati, dei veri e propri embrioni stellari. Ognuno di questi a sua volta accumulerà sempre più materia, in modo tale da far crescere anche le forze gravitazionali, che di conseguenza contrarranno sempre più gli strati interni facendone aumentare la temperatura e la densità.

Quando la temperatura avrà raggiunto i dieci milioni di gradi, si innescheranno allora le reazioni termonucleari, che provocando una pressione interna capace di controbilanciare la contrazione, creeranno uno stato di equilibrio con l'avvio del processo di nucleo sintesi stellare (formazione del nucleo della stella), nel quale l'idrogeno si fonde in elio con conseguente produzione di enormi quantità di energia.

### 3. Vita di una stella

La formazione del nucleo di una stella avviene nell'arco di milioni di anni, in maniera più o meno veloce secondo la massa iniziale della nube, sino ad arrivare ad un punto, definito **sequenza principale**, questa è la fase di maggior attività di ogni stella, che durerà per un tempo dipendente dalla quantità di materia da cui essa è formata. Infatti, tanto più grande sarà la massa stellare, tanto più la stella brillerà, bruciando però più velocemente le proprie risorse energetiche.

Di conseguenza le stelle con dimensioni maggiori avranno una vita inferiore rispetto a quelle di dimensioni minori.



A questo punto inizia inoltre un meccanismo di autoregolazione dell'attività stellare, che permette ad ogni stella di dosare le proprie risorse energetiche. In pratica ad ogni abbassamento di temperatura, corrisponderà una contrazione (un addensamento verso il centro) del corpo stellare, e quindi un riscaldamento, viceversa ad ogni aumento della temperatura corrisponderà invece una dilatazione (un ingrandimento verso l'esterno), e perciò un raffreddamento.

### 4. Fase finale della vita di una stella

Successivamente, quando il combustibile nucleare inizierà ad esaurirsi, ossia quando tutto l'idrogeno si sarà tramutato in elio, il nucleo centrale della stella non riuscirà più a produrre quella quantità di energia necessaria a contrastare le forze gravitazionali, che così torneranno a contrarre l'astro.

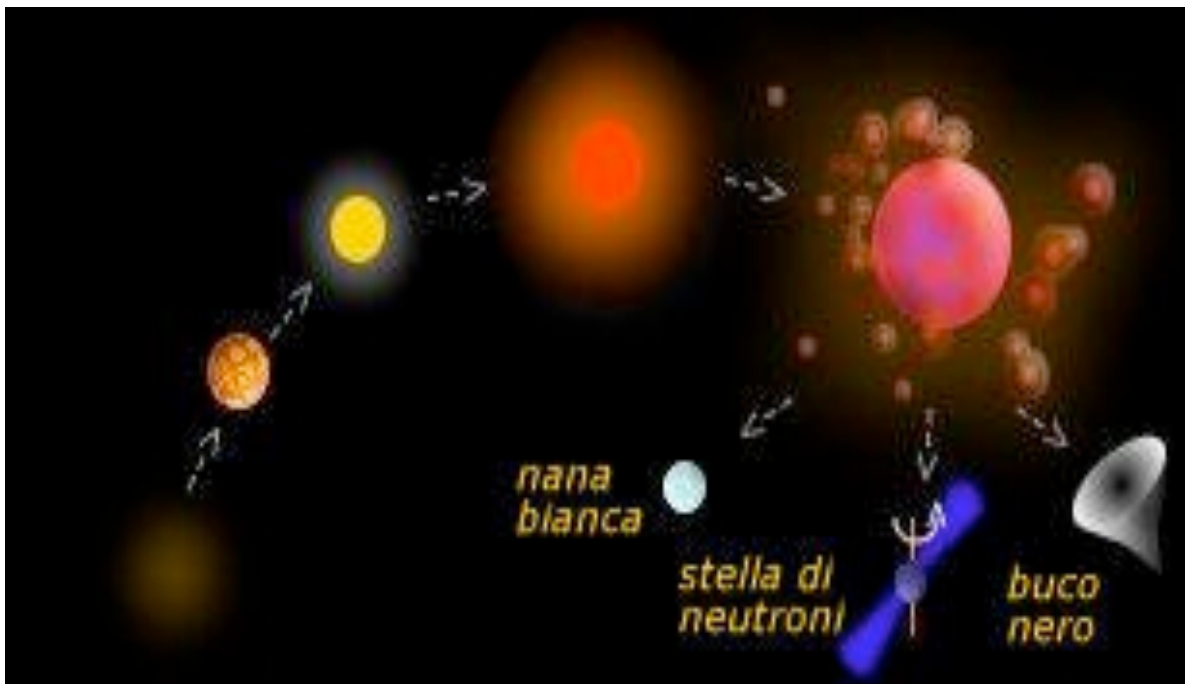
I conseguenti aumenti di temperatura, riscaldando gli strati adiacenti al nucleo, causeranno l'espansione degli strati gassosi esterni, che liberi ormai da vincoli gravitazionali, si estenderanno per centinaia di milioni di km (gigante rossa).

Per le fasi successive gli studiosi pensano che il nucleo stellare continui a contrarsi dando fondo a tutte le risorse energetiche. Gli ultimi elementi fonderanno allora in altri sempre più pesanti (idrogeno, elio, carbonio, ecc...), sino a raggiungere uno stato di squilibrio dove, secondo le dimensioni della stella, essa evolve in differenti maniere. Facendo, infatti, riferimento ad una massa pari a quella del Sole, abbiamo che le stelle concludono la loro vita in:

- **Nana bianca** - lo stadio finale di quelle con massa fino ad 1,4 masse solari. In essa praticamente, dopo l'espulsione degli strati esterni, rimarrà un involucro gassoso in espansione che creerà una nebulosa planetaria, al centro della quale vi sarà il nucleo stellare che, essendo composto di materia degenerata per le intense forze gravitazionali, non irraderà più energia, raffreddandosi quindi in maniera molto lenta sino a diventare una nana nera.
- **Stella di neutroni** - se la massa è compresa fra 1,4 masse solari fino ad un valore di 2-3 volte tanto. In questo caso il corpo stellare, passando per una fase di **supernova**, espanderà gli strati esterni espellendo più o meno violentemente la materia che creerà poi un involucro gassoso in rapida espansione. Il nucleo invece, diminuendo le proprie dimensioni, aumenterà allo stesso tempo la densità, così da risultare alla fine una sfera estremamente compatta (con un diametro di una decina

di km), che per effetto delle grandi forze risultanti e dell'intenso campo magnetico, inizierà a girare vorticosamente attorno al proprio asse emettendo particolari impulsi sotto forma di onde radio (**pulsar**).

- **Buco nero** - quando la massa ammonta ad oltre 3 volte quella del Sole. In questo caso la stella inizia a contrarsi per effetto delle grandi forze gravitazionali, ed in maniera più massiccia, che non nelle stelle di dimensioni minori. La densità crescerà allora all'infinito dando inizio ad una fase di contrazione, che nemmeno la degenerazione della materia riuscirà ad arrestare, mentre di pari passo aumenteranno le sue capacità attrattive, sino ad impedire persino alla luce di sfuggire. Un buco nero potrebbe essere immaginato come la bocca di un grosso aspirapolvere che inghiotte tutto ciò che gli passa vicino.



## 5. Le galassie

Le galassie sono degli enormi contenitori di stelle, il cui diametro può essere di centinaia di migliaia di anni luce, che come delle vere e proprie isole nell'universo si trovano situate nello spazio a distanze enormi (miliardi di a.l.) le une dalle altre. A separarle solo immense quantità di pulviscolo intergalattico e materiale interstellare estremamente rarefatto.



La nascita delle galassie è ancora avvolta nel mistero, ma sembra che esse traggano la loro origine per l'aggregazione della materia primordiale che, centinaia di milioni di anni dopo il Big-Bang, iniziò a addensarsi in grandi nubi, le quali, a causa delle immense forze gravitazionali risultanti, cominciarono a contrarsi ed a ruotare attorno a se stesse dando vita alle "**protogalassie**". E' sicuramente in questo frangente, che le diverse velocità di rotazione condizionarono quelle che poi sarebbero risultate le forme finali di

ciascuna delle galassie attuali.

**5.a Classificazione delle Galassie;** le galassie vengono distinte in base al loro aspetto ed alle loro dimensioni in gruppi omogenei, suddivisi a loro volta in sottogruppi:



•**Ellittiche:** Hanno forma ellissoidale con un nucleo molto intenso che si disperde verso l'esterno. Per la maggior parte sono composte di stelle di vecchia formazione;

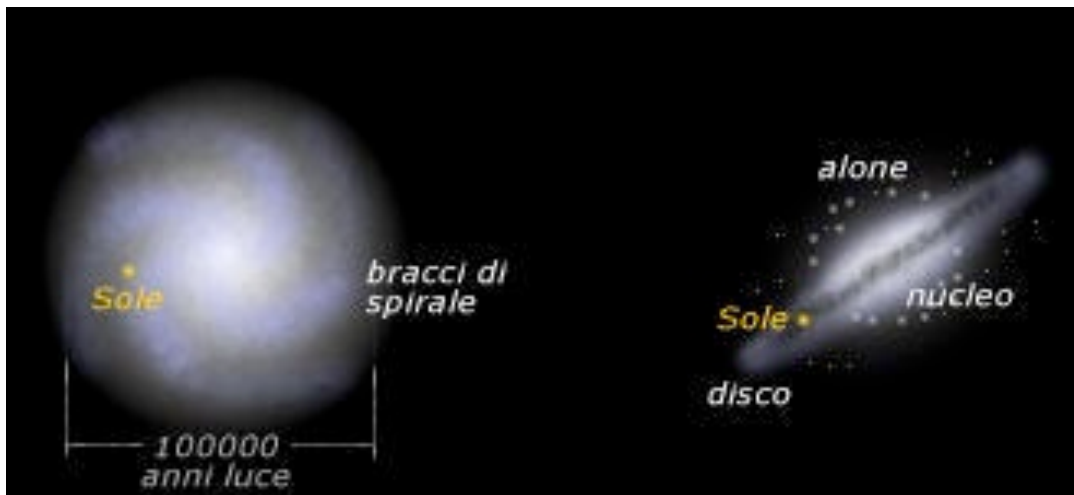
•**Spirali:** Dello stesso tipo della nostra galassia, si caratterizzano per il nucleo centrale, di forma quasi sferica, che si trova circondato da un alone da cui si dipartono i bracci a forma di spirale. In questo tipo di galassia coesistono stelle di

tutte le età, anche se quelle più giovani sembrano trovarsi nel disco;

- **Barrate:** molto simili alle precedenti, differiscono solo per i bracci, che invece di essere a forma di spirale, sono collegati agli estremi di una barra centrale.

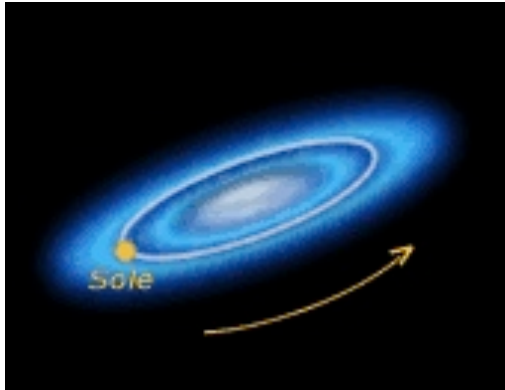
## 6. La nostra galassia è la Via Lattea

Essa appartiene al gruppo delle galassie a spirali ed è composta di centinaia di miliardi di stelle, polveri e gas interstellari. Ha la forma di un disco appiattito, con un diametro di 100 mila anni luce, al cui centro si trova il nucleo circondato da filamenti che prendono il nome di bracci di spirale. Orizzontalmente lungo il piano equatoriale stanno delle nubi oscure che apparentemente la dividono in due emisferi.



Il **nucleo** è composto di stelle ed ammassi stellari la cui nascita sembra risalire al periodo di formazione della stessa galassia.

Il **disco** è invece formato in larga parte da nubi di polvere, gas interstellari e giovani e luminose stelle azzurre che spiraleggiando si dipartono dal nucleo. Tutto attorno ha un **alone** composto di materia a bassissima densità, quasi a rasentare il vuoto assoluto, ed ammassi globulari.



Anche la nostra galassia ruota, ma in maniera diversa da come fanno la maggior parte dei corpi celesti, generalmente corpi rigidi. I bracci di spirale, infatti, orbitano attorno al nucleo con velocità differenti l'uno dall'altro, più velocemente quelli interni e più lentamente quelli situati verso l'esterno. Tutte le stelle sono trascinate da questo movimento, così come il Sole e tutto il sistema solare, che seguono praticamente una traiettoria ellittica attorno al centro galattico.