

L'astronomia del XX secolo



Prof. Flavio Fusi Pecci

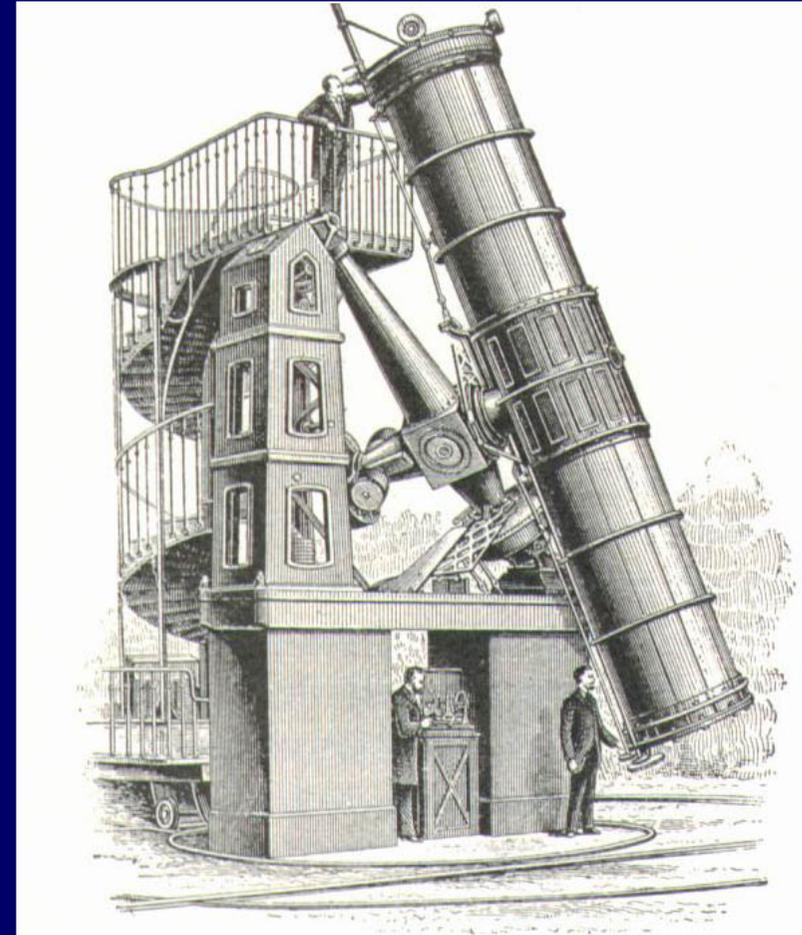
INAF - Osservatorio Astronomico di Bologna

1900

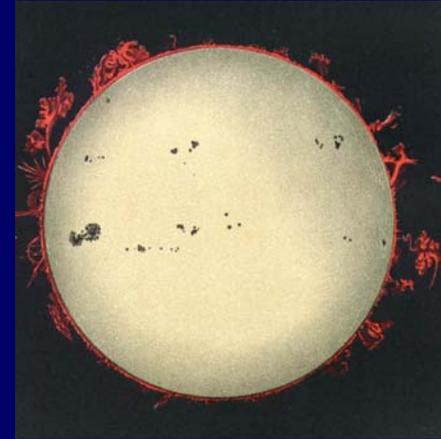
...Il problema se le nebulose siano galassie esterne o no non merita più neanche di essere discusso: esso è stato risolto dal progresso della ricerca...

...Nessun scienziato competente può oggi sostenere che una singola nebulosa sia di rango paragonabile a quella della via Lattea...

Agnes Clerke, 1905



Non esiste una teoria soddisfacente dell'emissione spettrale, né si ha alcuna idea della natura della fonte dell'energia che è alla base di questa emissione



Non è ancora nota con certezza l'esistenza di un universo extragalattico, al di fuori della Via Lattea e degli oggetti in essa contenuti

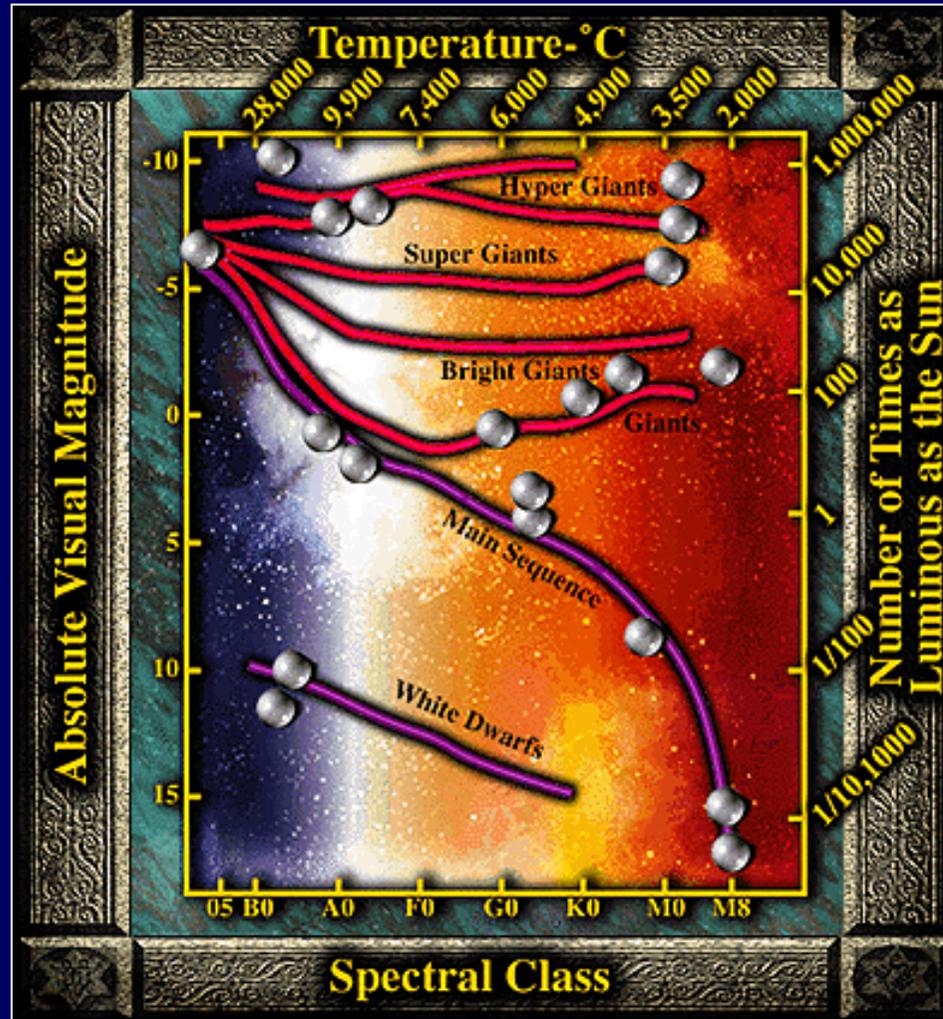


La cosmologia è basata sulle idee newtoniane, che implicano un universo infinito



1900

1911-14. Il diagramma di Hertzsprung - Russell permette di compiere un passo fondamentale per la comprensione dei rapporti tra tipo spettrale ed evoluzione stellare.



Popular Astronomy 1914

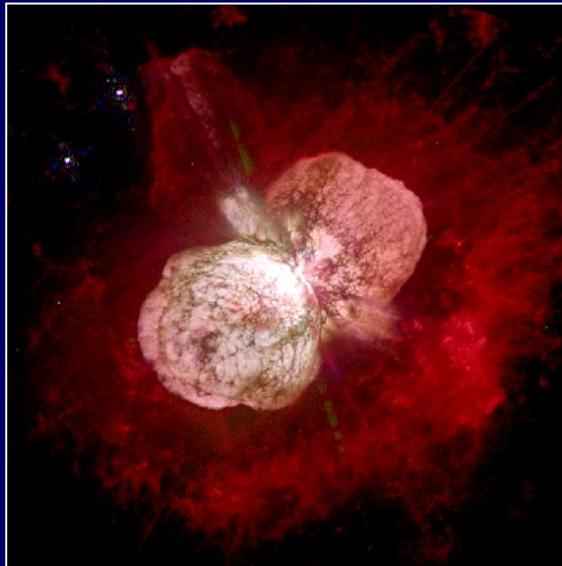
Astronomia galattica



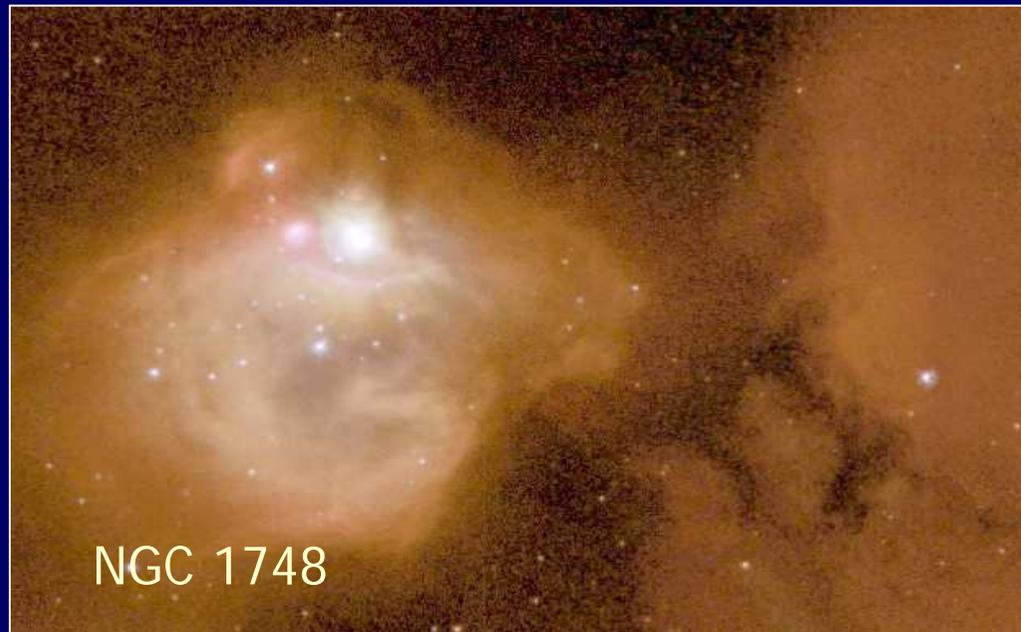
Retina Nebula



Nane bianche in M4

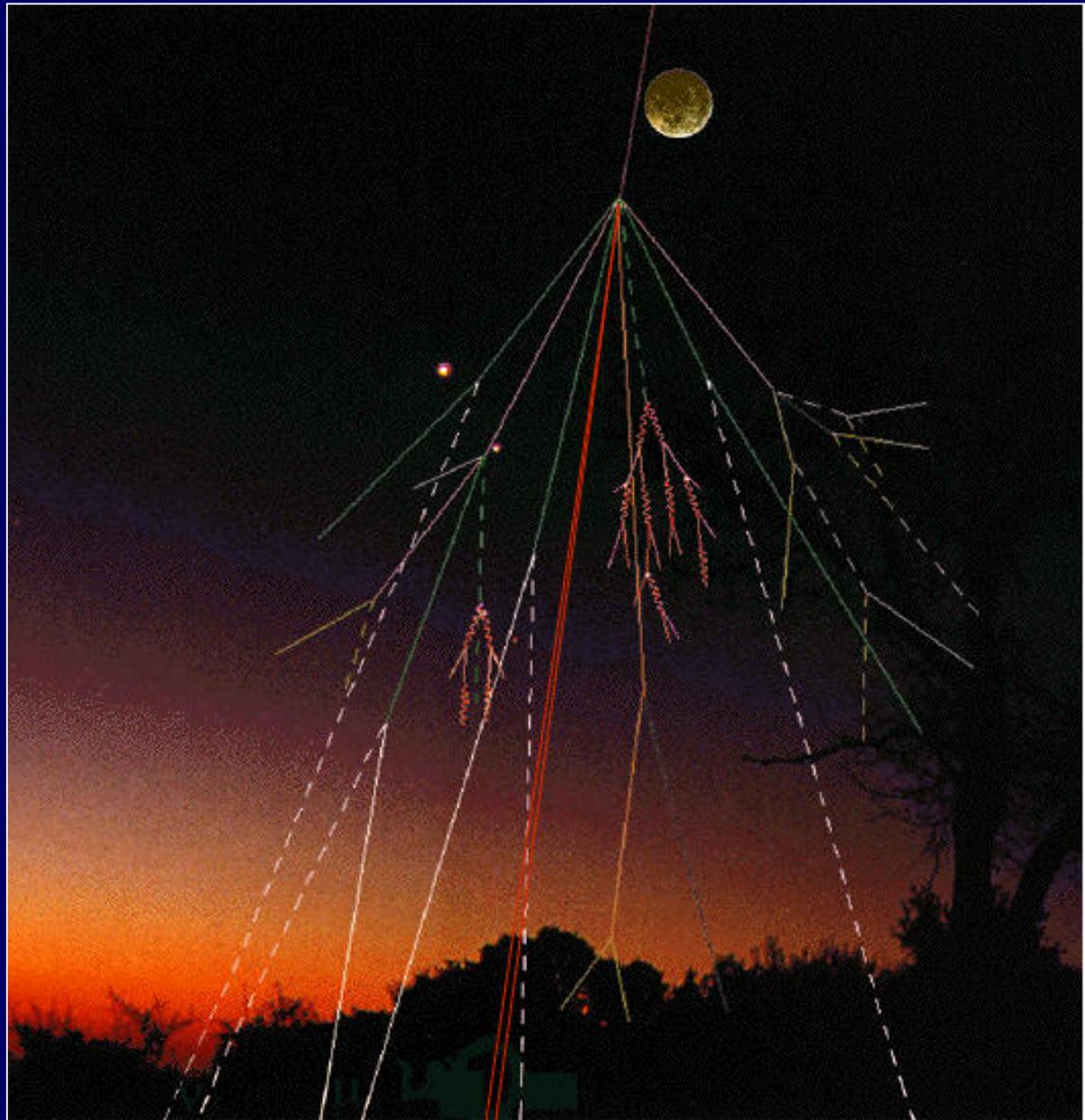


Astronomia galattica

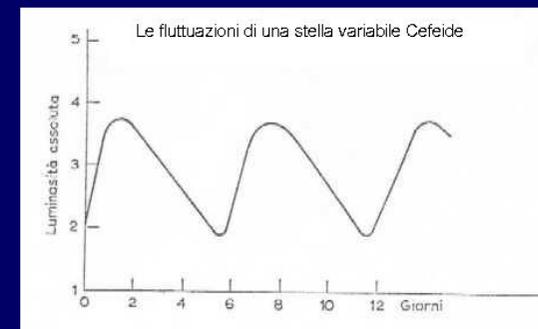
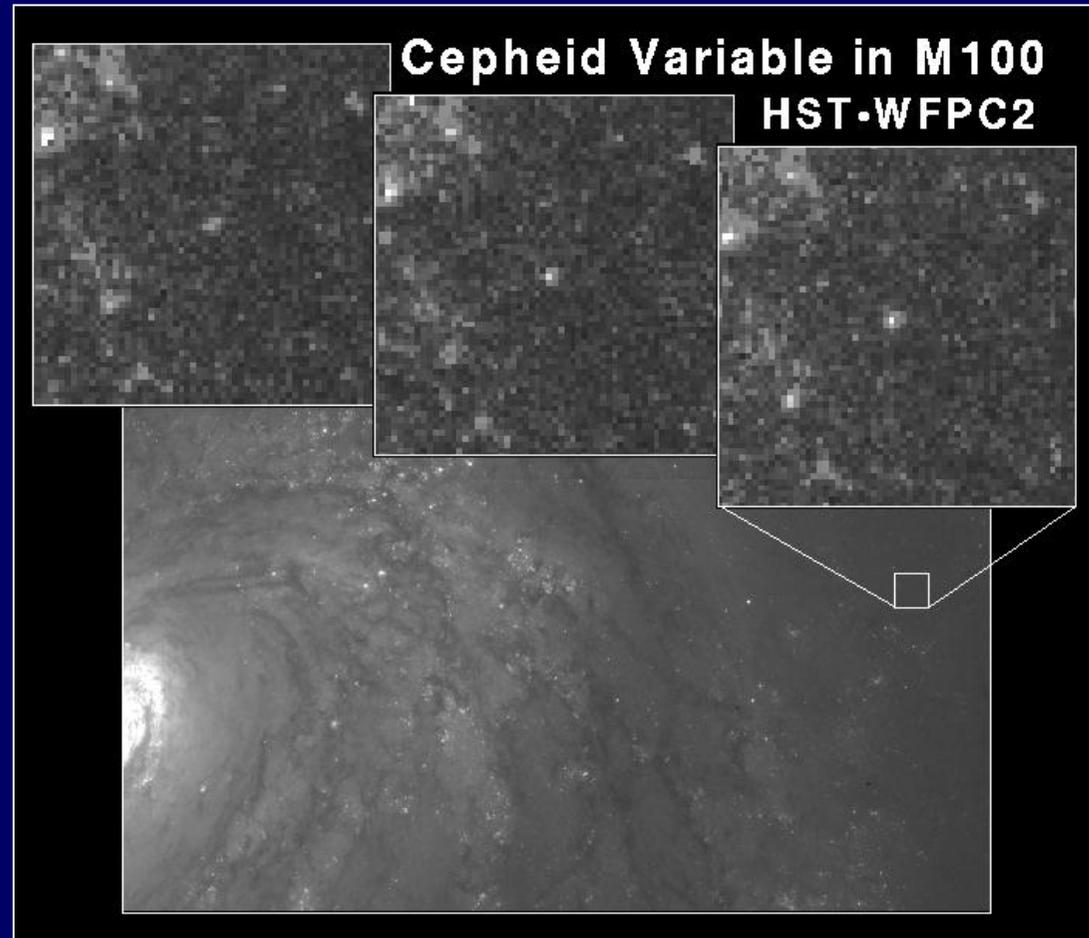


NGC 1748

1912. V.F. Hess,
con una serie di
voli in pallone
aerostatico, scopre
una radiazione
altamente
energetica
proveniente dallo
spazio cosmico. La
prima evidenza
della presenza dei
raggi cosmici



1912. H. Leavitt
scopre una
correlazione fra
magnitudine
assoluta e il
periodo di
variabilità delle
stelle variabili
Cefeidi, aprendo
la strada per il
loro impiego come
indicatori di
distanze
intergalattiche



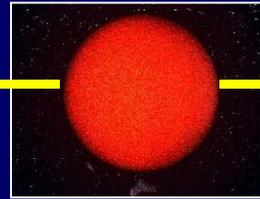
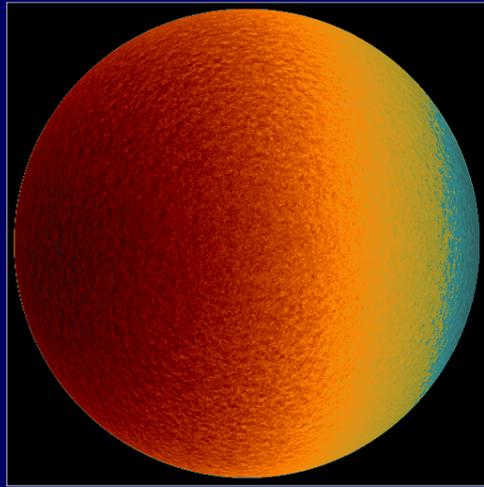
Astronomia extragalattica

1913. Si ha la prima prova dell'esistenza di sistemi stellari al di fuori della Via Lattea. Impiegando il metodo delle cefeidi viene misurata la distanza delle Nubi di Magellano. Curtis valuta in un milione di anni luce la distanza di Andromeda, ma Shapley continua a negare l'esistenza di galassie esterne paragonabili alla nostra

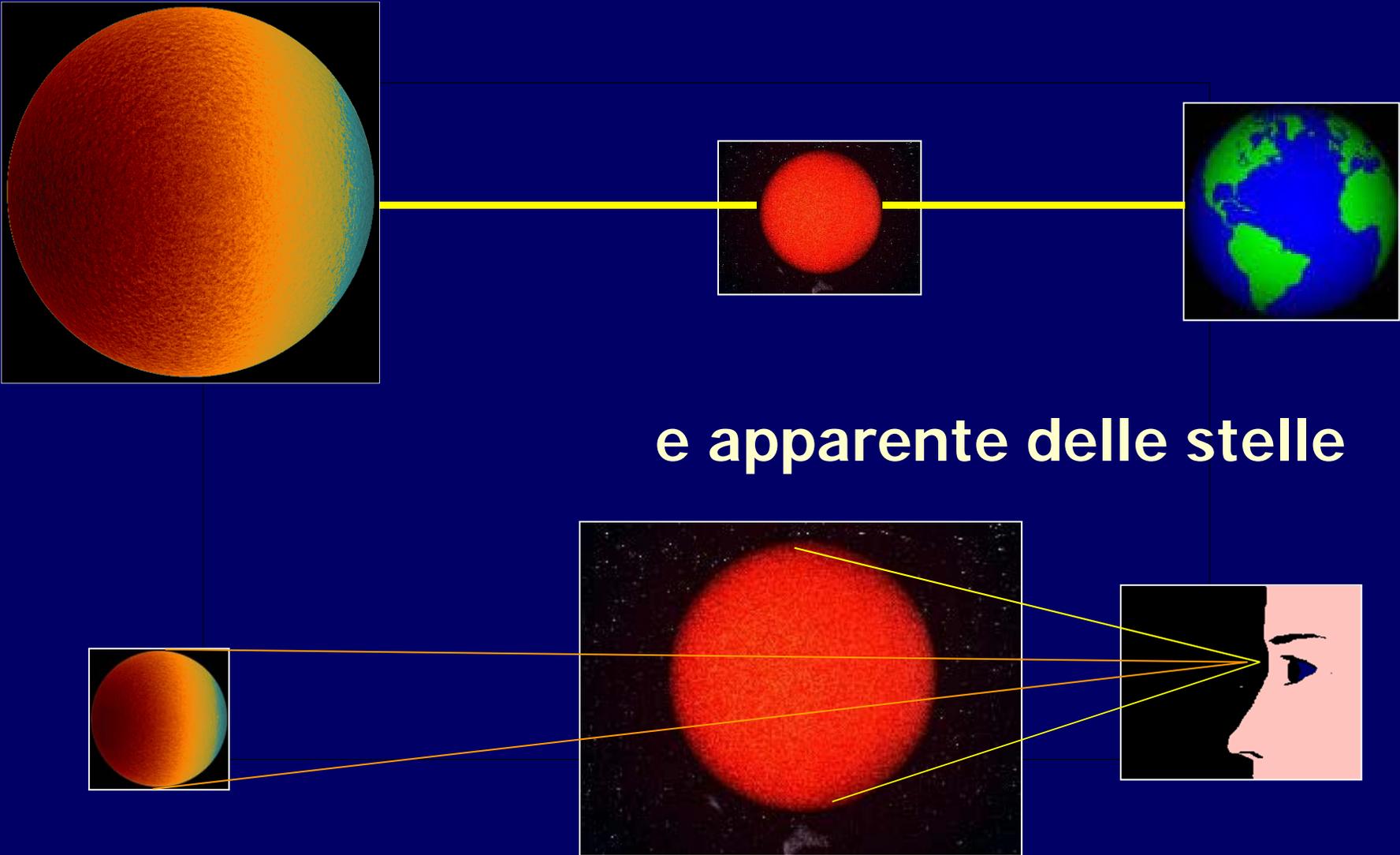
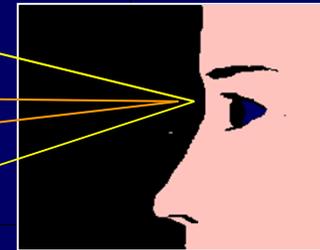
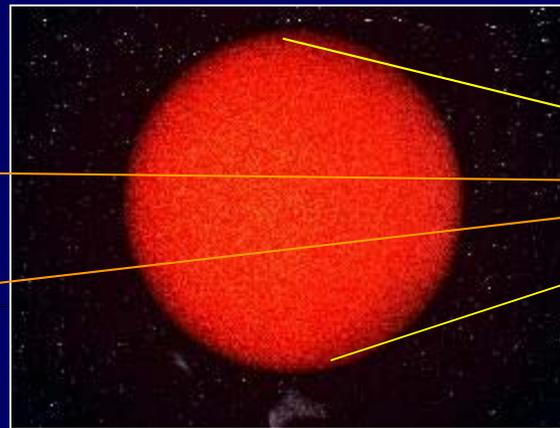
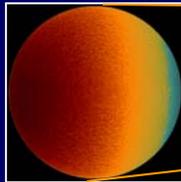


Astronomia extragalattica

Luminosità reale...



e apparente delle stelle



Alpha Centauri



4 anni luce

1999

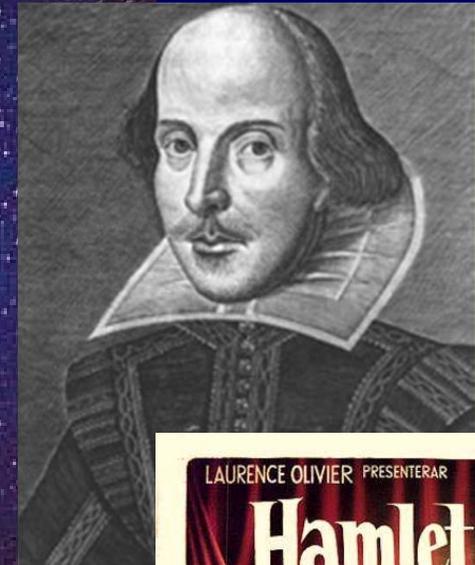


**Ciampi è il nuovo
Presidente della
Repubblica**

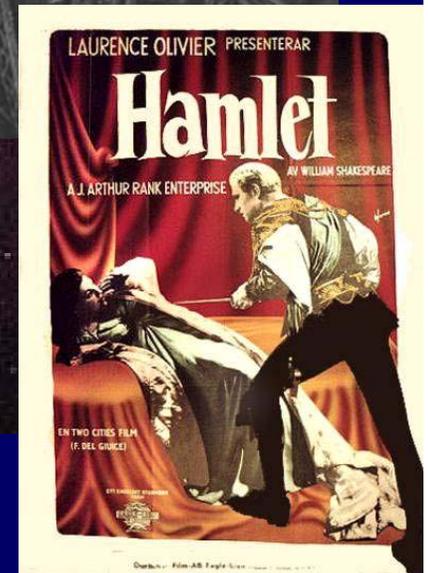
1599 - 1601

Pleiadi

Shakespeare
scrive
"Amleto"



400 anni luce



Crab Nebula

6000 anni luce

4000 a. c.

L'uomo usa
i pittogrammi
per comunicare
e ricordare



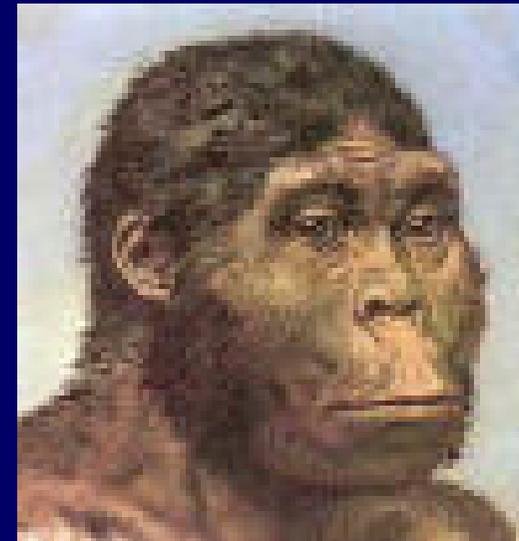
M 31



2,2 milioni anni luce

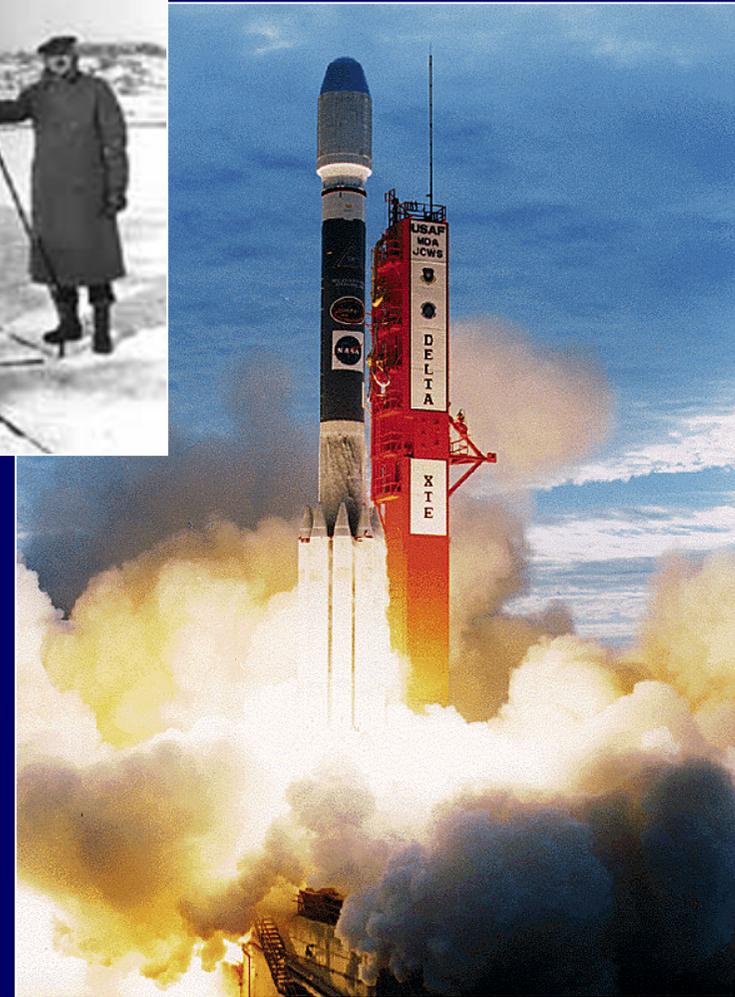
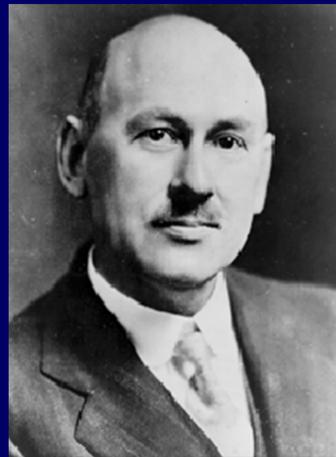
© Caltech/David Malin

2,2 milioni di anni



**L'Homo habilis
compare in
Africa**

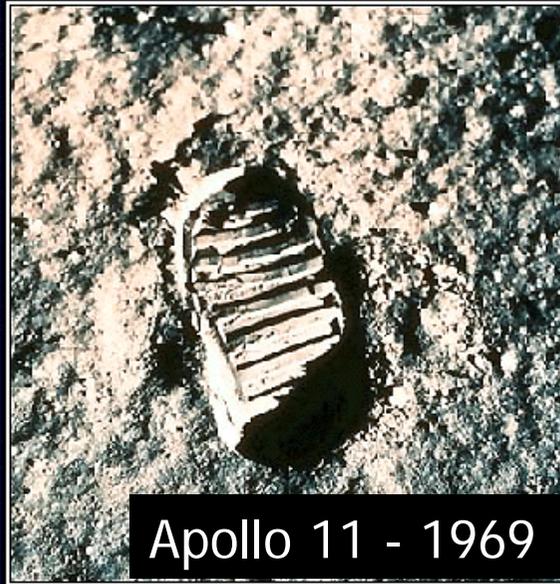
1914. Robert Goddard lancia il primo razzo nello spazio. Il lancio, anche se di breve durata (solo 2 ½ secondi), fece comprendere che un giorno sarebbe stato possibile andare sulla Luna e oltre.



Ricerca spaziale



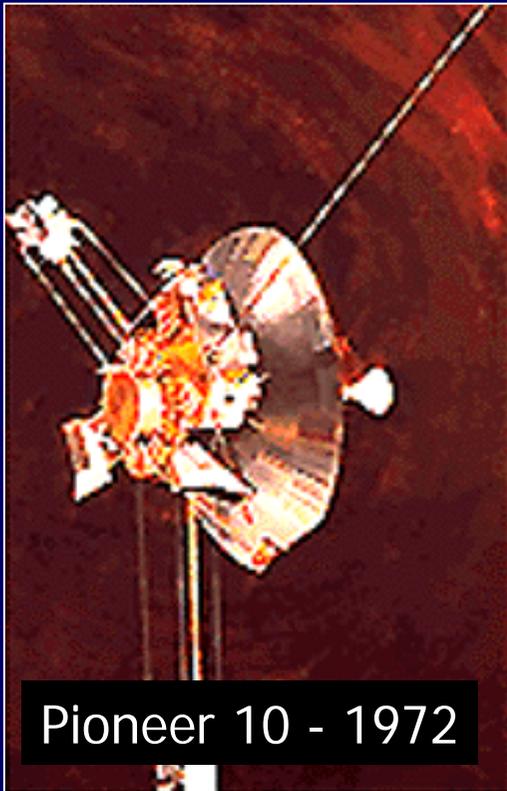
Sputnik - 1957



Apollo 11 - 1969



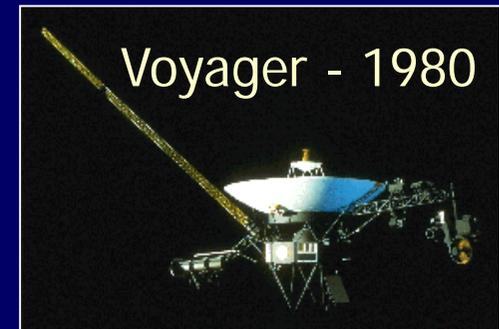
Viking - 1976



Pioneer 10 - 1972



Mariner 10 - 1974



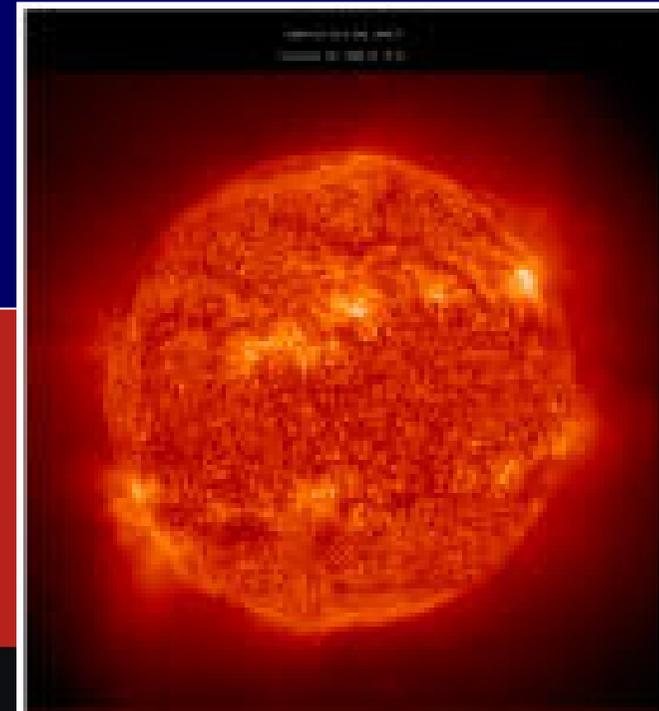
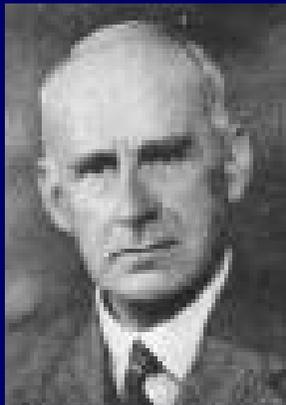
Voyager - 1980



HST - 1990

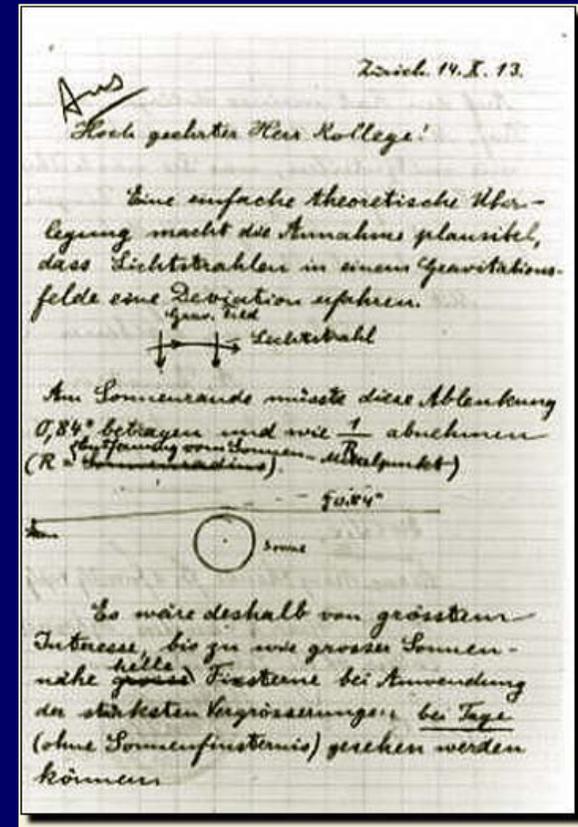
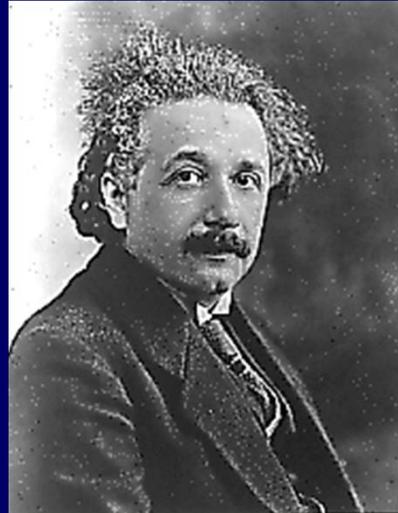
Ricerca spaziale

1916. A.
Eddington
dimostra
teoricamente
che le stelle
sono sfere
gassose.



Astronomia galattica

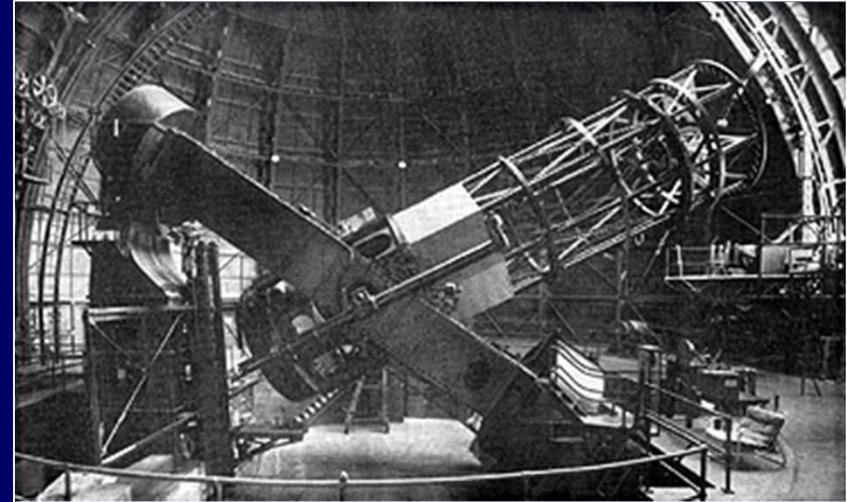
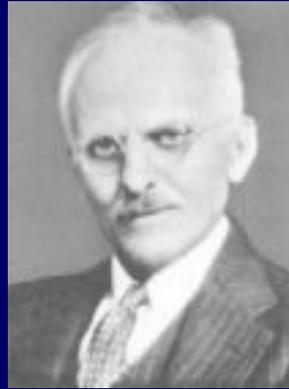
1917. Einstein propone il primo modello cosmologico relativistico, in cui l'universo non ha limiti, ma ha un volume finito. Einstein riteneva che l'universo fosse statico.



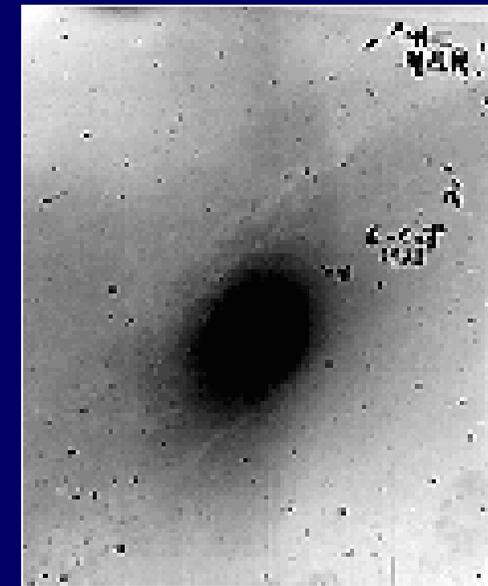
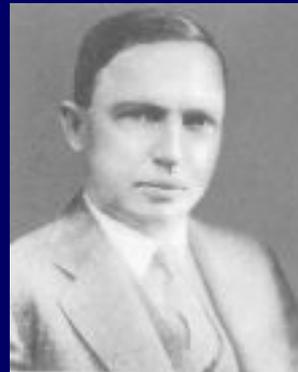
Cosmologia

Telescopio Hooker di Monte Wilson

1920. Il "grande dibattito" tra Shapley e Curtis sulla scala dell'universo. Chi vinse?



O. Struve osservò nel 1960 che "il quadro attuale della struttura dell'universo è un misto delle idee di Shapley e Curtis"



Astronomia extragalattica

Cefeidi in M31

1924. L. de Broglie elabora la teoria ondulatoria della materia



La struttura della materia

1927.

W. Heisenberg
scopre il principio
di
indeterminazione

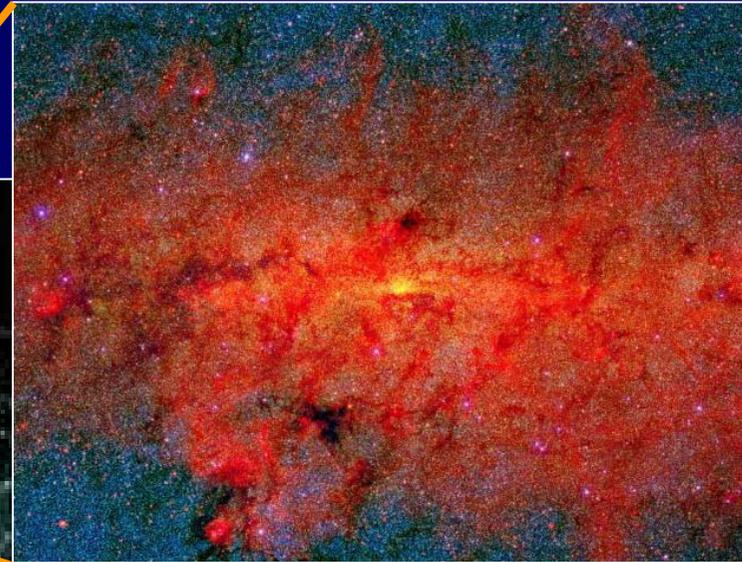


$$\Delta x \Delta p \geq h/2\pi$$



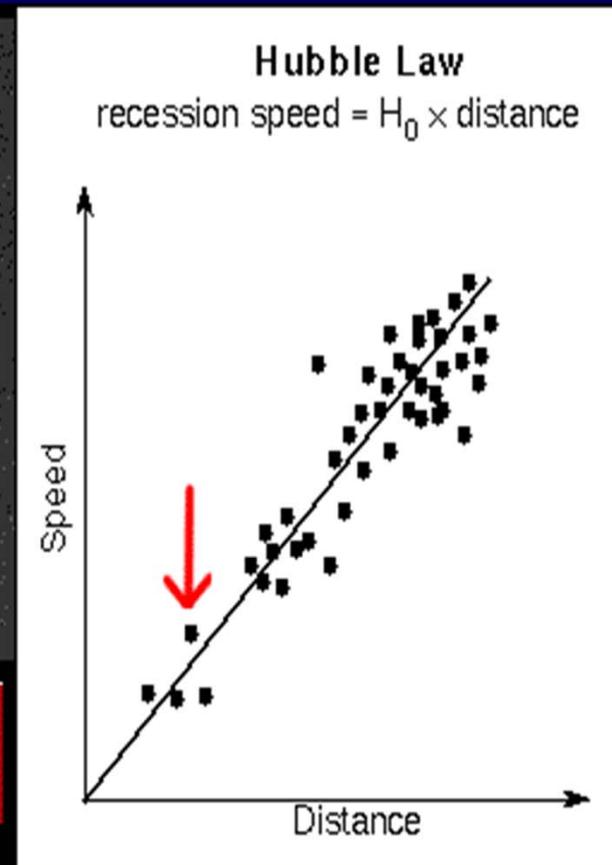
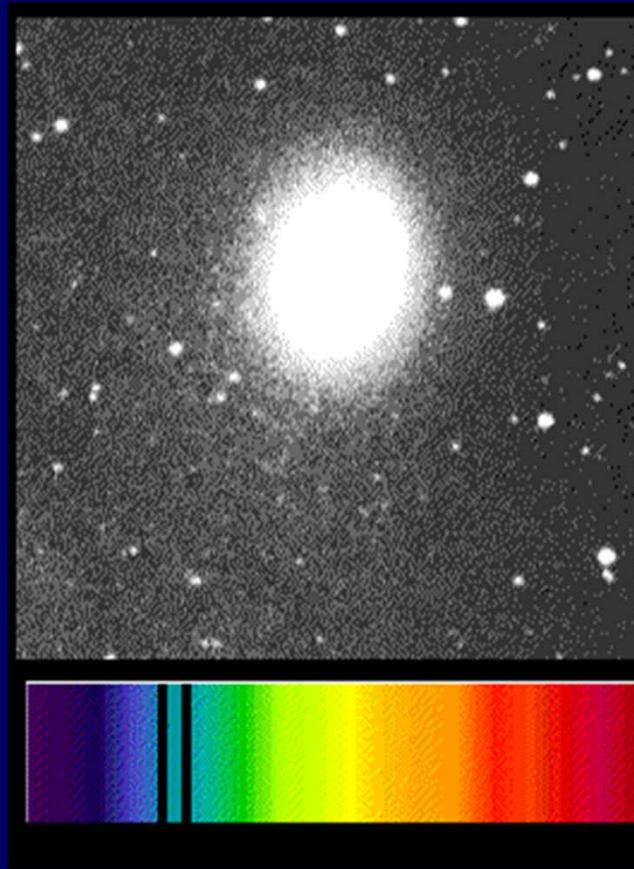
La struttura della materia

1927. B.Lindblad dimostra l'esistenza di una rotazione complessiva della Galassia attorno ad un centro posto nella direzione del Sagittario

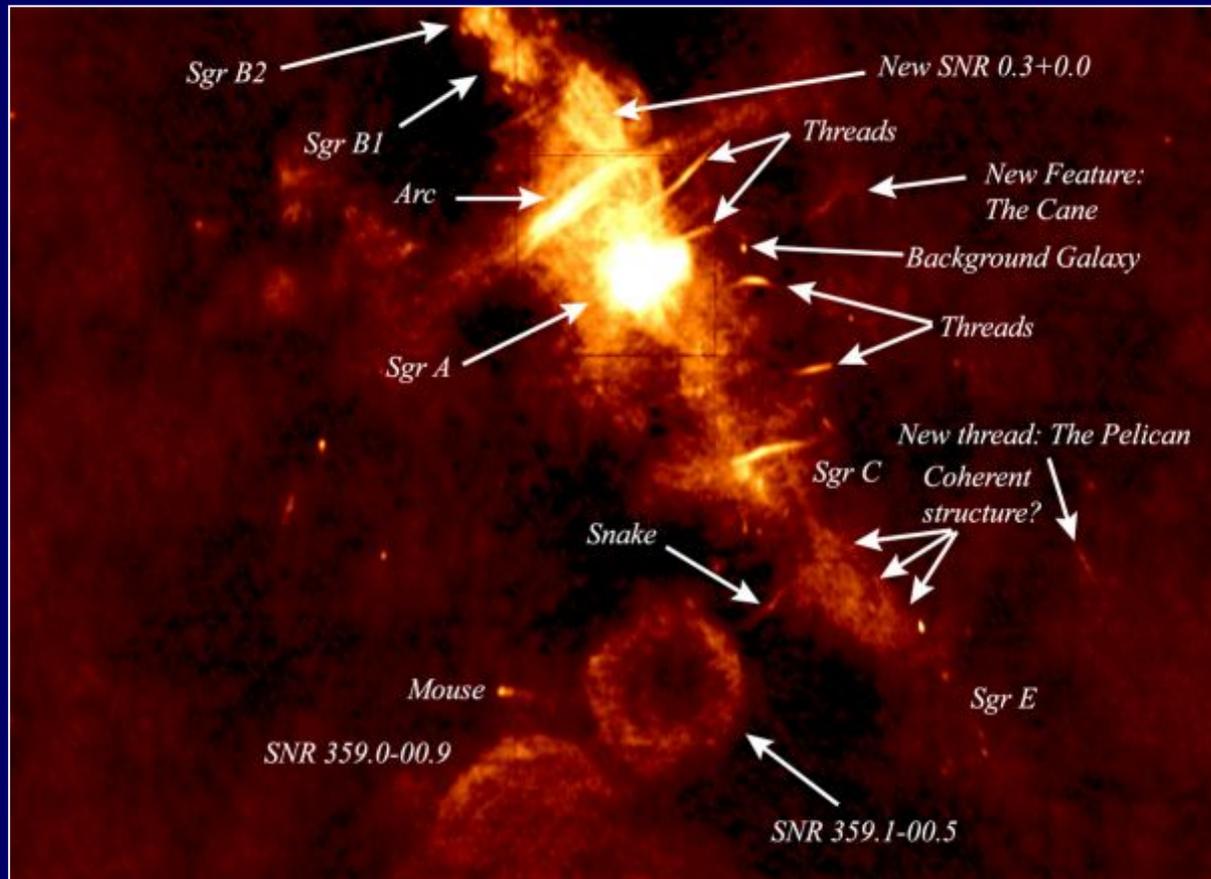


Astronomia galattica

1929.
E.P.Hubble
scopre la
relazione tra
velocità radiale
delle galassie e
la loro distanza:
 $V = H r$,
primo indizio di
un'espansione
collettiva
dell'universo.

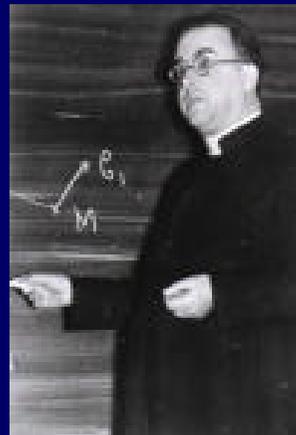


1931. K. Jansky scopre un disturbo di origine ignota più intenso ogniqualvolta il centro della Galassia si trova nel fuoco dell'antenna: è la radioemissione della Galassia.

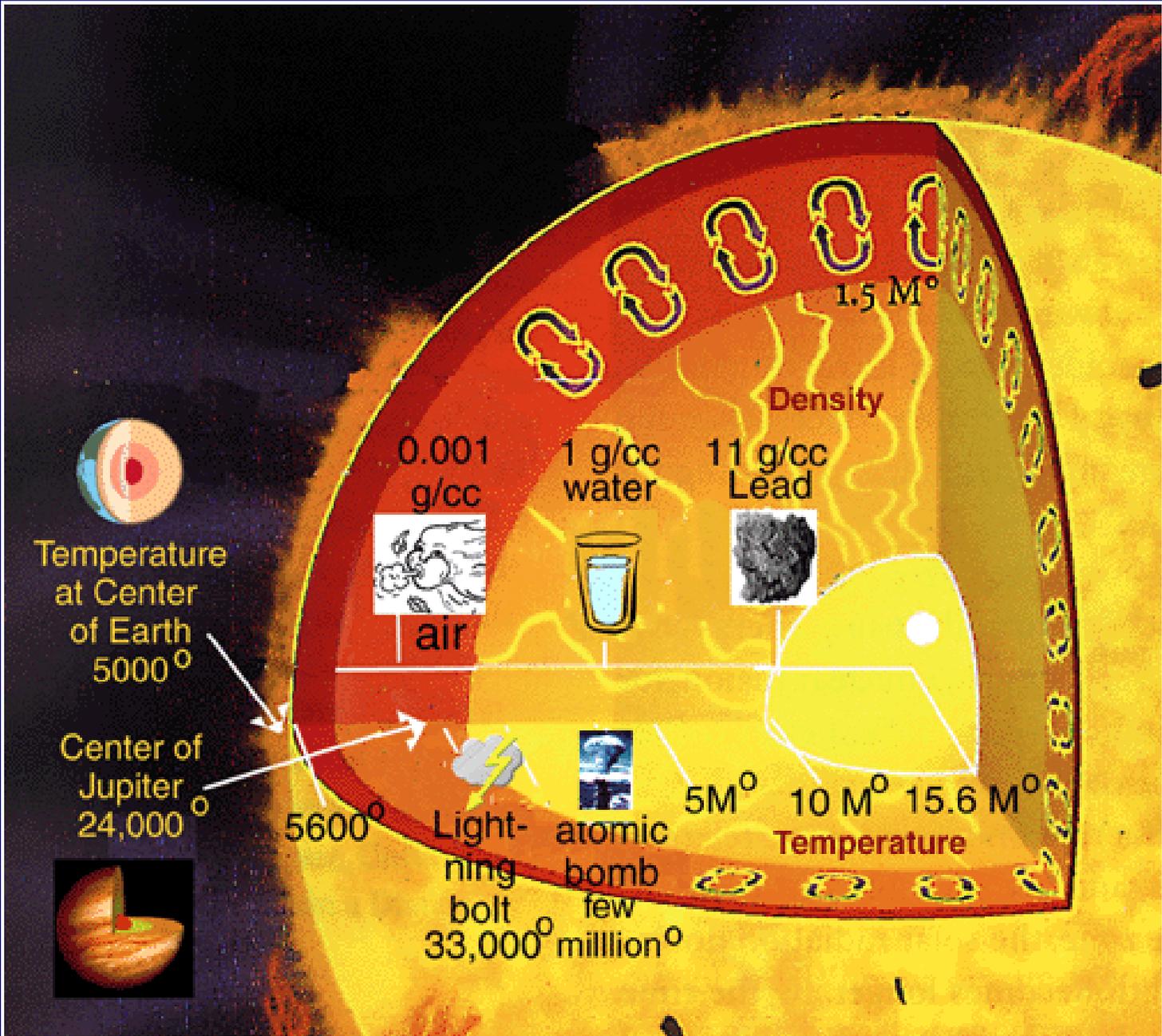


Astronomia galattica

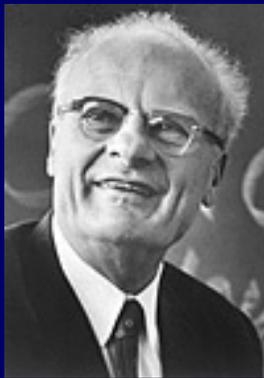
1931. Lemaître ritiene che l'universo sia nato dalla frammentazione di "un atomo primordiale", un'idea che rappresenta il primo passo verso la teoria del Big Bang. Andando a ritroso nel tempo, si dovrebbe comunque arrivare ad un istante iniziale in cui la densità era infinita.



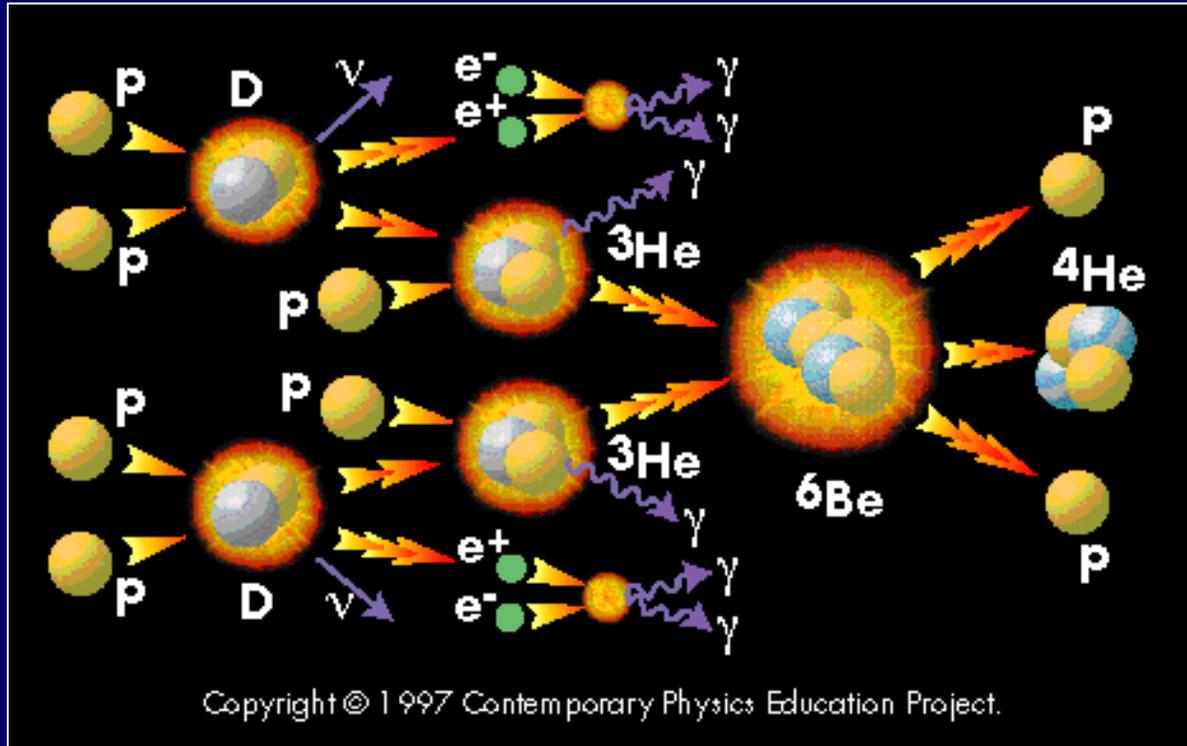
Cosmologia



1939. H.A.Bethe
spiega l'origine
dell'energia stellare
mediante una serie
di reazioni nucleari.
Le più importanti
formano il ciclo
carbonio-azoto e la
reazione
protone-protone



Astronomia galattica



Copyright © 1997 Contemporary Physics Education Project.

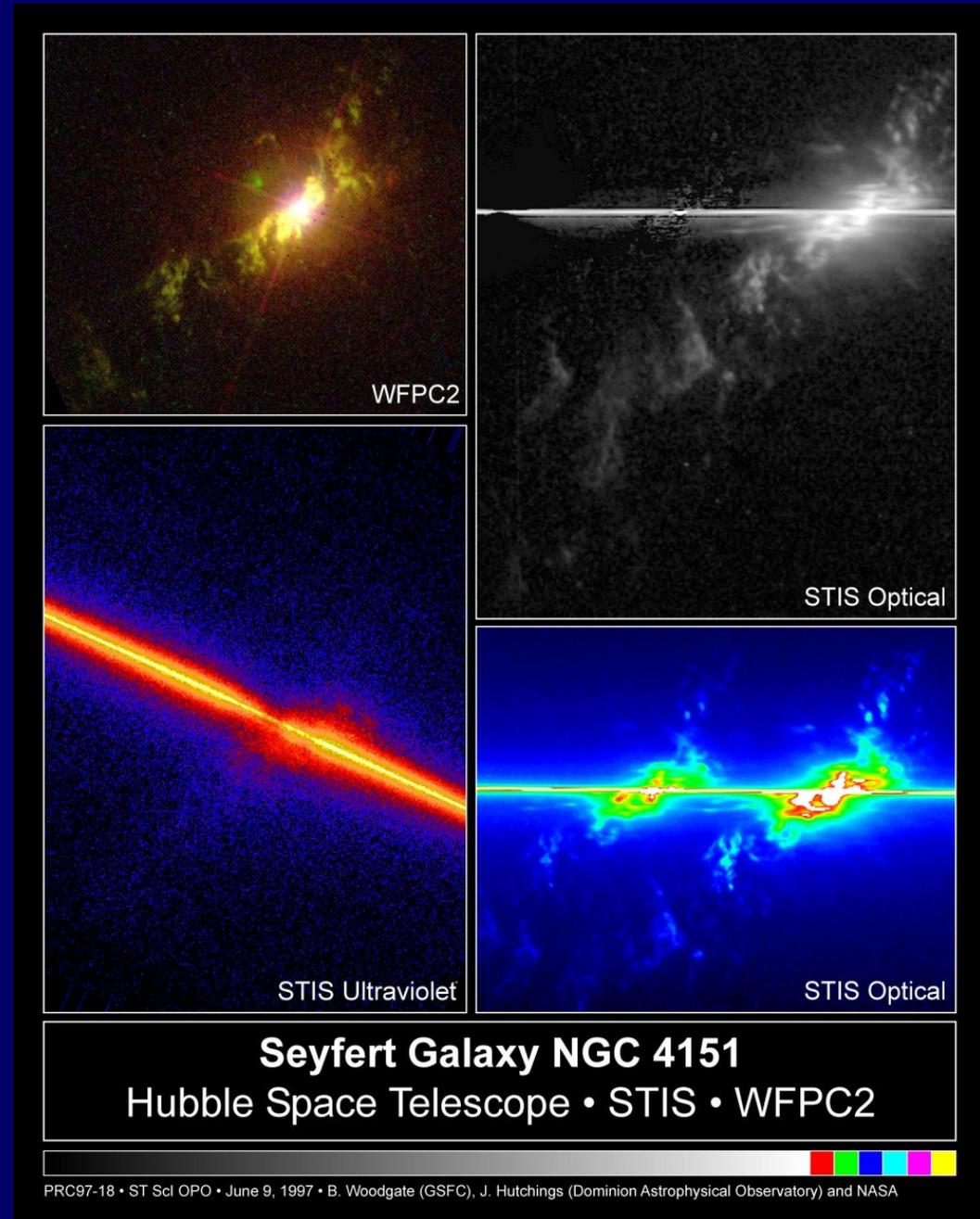
1943. W.Baade
divide le stelle
in due
categorie
fondamentali,
quelle di
popolazione I
e quelle di
popolazione II



Astronomia galattica



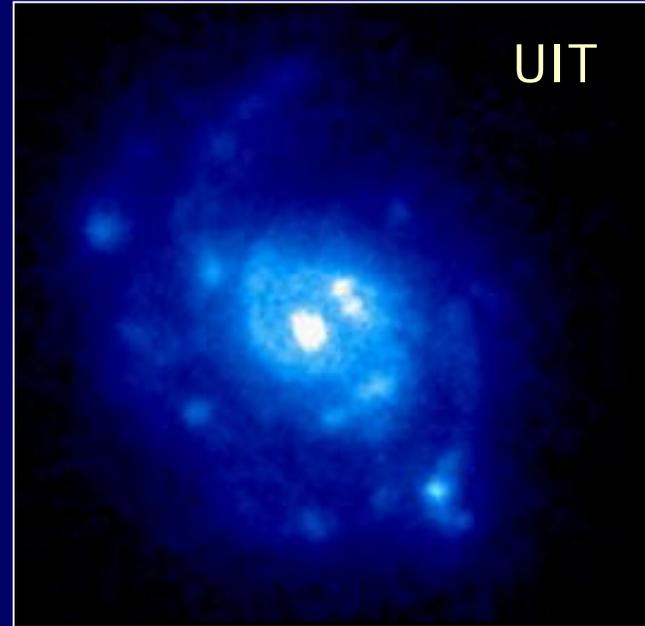
1943. Carl Seyfert
identifica le galassie
che da lui
prenderanno nome,
le prime di una
grande
serie di galassie
dotate
di nuclei molto
luminosi,
che emettono
quantità
eccezionali di
energia.



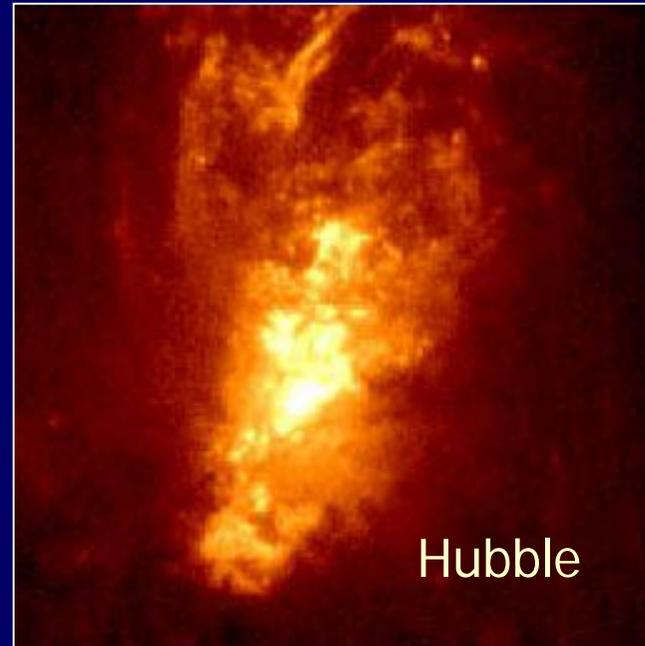
Astronomia extragalattica



NOAO



UIT



Hubble

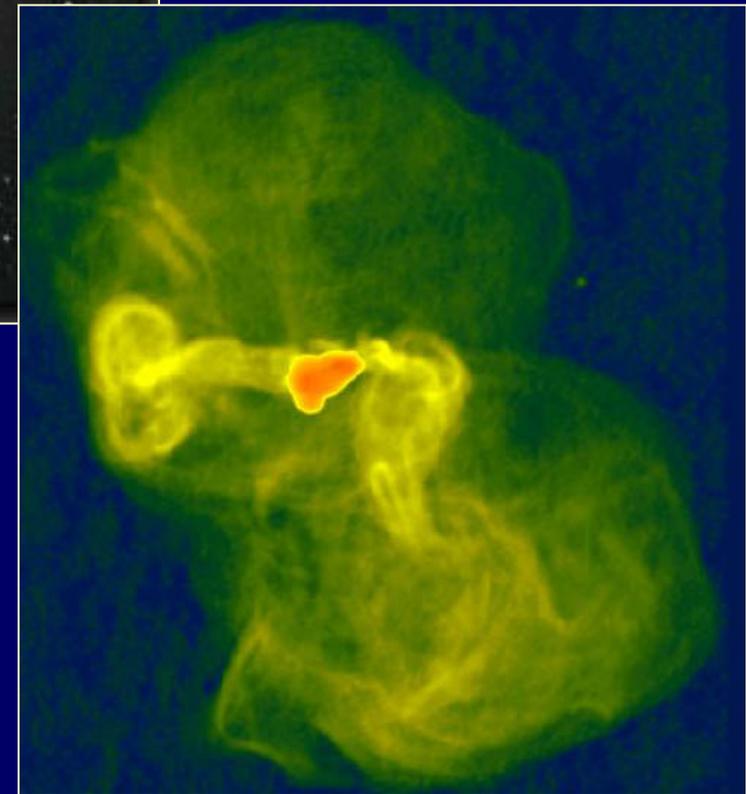
M 77

Astronomia extragalattica

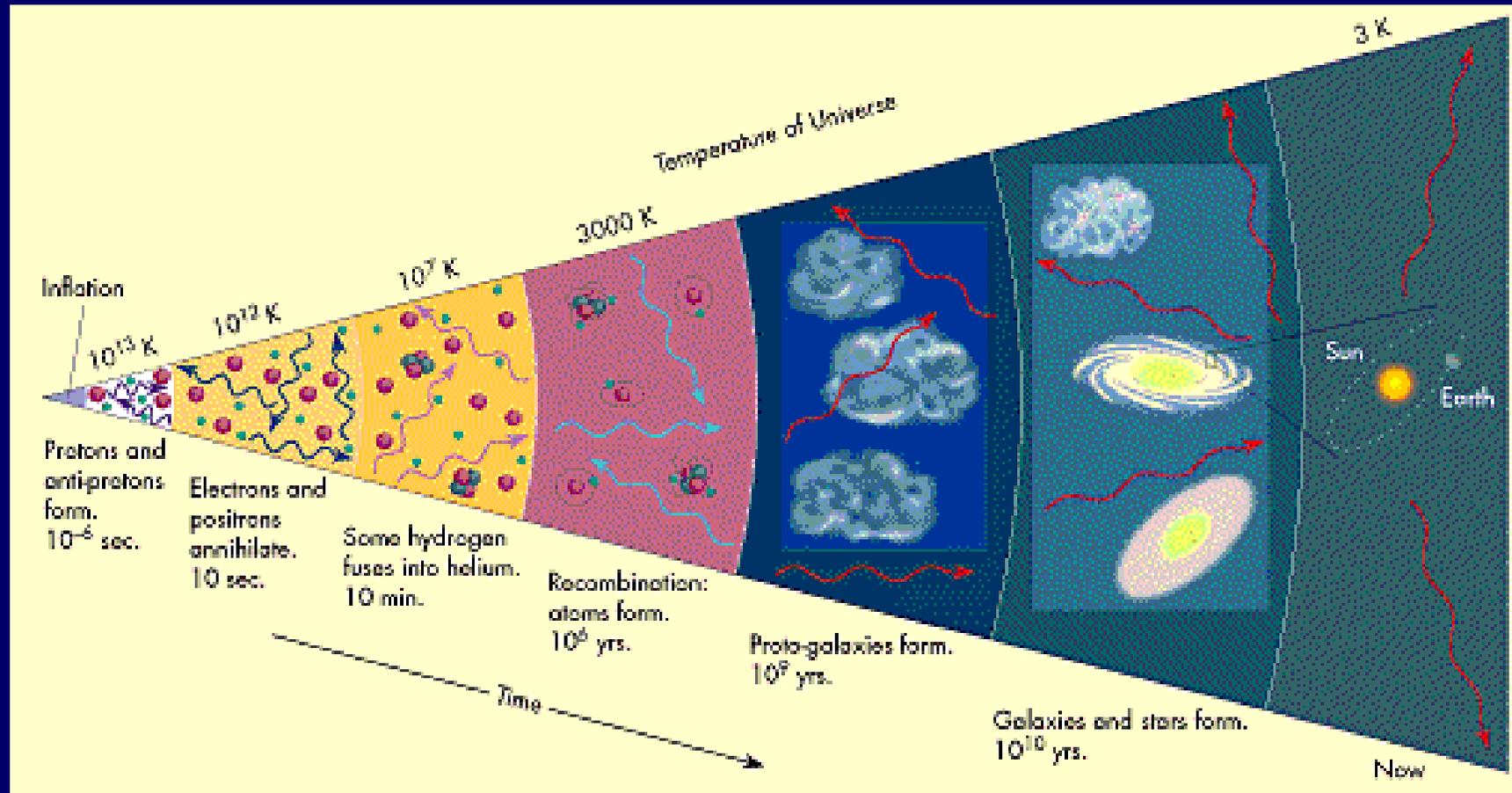
1947. Due radiosorgenti Virgo A e Centaurus A vengono identificate con le galassie NGC 4486 e NGC 5128. Si scoprono le radiogalassie



NGC 4486



1948. A. Alpher e G. Gamov propongono la teoria del *Big Bang*. Un grande scoppio da cui si sono creati tutti gli elementi nelle abbondanze osservate

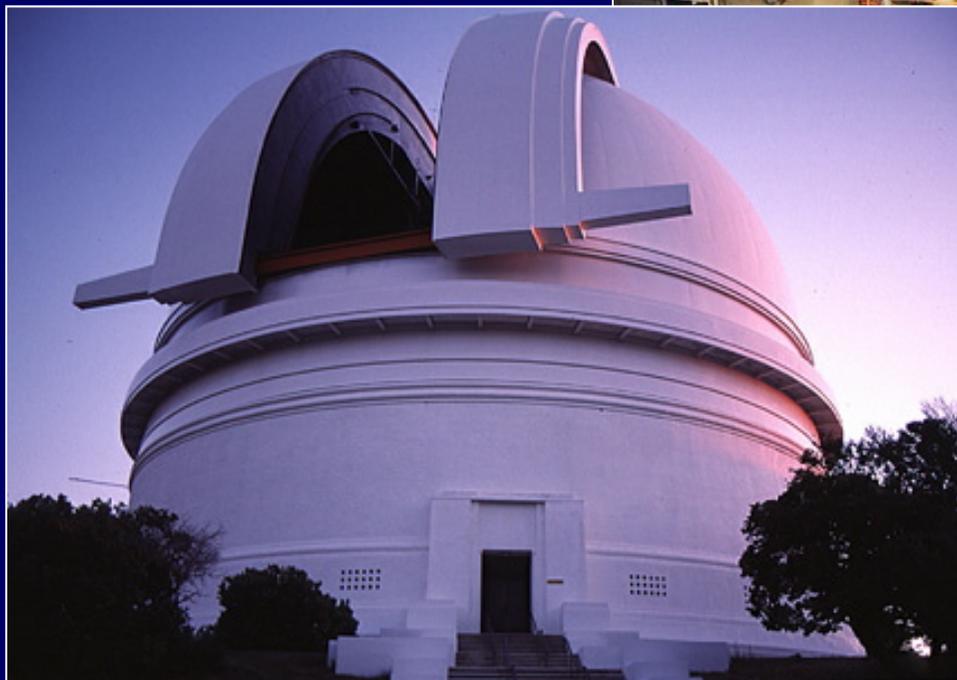


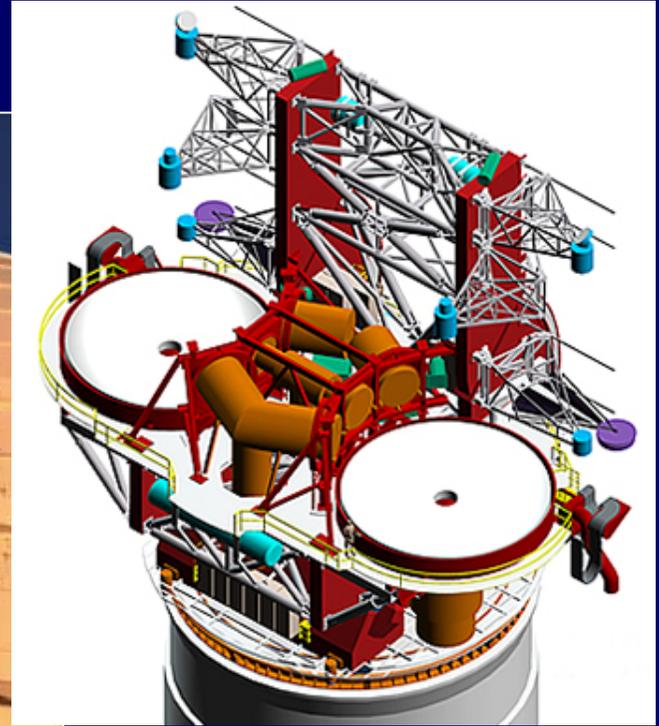
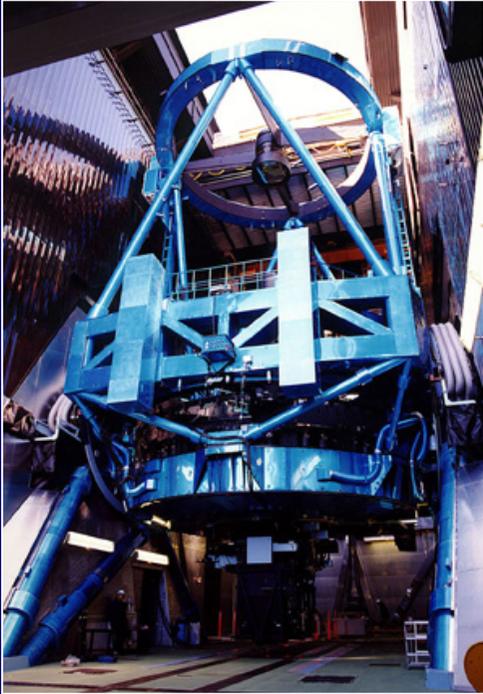
Cosmologia

1948.
Inaugurazione
del telescopio di
200 pollici di
Monte Palomar



I nuovi telescopi



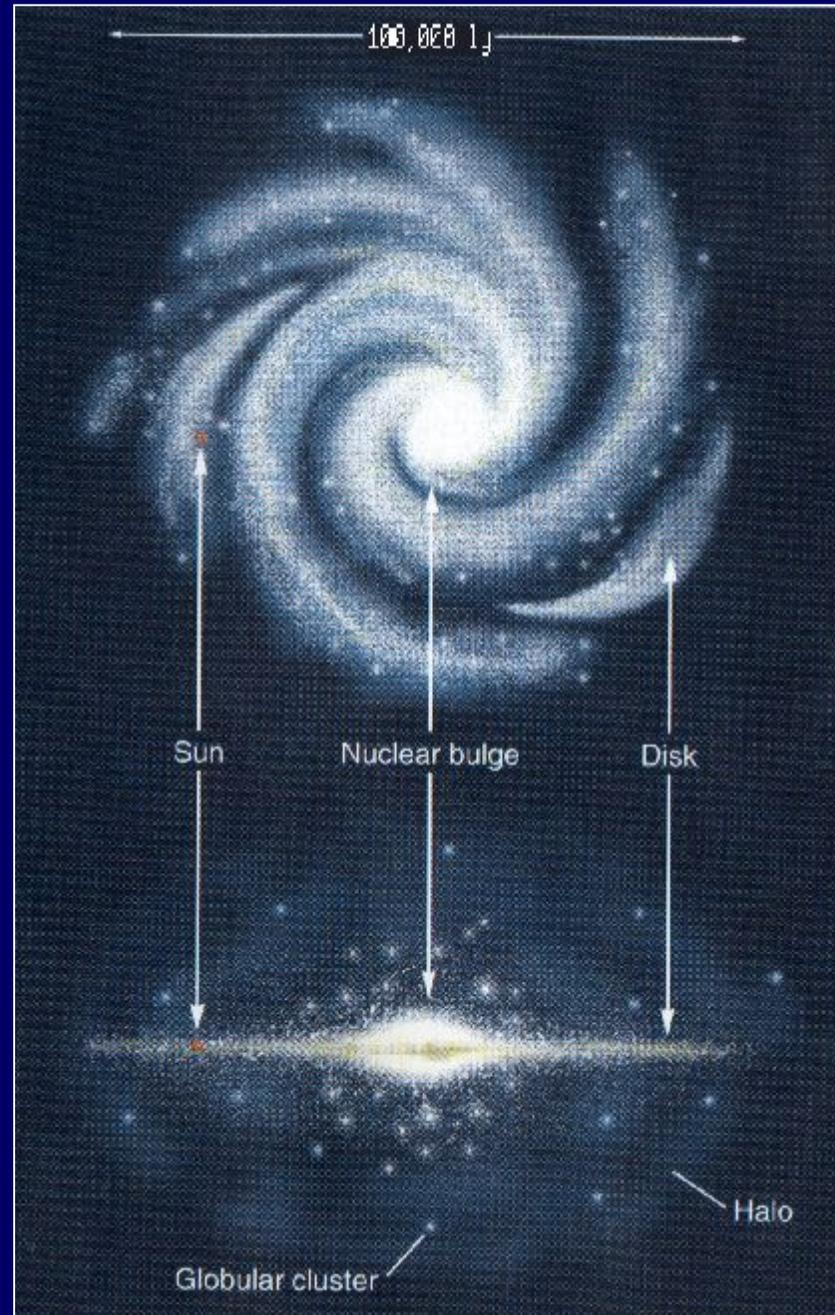


I nuovi telescopii

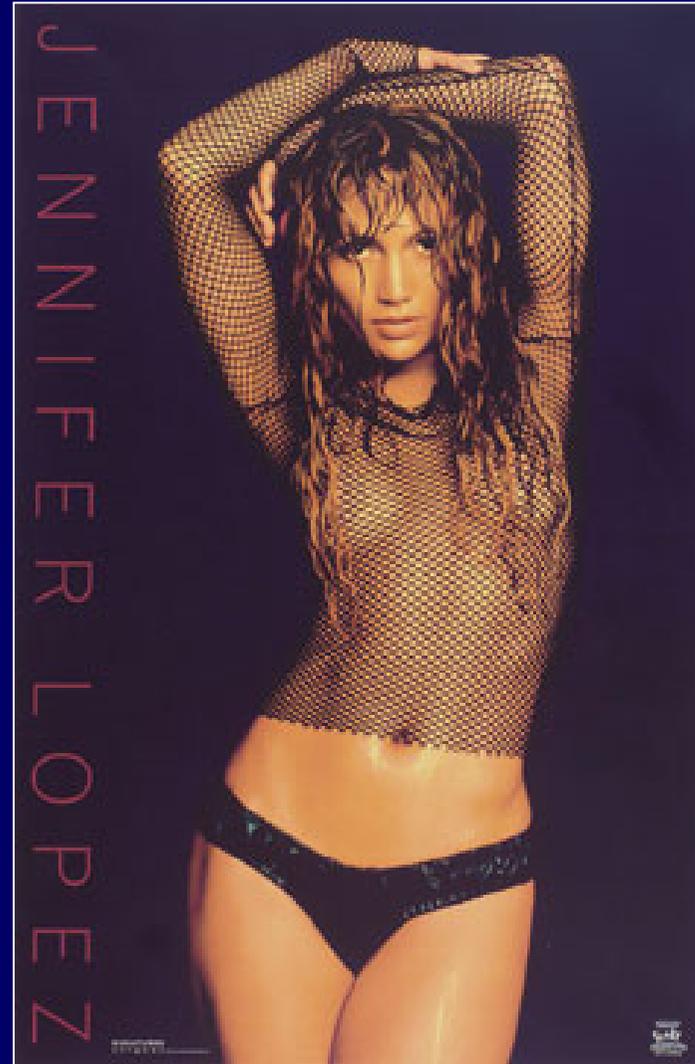
1951. Viene provata l'esistenza dei bracci a spirale nella nostra galassia - analoghi a quelli osservabili in galassie esterne, e osservando la riga 21 cm si ottiene la prima mappa della struttura galattica



Astronomia galattica

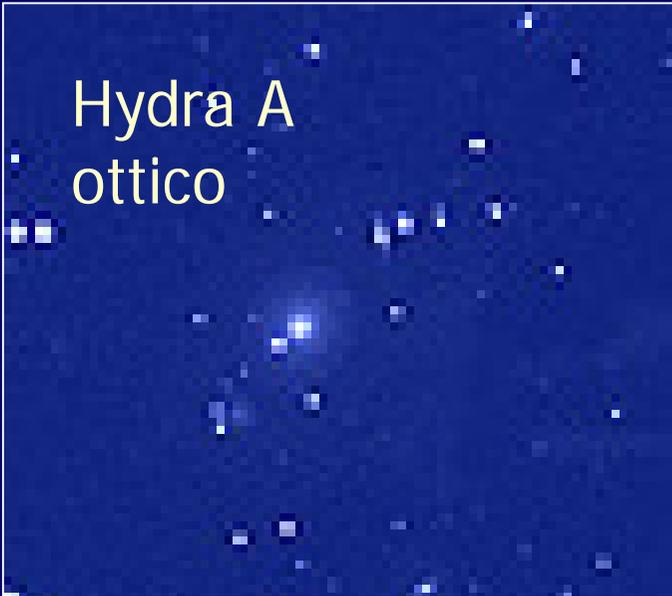


1962. Riccardo
Giacconi con la
scoperta della
sorgente
Sco X1 inizia la
storia della
astronomia X



Nuove finestre sul cielo

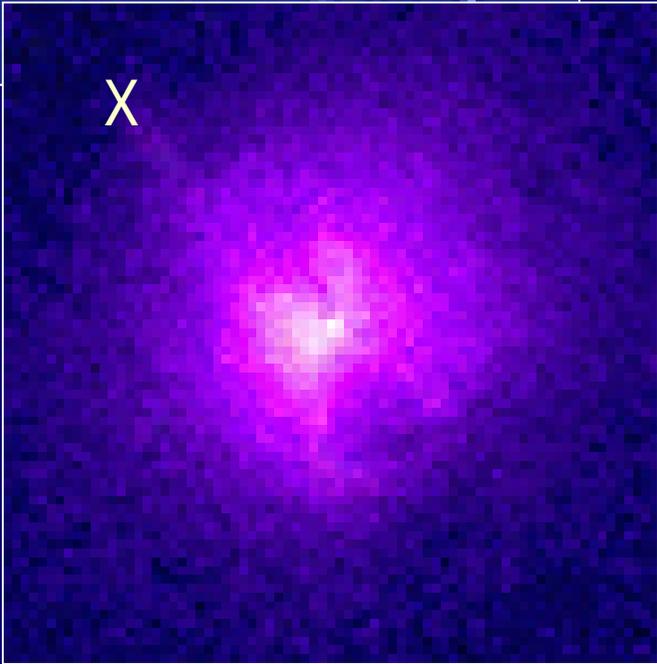
Hydra A
ottico



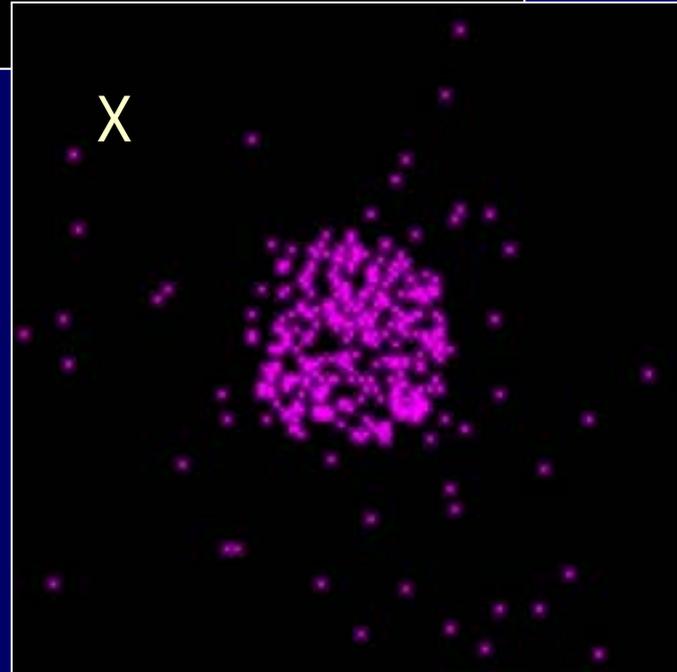
Marte
ottico



X



X





Chandra

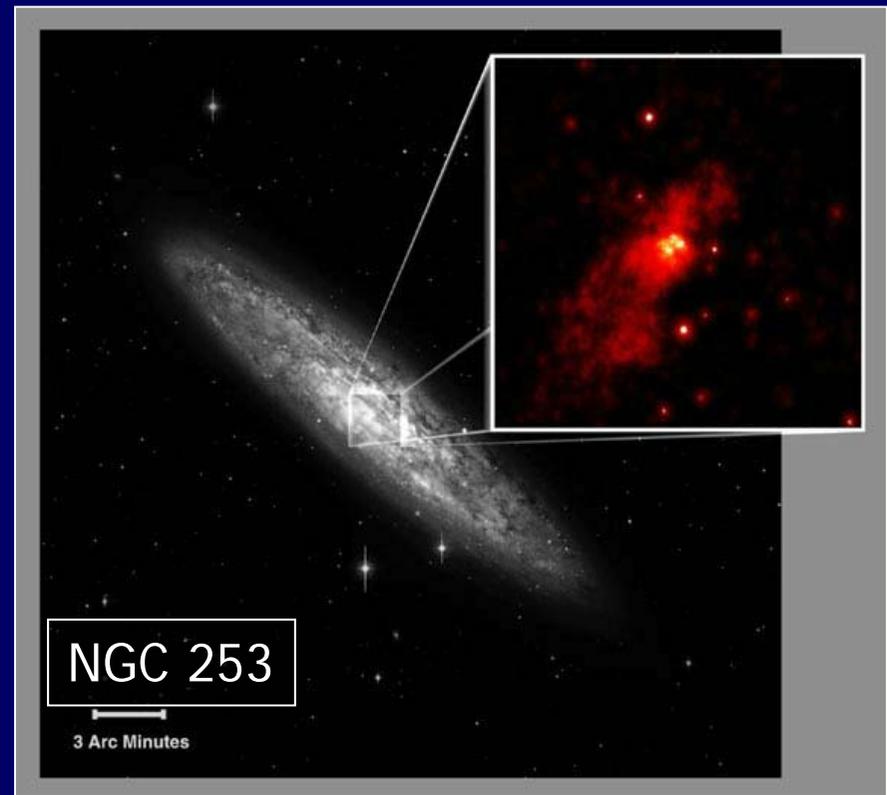


Rossi XTE

Nuove finestre sul cielo



Sistemi binari



NGC 253

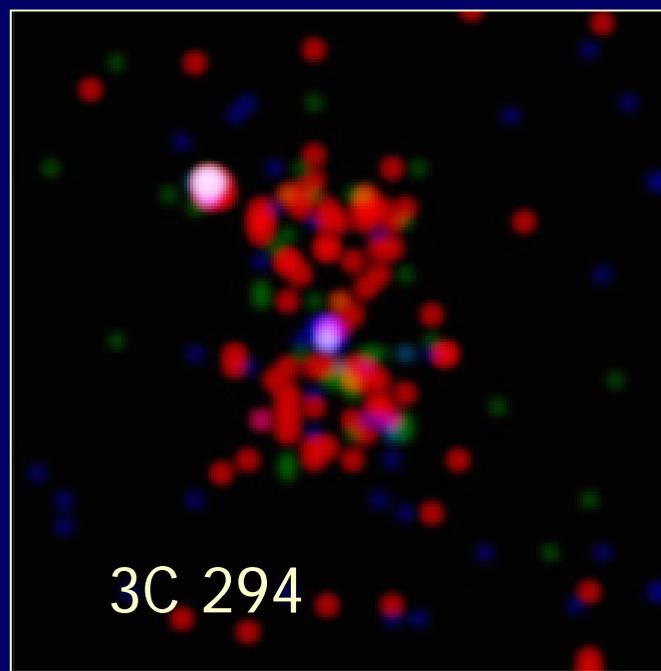
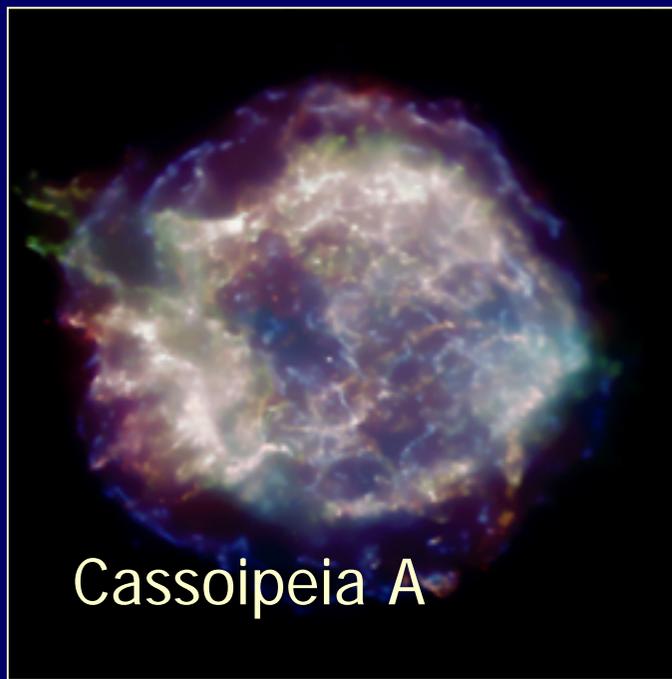
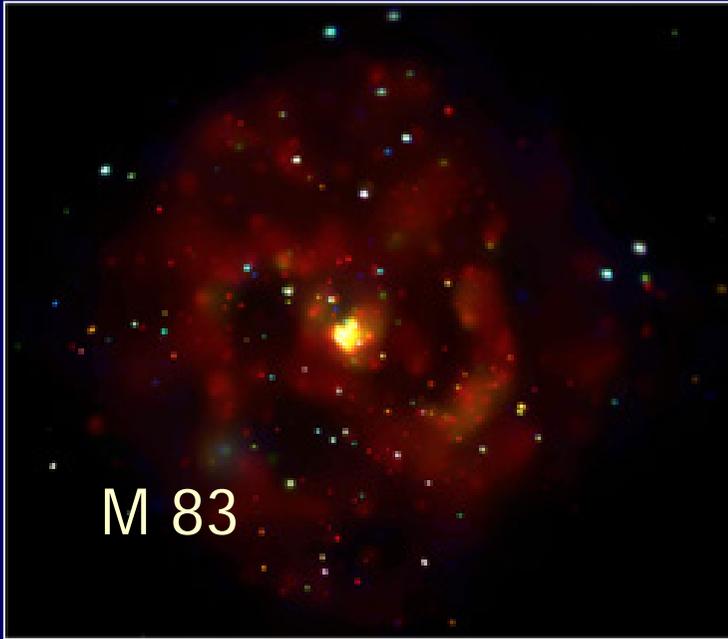
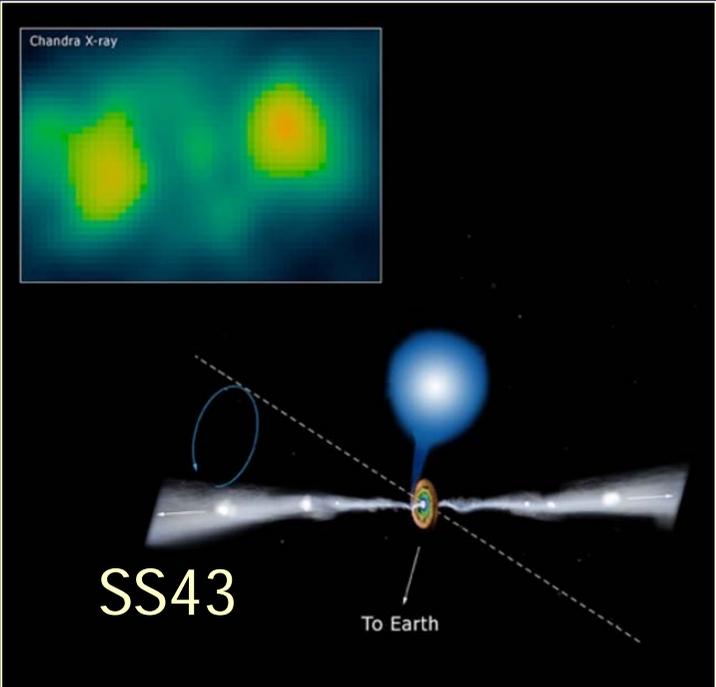
3 Arc Minutes



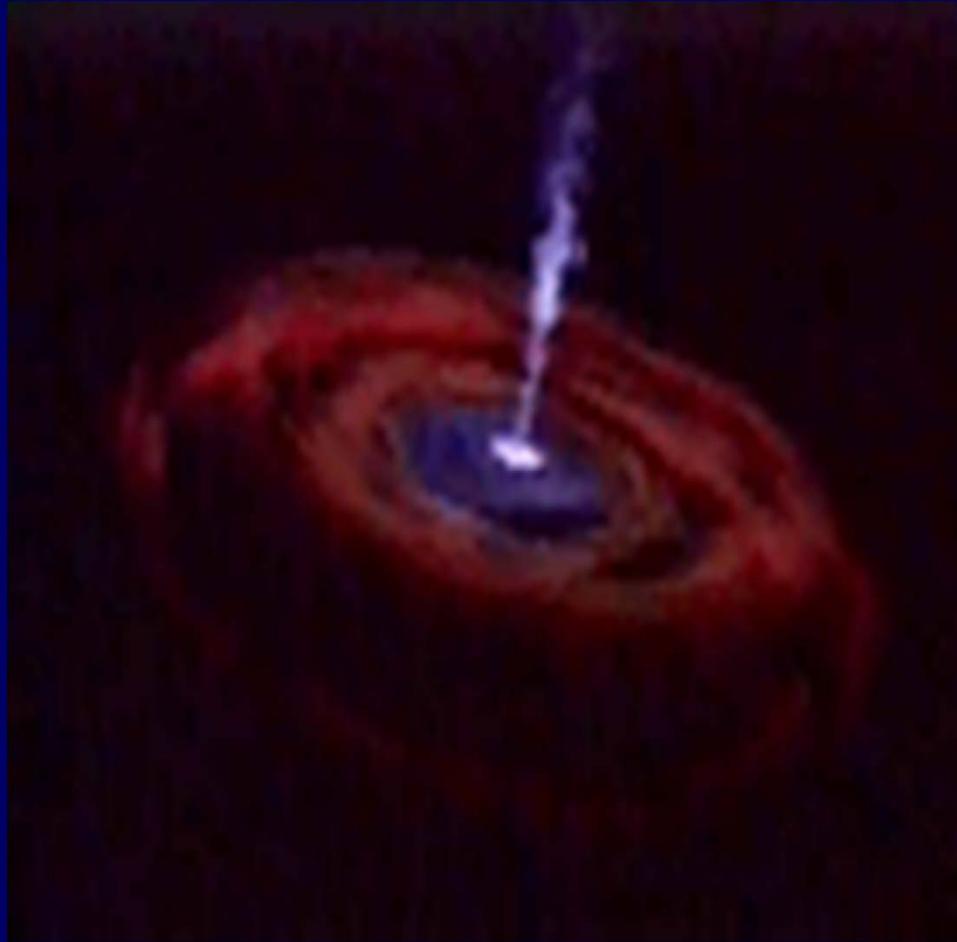
Jets Cent A



Nuove finestre sul cielo

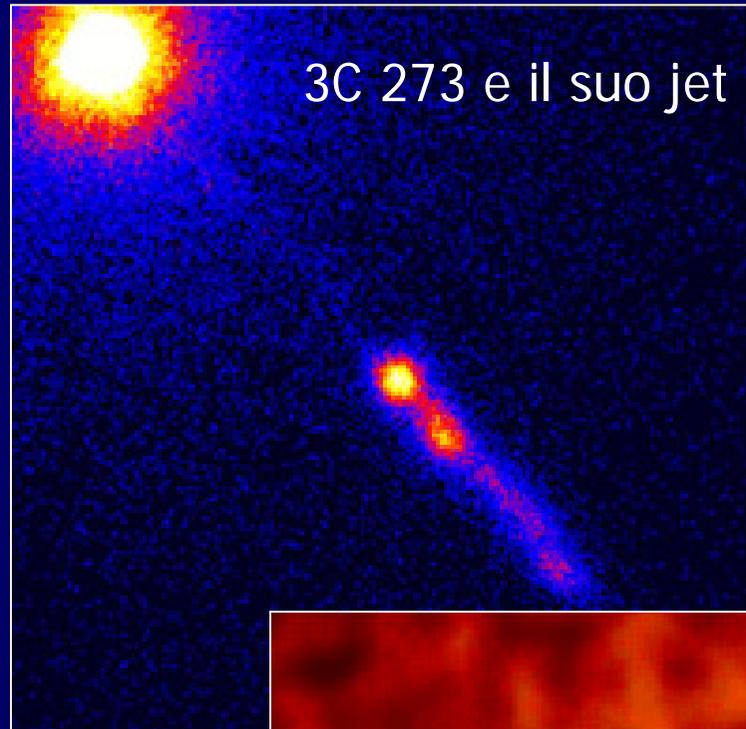


Nuove finestre sul cielo

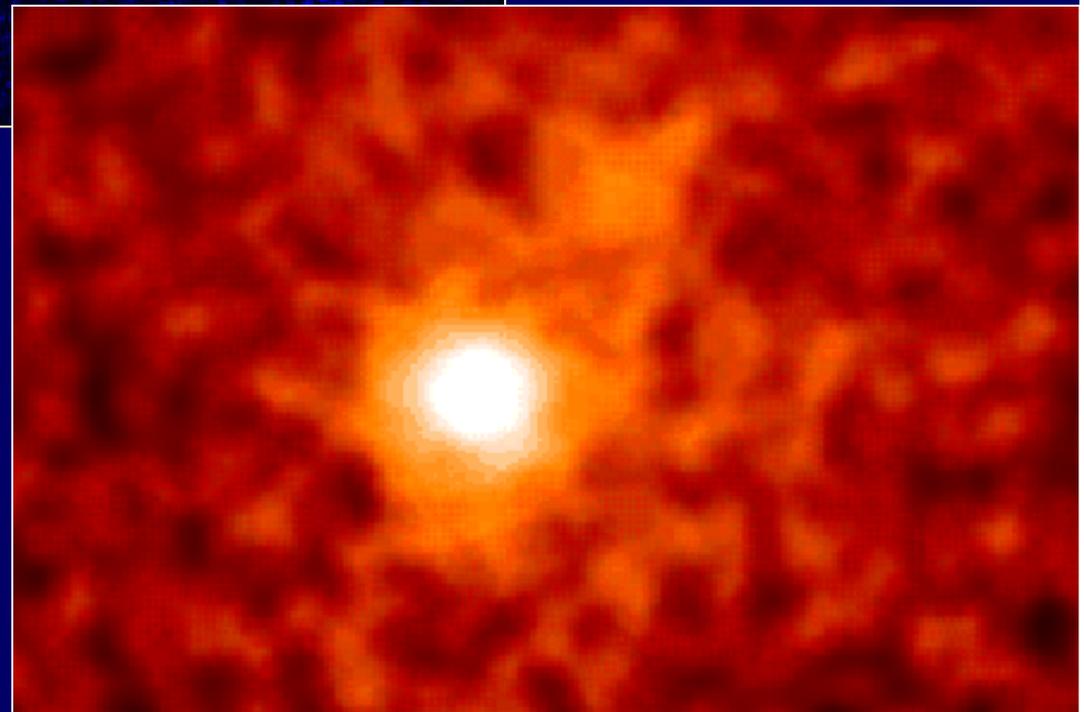


Nuove finestre sul cielo

1963. A Monte Palomar M. Schmidt ottiene uno spettro di 3C 273 e lo interpreta dovuto a un *red shift* di ben 0.158. Esso e' un oggetto di nuovo tipo. Saranno chiamati quasar stellar object, o quasar

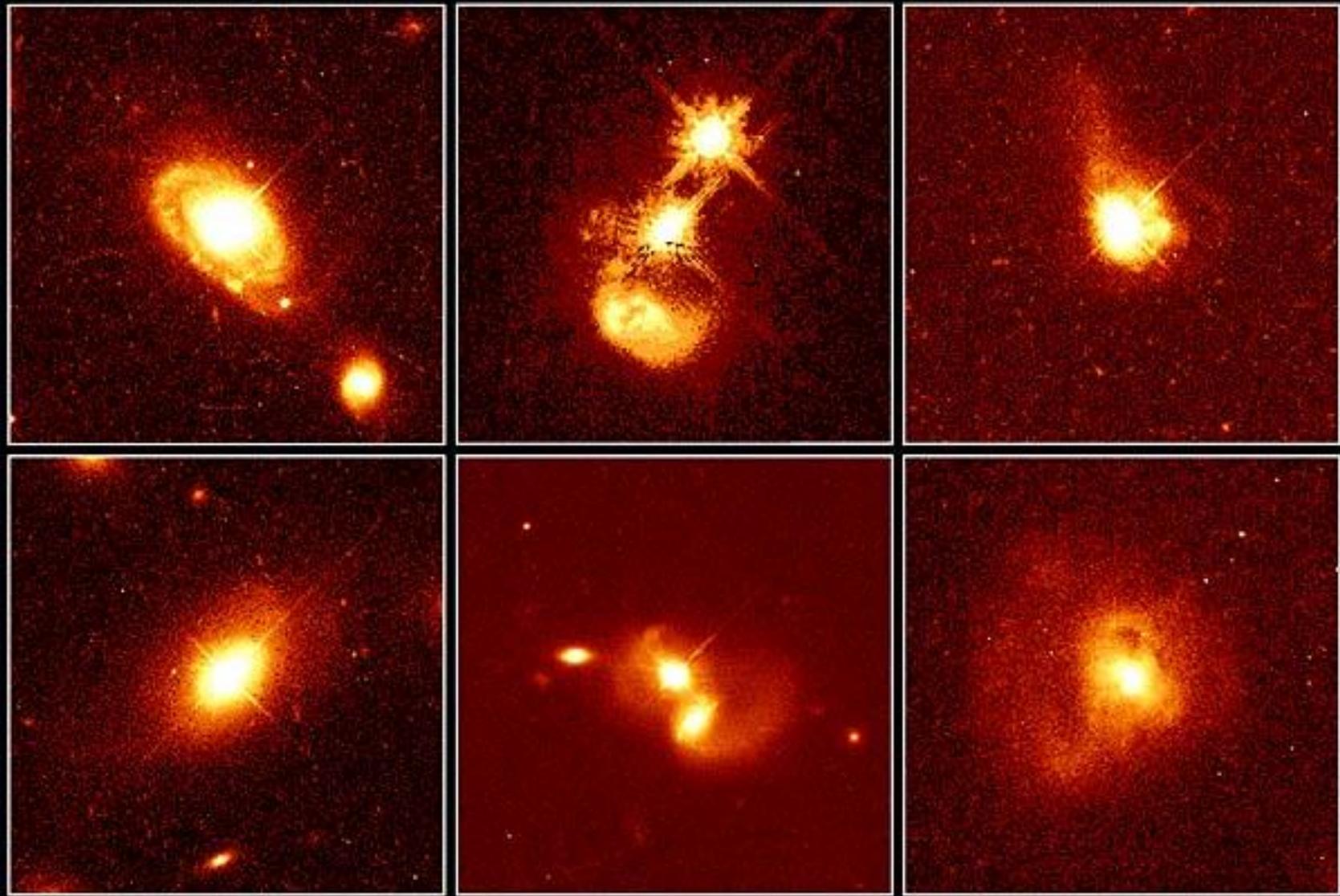


3C 273 e il suo jet



3C 279 Compton Gamma Ray Observatory

Astronomia extragalattica

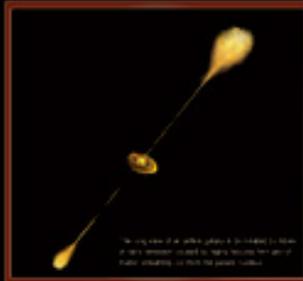


Astronomia extragalattica

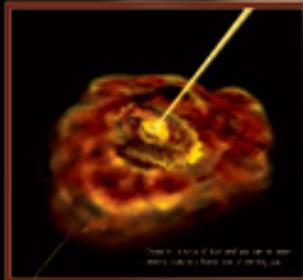


ACTIVE GALAXIES

Zooming In On The Galaxy



Side view of an active galaxy is dominated by the jet of high-energy photons that flows from the central nucleus.



From a top-down view, the jet appears as a narrow beam of light extending from the center.



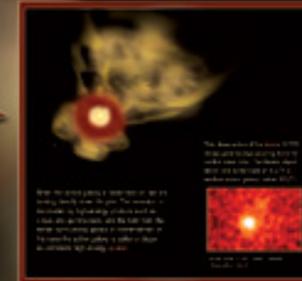
The central nucleus is the source of the high-energy photons that power the active galaxy.

What we see depends on the angle we see it...

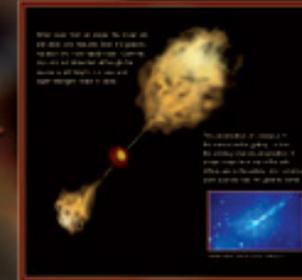
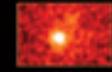
An active galaxy is one in which a tremendous amount of energy is emitted from the nucleus. Active galaxies take many forms; some have exquisitely bright nuclei pouring forth high-energy photons, others have high-energy nuclei but appear to be surrounded by a more-or-less "normal" galaxy, while others have long, narrow jets or beams of matter streaming out from the center. All these different flavors of galaxies may represent the same kind of object seen at different viewing angles. Displayed here is a generic model for the nucleus of an active galaxy, which contains a supermassive but invisible black hole - the engine that powers the phenomena we see.

For more information, visit www.nasa.gov.

Different Views Of The Galaxy



The appearance of the galaxy is dominated by the jet of high-energy photons that flows from the central nucleus.



The appearance of the galaxy is dominated by the central nucleus, which is surrounded by a more-or-less "normal" galaxy.



The appearance of the galaxy is dominated by the central nucleus, which is surrounded by a more-or-less "normal" galaxy.

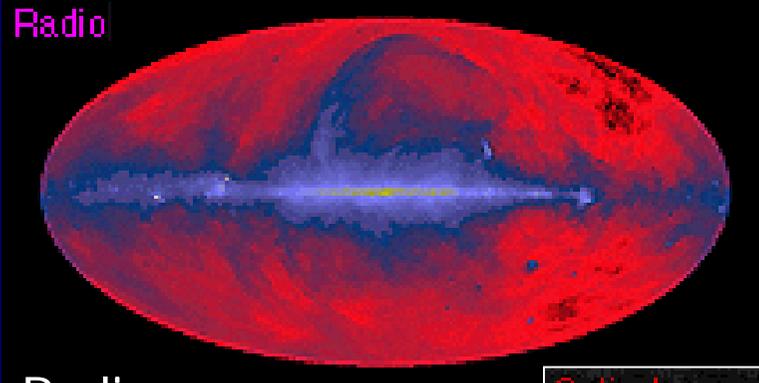


Definitions

- Active Galaxy:** A galaxy with an unusually large amount of energy emitted from the center.
- Blazar:** An active galaxy viewed at an angle so close to the jet that the jet dominates the appearance.
- Seyfert Galaxy:** An active galaxy viewed at an angle where the central nucleus is visible but the surrounding galaxy is also clearly visible.
- Radio Lobe Galaxy:** An active galaxy viewed at an angle where the central nucleus is visible but the surrounding galaxy is also clearly visible, and the jet is seen as a pair of lobes.

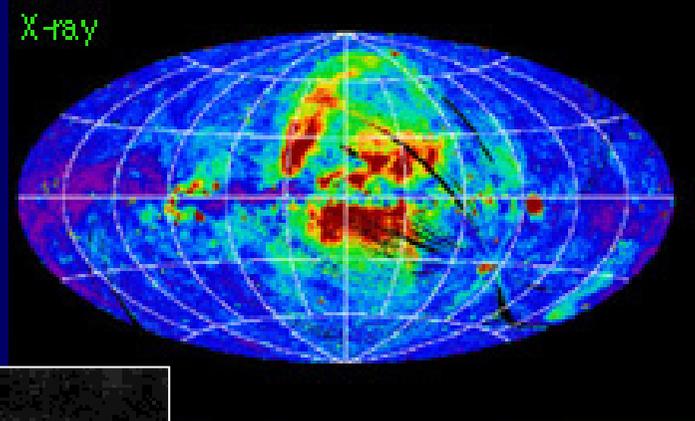
Nuove finestre sul cielo

Radio



Radio

X-ray



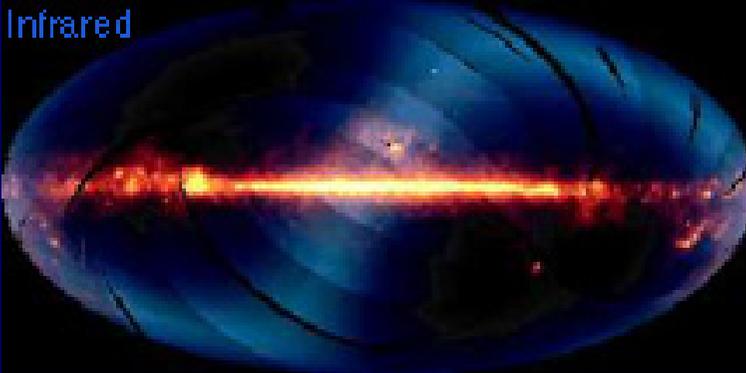
X ray

Optical



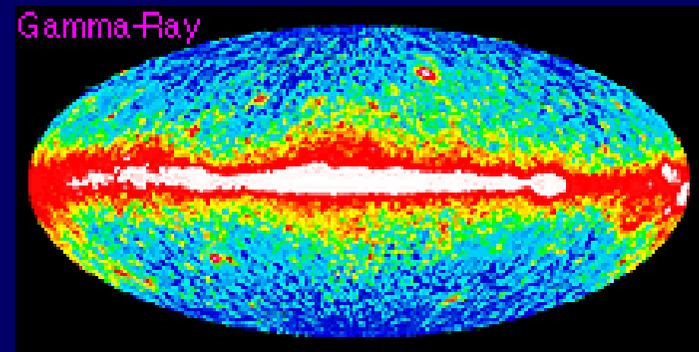
Visuale

Infrared



Infrarosso

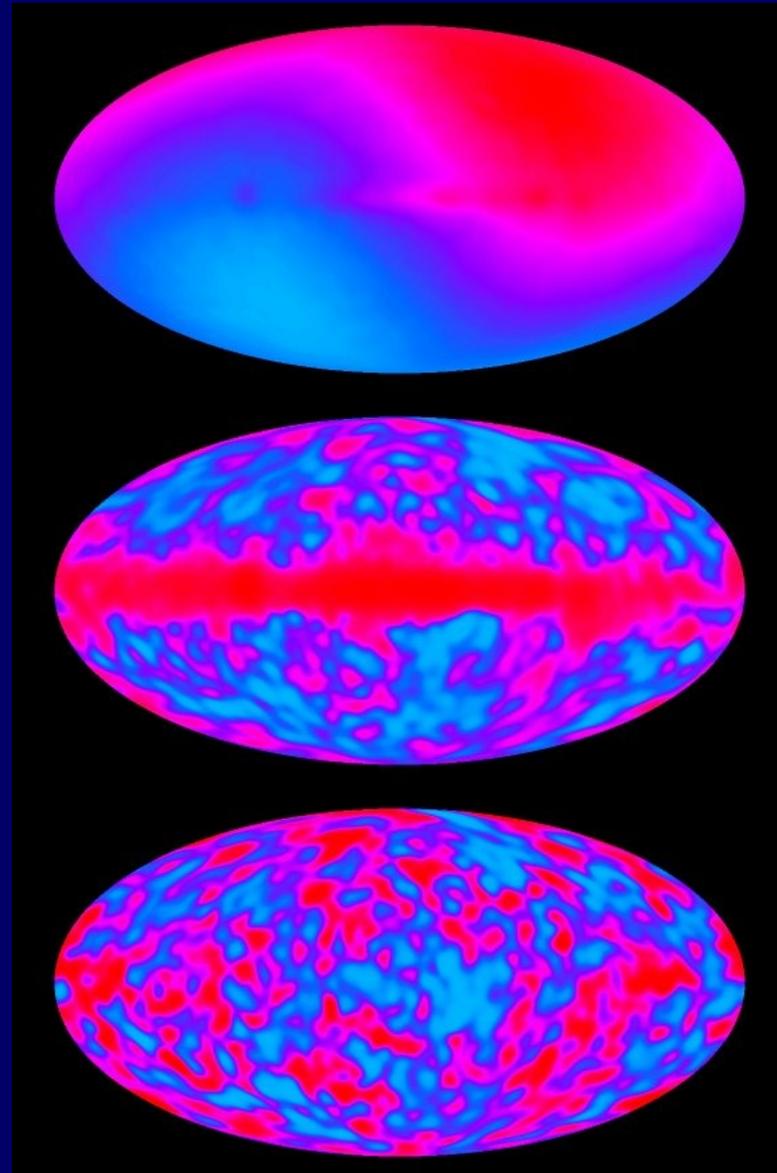
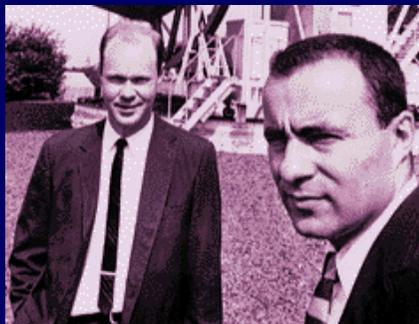
Gamma-Ray



Gamma

Nuove finestre sul cielo

1965. A. Penzias e R. Wilson scoprono la radiazione di fondo, detta *radiazione fossile*, attribuita all'esplosione del nucleo iniziale. In questo modo veniva confermata la teoria del *Big Bang*.

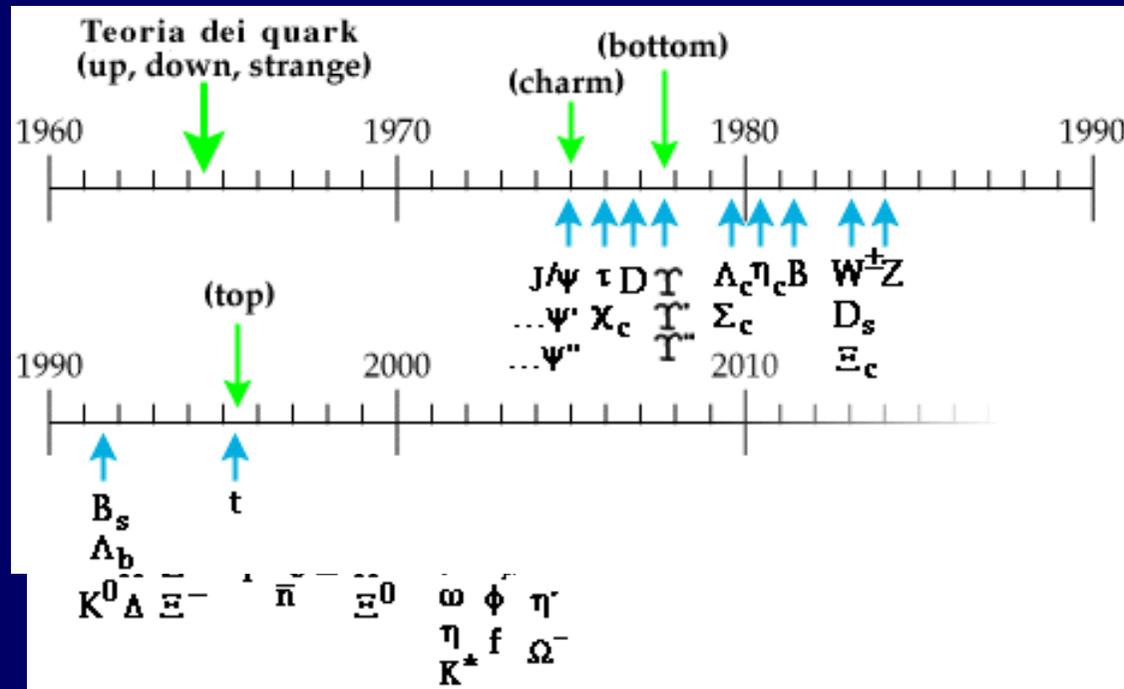


Cosmologia

1957. Julian Schwinger in un articolo propone l'unificazione delle interazioni deboli ed elettromagnetica.



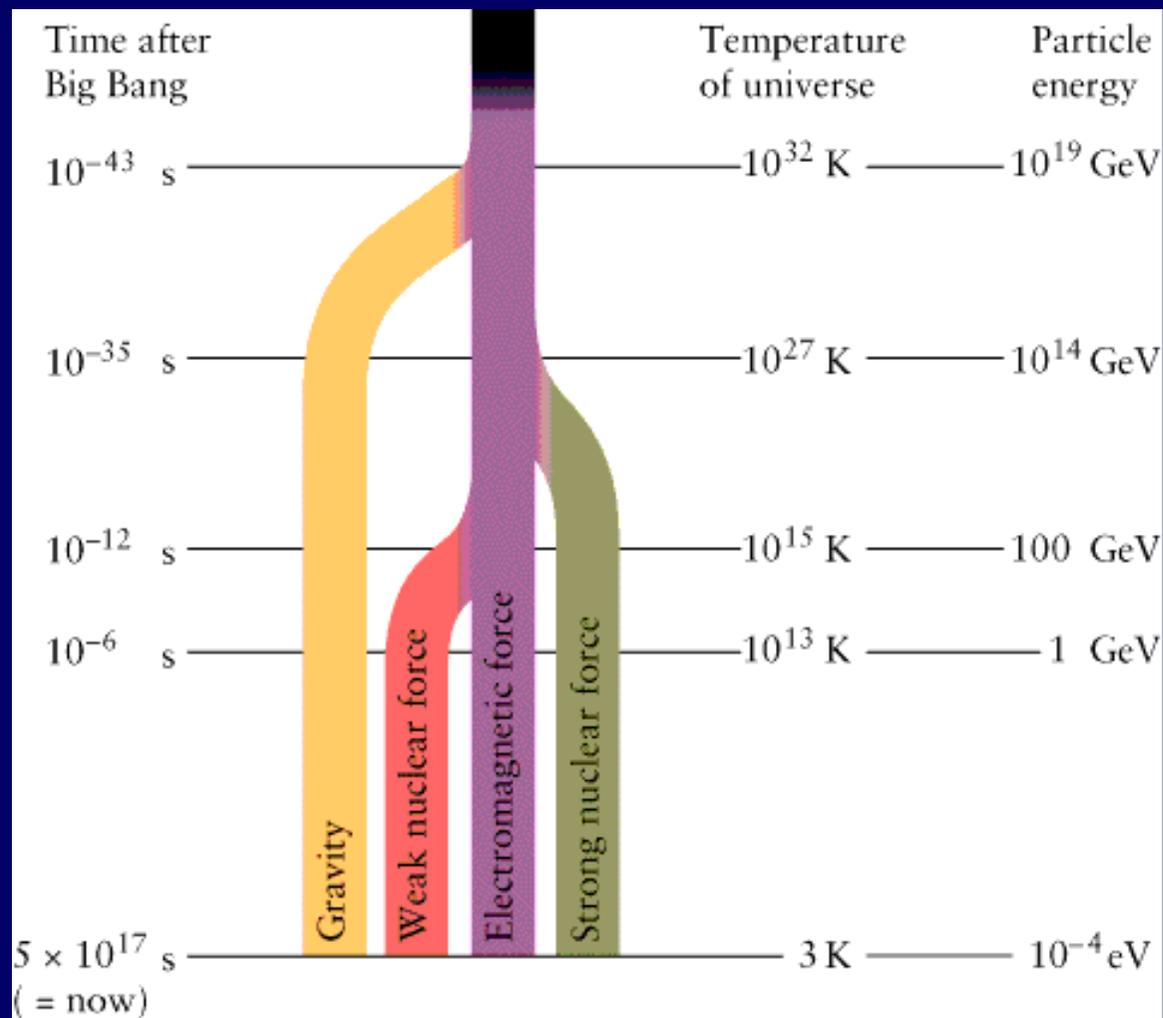
Particelle scoperte dal 1960



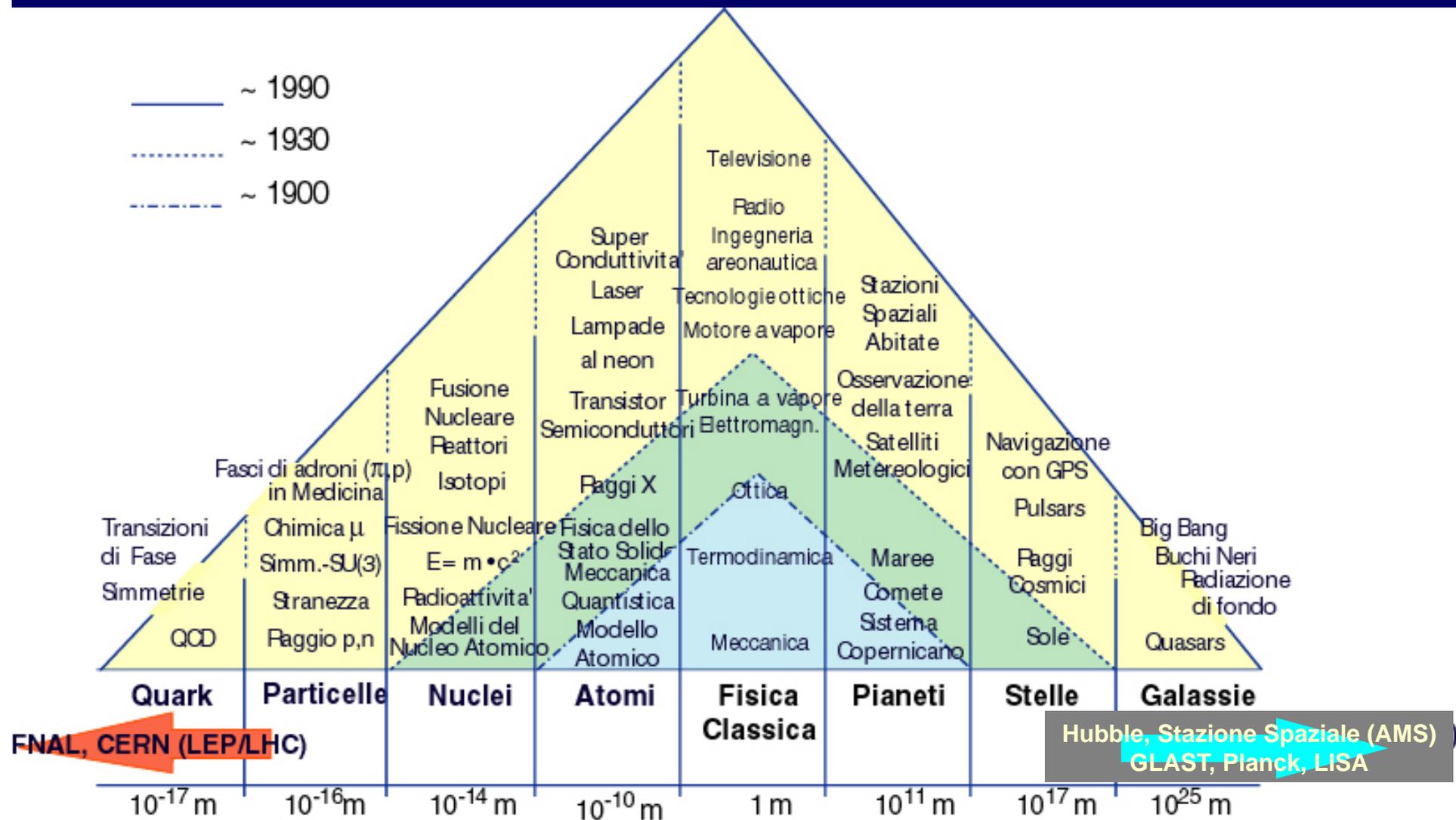
Particelle scoperte nel periodo 1890 - 1960

La struttura della materia

1983. Si intensificano i tentativi miranti a una teoria unificata delle interazioni



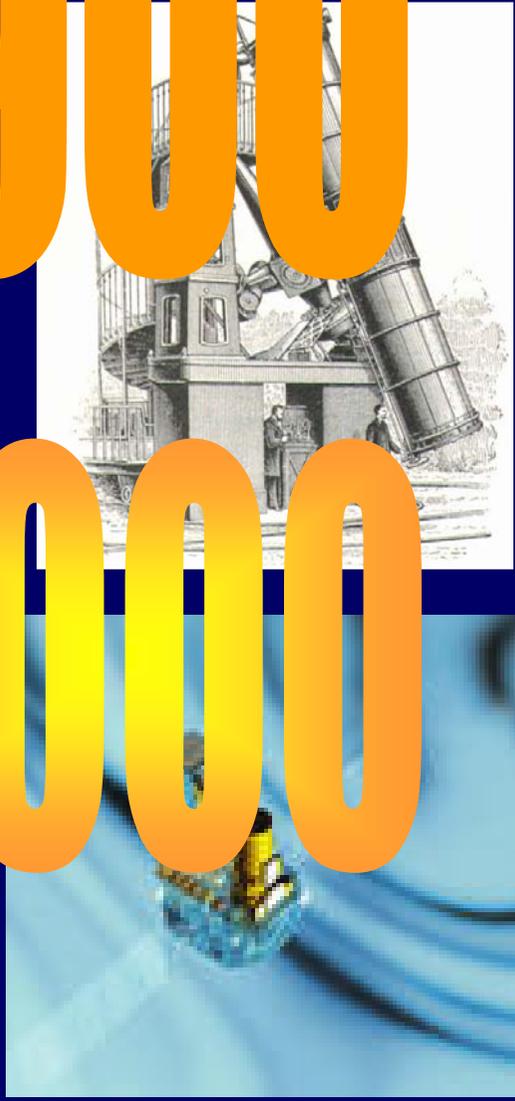
La struttura della materia





1900

2000



Rodin - Il Pensatore