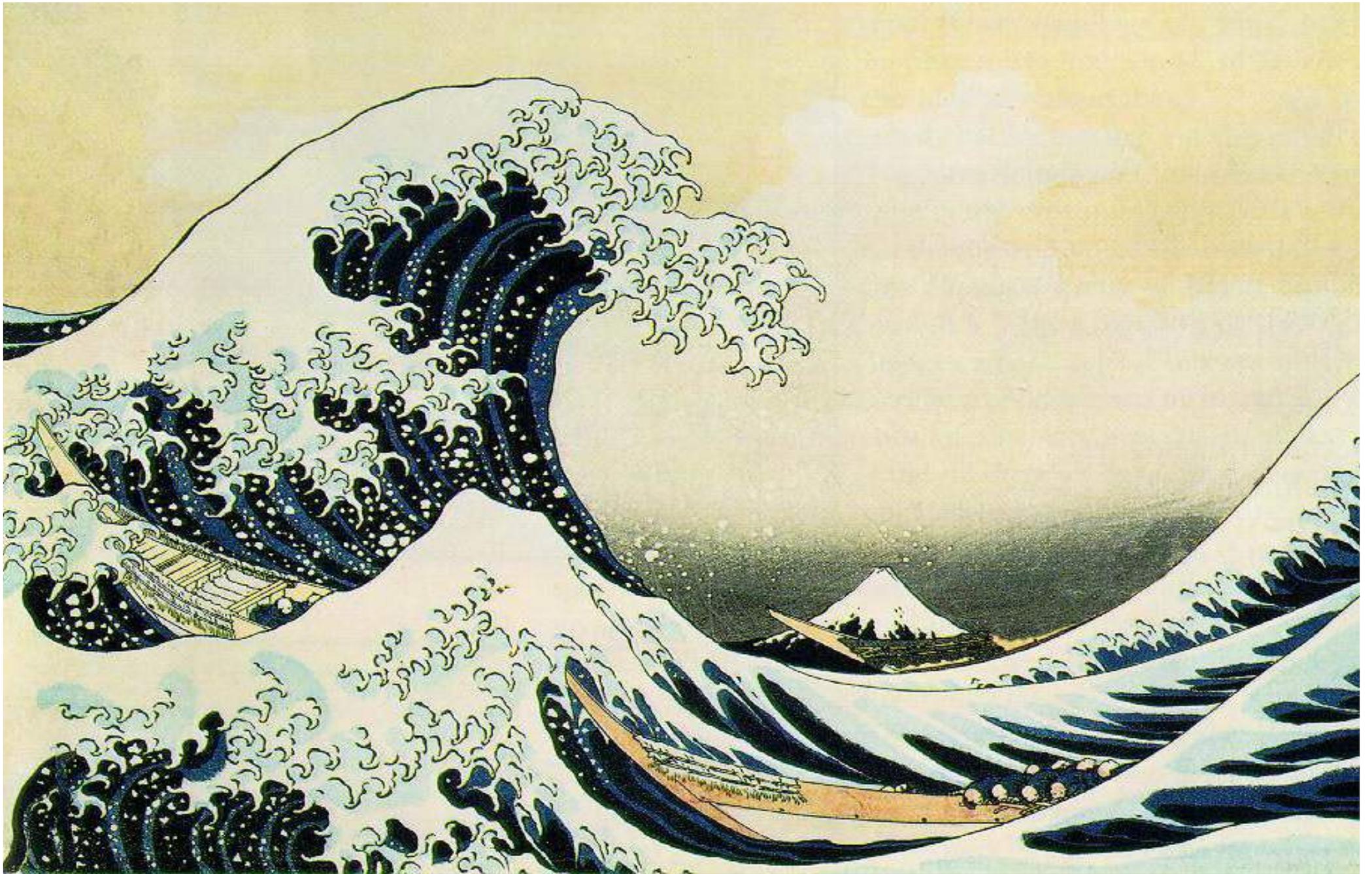


Luce dal COSMO

Anna Wolter

INAF – Osservatorio Astronomico di Brera
ESO Science Outreach Network





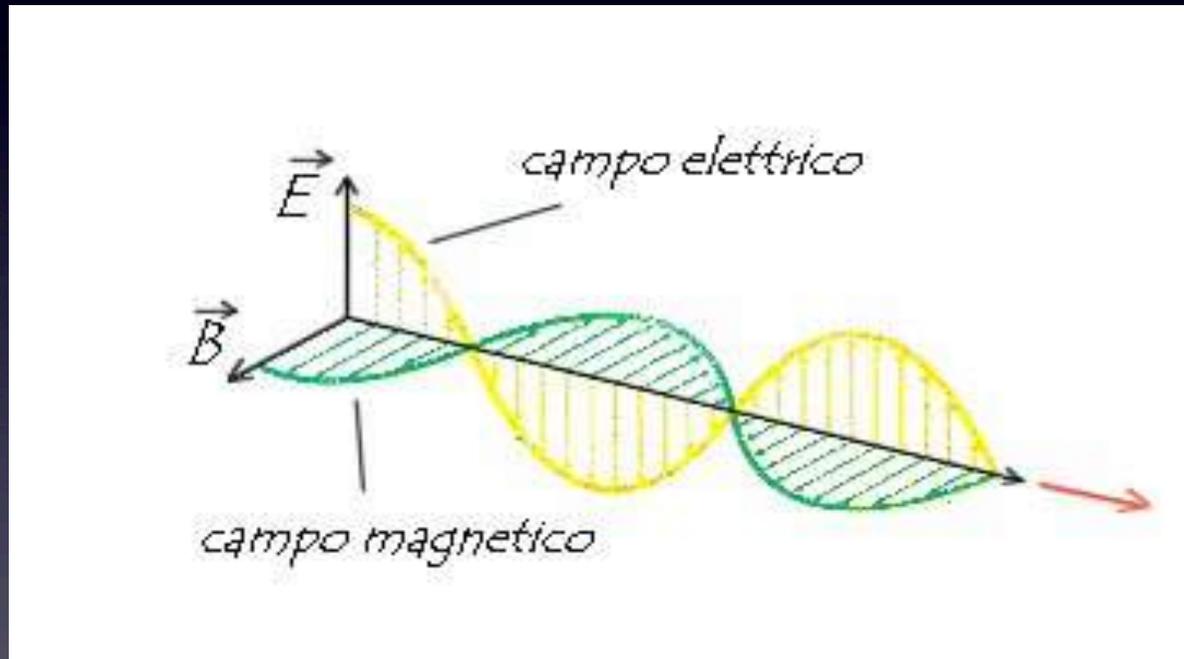


Il SOLE in
luce visibile
UltraVioletto
raggi X

Cos'è la radiazione?

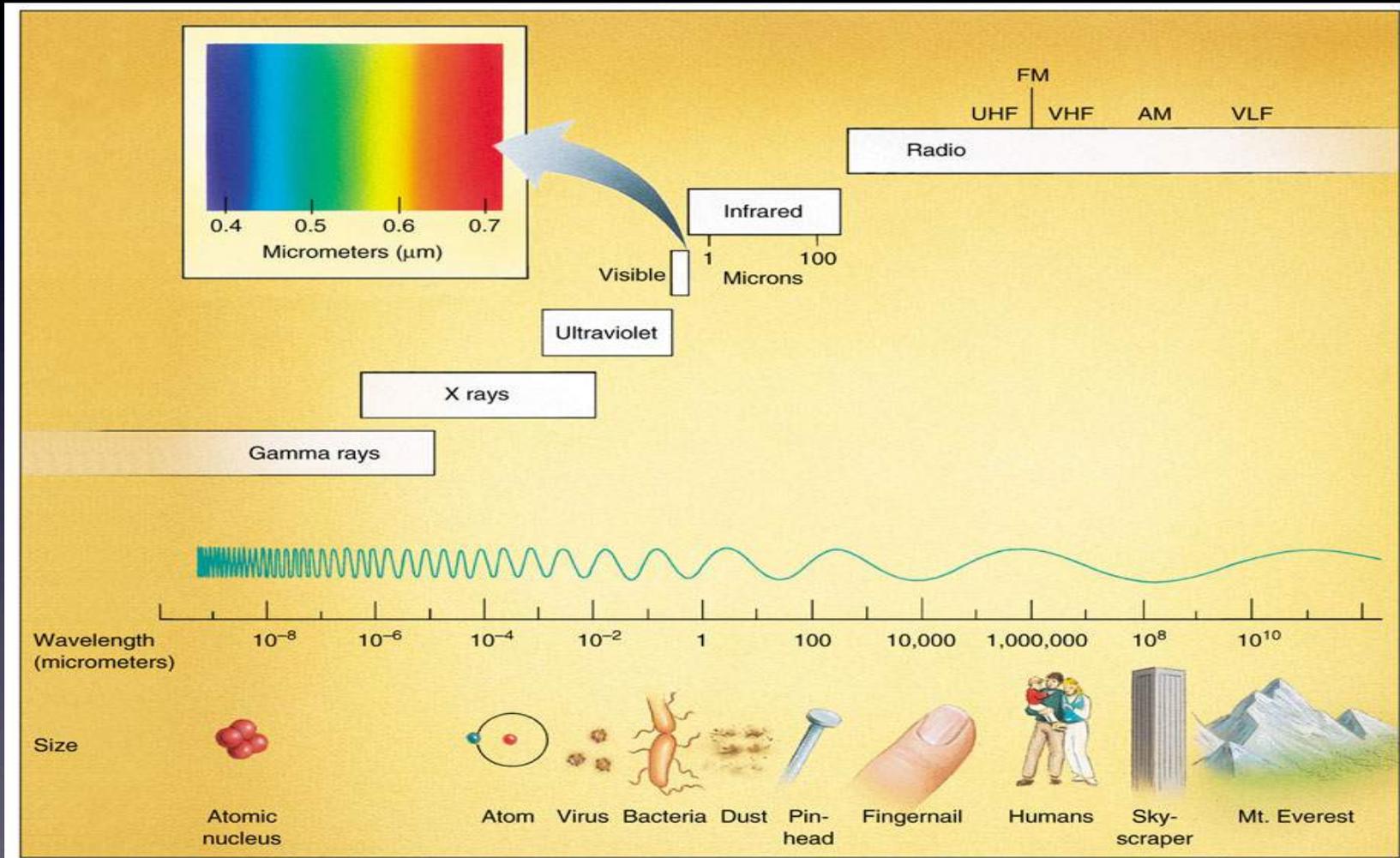
Le onde elettro-magnetiche

- La luce, le onde radio, i raggi X, .. Sono tutte Onde Elettromagnetiche



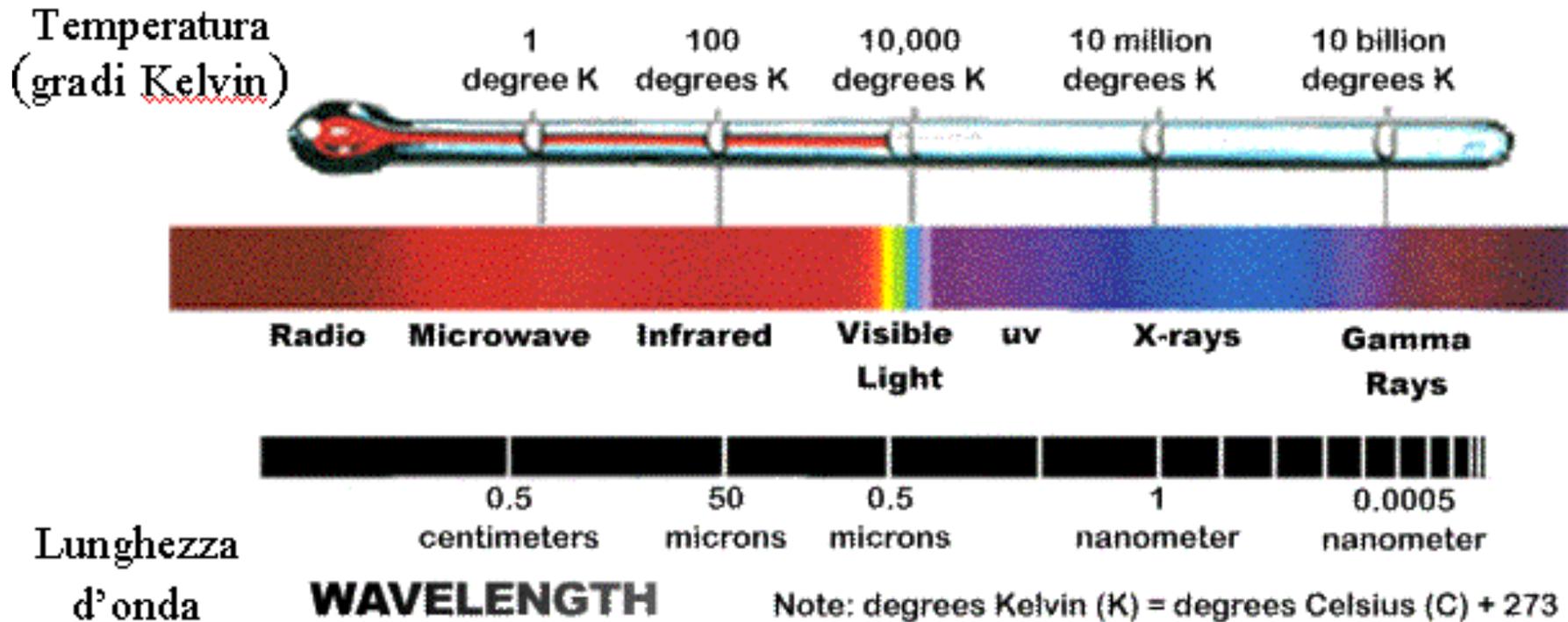
- La radiazione si sposta a velocità pari "c" (velocità della luce)
- Frequenze diverse producono fenomeni molto diversi

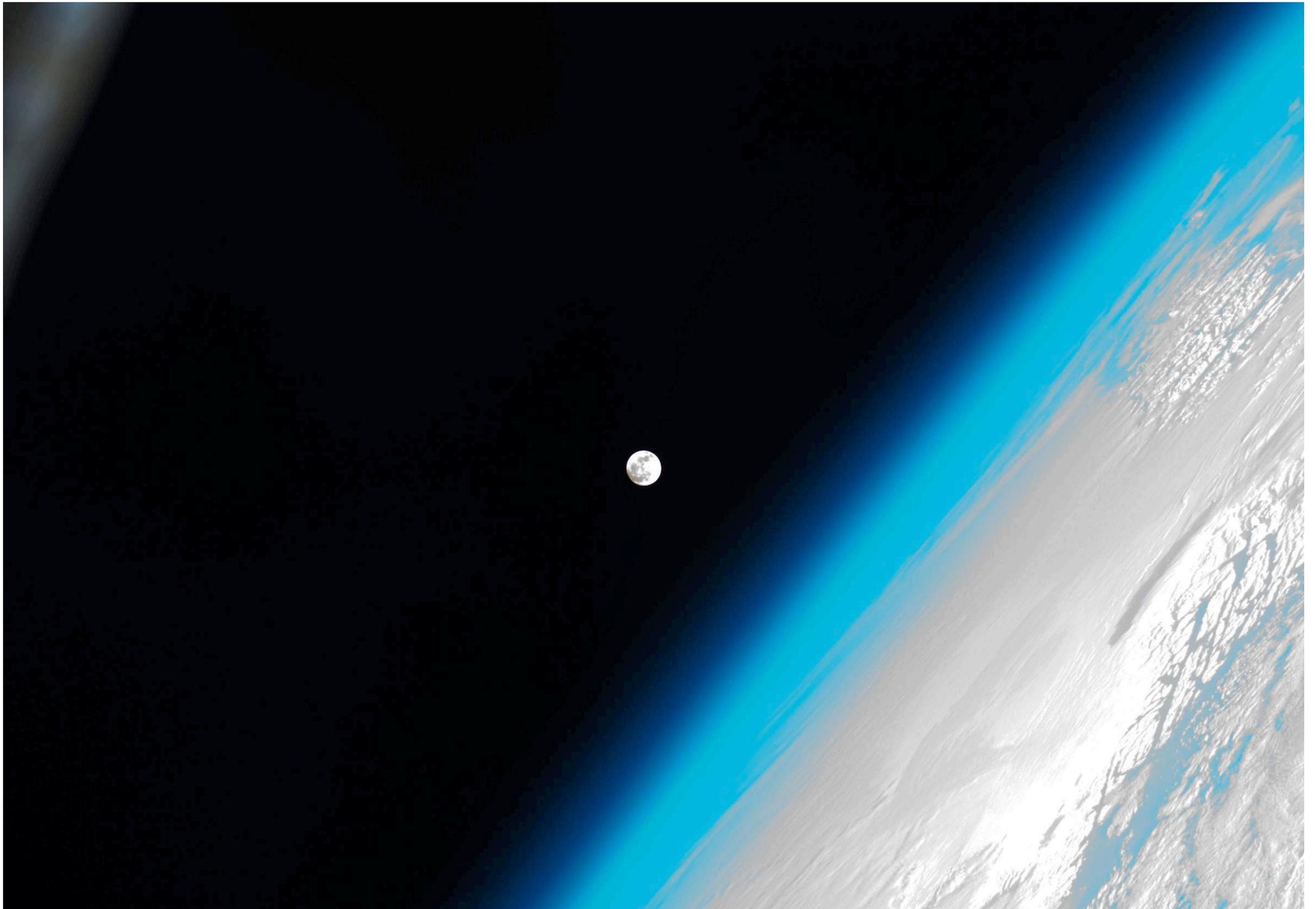
Le onde elettro-magnetiche



Le onde elettro-magnetiche

Radiazione Termica



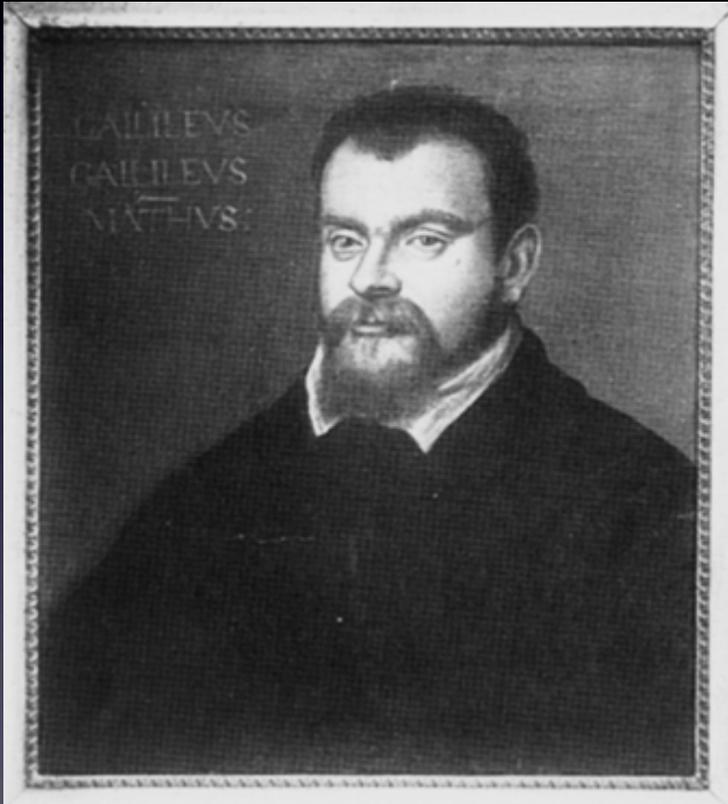




Lo strumento per osservare



Galileo Galilei

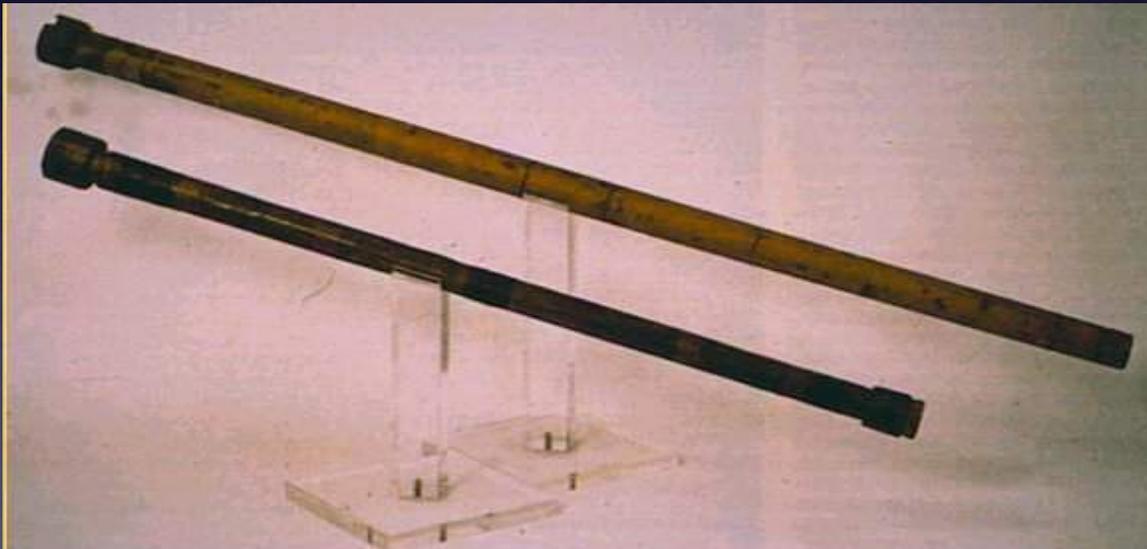


La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto davanti agli occhi (io dico l'Universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, nei quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Il saggiatore, 1623

agosto 1609

Preparai da prima un tubo di piombo alle cui estremità applicai due lenti (...)
In seguito preparai uno strumento più esatto, che mostrava gli oggetti più di 60 volte
maggiori (...)
e finalmente (...) venni a costruirmi uno strumento
così eccellente, che gli oggetti visti per il suo mezzo
appaiono ingranditi quasi mille volte e trenta volte più vicini che visti ad occhio nudo (...)



Due cannocchiali costruiti da Galileo, 1610, Milano, Museo della Scienza e della Tecnica

Galileo Galilei,
Sidereus Nuncius, 1610

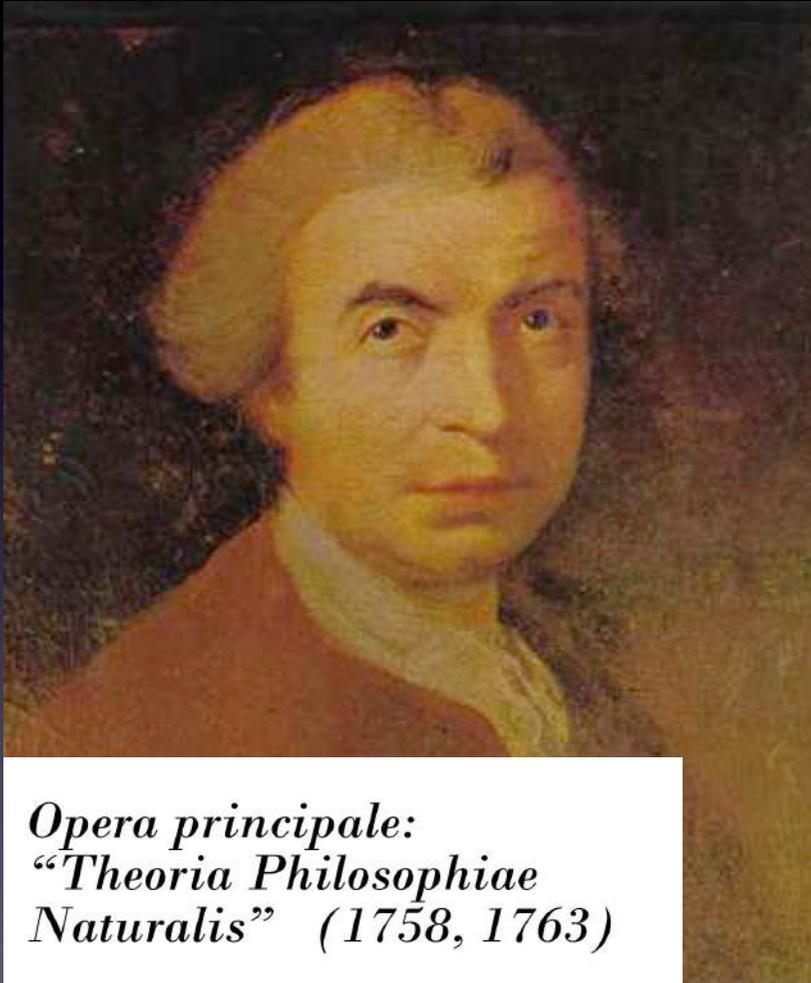
Alcuni protagonisti:
astronomia a Milano

Osservatorio Astronomico di Brera



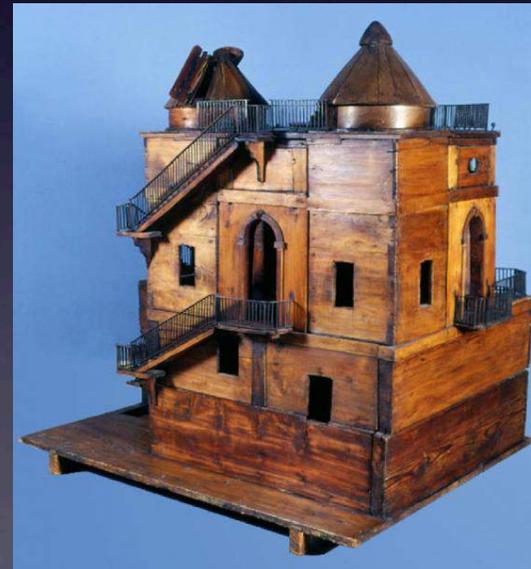
Ruggiero Giuseppe Boscovich

Ragusa (Dalmazia) 18/05/1711, Milano 13/02/1787



Opera principale:
*“Theoria Philosophiae
Naturalis” (1758, 1763)*

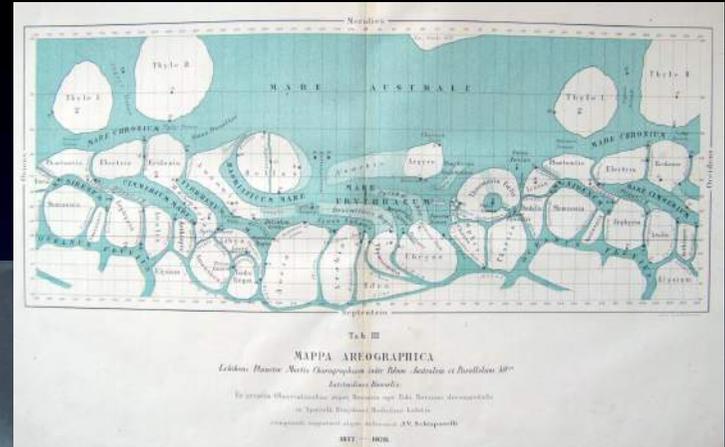
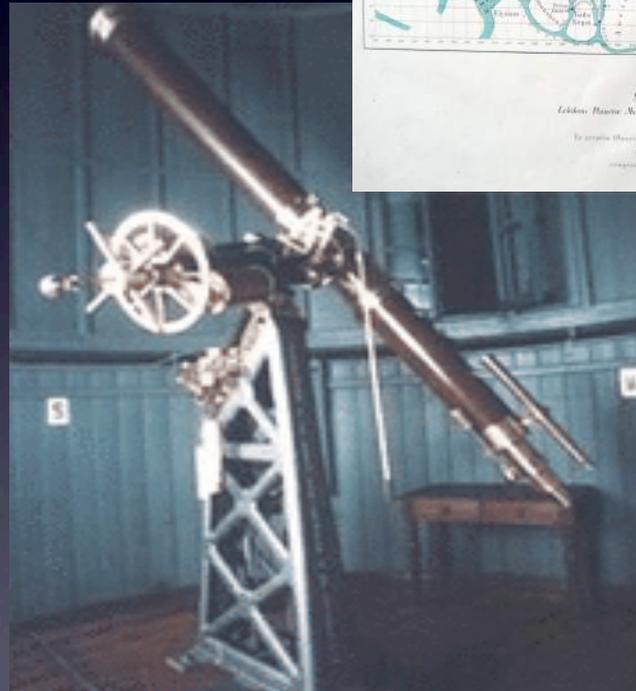
Matematica Geometria Ottica
Astronomia Geodesia Ingegneria
Idraulica Poesia Attività diplomatica



Modello ligneo
della cupola
osservativa

Giovanni Virginio Schiaparelli (Savigliano, 14 marzo 1835 , Milano, 4 luglio 1910)

STELLE DOPPIE, COMETE, MARTE



Beppo Occhialini



“Smetti questo lavoro appena non lo senti più come un gioco”

1972

Giuseppe (Beppo)
Occhialini
Fondatore Istituto Fisica
Cosmica a Milano

Riccardo Giacconi



Riccardo Giacconi
PREMIO NOBEL 2002

UHURU, Einstein, Chandra,
STSci (Hubble), ESO (VLT), AUI
(ALMA)

Io: Anna Wolter

- Ricercatore Astronomo all'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera
- Responsabile per l'Italia della rete di divulgazione scientifica dell'ESO (ESON)
- Membro del Comitato Direttivo della Divisione di Alta Energia dell'IAU



Strumenti moderni

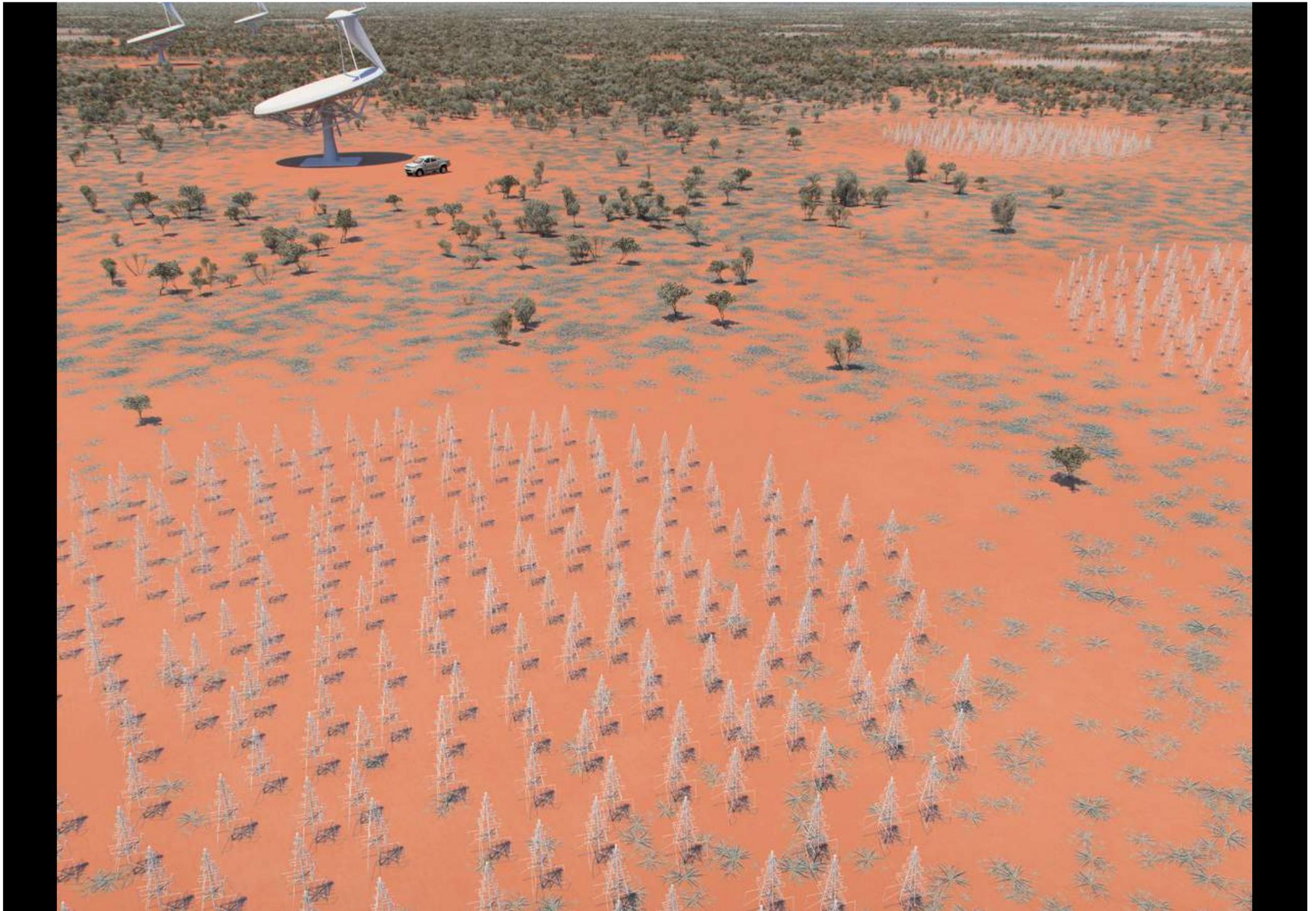
Radio-Telescopi



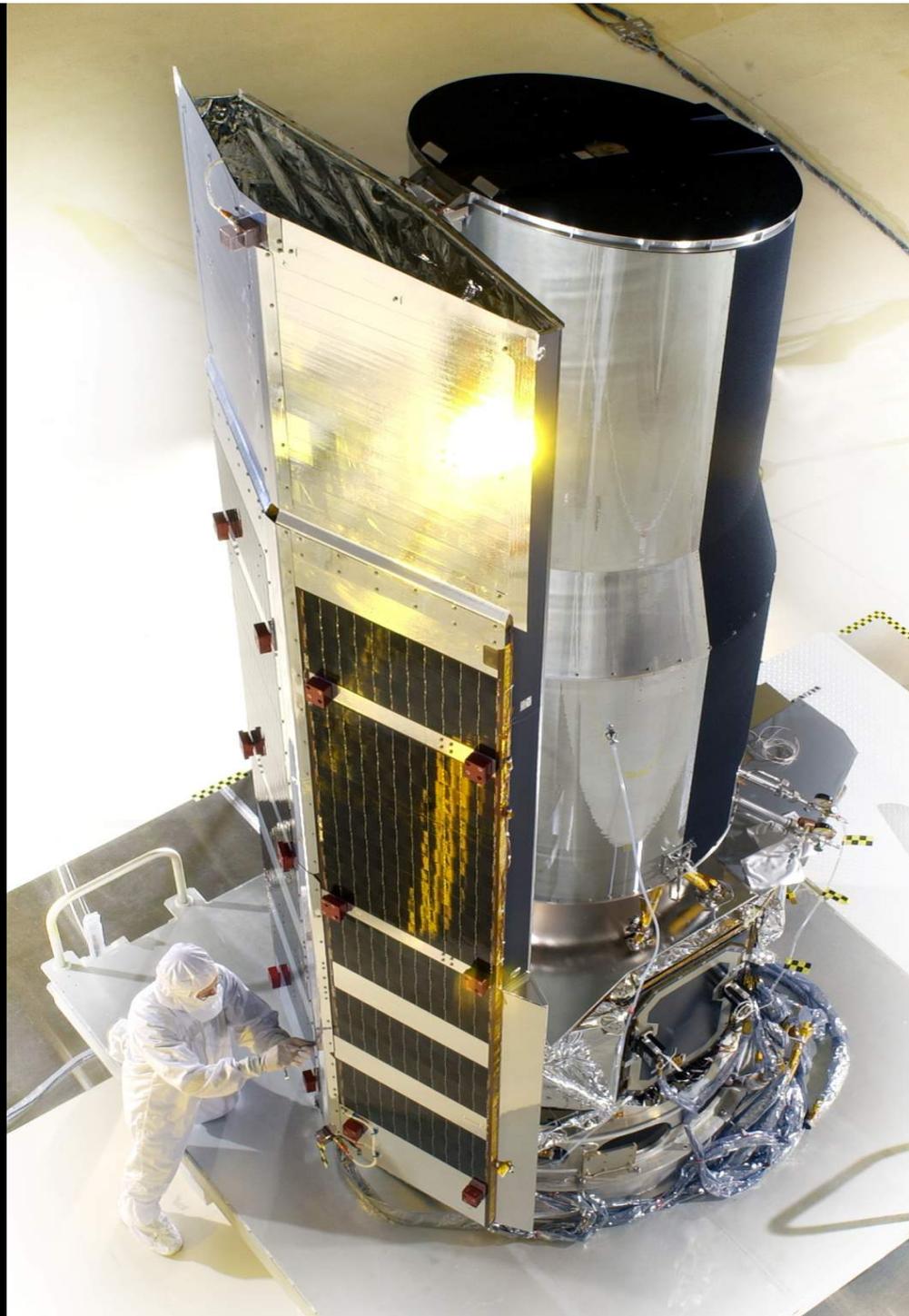
Green Bank
USA



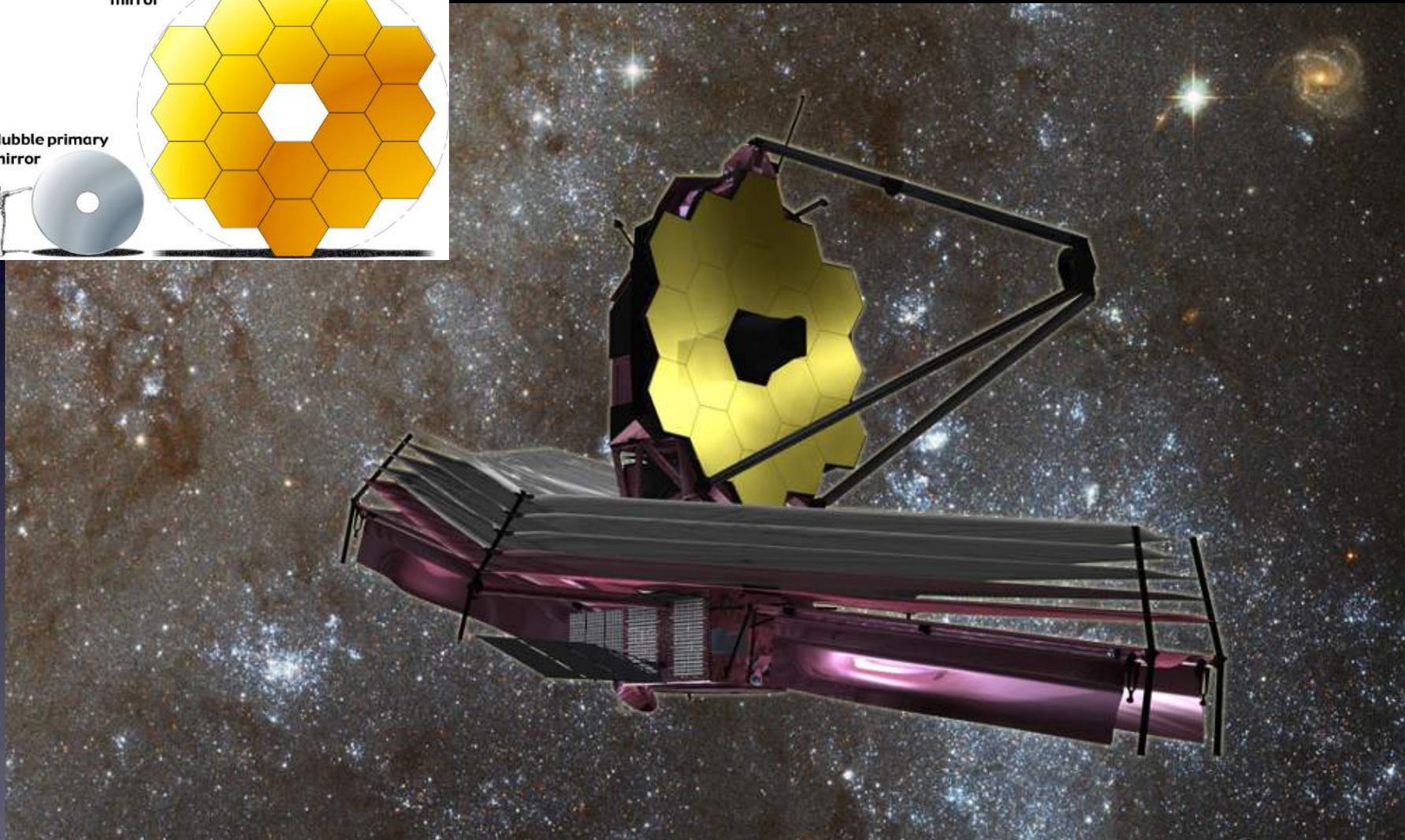
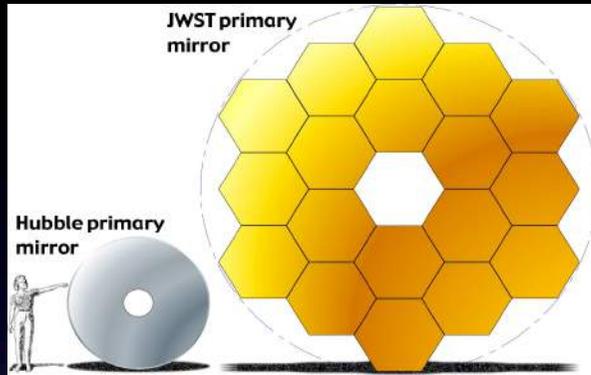






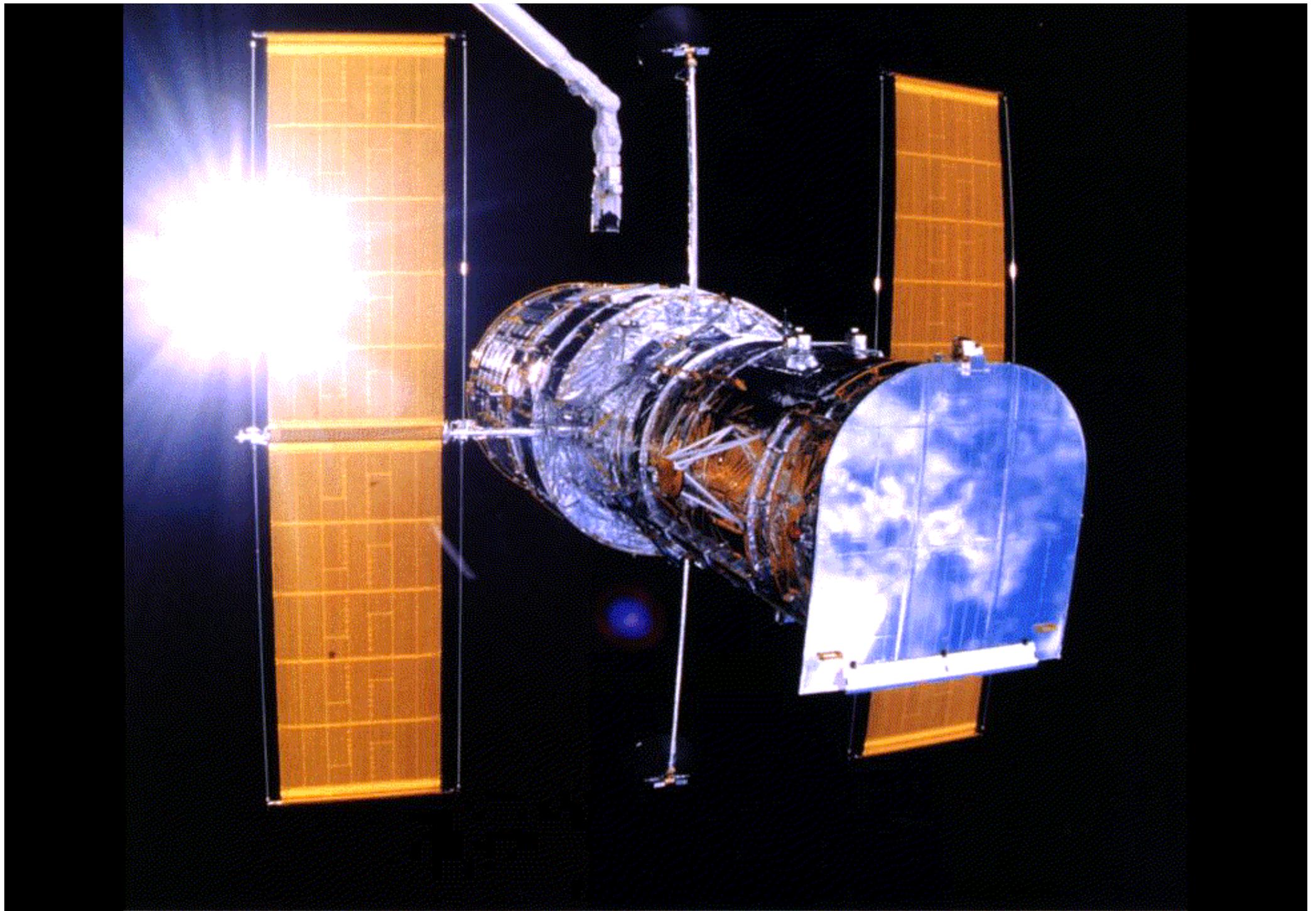


James Webb: il telescopio del futuro



Telescopi ottici

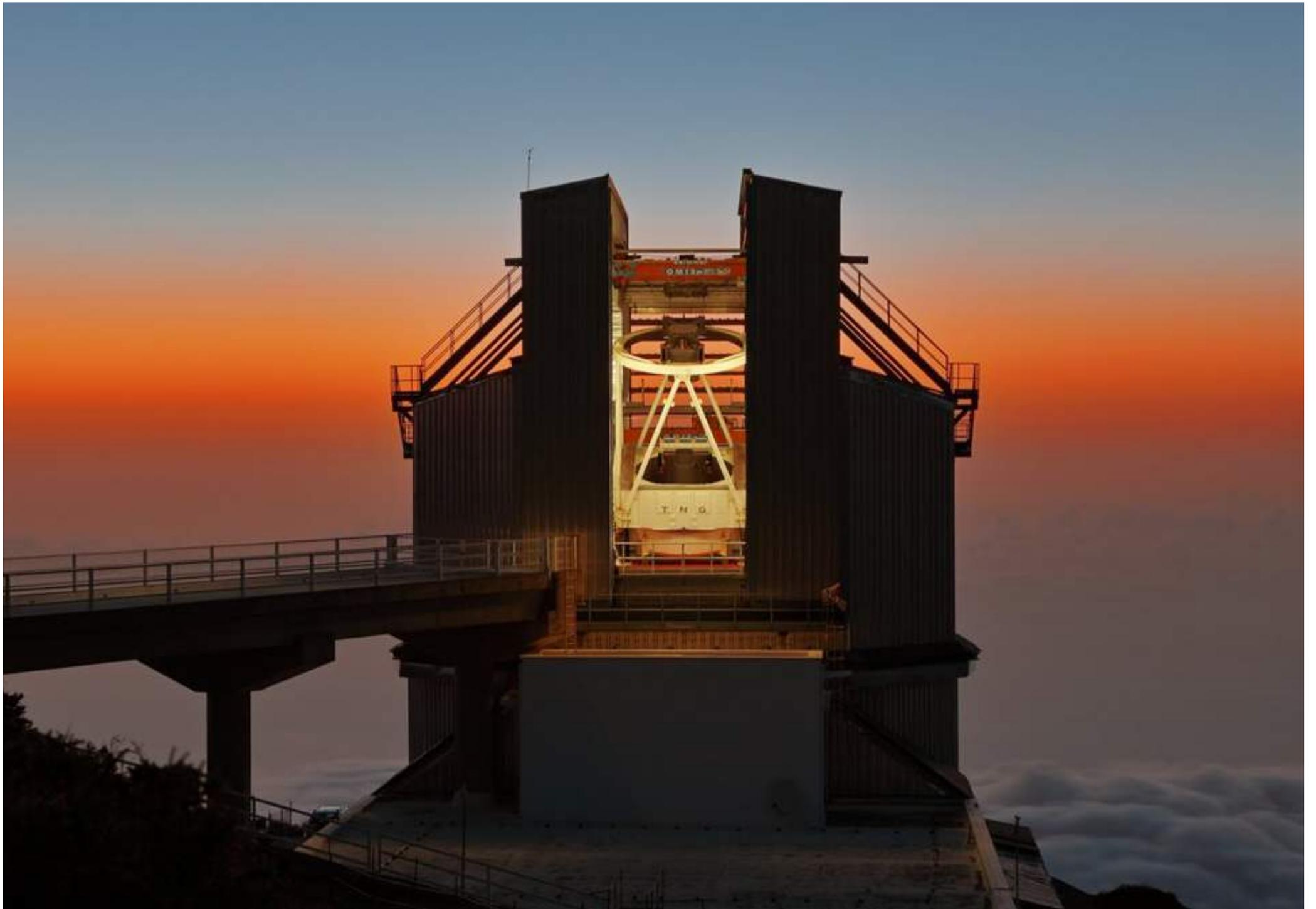


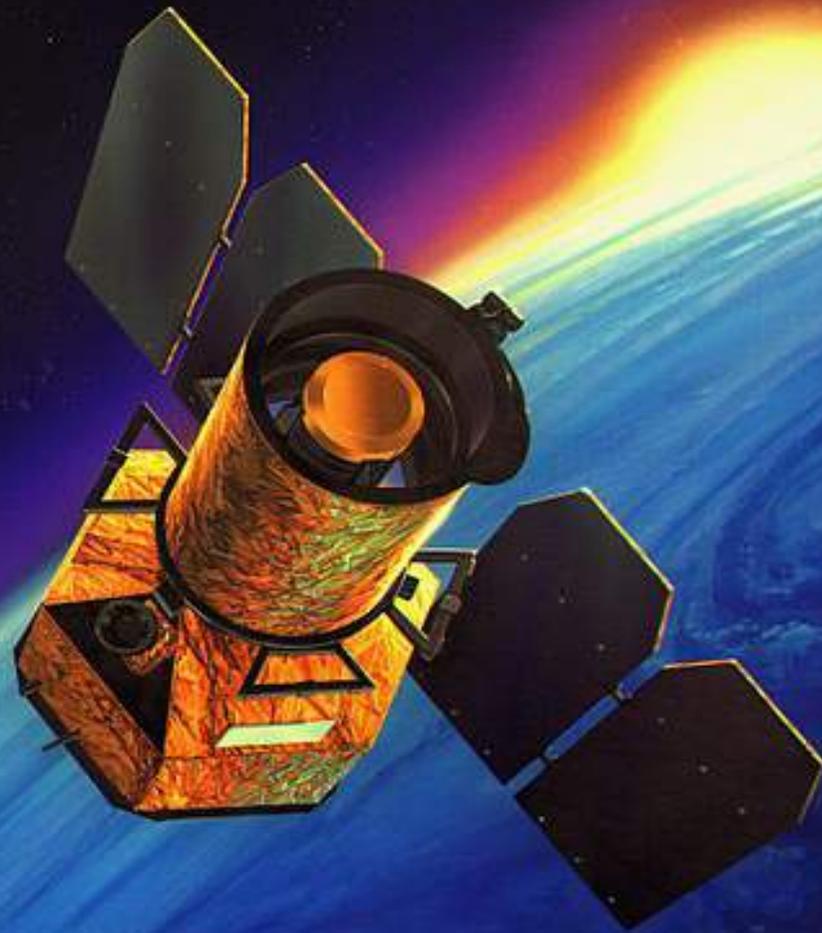








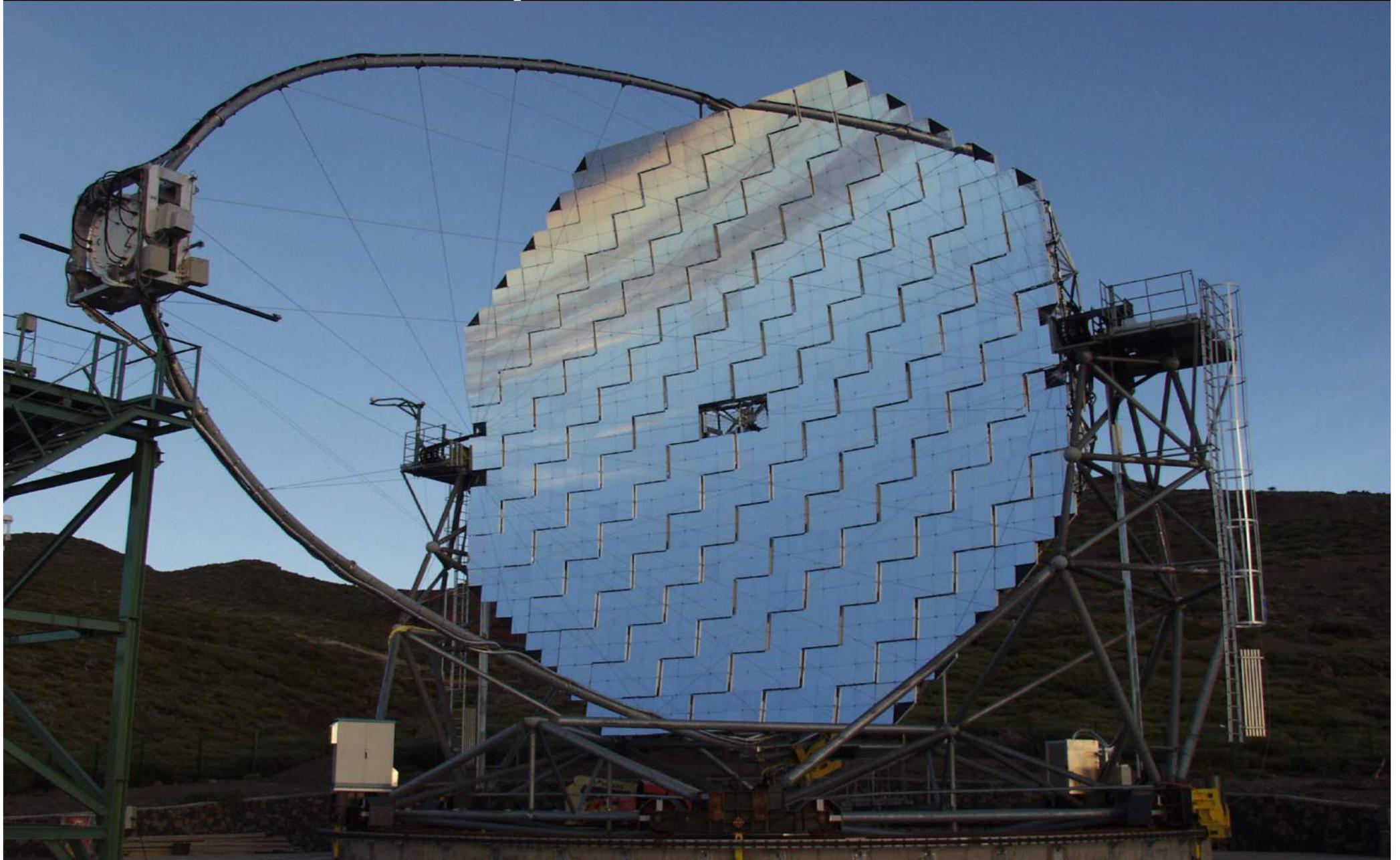








Telescopio Cerenkov: MAGIC

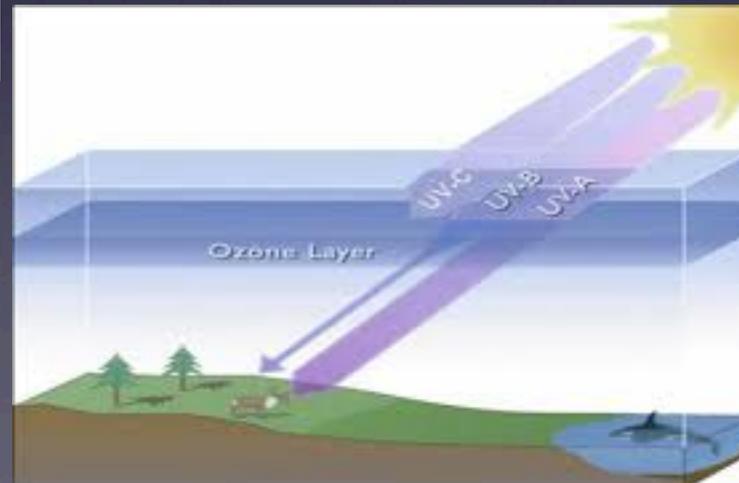
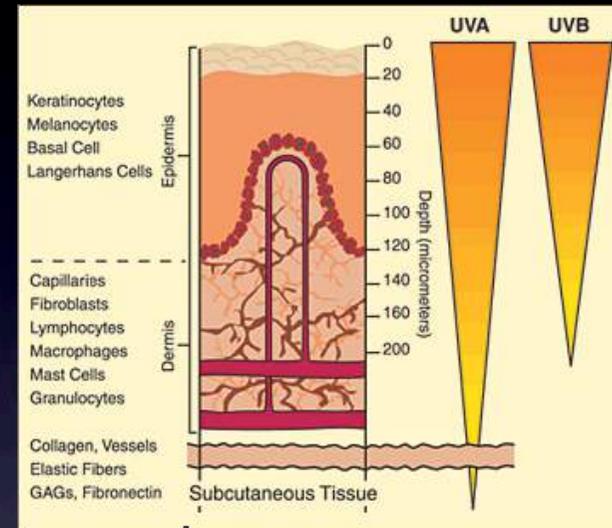
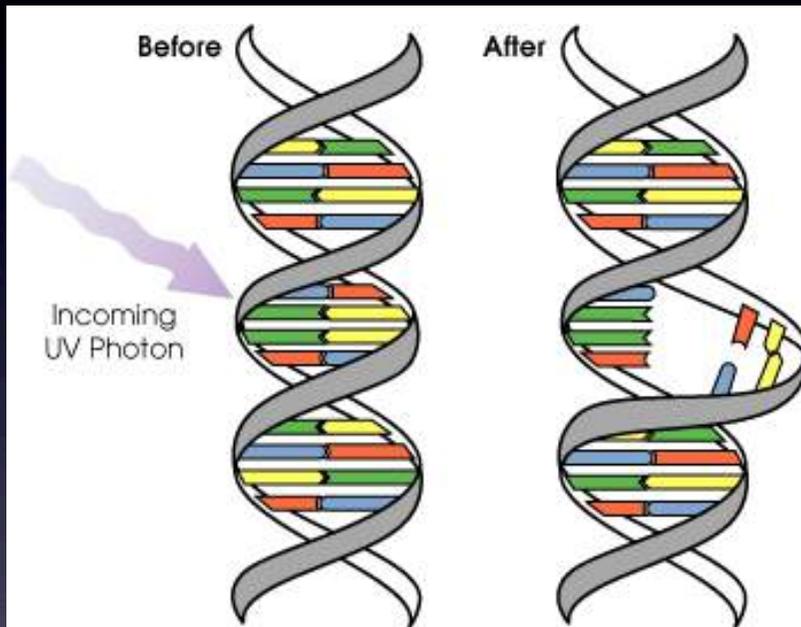


Cos'è la radiazione UV?

Divertimento?



Pericolo?

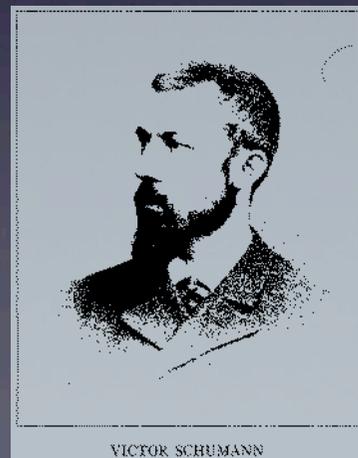
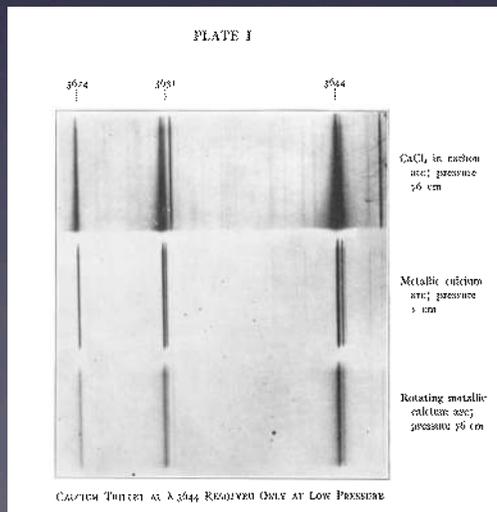


La scoperta della radiazione *chimica*



Johann Wilhelm Ritter
(1776 – 1810)
in 1801

Cloruro d'argento
(precursore della fotografia)

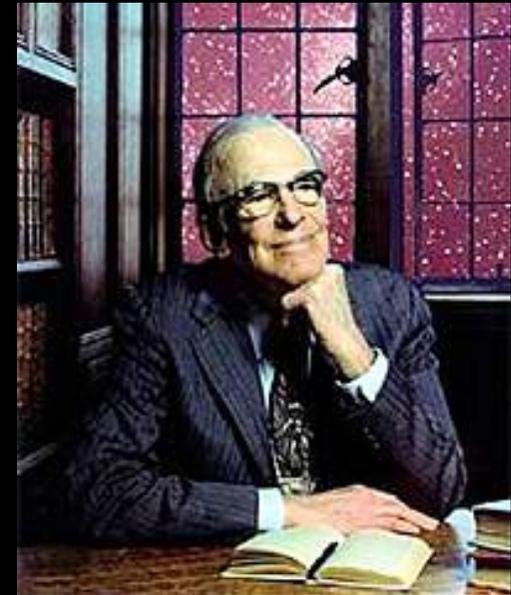


Victor Schumann
(1841 – 1913)

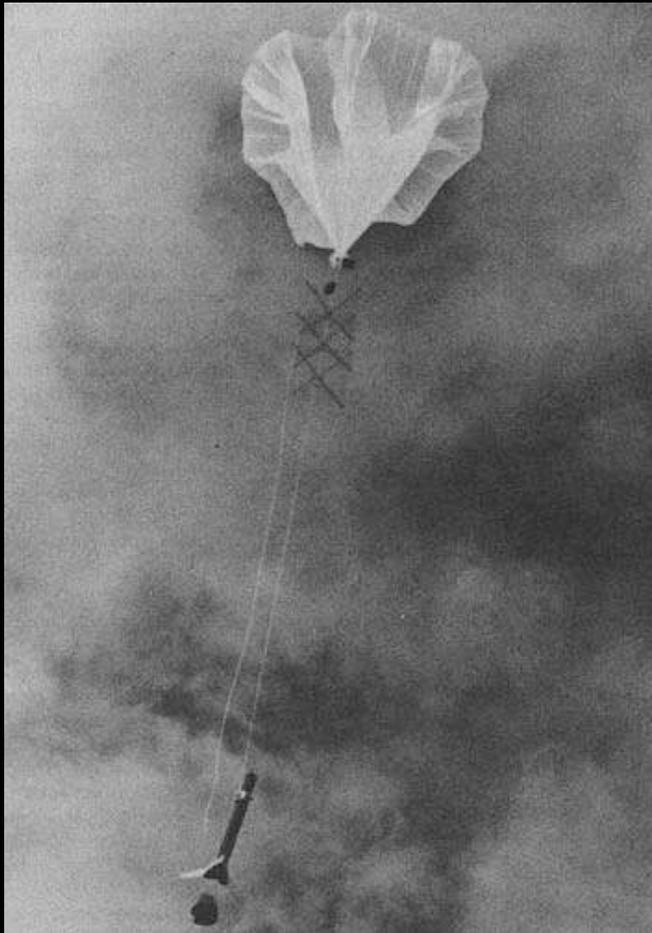
UV “da vuoto”
assorbito da Ossigeno

Lyman Spitzer Jr. (1914-1997)

- 1935 laurea in Fisica a Yale
- 1938 PhD Astrofisica a Princeton
- Post-Doc Harvard -> di nuovo a Yale
- Ricerca sul suono sott'acqua -> sonar
- 1946: prima proposta of mettere un Osservatorio in orbita
“Astronomical advantages of an Extra-Terrestrial Observatory”



Primi strumenti



Razzi

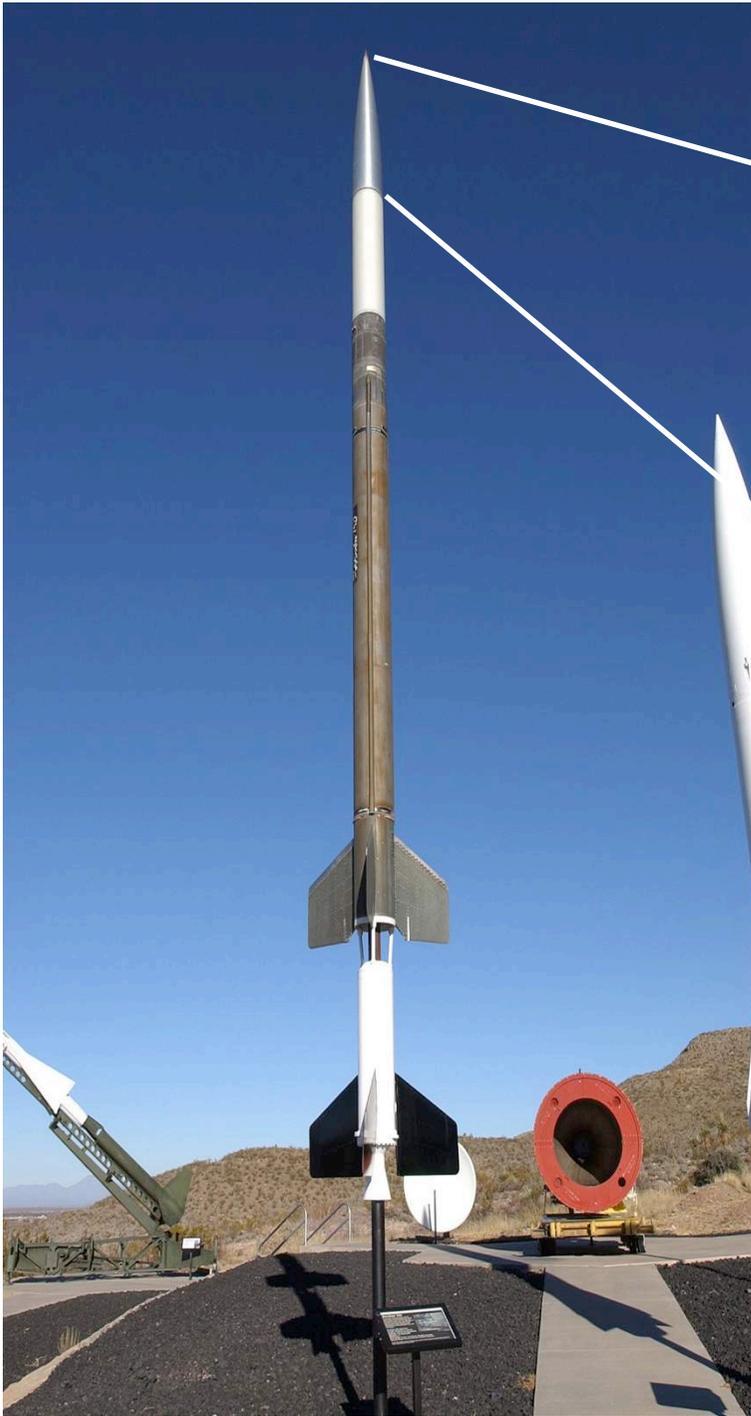


New Mexico

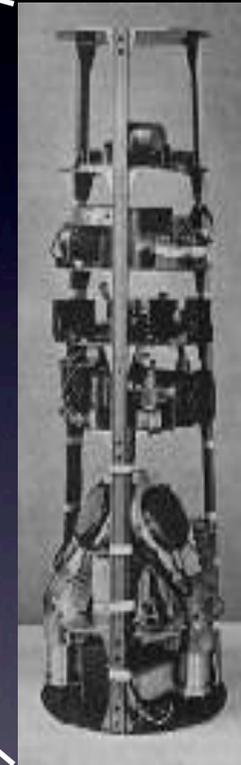


Australia

L'alba dell'Astronomia spaziale



Razzo
Aerobee



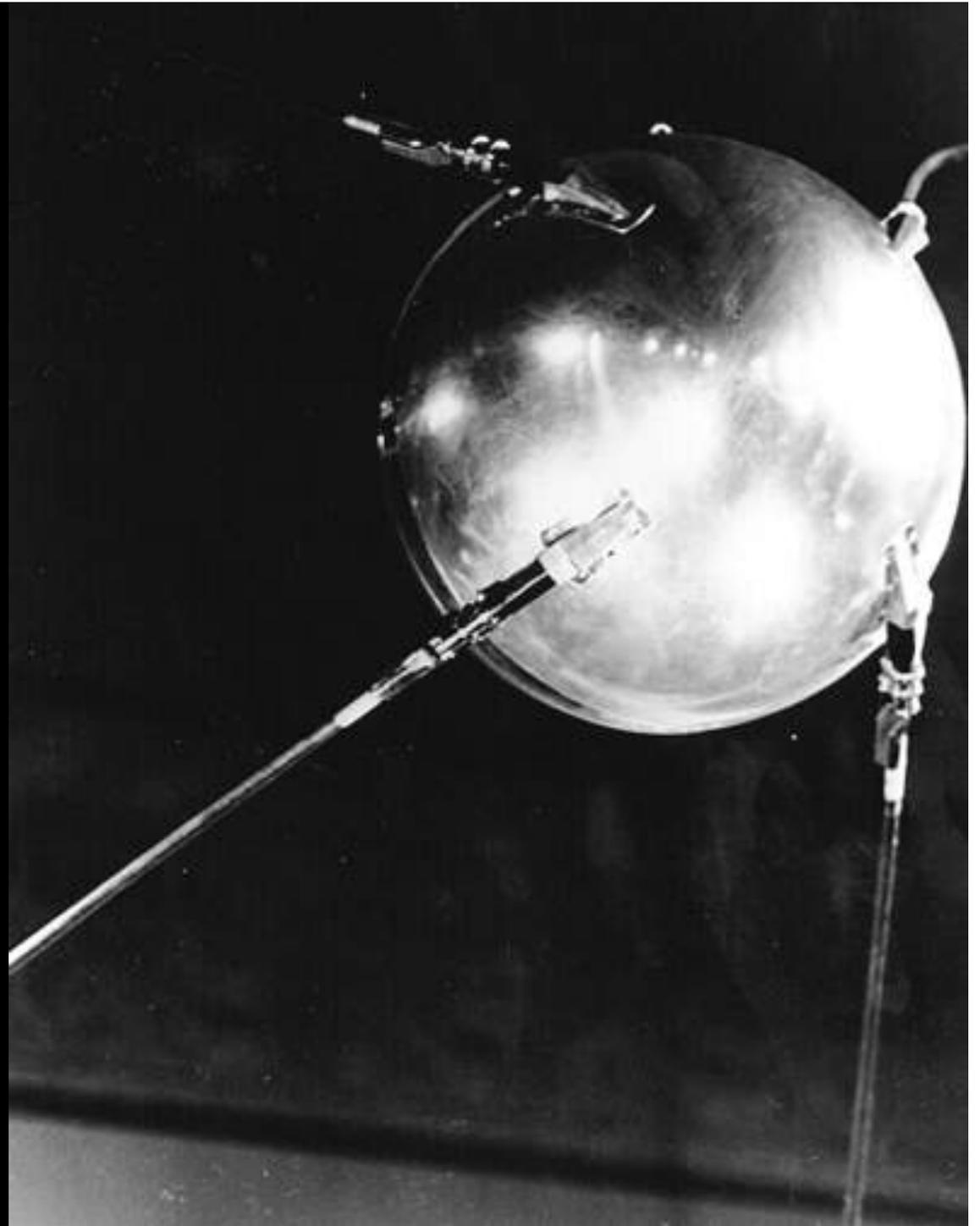
Contatore di raggi X

Sputnik

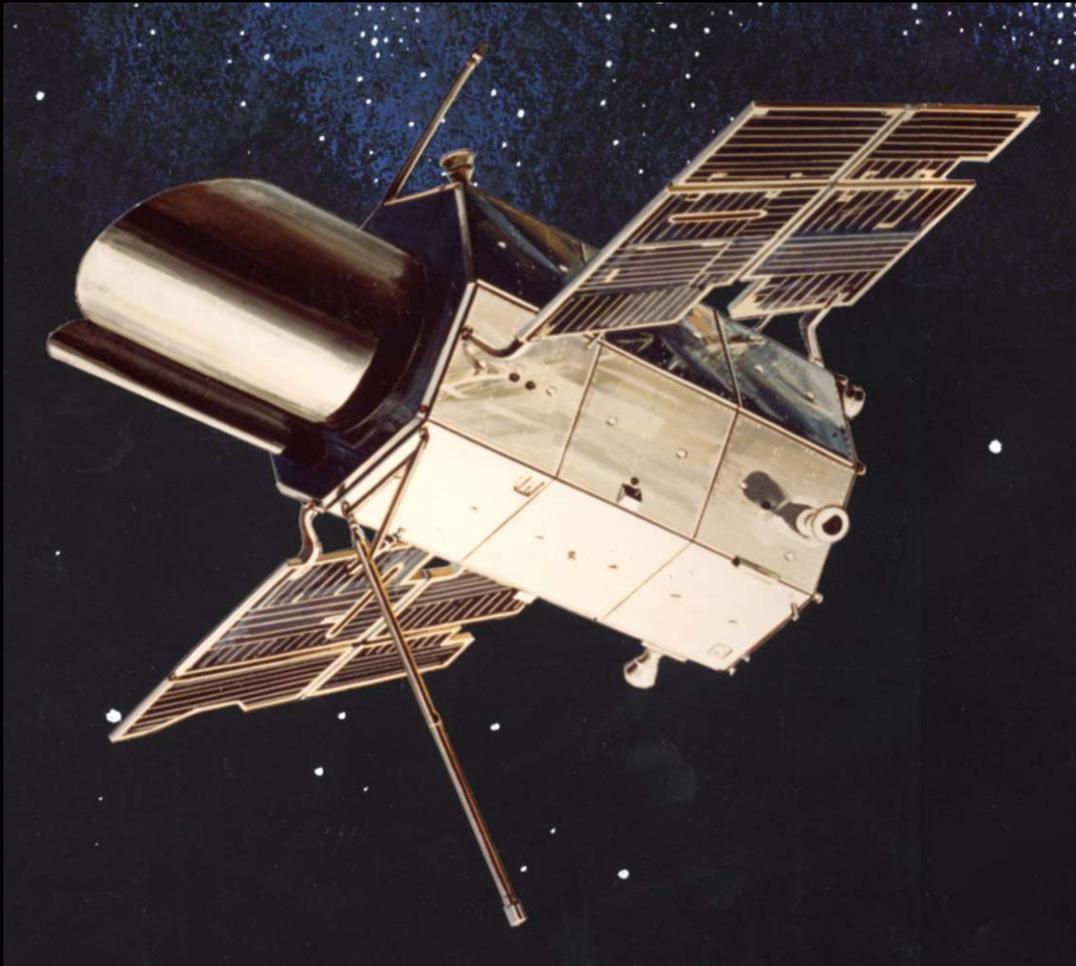
*Primo satellite artificiale
della Terra*

*Lanciato il
4 Ottobre 1957*

спутник = “Compagno di viaggio”

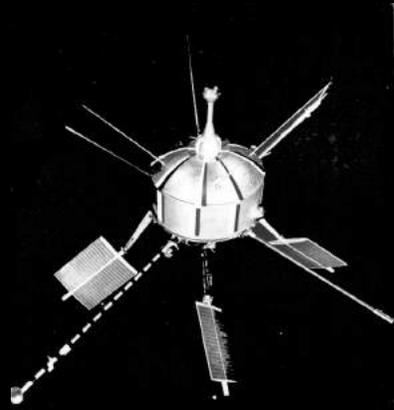


Strumenti UV



- OAO – 2 *Stargazer*
lanciato 7 Dec 1968
Osserva Nova
Serpentis per 60 gg
dopo scoppio in 1970.
- In solo 30 min 20x i
dati dai 15 anni
precedenti

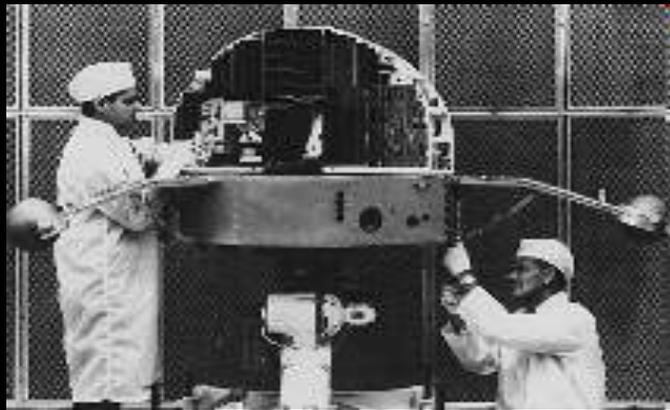
Negli anni '60s la priorità è sugli studi del Sole



Ariel I (Aprile 1962)



ESRO-2 (Maggio 1968)



OSO-4 (Ottobre 1967)



OSO-5 (Gennaio 1969)

Strumenti più grandi



OAO-3 Copernicus
(Agosto 1972)

Aveva a bordo un rivelatore
per raggi X e un telescopio
UV da 80 cm

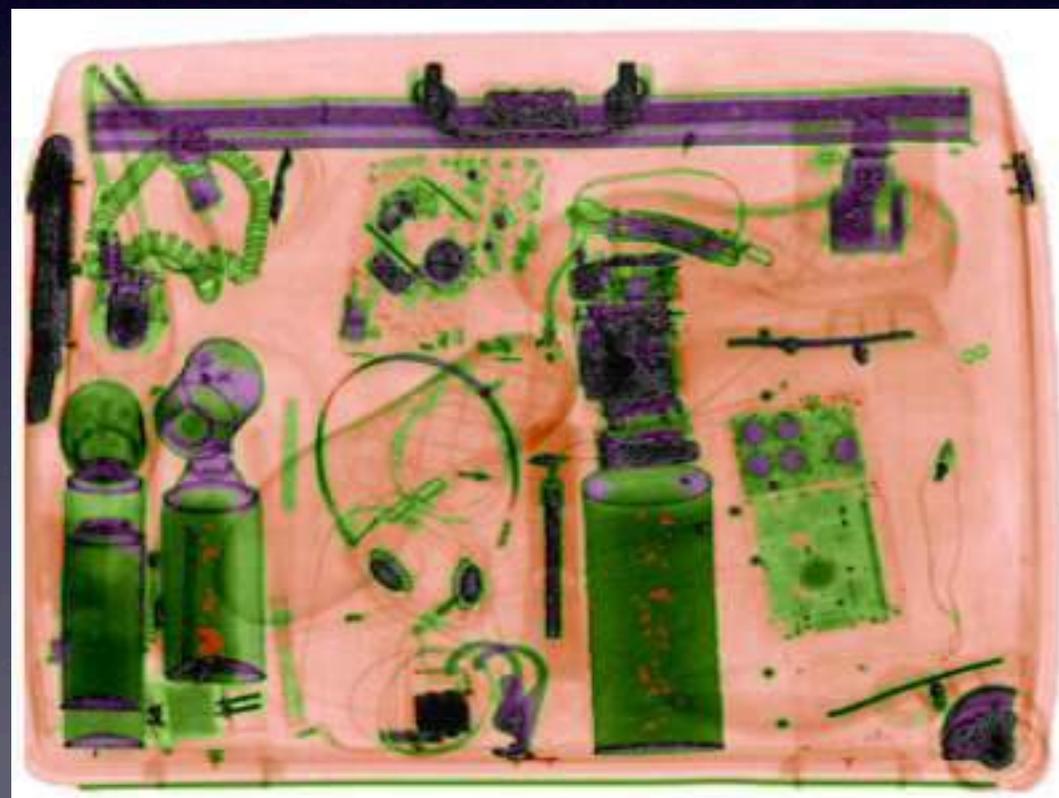
Spettri di 1000ia di stelle
Pulsar di lungo periodo

Cosa sono i raggi X?

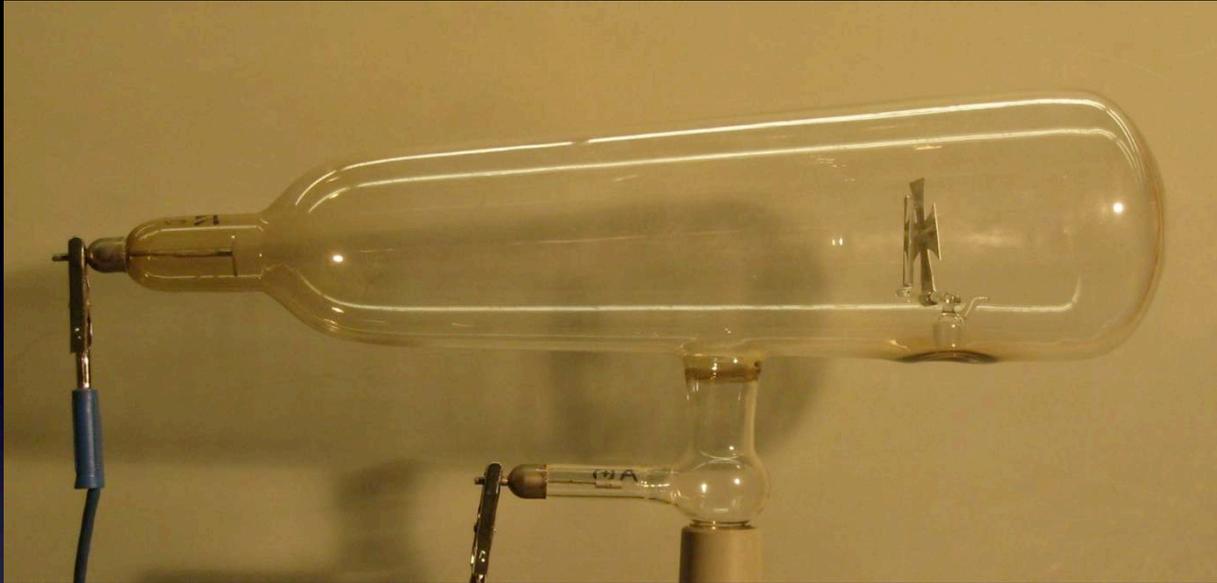
Radiografie?



Dispositivi di sicurezza?

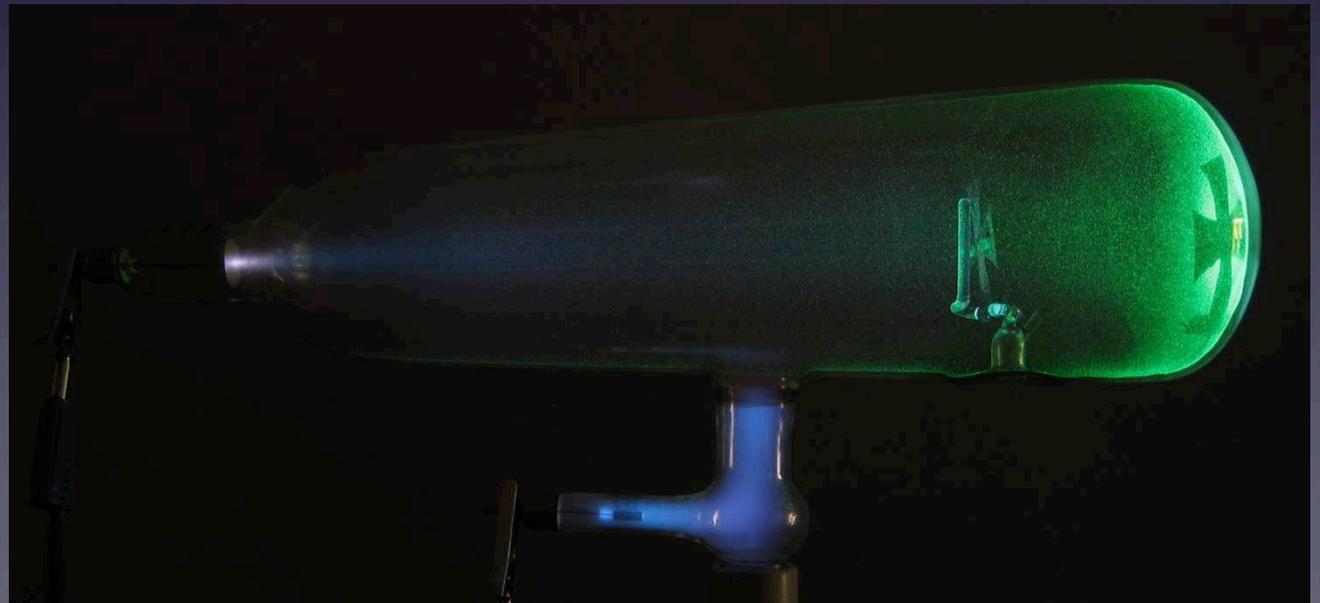


La scoperta dei raggi “X”



Wilhelm Roentgen
Novembre 1895

Tubo di Crookes
Raggi ‘Catodici’
(elettroni)



La “prima immagine X”

22 dicembre 1895



- Per presentare la sua scoperta al mondo scientifico, Roentgen espone la mano della moglie, Anne Berthe, a un fascio di raggi X realizzando la prima radiografia (o lastra radiologica).
- Le parti più dense del corpo umano intercettano i raggi X, perciò le ossa impediscono che la lastra venga impressionata.
- I raggi X sono molto penetranti perchè la lunghezza d'onda è molto piccola.

Sodium Thymonucleate, Type B (1952)



Premio Nobel per la Medicina nel 1962 a Francis Crick, James Watson, Maurice Wilkins

Diffrazione di raggi X sulle catene di DNA

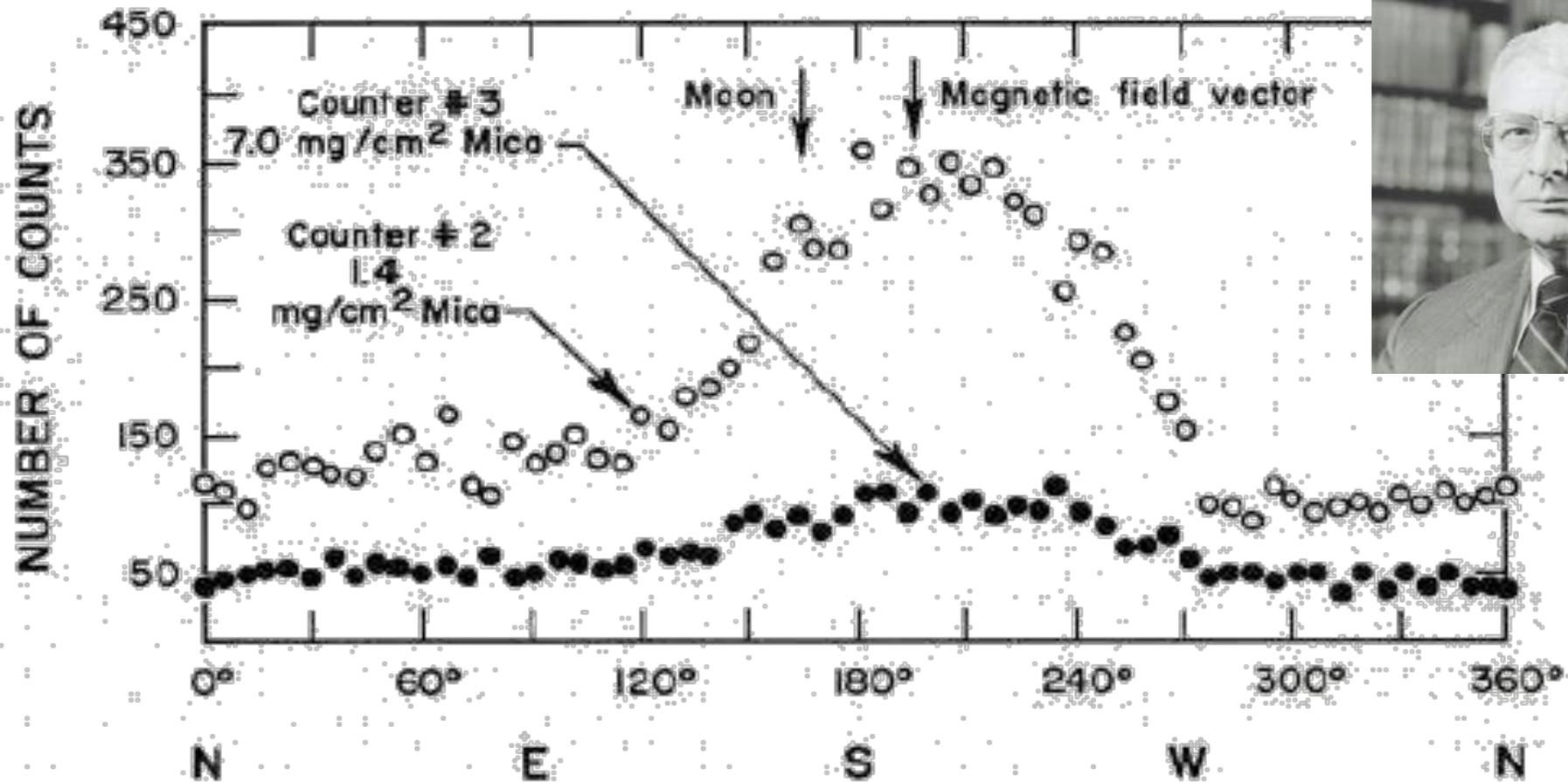
Rosalind Franklin (1920 – 1958)

Struttura a doppia elica



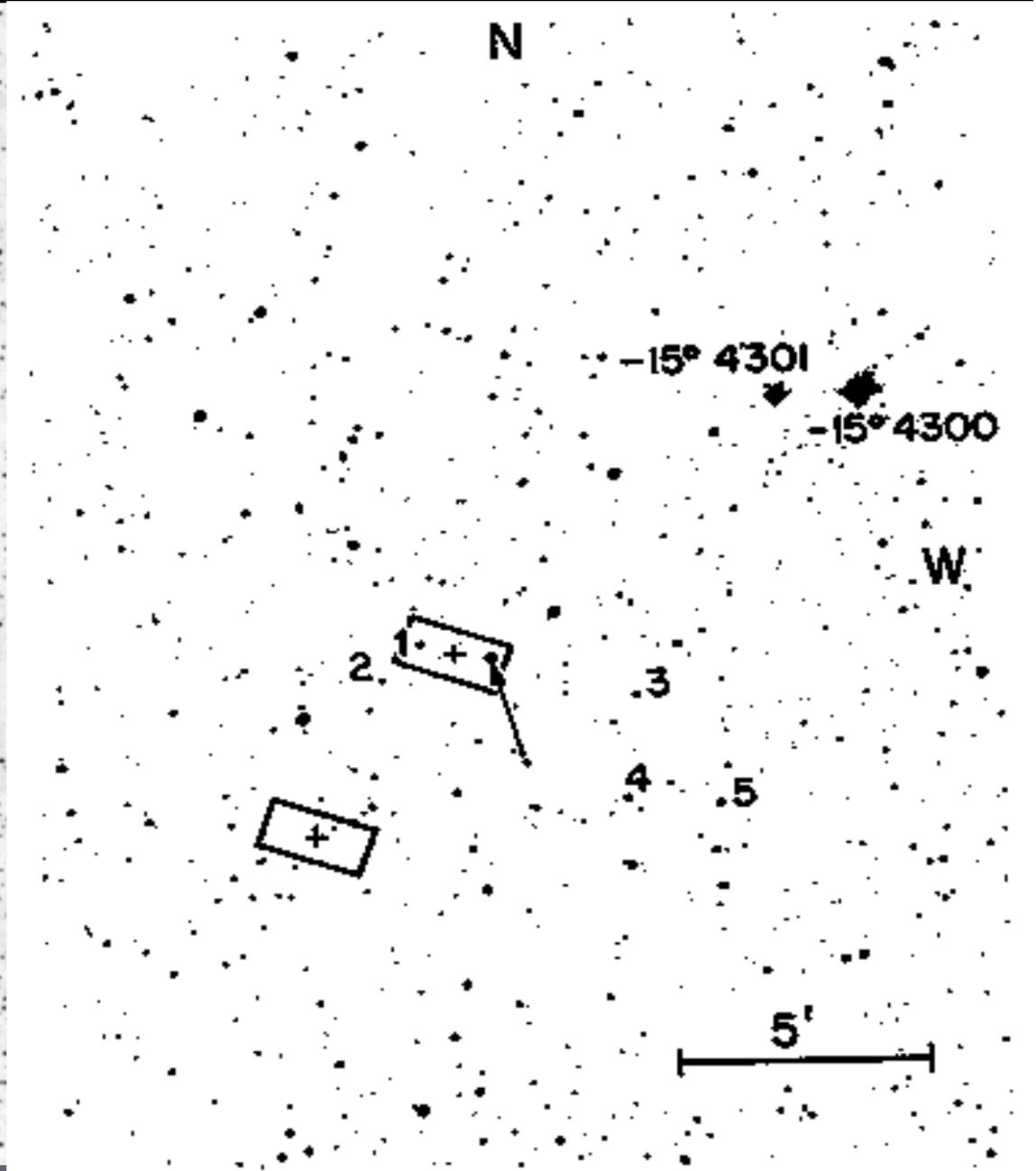
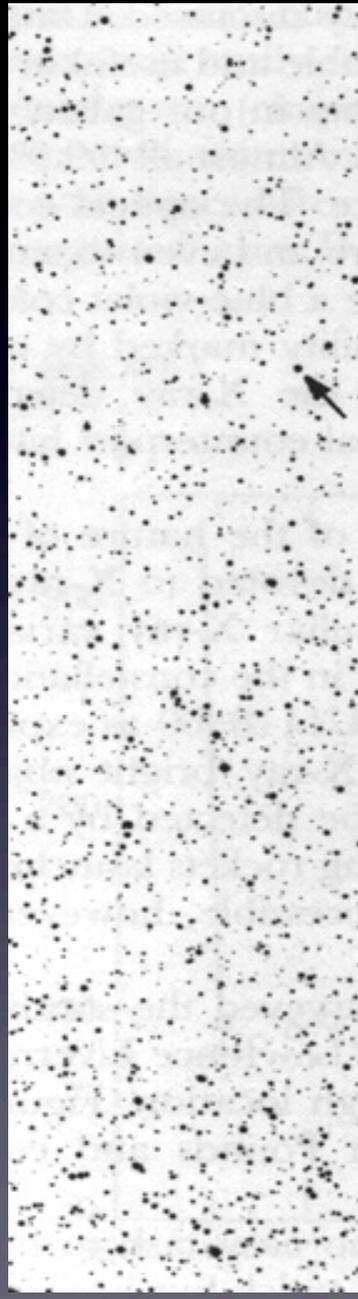
I risultati del volo del 12 giugno 1962

Il razzo – costruito in collaborazione da Riccardo Giacconi, Herbert Gursky, Franck Paolini e Bruno Rossi – rivela non solo che il Sole è sorgente di raggi X, come ci si aspettava, ma anche che ci sono sorgenti molto più brillanti in cielo! Scorpio X-1 (la più brillante sorgente X nella costellazione dello Scorpione) è la prima sorgente extra-solare.

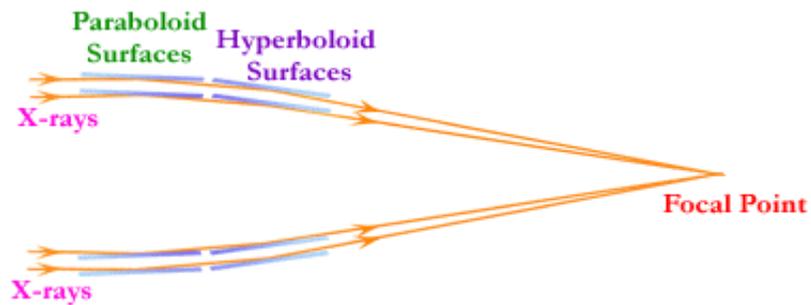
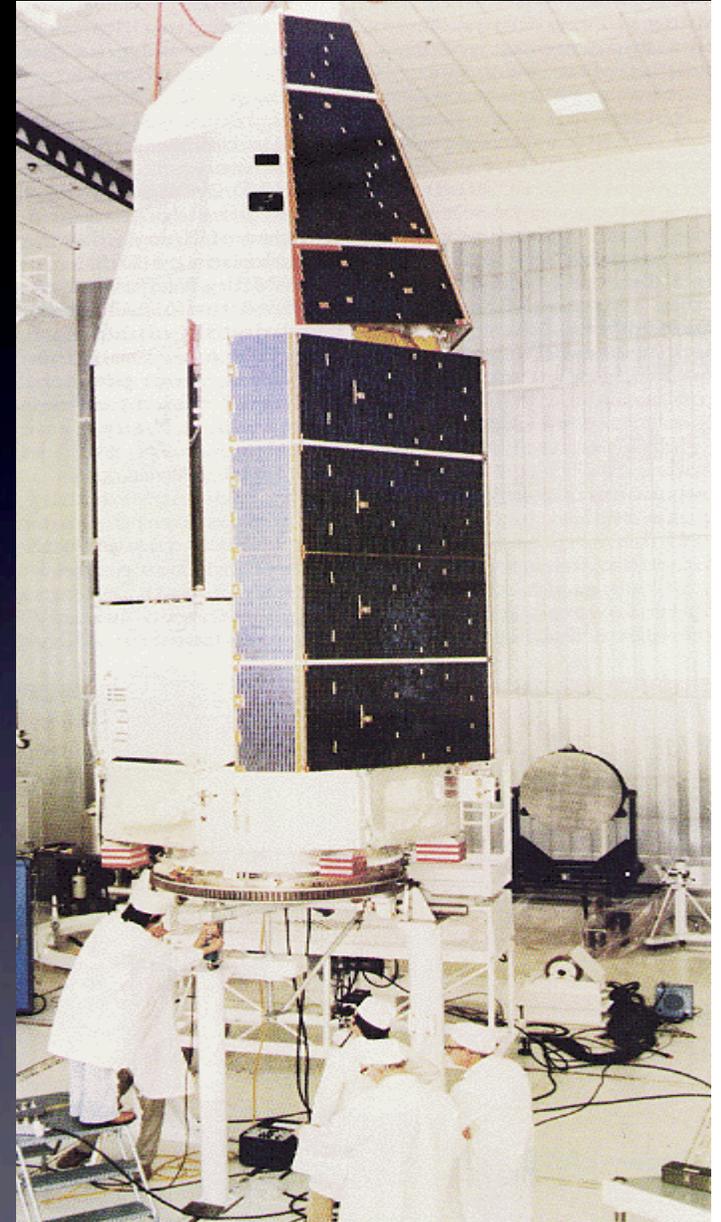
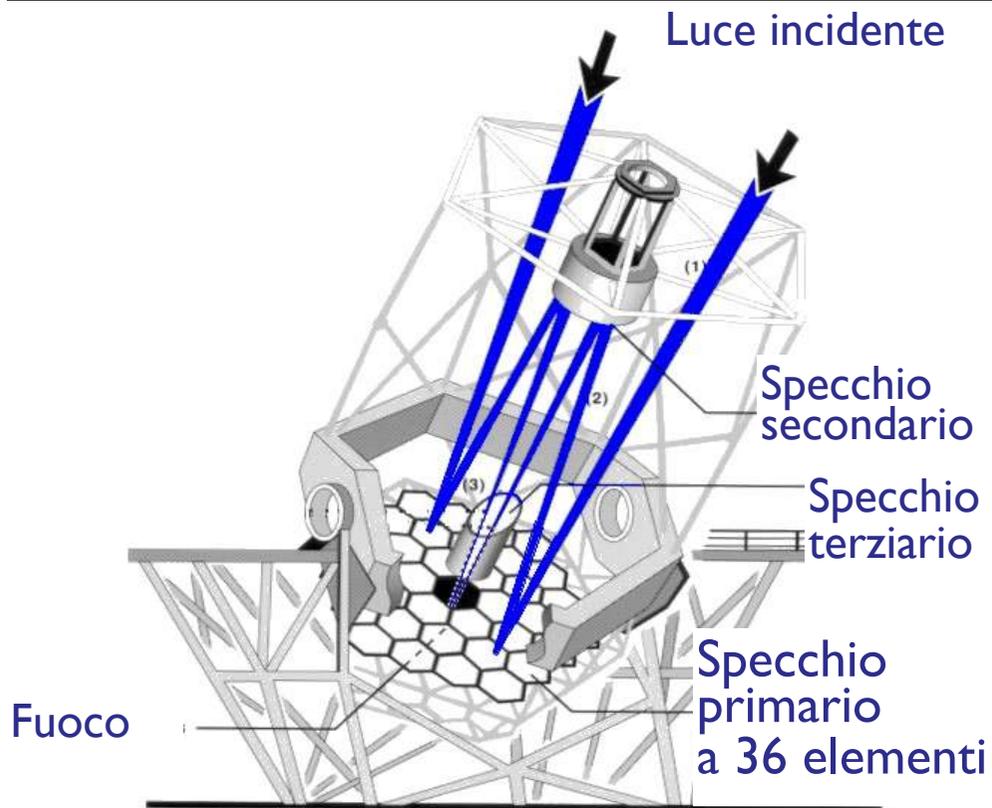


Pochissime sorgenti hanno una controparte ottica

*Immagine ottica
della regione di cielo
da cui proviene la
radiazione
chiamata "Sco X-1"*



Specchio OTTICO



Osservatorio Einstein

(1978 – 1980)

primo grande telescopio per raggi X

Specchi X





Ottobre 2012
Milano – Museo Scienza e Tecnologia

Celebriamo 50 anni di
Astronomia X

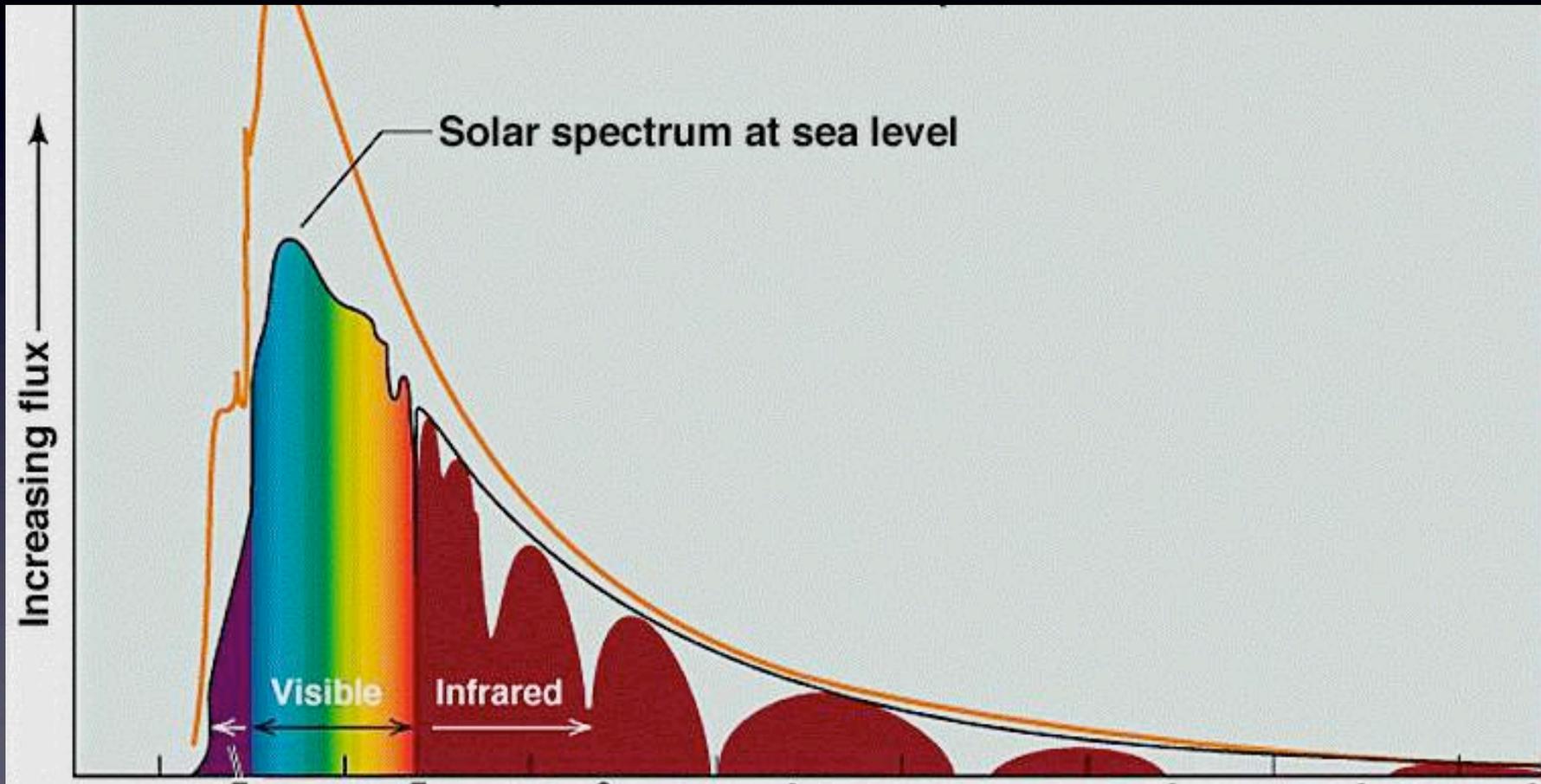




Lo spettro elettromagnetico

A landscape photograph featuring a double rainbow over a body of water and a grassy hillside. The text "Lo spettro elettromagnetico" is overlaid in the center. The scene is captured during a storm, with dark, heavy clouds in the sky. The primary rainbow is bright and clearly visible, arching from the left side of the frame towards the right. A second, fainter rainbow is visible in the background to the left. The foreground consists of a rocky shoreline with patches of brown, dried vegetation and seaweed. In the middle ground, there is a small cluster of houses and trees. The water in the foreground reflects the colors of the rainbow. The overall mood is dramatic and serene.

II SOLE



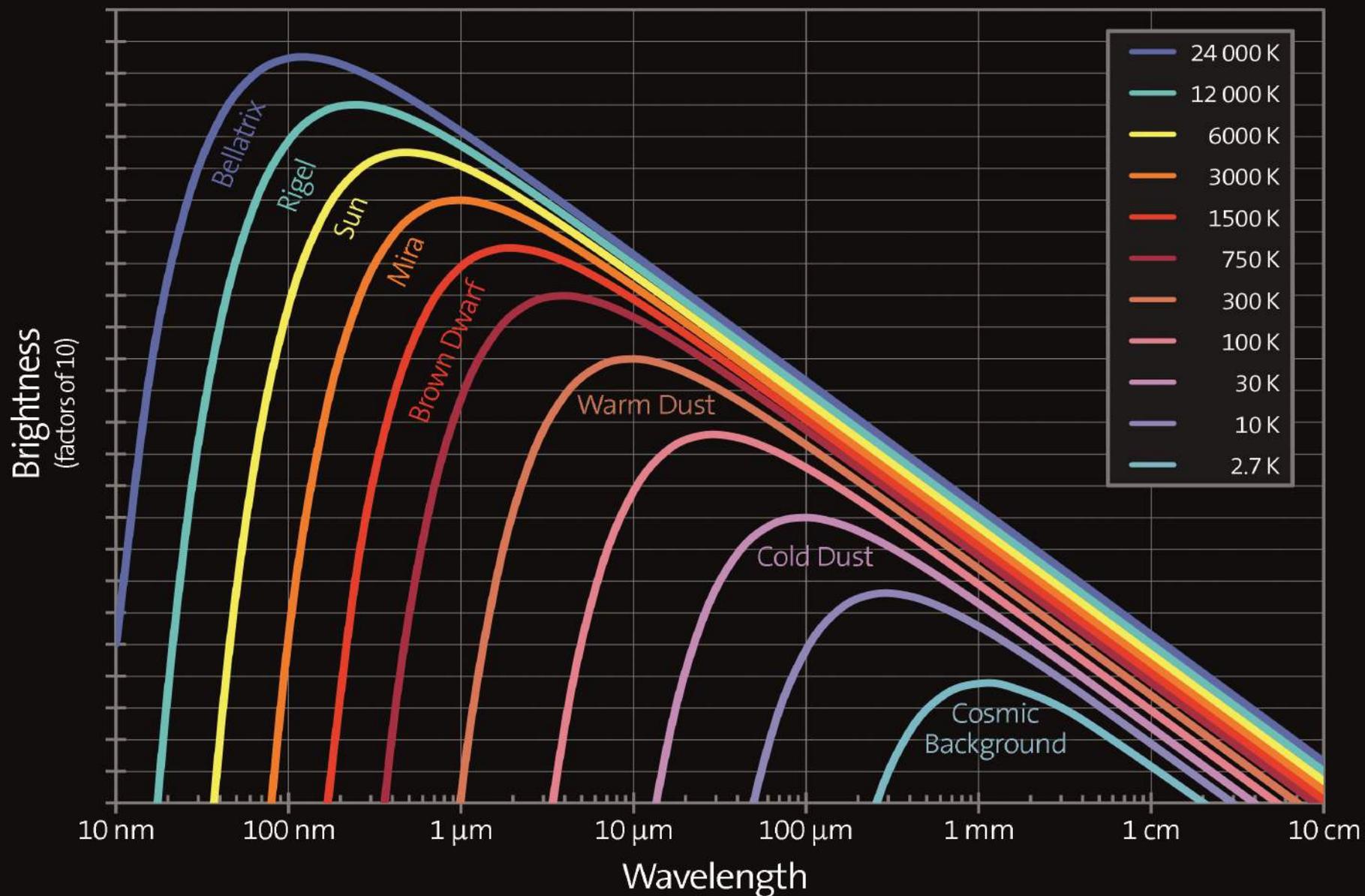
Ultraviolet

Visible

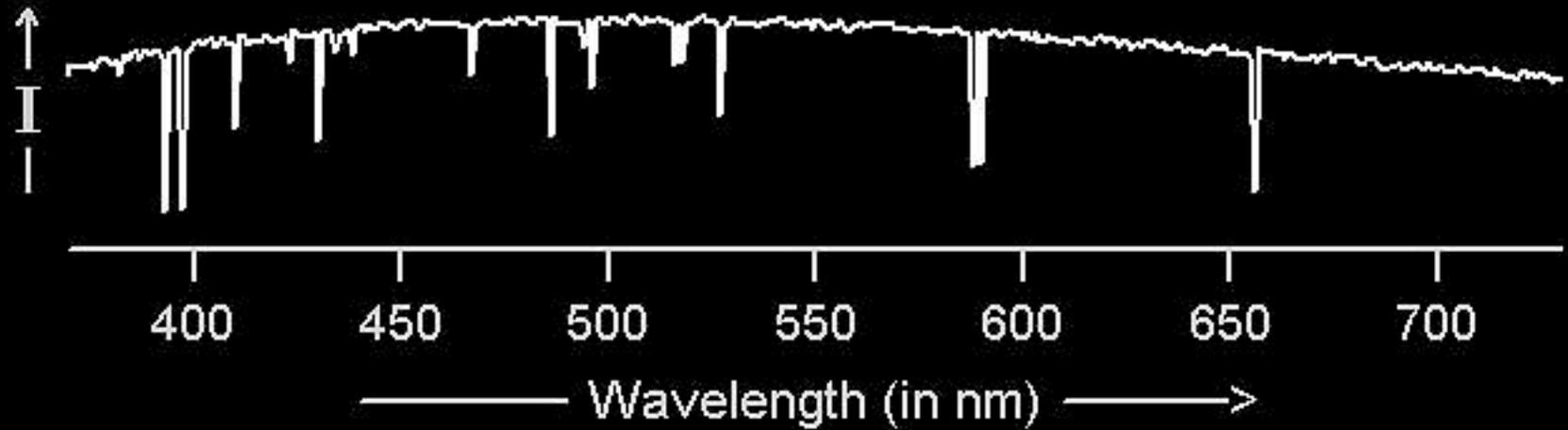
Infrared

Microwave

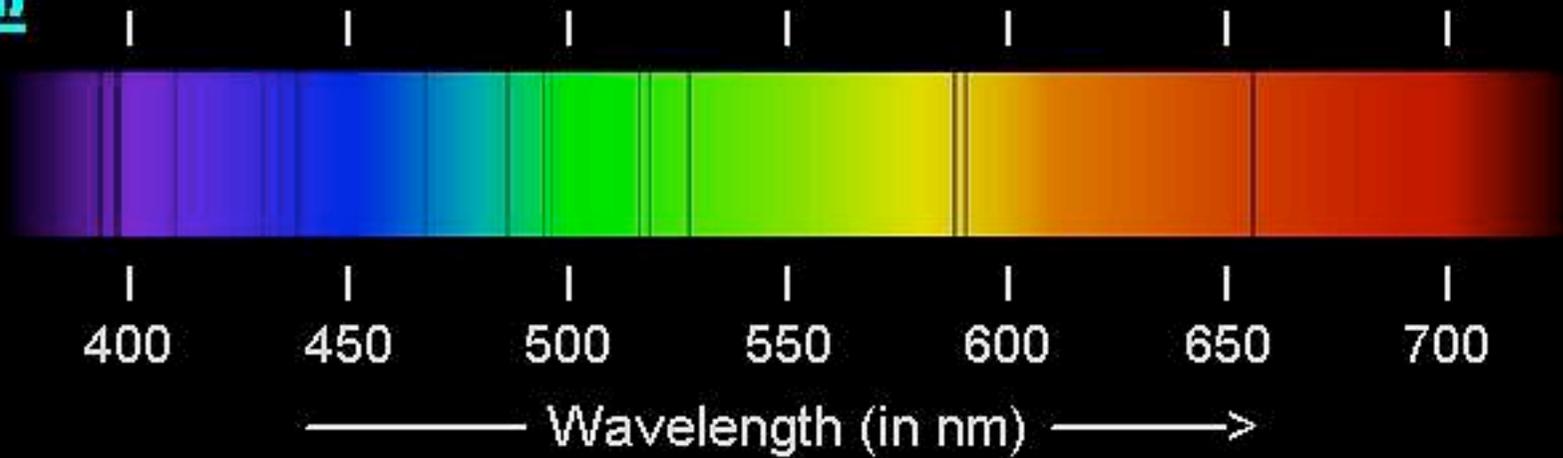
Radio



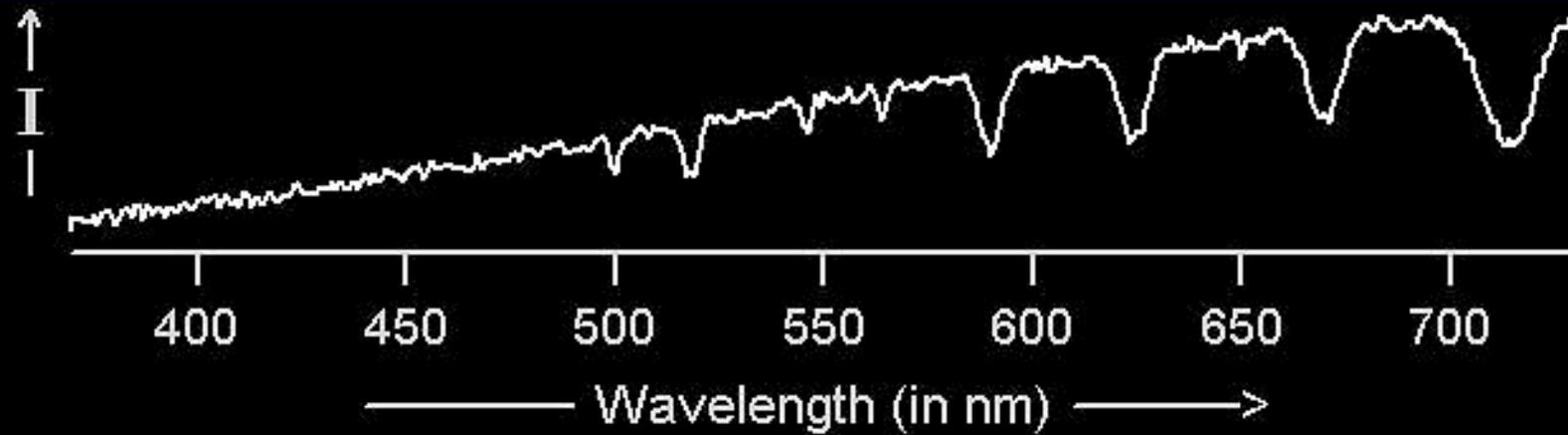
Graphical



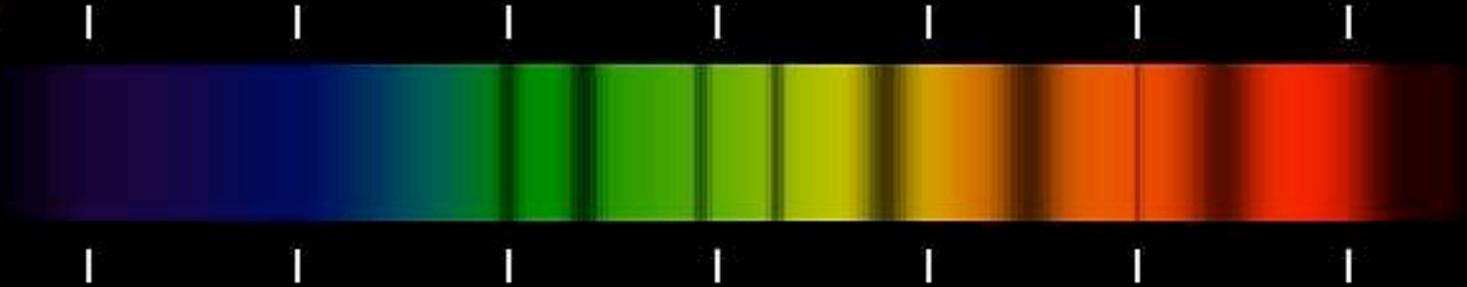
Visual



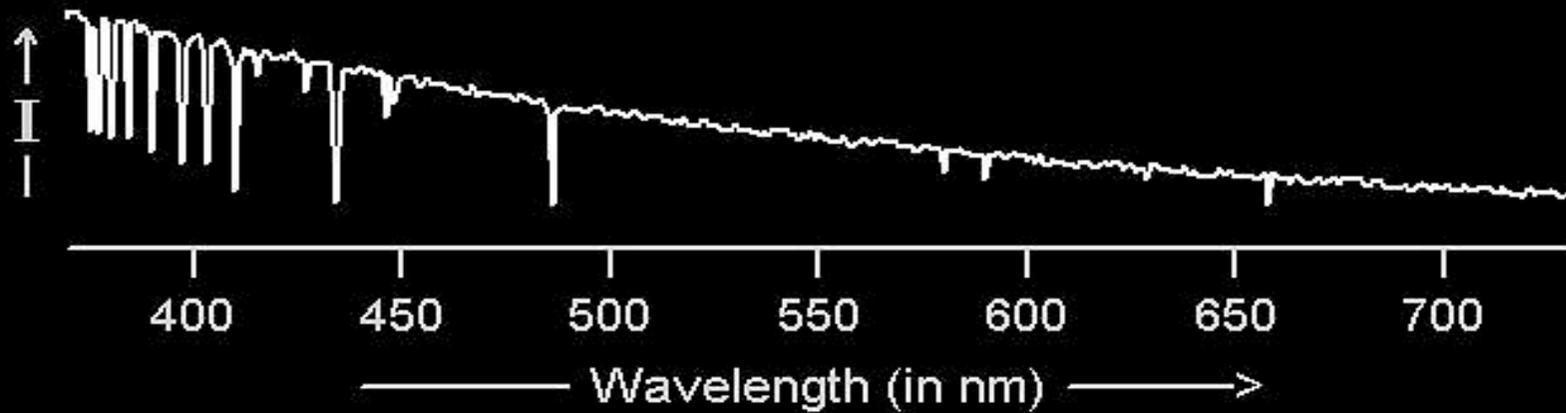
α Scorpii = Antares



Visual

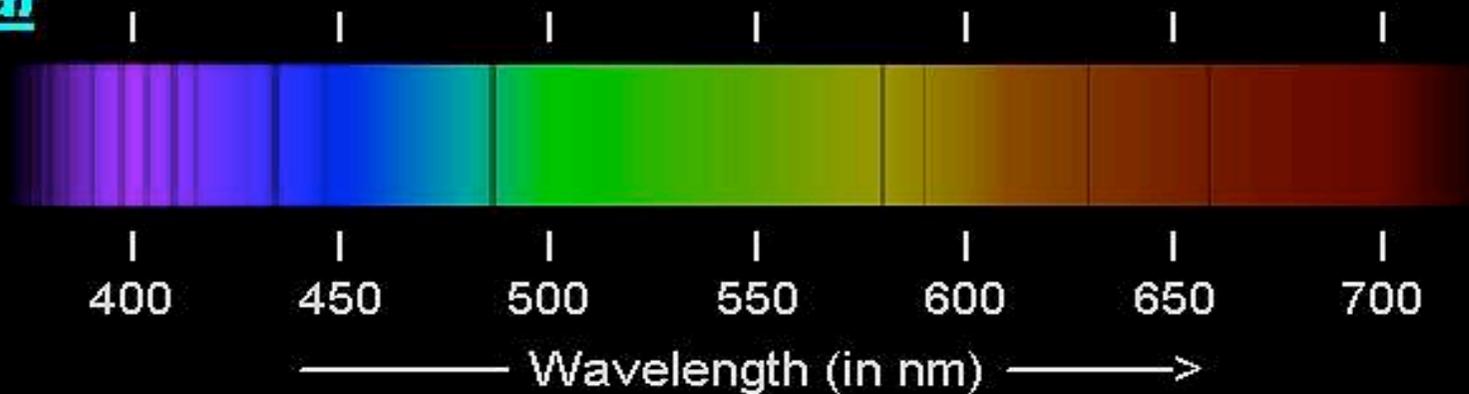


β Orionis = Rigel (il ginocchio)

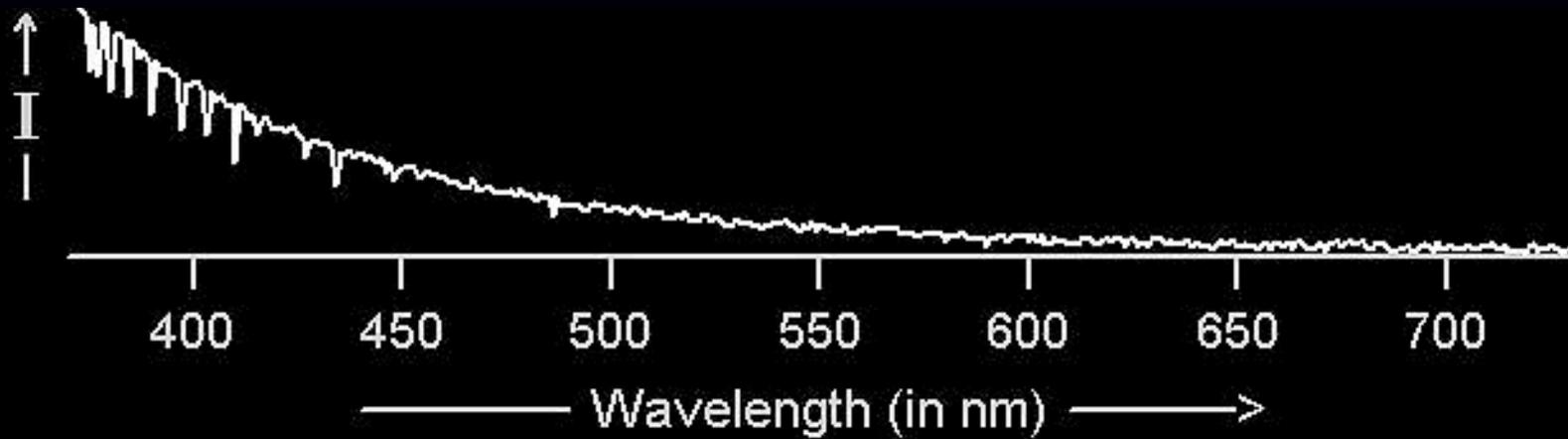


Stelle calde: picco in UV

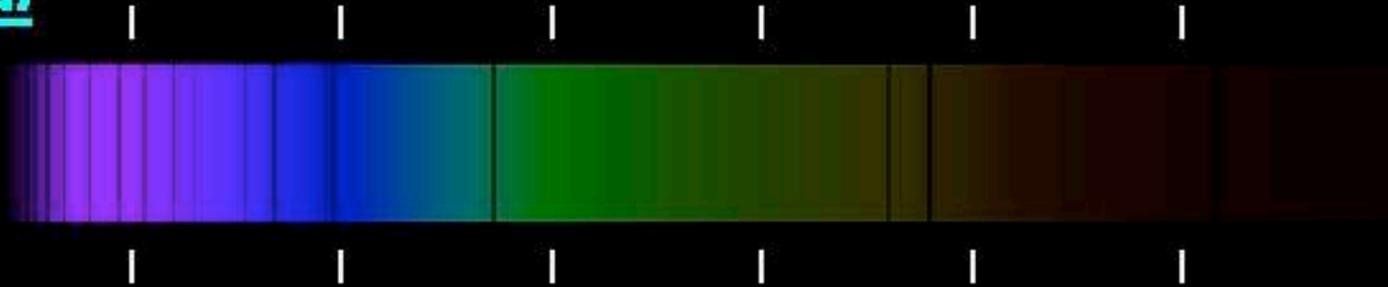
Visual



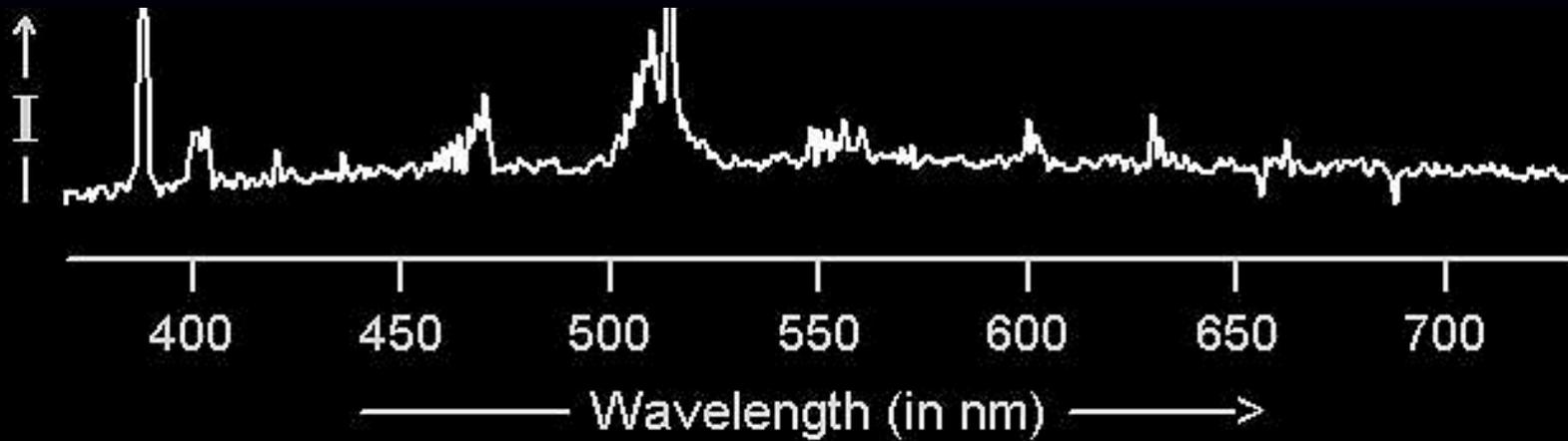
Nebulosa a riflessione



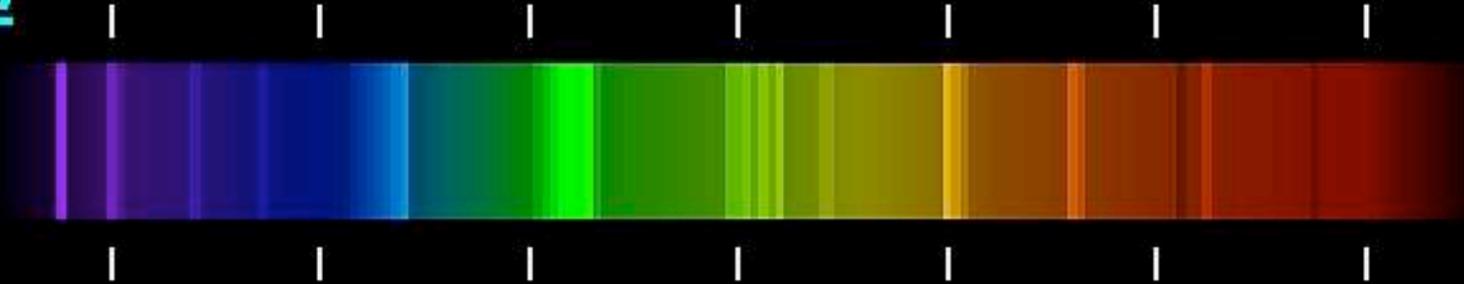
Visual



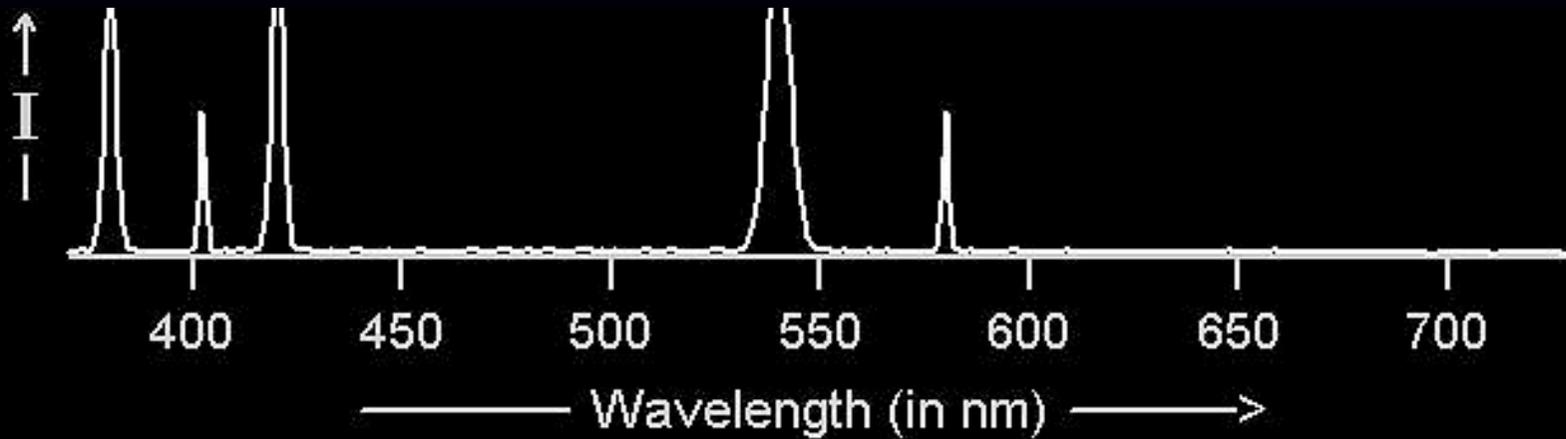
Cometa



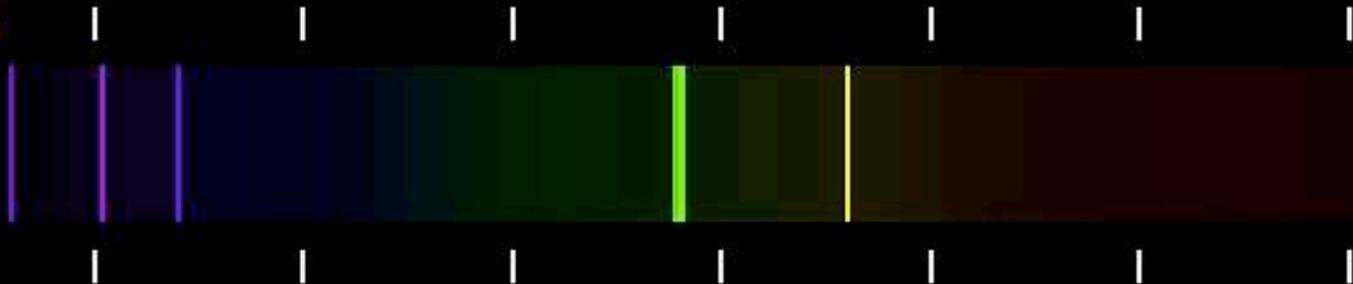
Visual



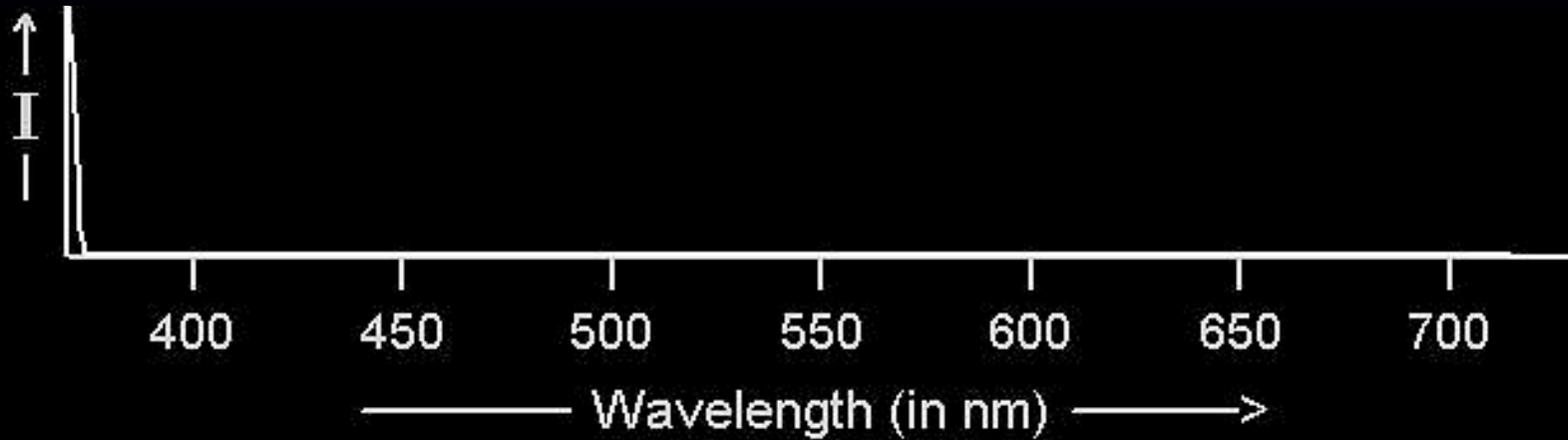
Lampada al mercurio



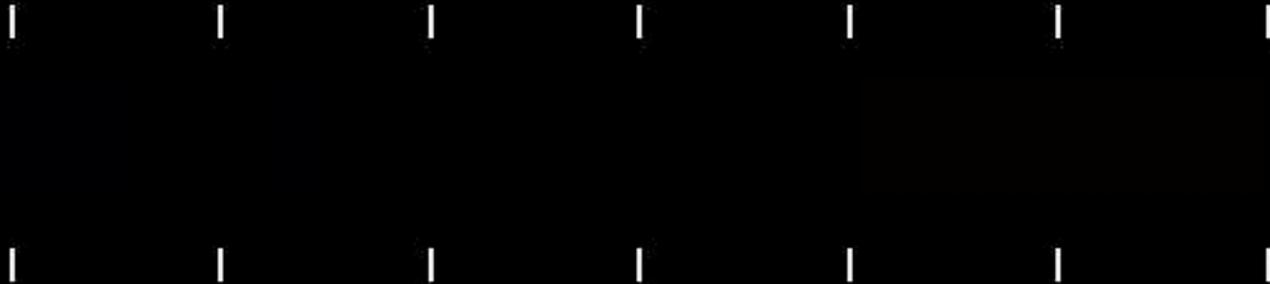
Visual



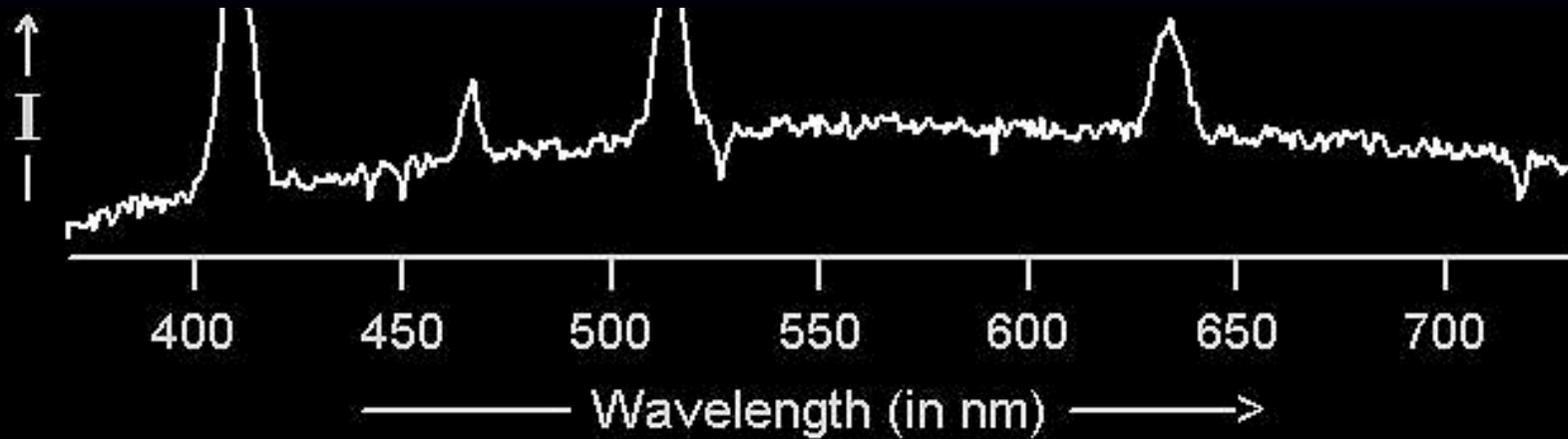
luce “nera”



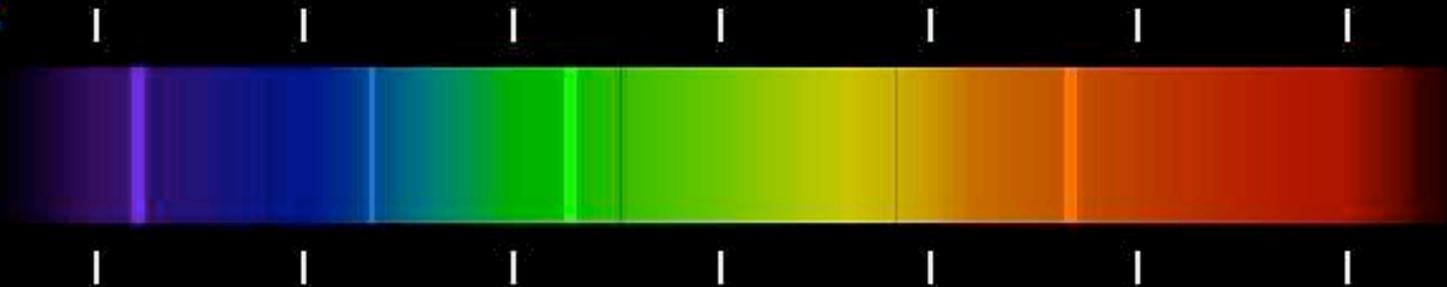
Visual



Quasar



Visual





Perché guardiamo il cielo UV?

Nella banda Ultravioletta
vediamo stelle giovani e
oggetti molto caldi;
impronta chimica

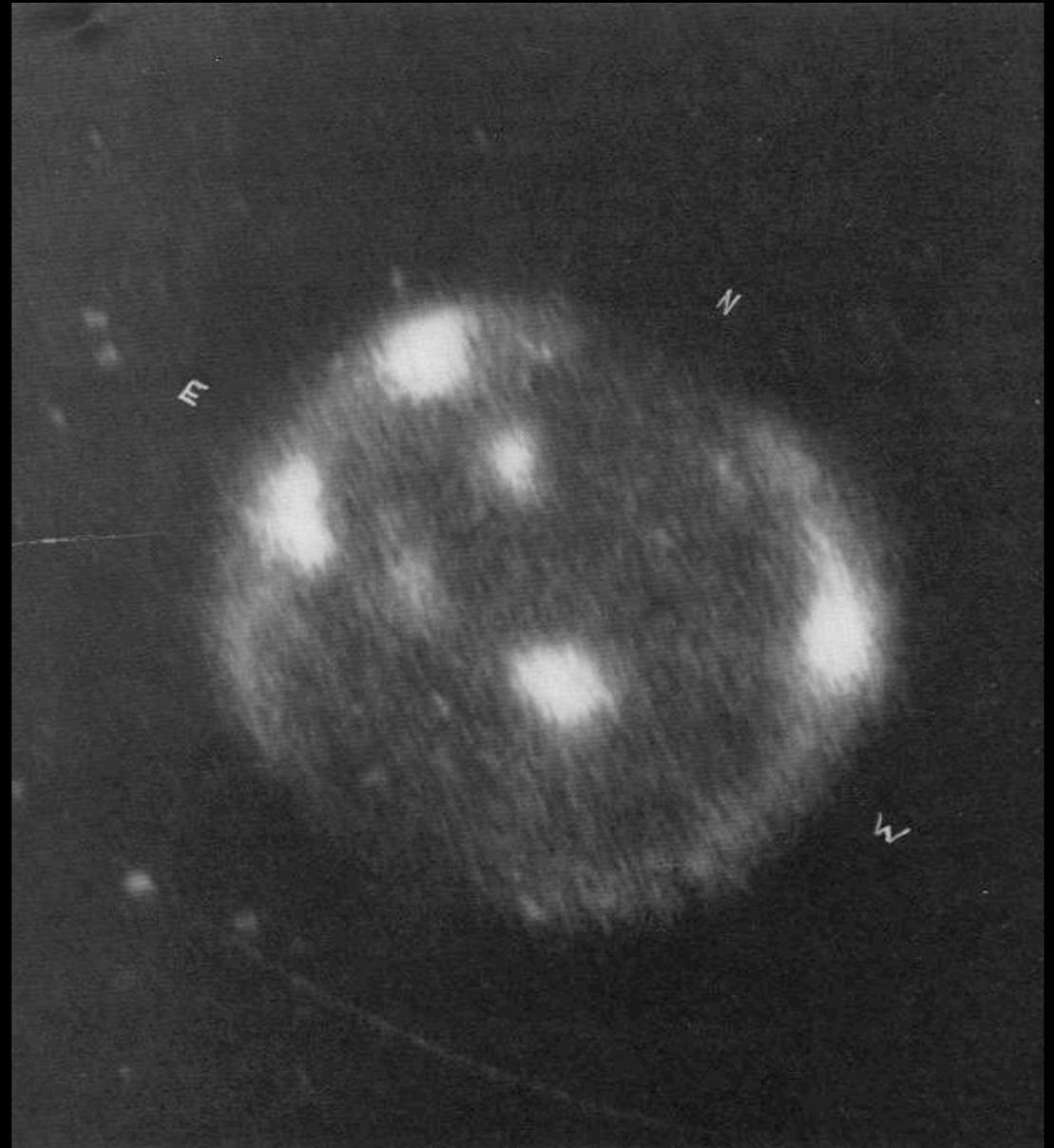
Perché guardiamo il cielo X?

In raggi X vediamo le zone dell'Universo molto calde e attive, dove la gravità è molto intensa

Il primo esempio: il Sole

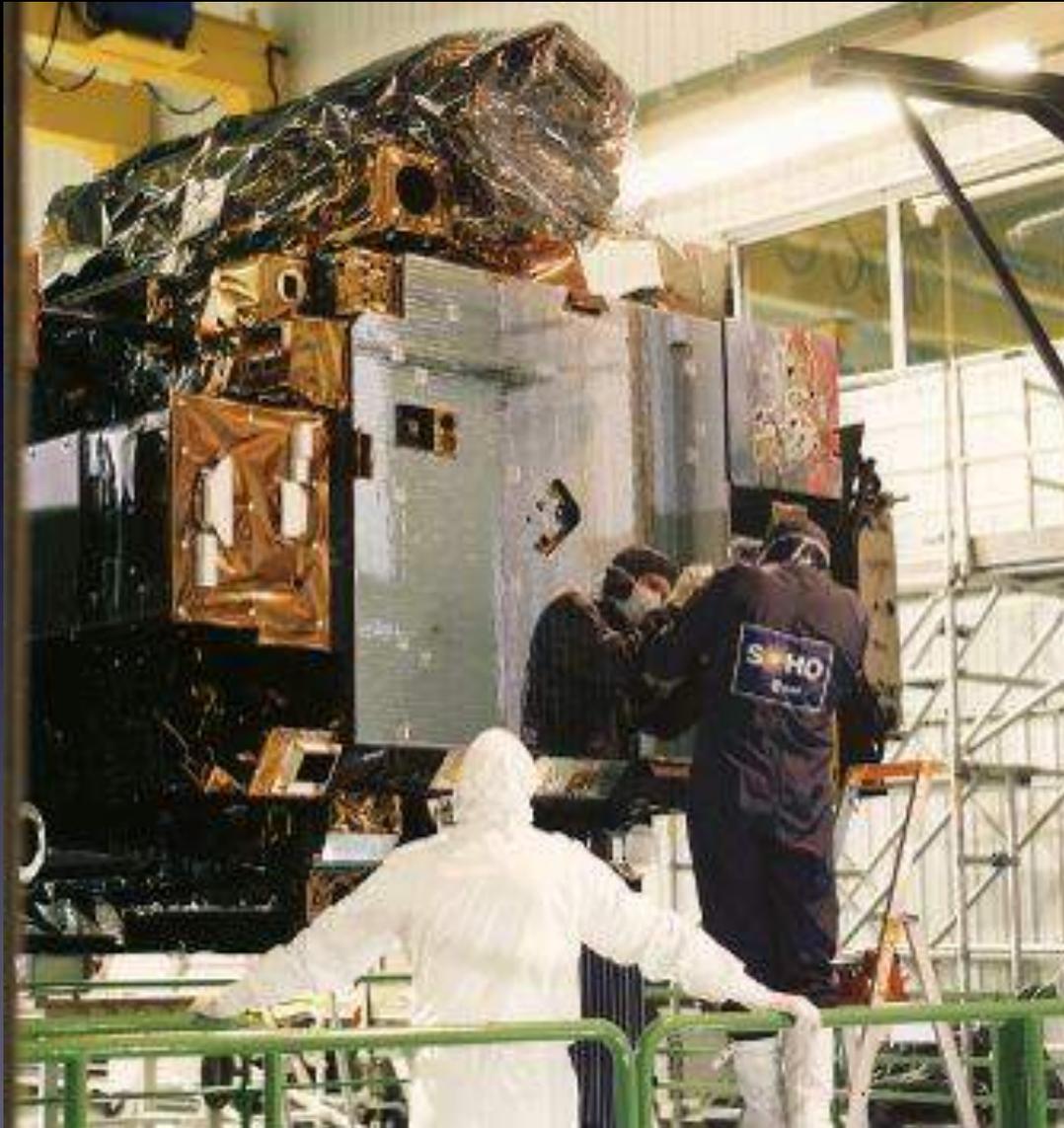
Corona solare nel 1964

- pin-hole camera sullo Skylark puntato verso il Sole
 - regioni attive
 - bordi più luminosi
 - (buchi coronali)





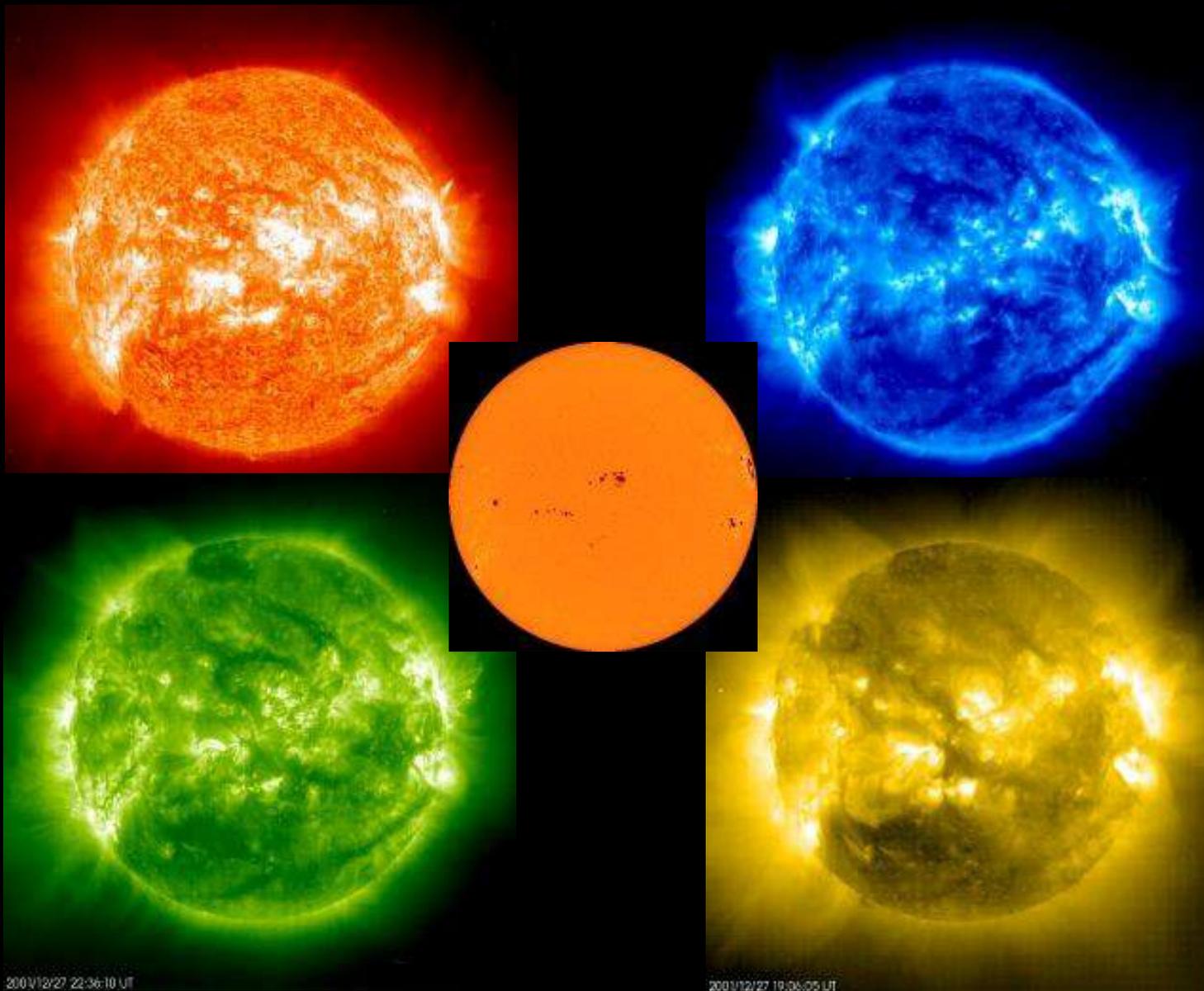
SOHO dal vero



- più grande di uno scuola-bus
- pesa più di 2 tons
- con i pannelli solari aperti completamente arriva a 9 metri
- lanciato alla fine del 1995 è ancora in orbita



SOHO osserva il Sole in quattro bande di UV estremo e in luce visibile (al centro)

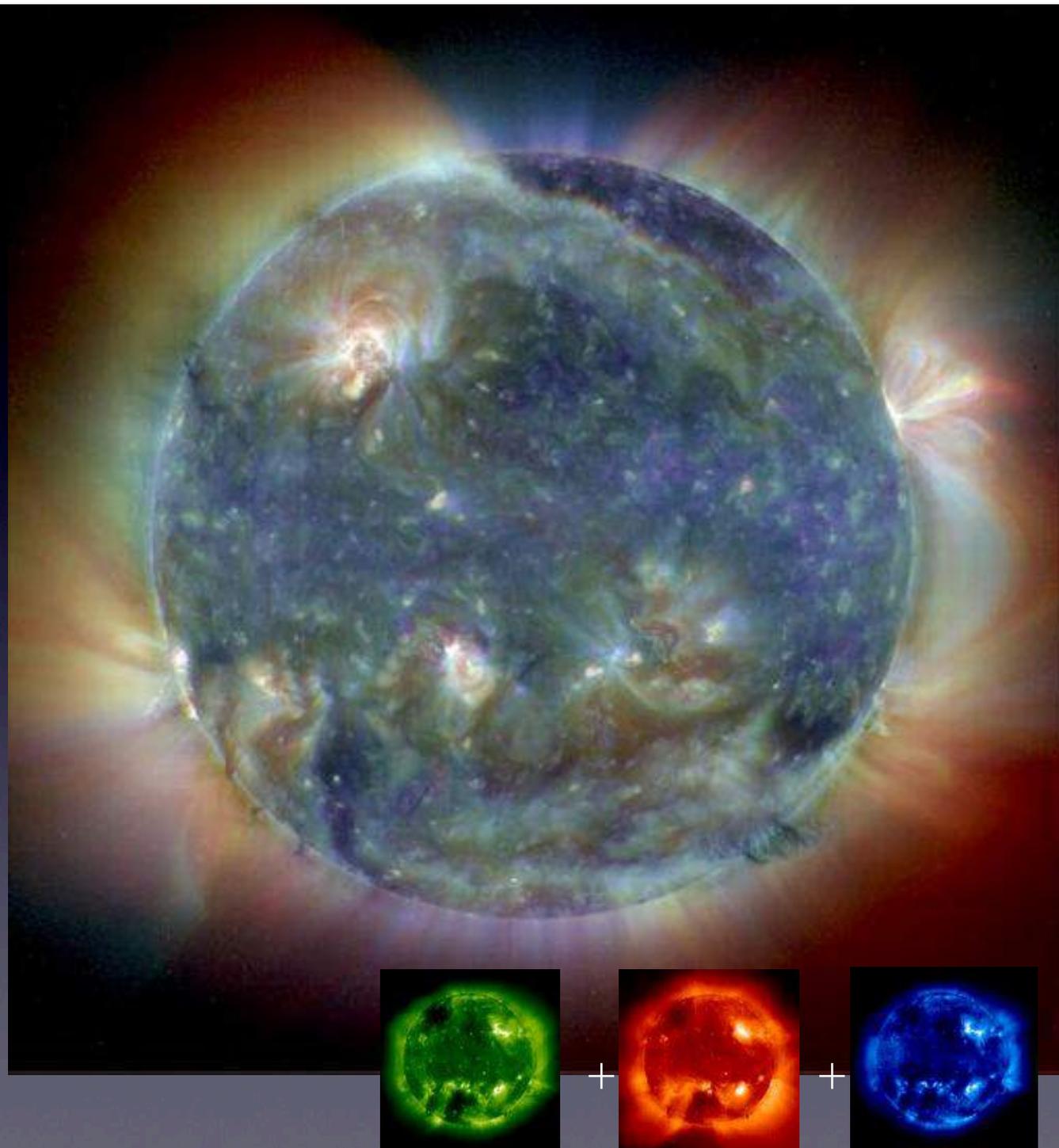


2001/12/27 22:36:10 UT

2001/12/27 19:06:05 UT

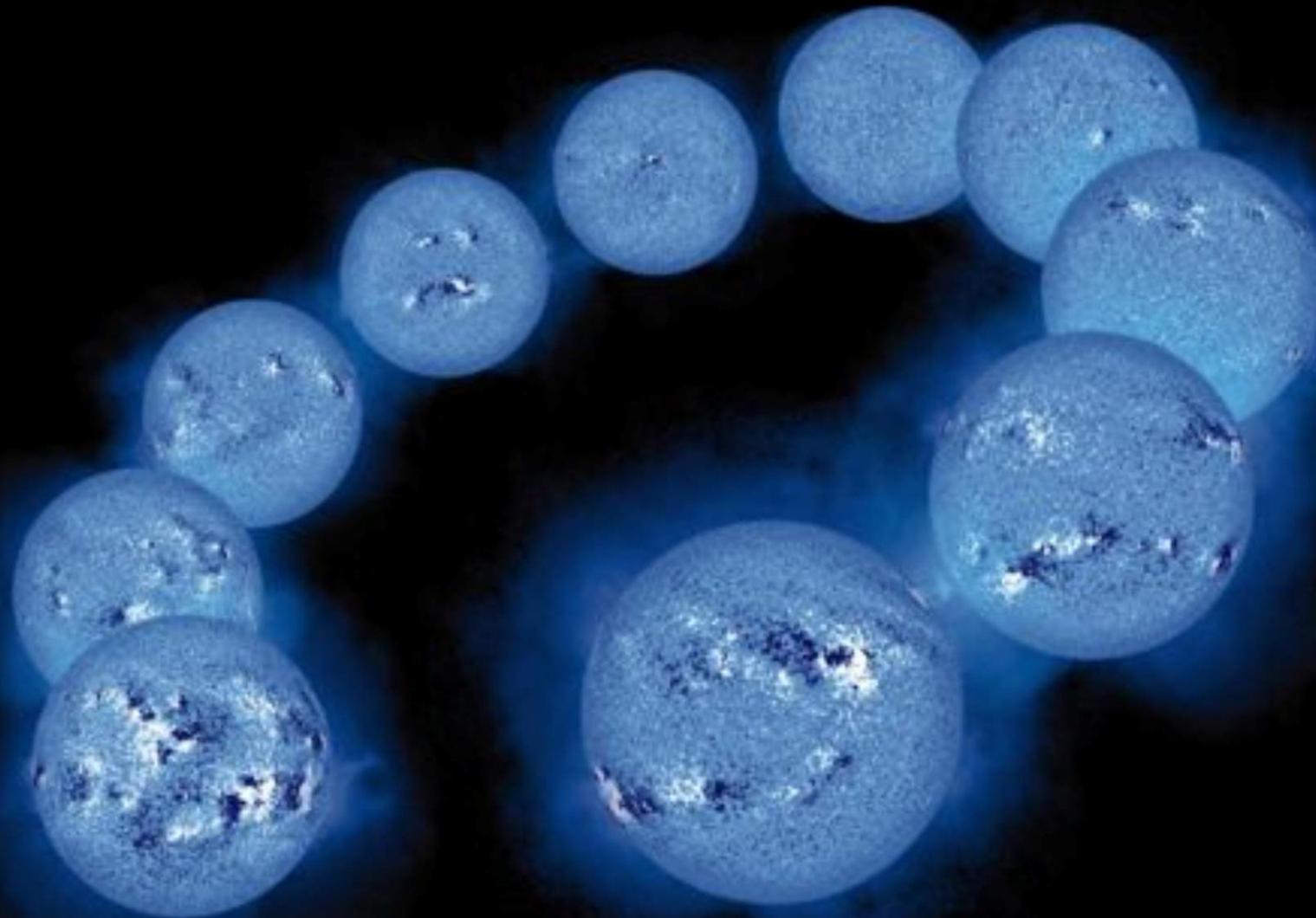


**Immagine
composita del
Sole, combina
tre diverse
lunghezze
d'onda UV:
particolari unici
per ciascuna**





Cambiamenti nel campo magnetico del Sole su un ciclo completo 1991-2001

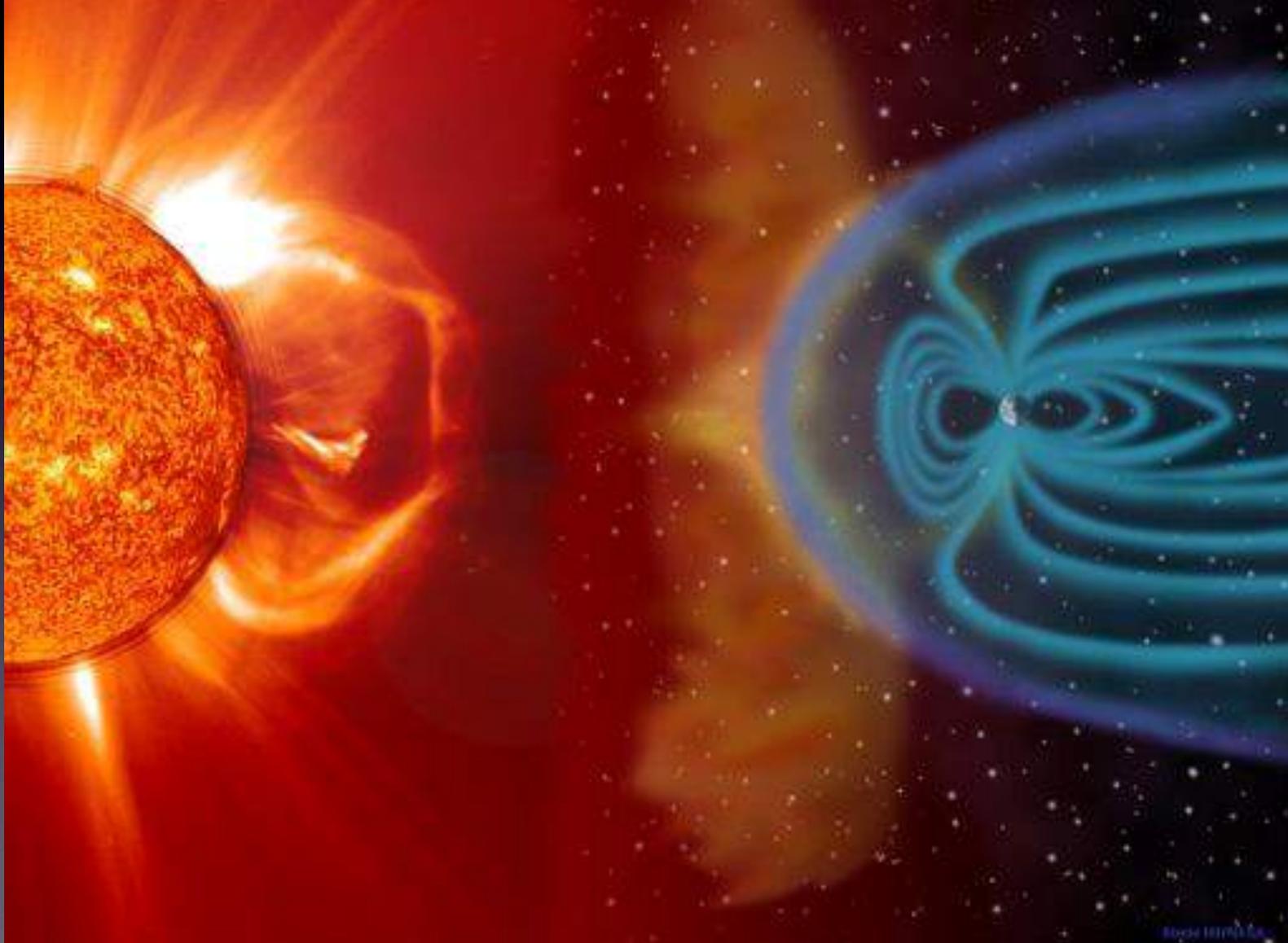




.. e il ciclo in Raggi X

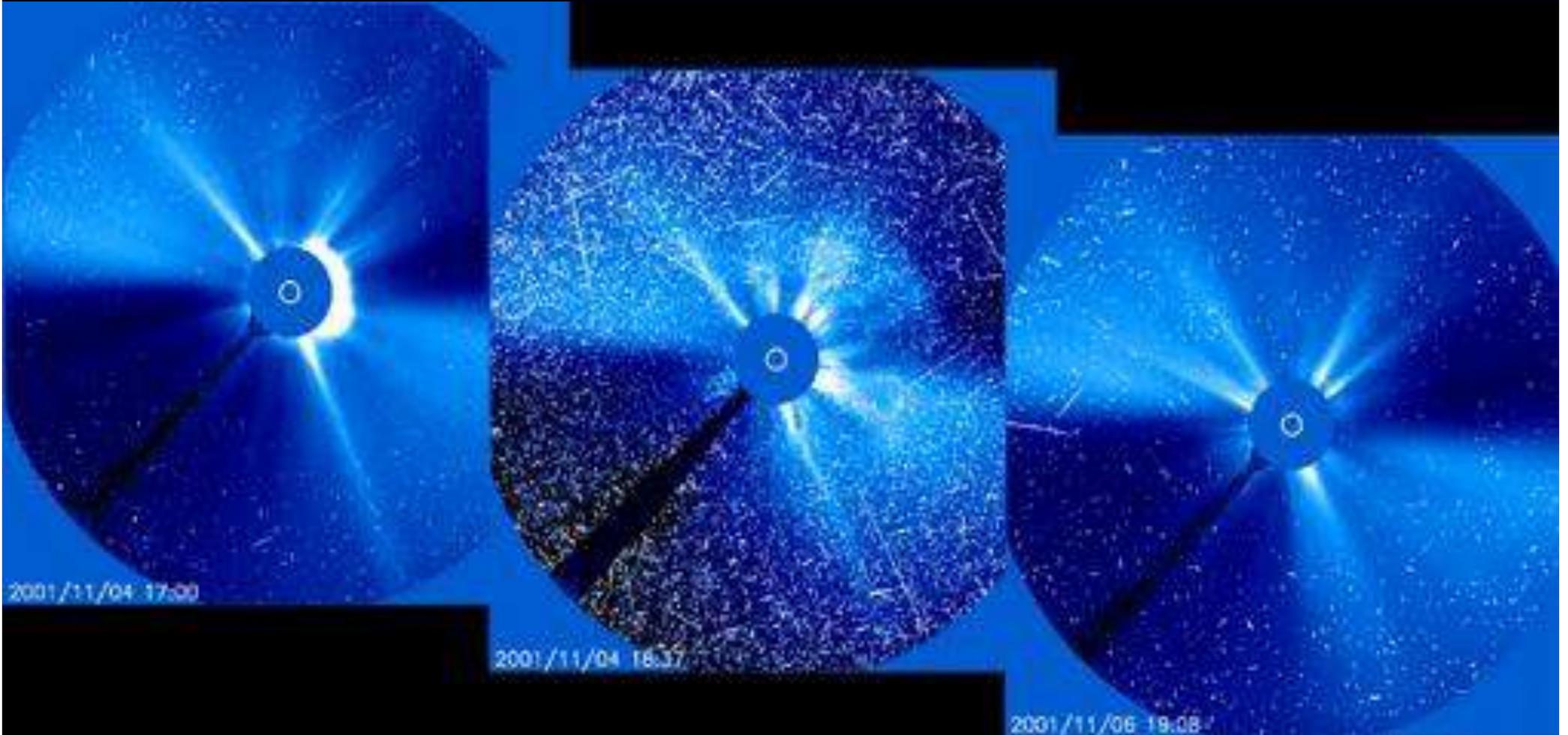


Vento solare: particelle emesse costantemente dal Sole nello spazio, spingono e modellano la magnetosfera della Terra – la Terra è immersa nell’atmosfera del Sole

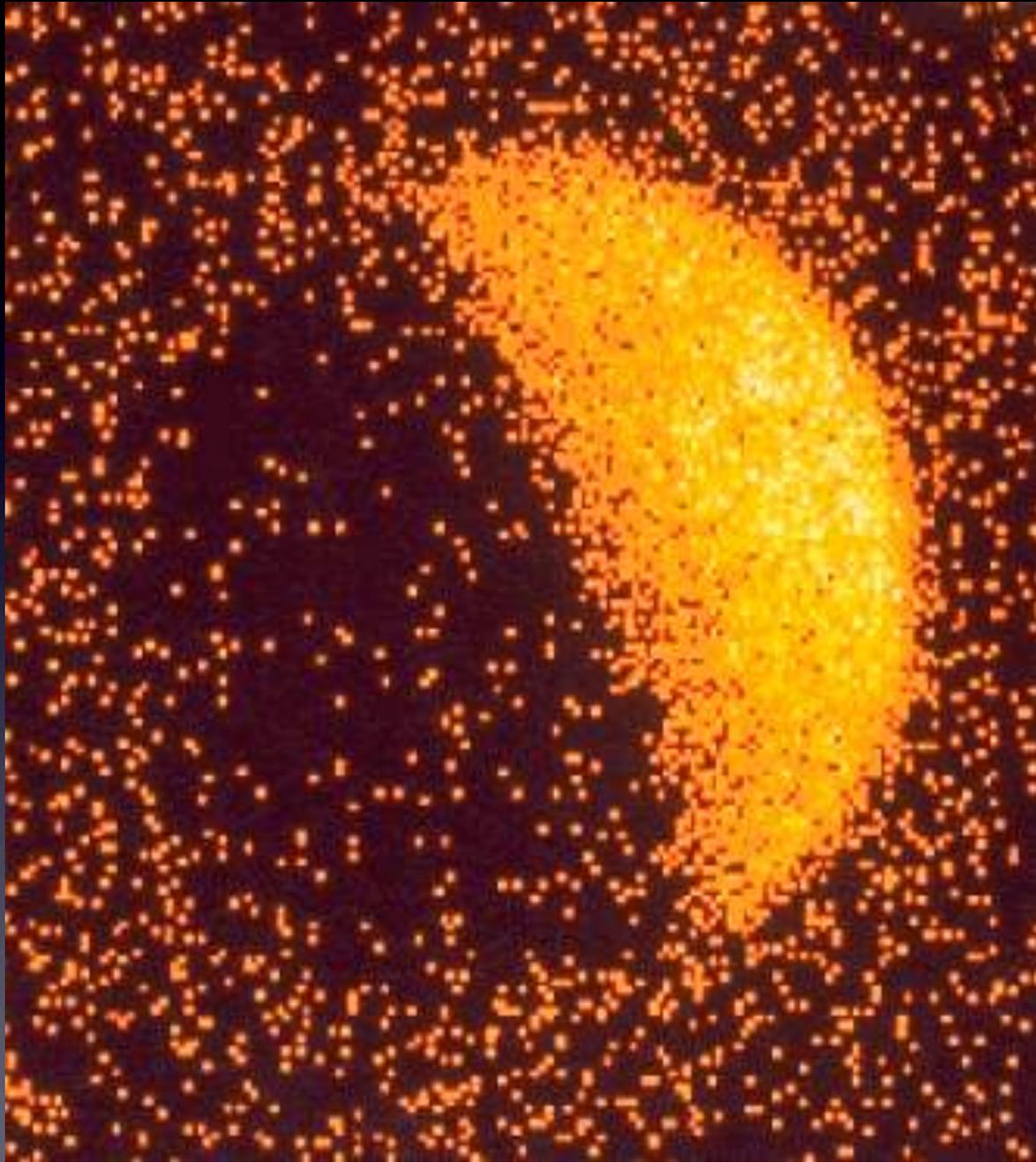




Evento di protoni ad alta energia associato a una CME (I protoni arrivano ancora sul satellite due giorni dopo)

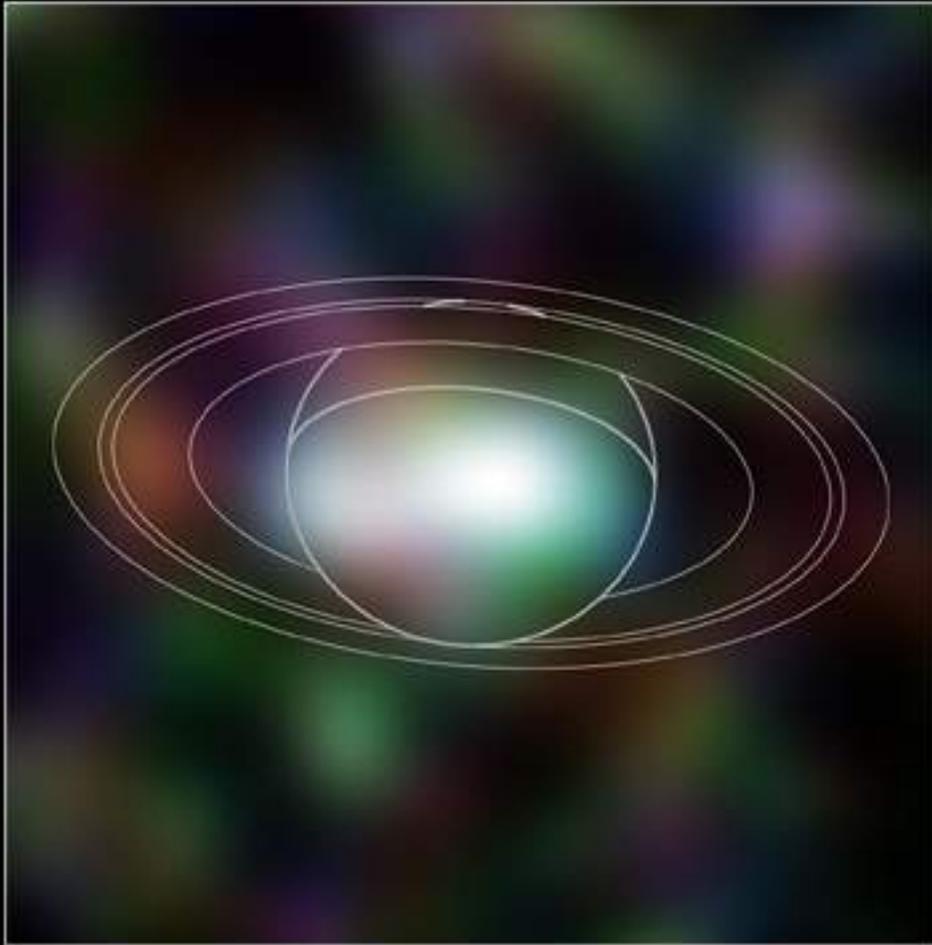


Il Sistema Solare...

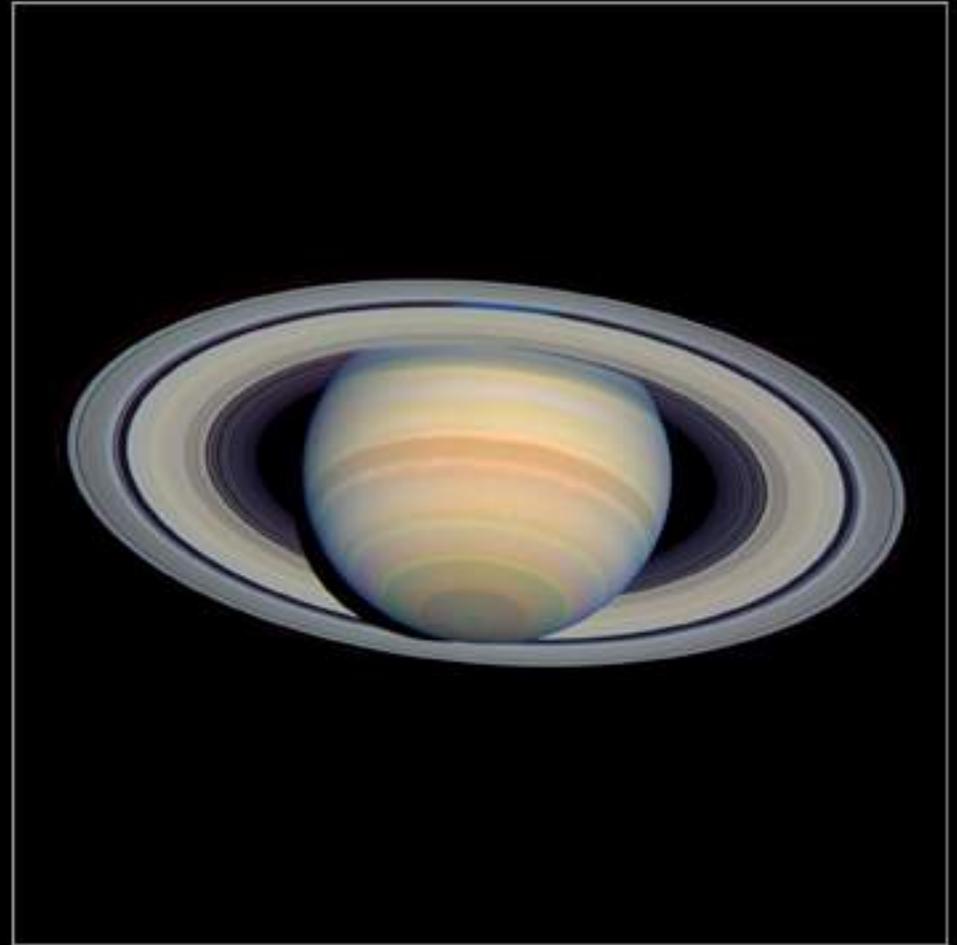


La Luna vista
da ROSAT

Saturno a 1.2 miliardi di chilometri dalla Terra

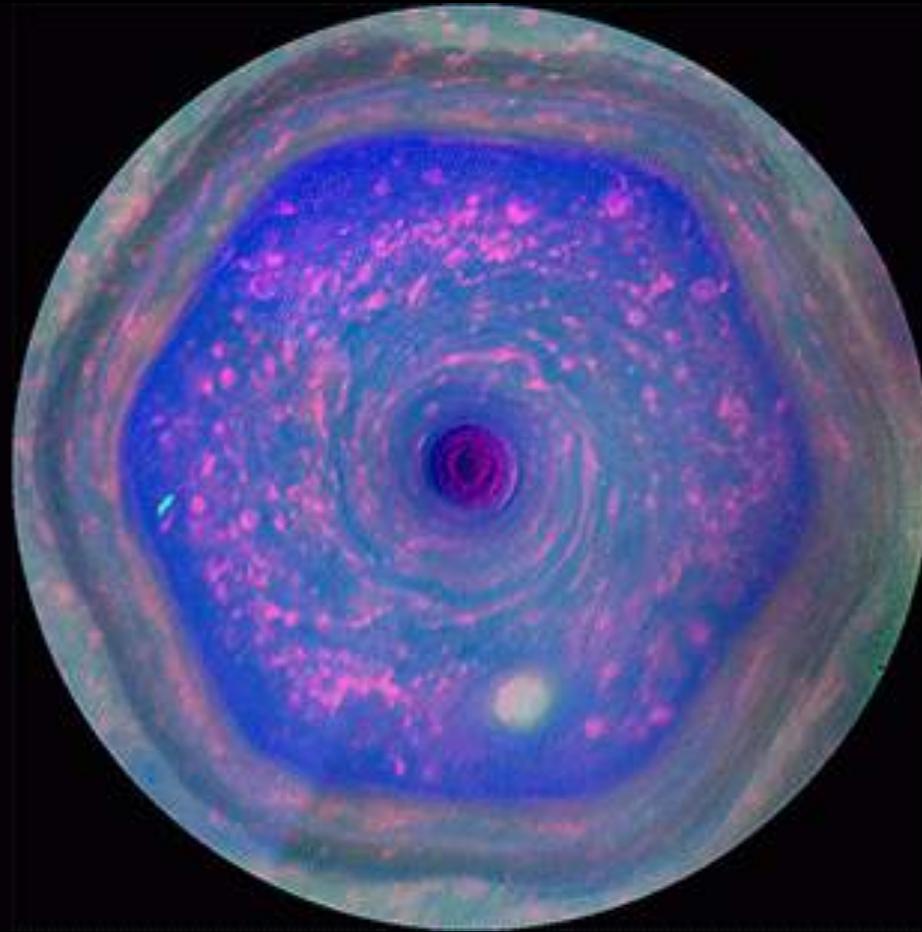


CHANDRA X-RAY



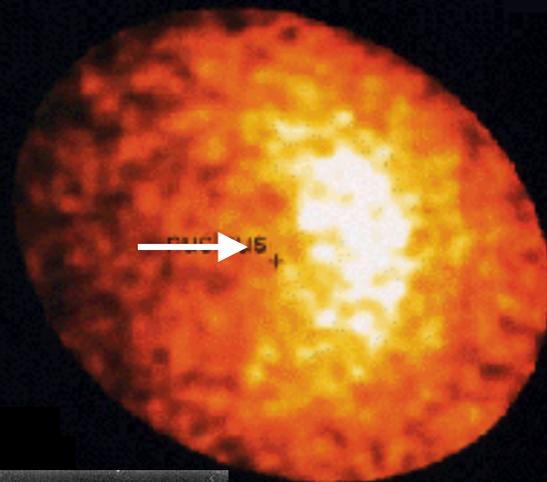
HST OPTICAL

L'esagono di Saturno



Cometa Hyakutake

Rosat HRI



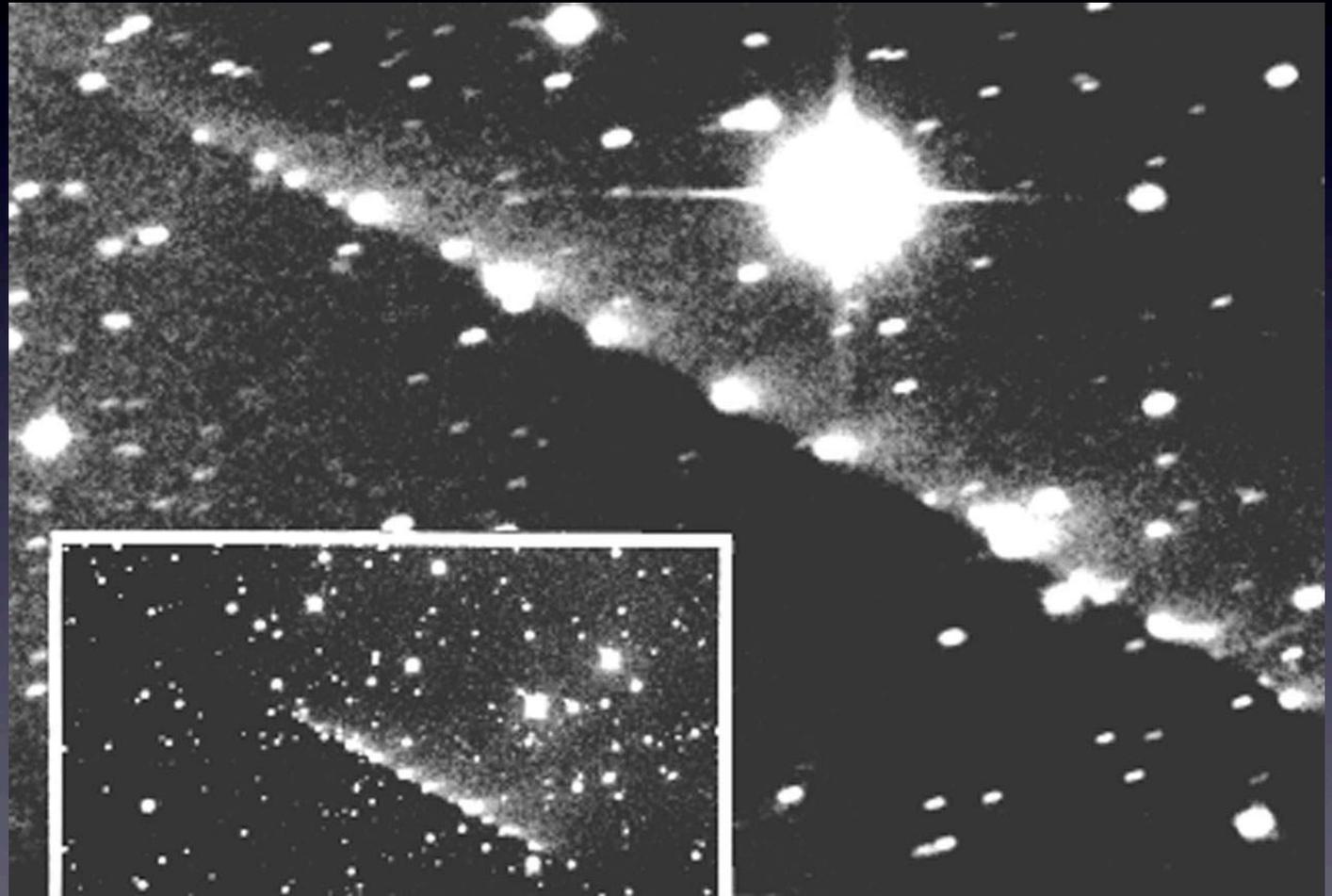
Sole

Moto della cometa

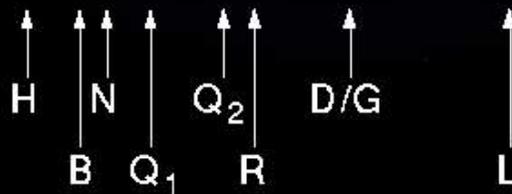


Cometa Shoemaker-Levy 9 su Giove

Luglio 1994



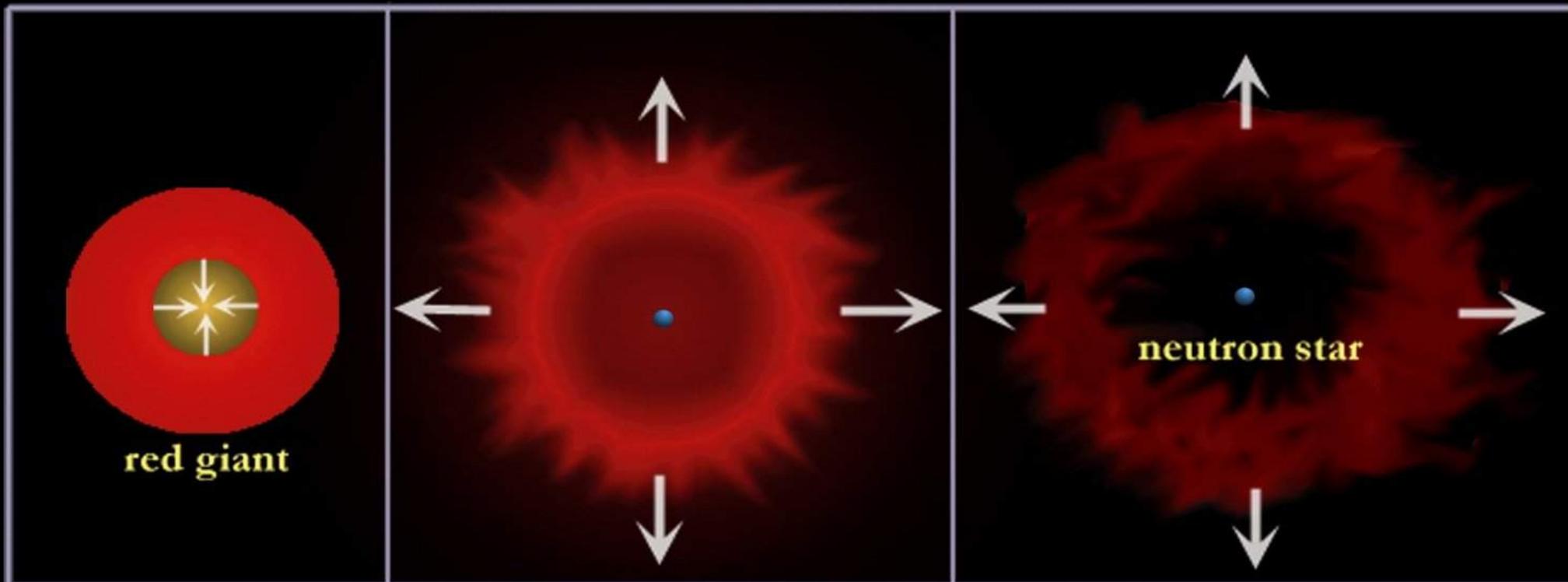
Jupiter in Ultraviolet



Hubble Space Telescope
Wide Field Planetary Camera 2

Stelle (attenzione: esplodono)...

Nascita di una stella a neutroni e di un resto di supernova

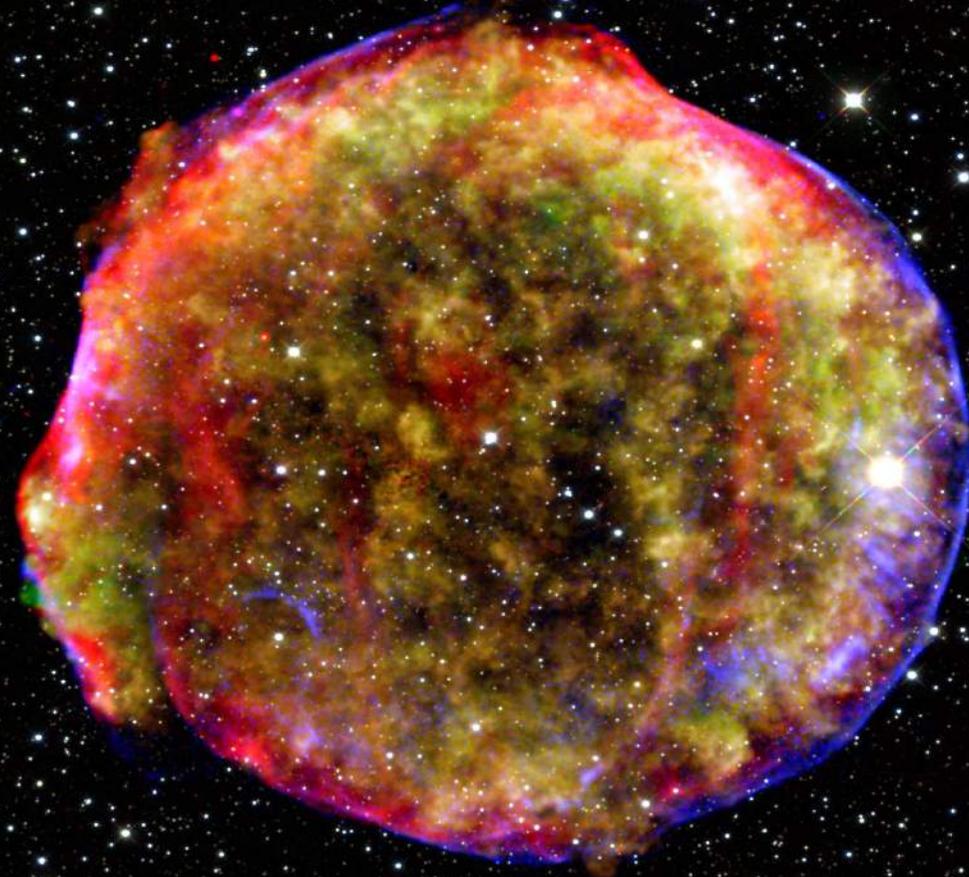


Core Implosion → Supernova Explosion → Supernova Remnant





Il resto di Supernova Cassiopea A



Il resto di Supernova Tycho (1572)

Resto di Supernova: Keplero (1604)



X-ray



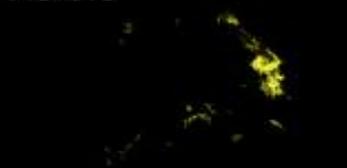
Chandra
X-ray Observatory

X-ray



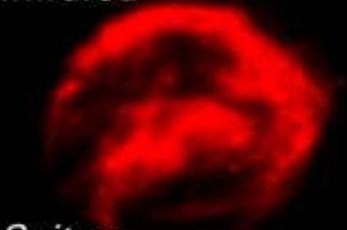
Chandra
X-ray Observatory

Visible

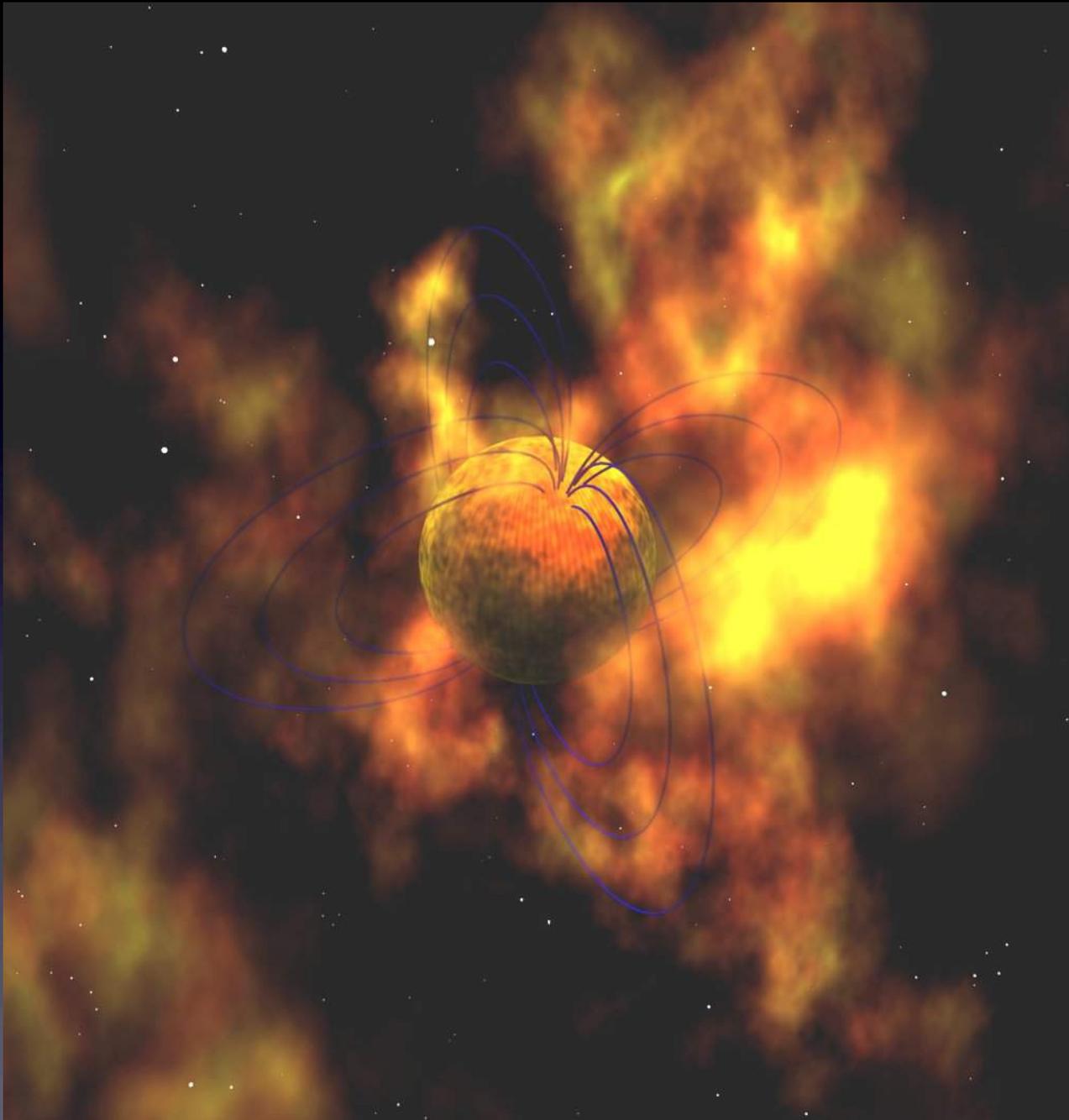


Hubble
Space Telescope

Infrared



Spitzer
Space Telescope

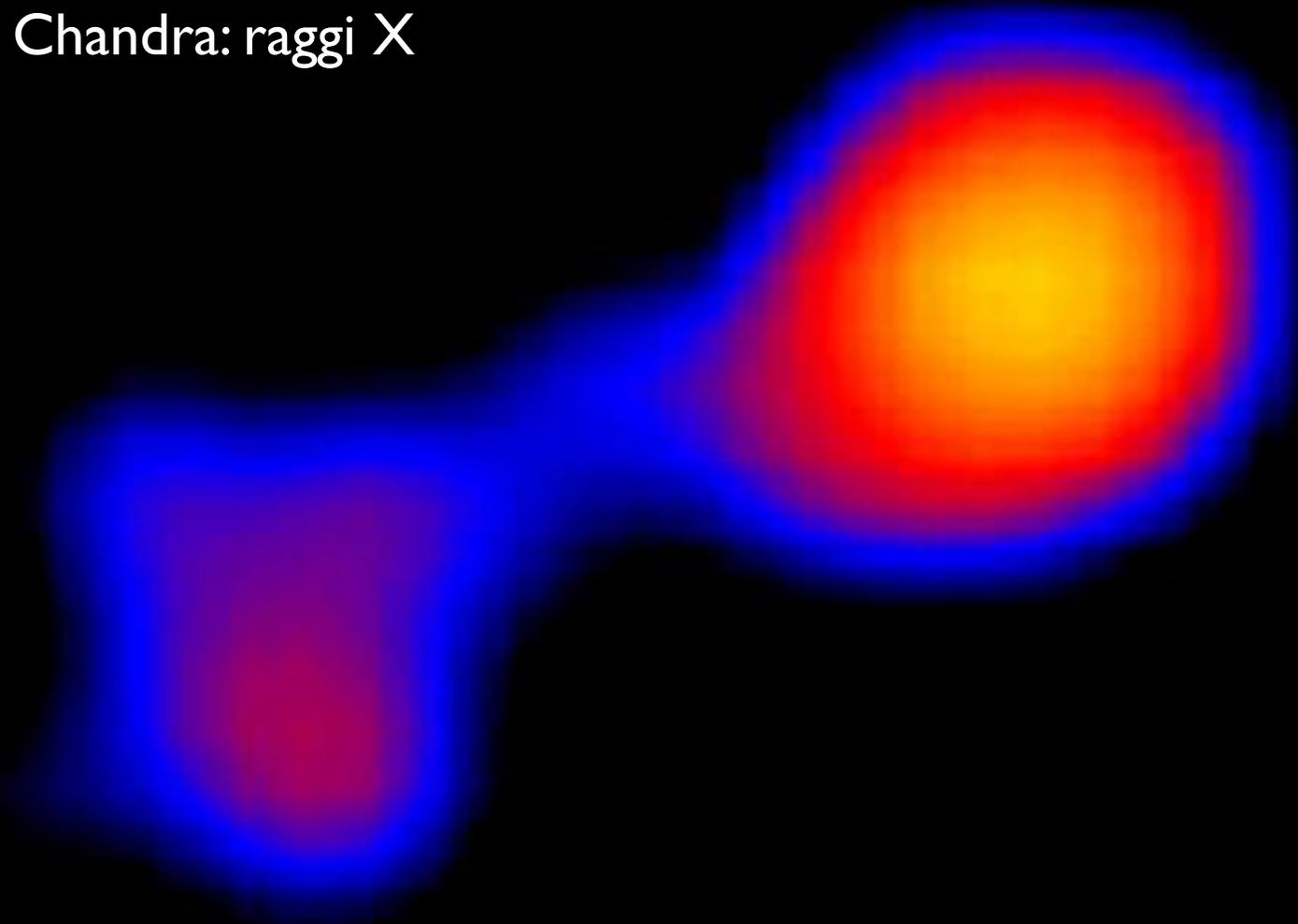


La stella di neutroni
superstite

I "pil creazioni



Chandra: raggi X



Lunga coda: 13 anni luce

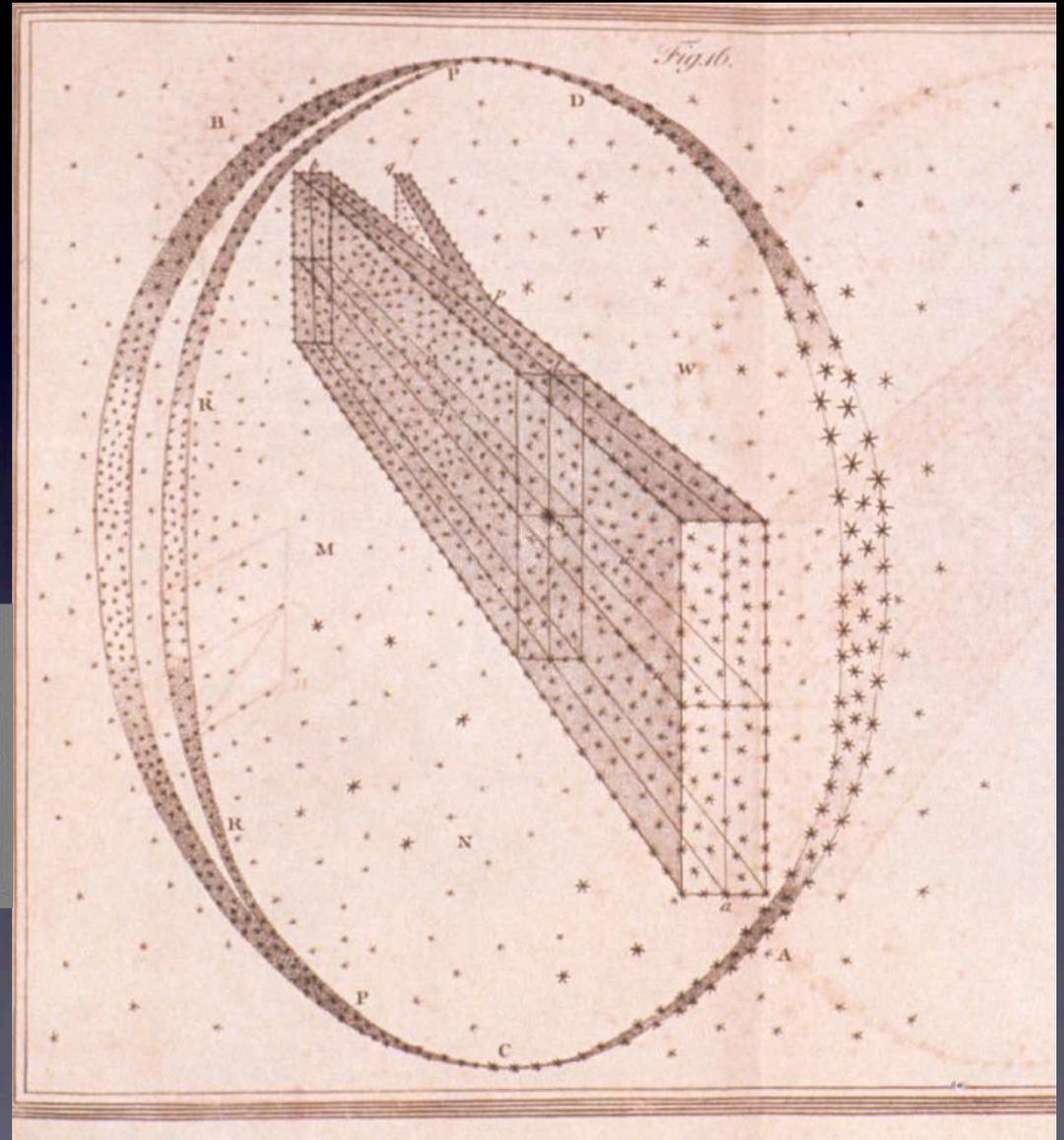
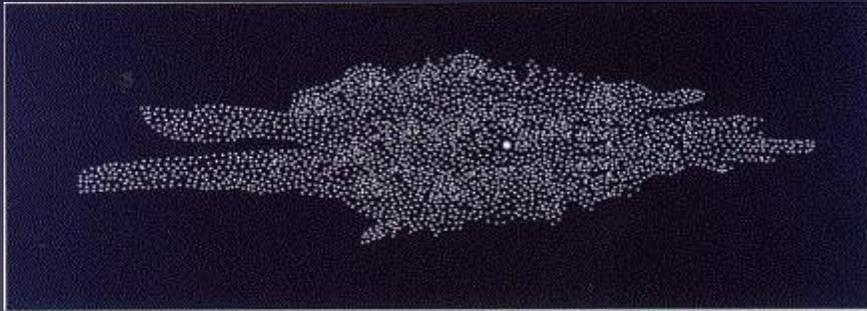


Figure 5

-2010: periodo di variabilità 332 giorni
rossa: stella vecchia che espelle materia
stella rispetto alla materia circostante (130 km/s)

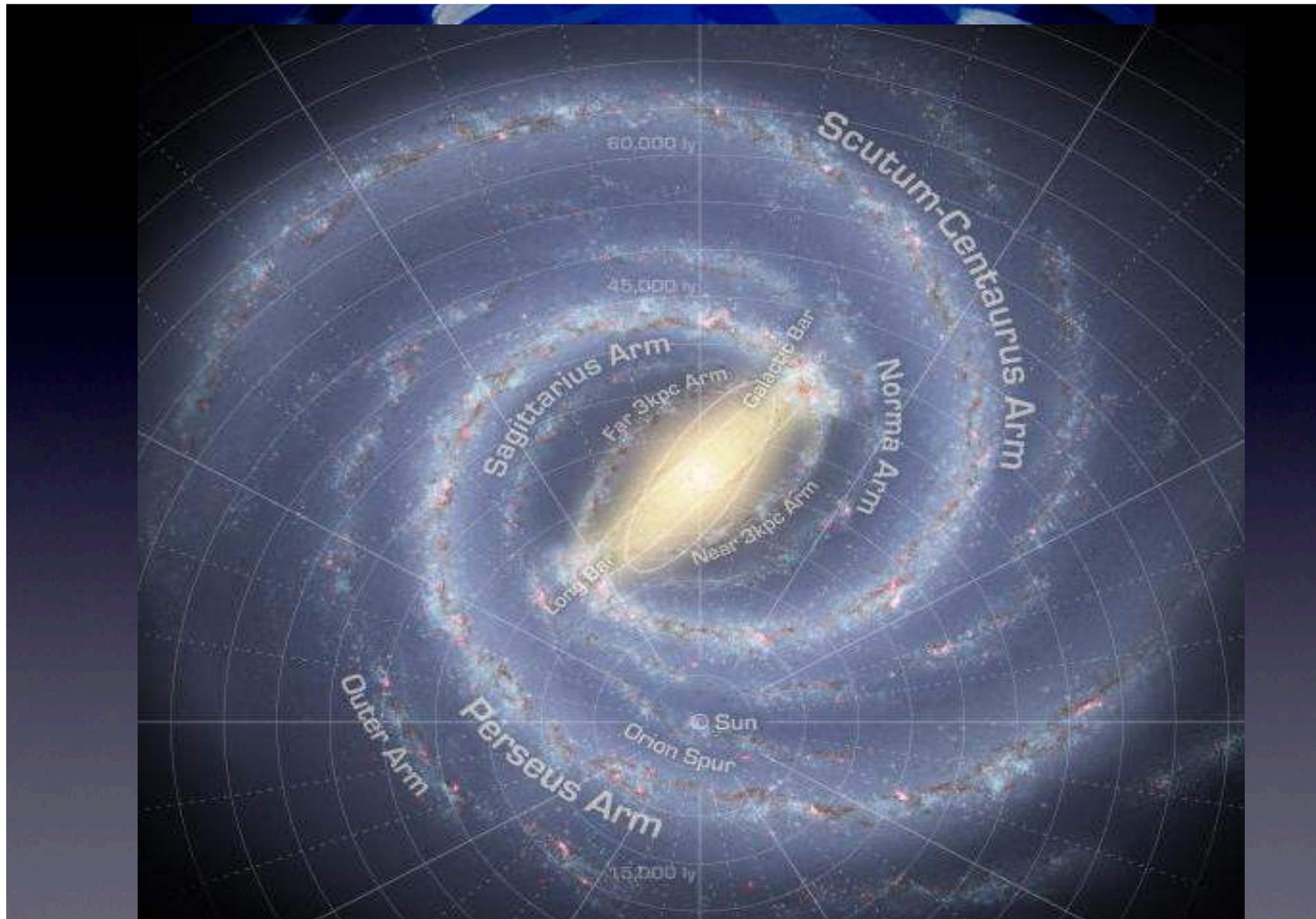
La Galassia...

La galassia di HERSCHEL (1785)

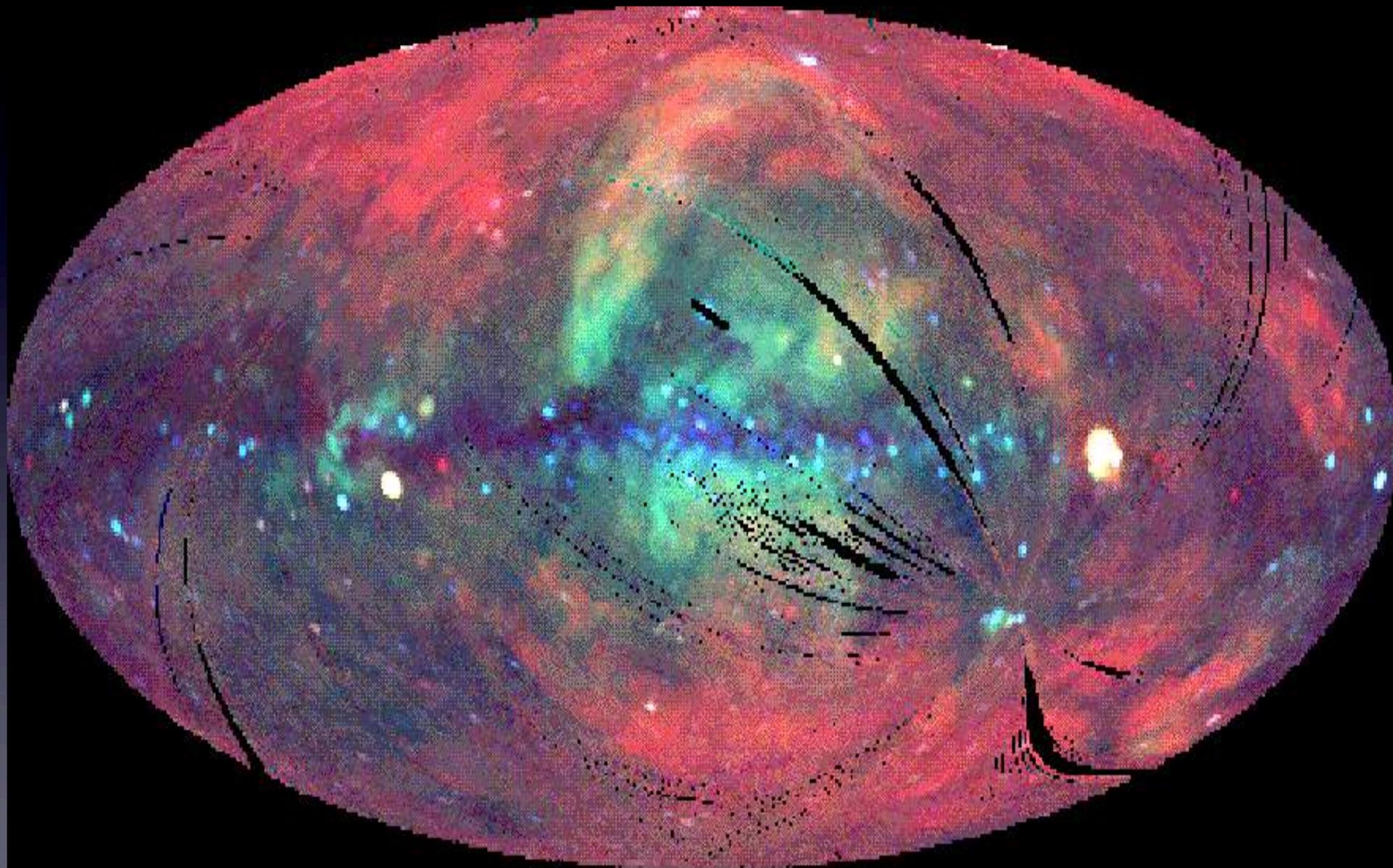




Il centro della Via Lattea, nella costellazione del Sagittario



Il cielo X visto dal satellite ROSAT

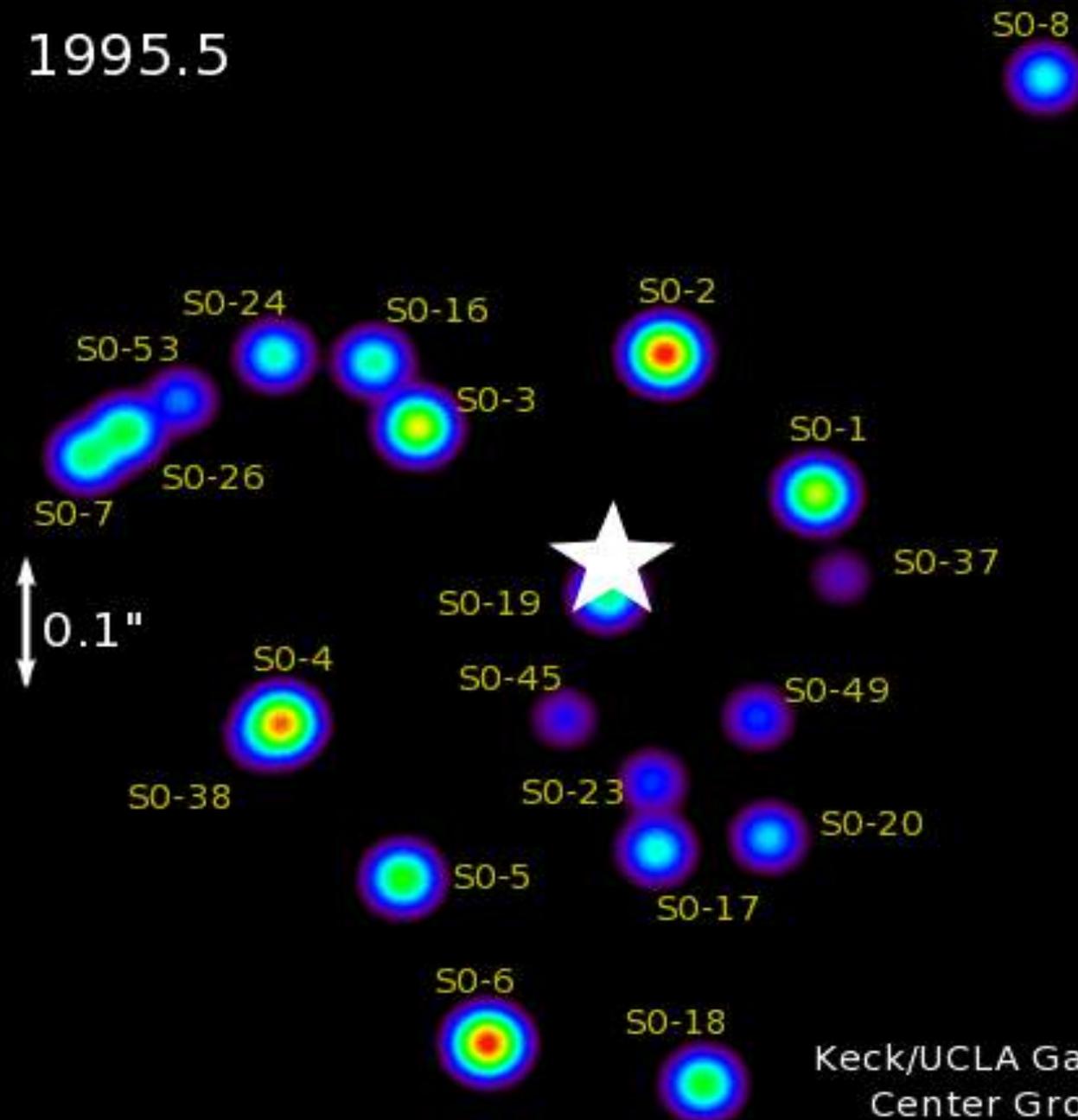


Milky Way Center

Composite



1995.5



Keck/UCLA Galactic
Center Group

Massa del Buco Nero

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$p^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$$

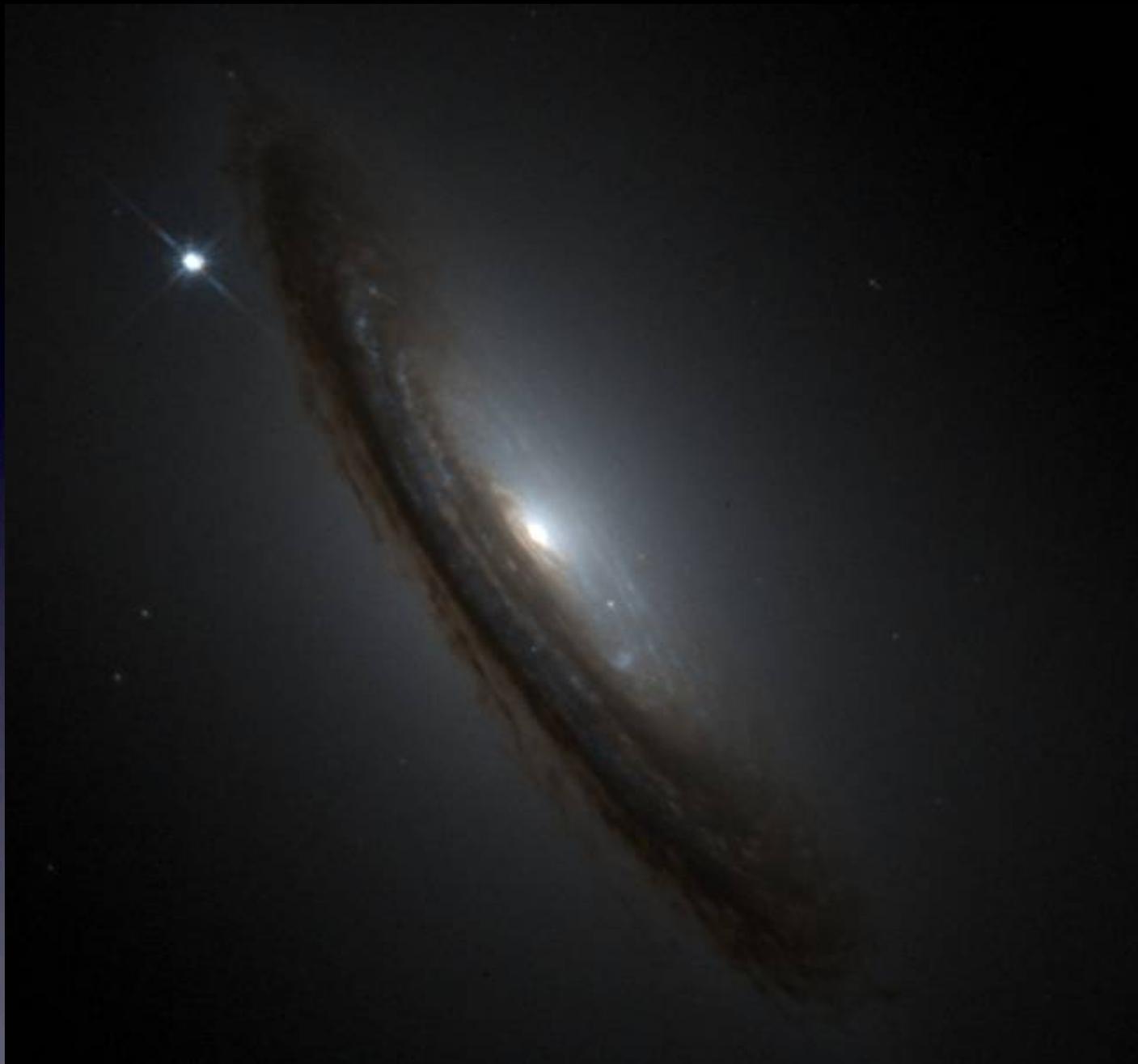
3^a legge di Keplero

$$M =$$

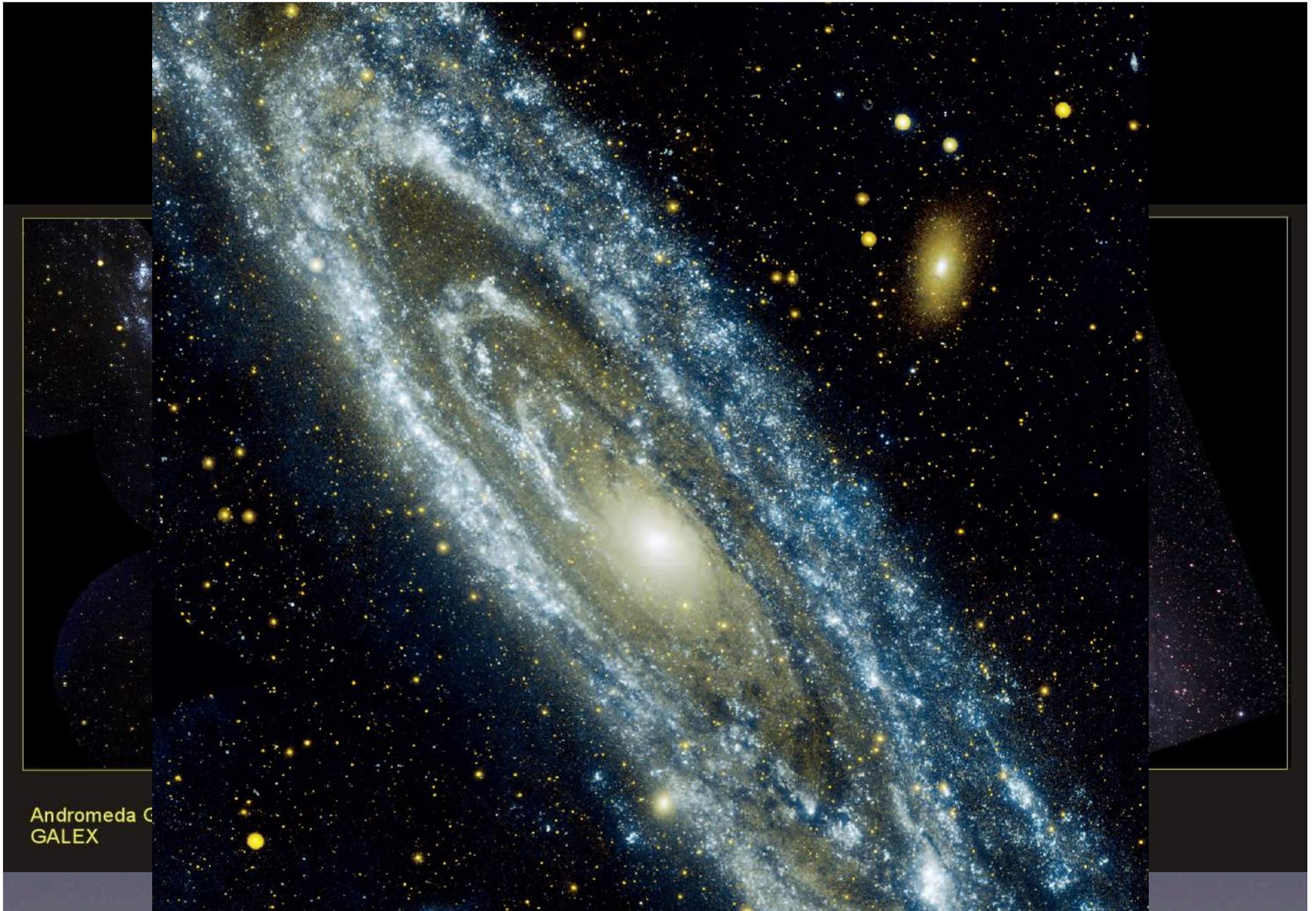
4 milioni di volte la
massa del Sole

Le altre Galassie...



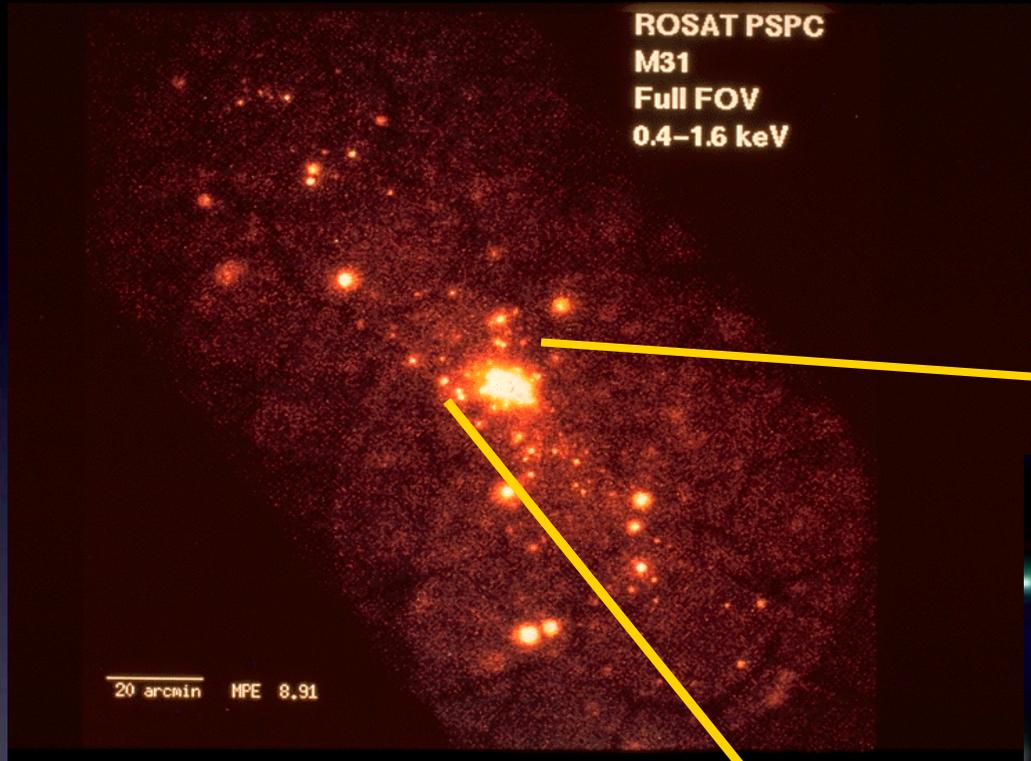






Andromeda C
GALEX

Andromeda



M31



Sombrero



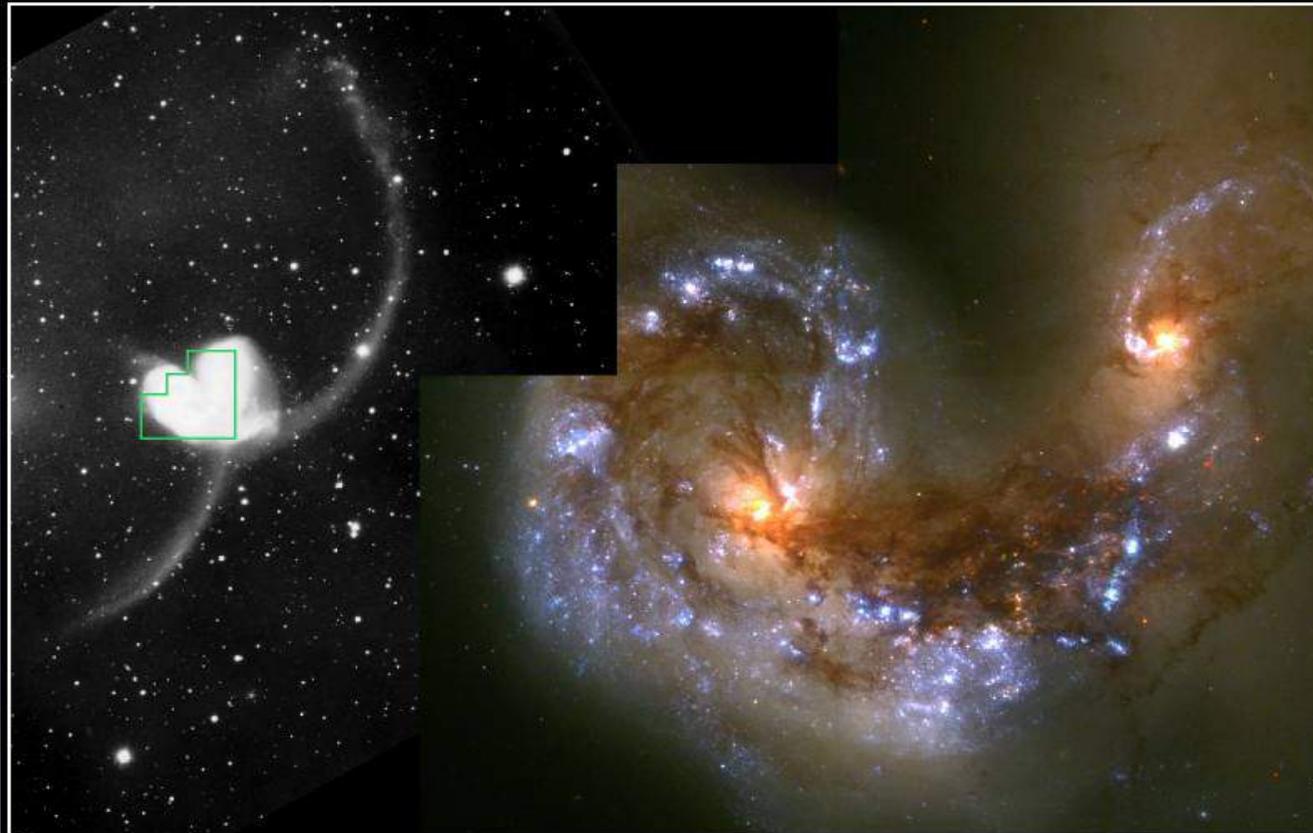
Spirali in Incontri Ravvicinati

Galaxies NGC 2207 and IC 2163



Hubble
Heritage

Le “Antenne”

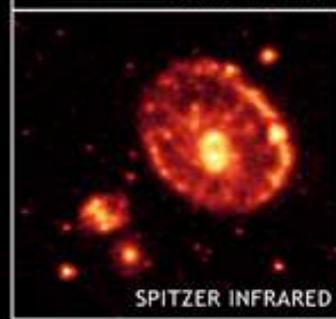
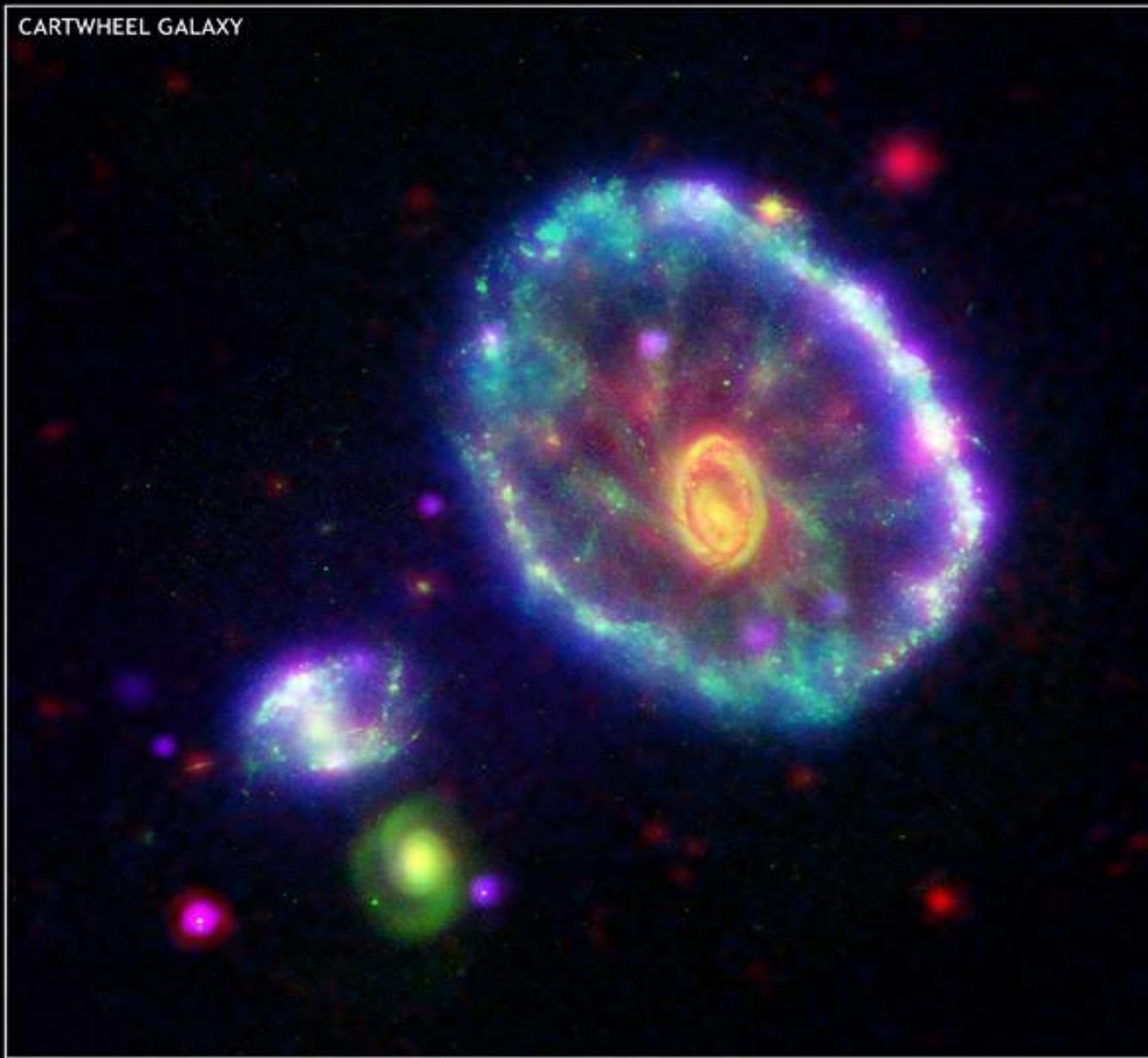


Colliding Galaxies NGC 4038 and NGC 4039

HST • WFPC2

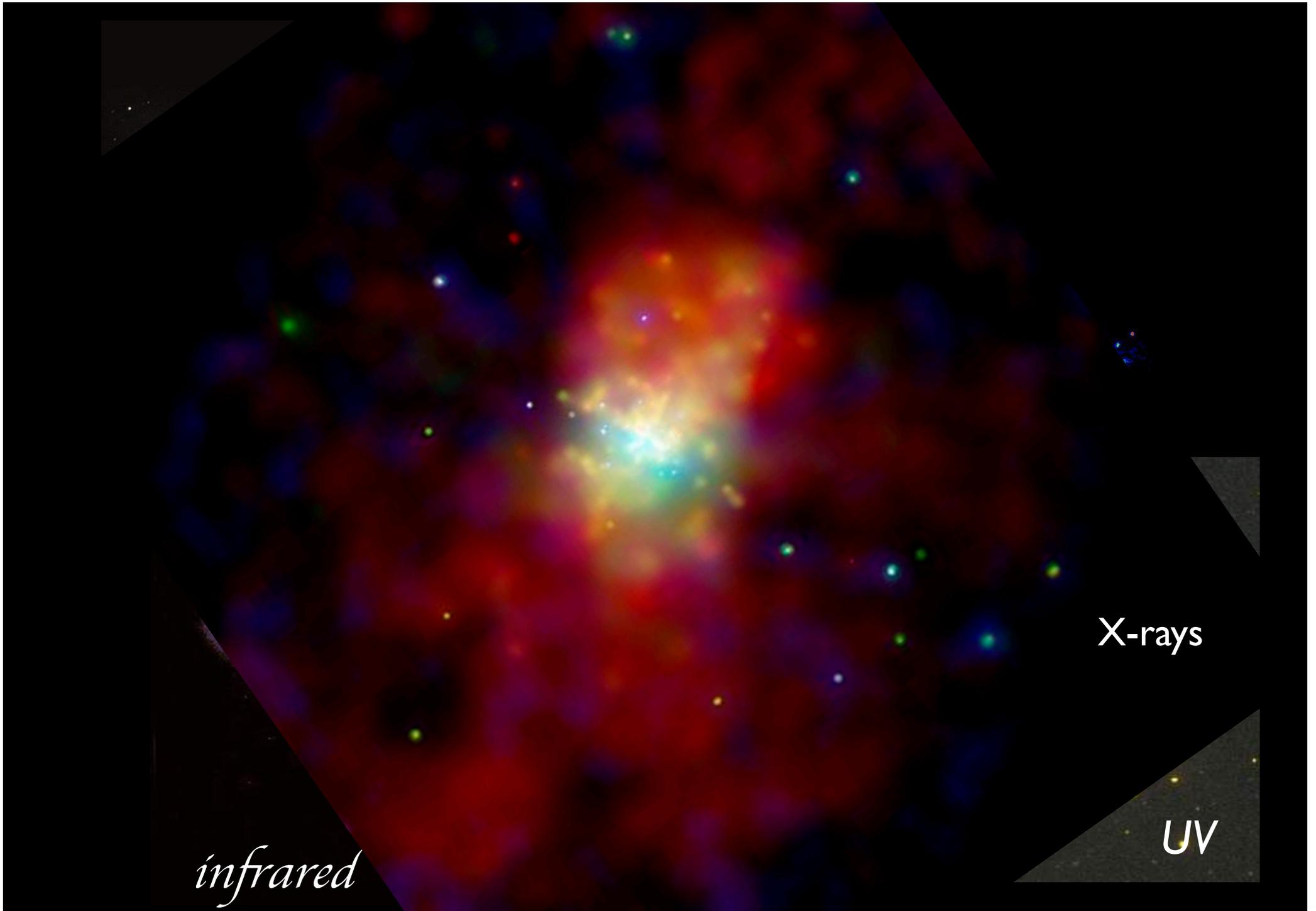
PRC97-34a • ST ScI OPO • October 21, 1997 • B, Whitmore (ST ScI) and NASA

RUOTA DI CARRO: Risultato dello scontro con un'altra galassia vicina

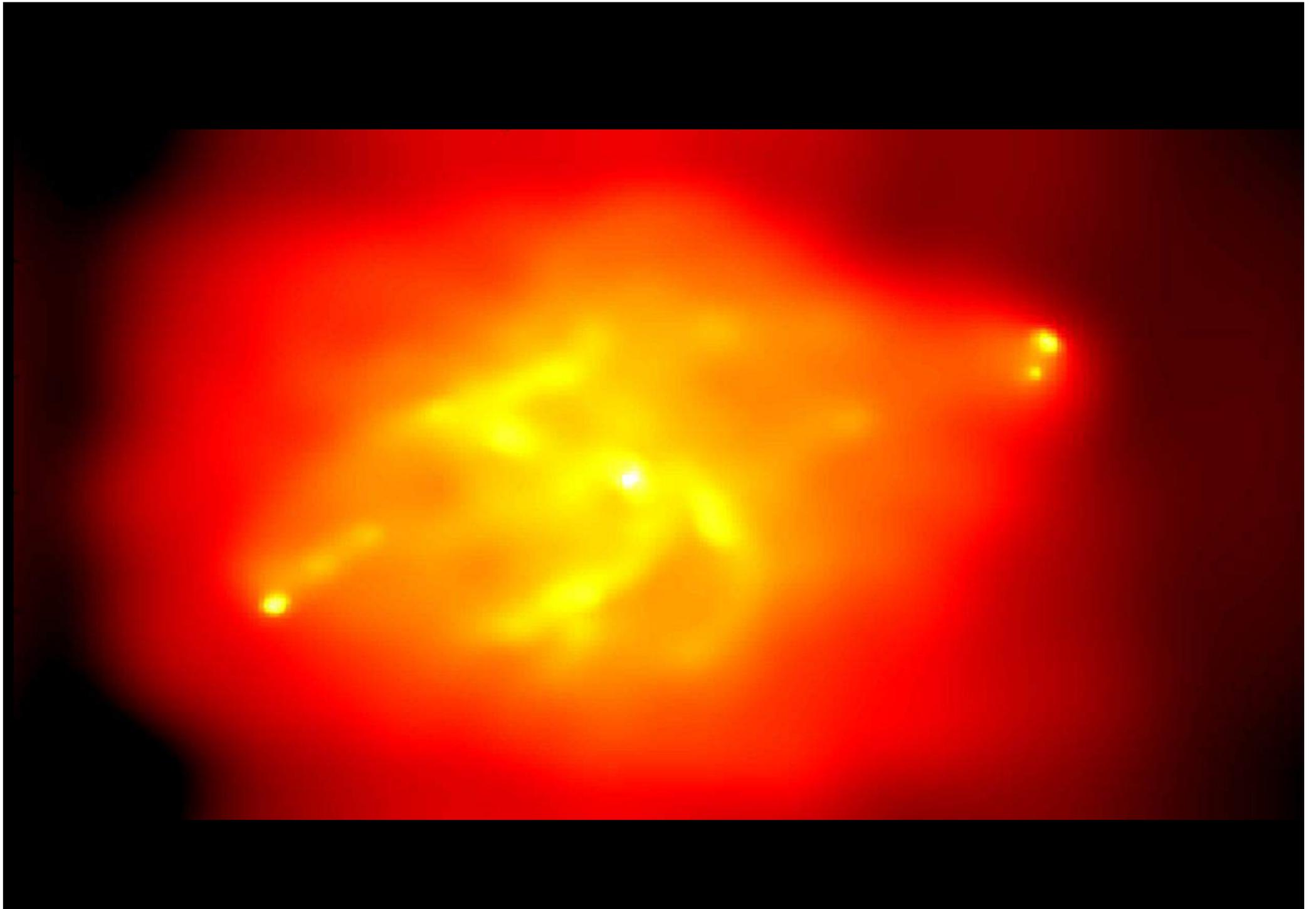




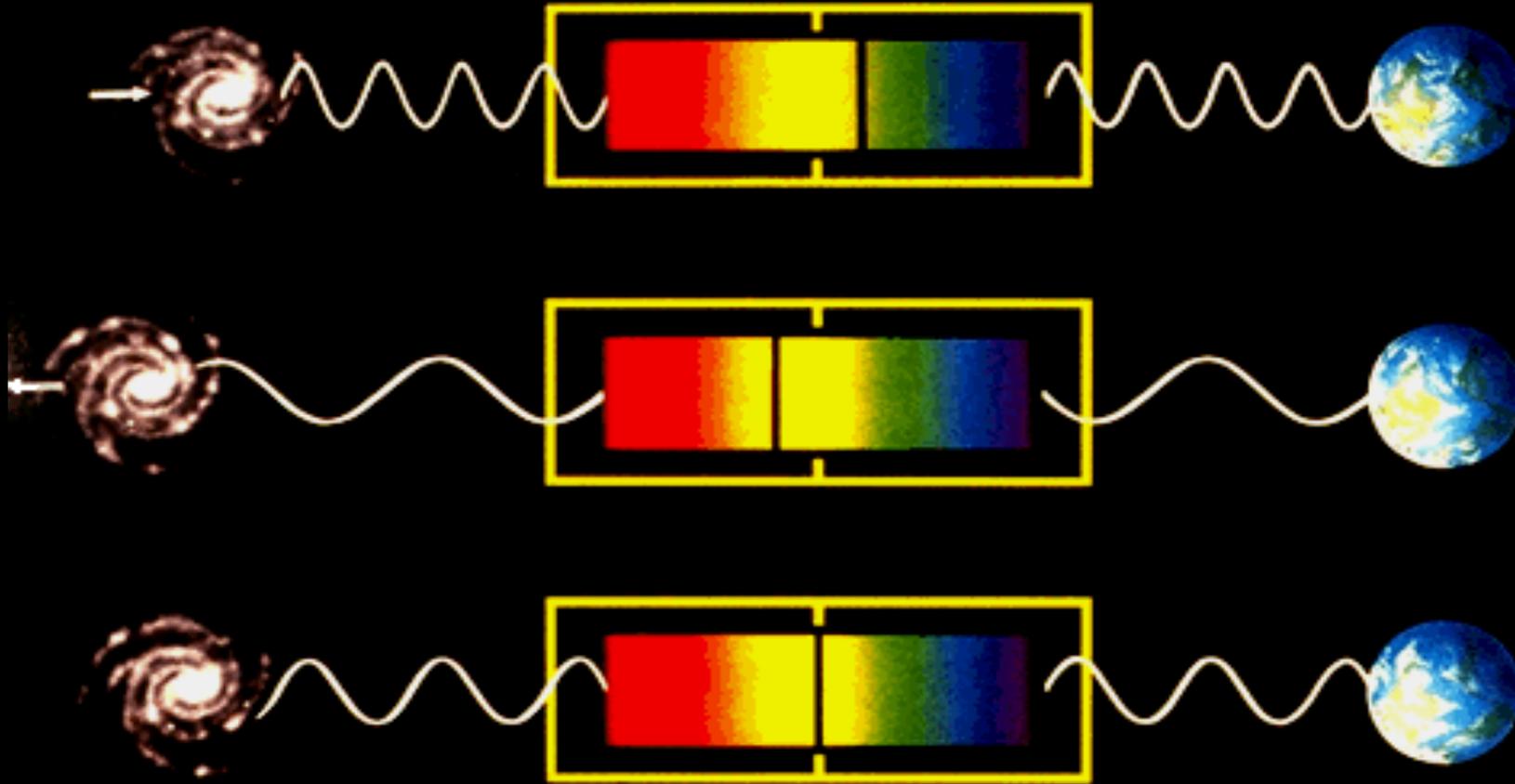




Le Galassie attive...



La radiazione di una stella che si avvicina alla terra è più blu



La radiazione di una stella che si allontana dalla terra è più rossa

M87

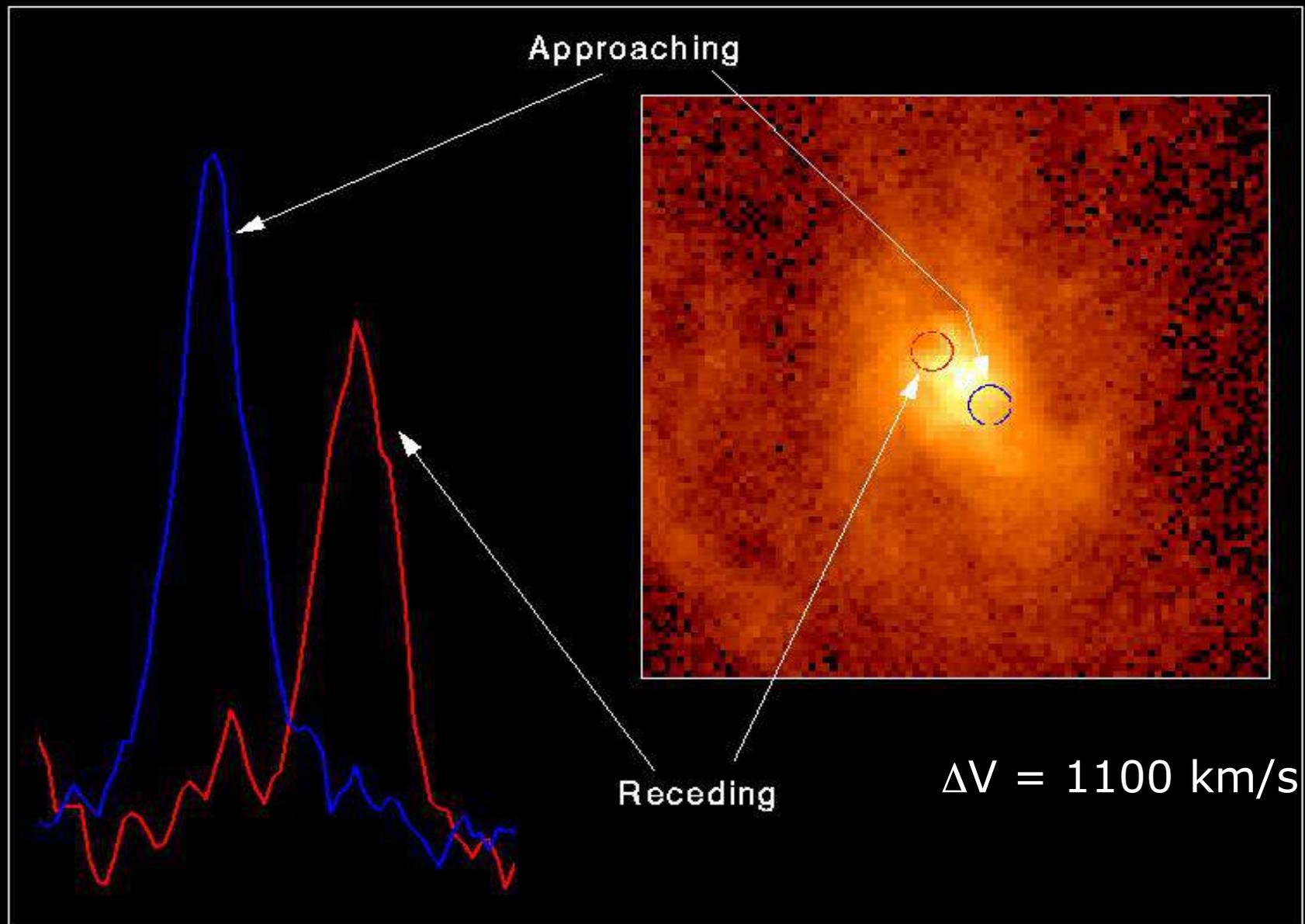


In the elliptical galaxy M87 we see a bright nucleus and a jet

In UV light the jet is much brighter than the entire galaxy



Spectrum of Gas Disk in Active Galaxy M87



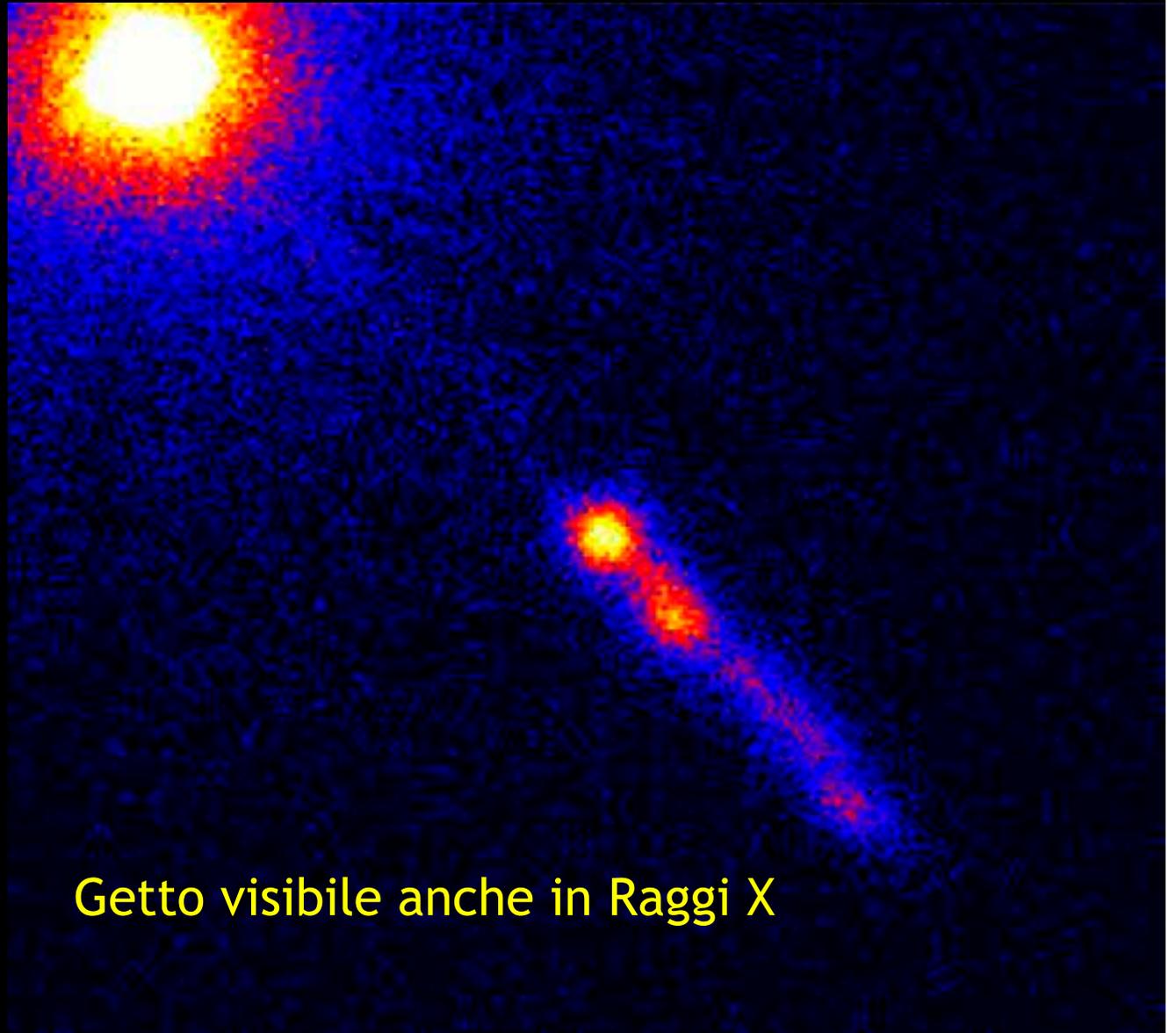
Hubble Space Telescope • Faint Object Spectrograph

3C273

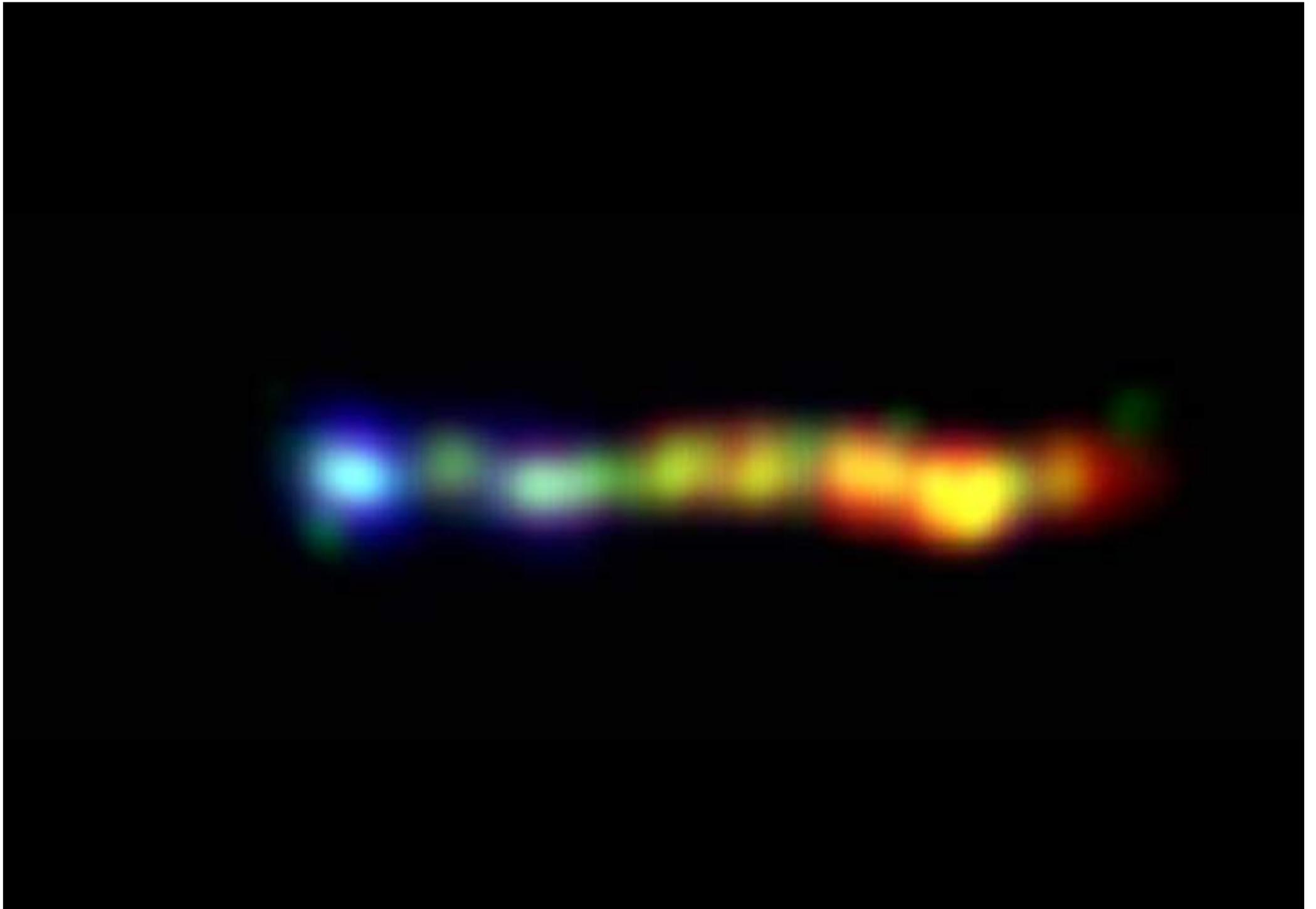
Uno dei più vicini, a 3 miliardi di anni luce

È 1000 volte troppo debole per essere visto a occhio nudo

La luminosità è 12 ordini di grandezza (1 con 12 zeri) maggiore di quella del Sole



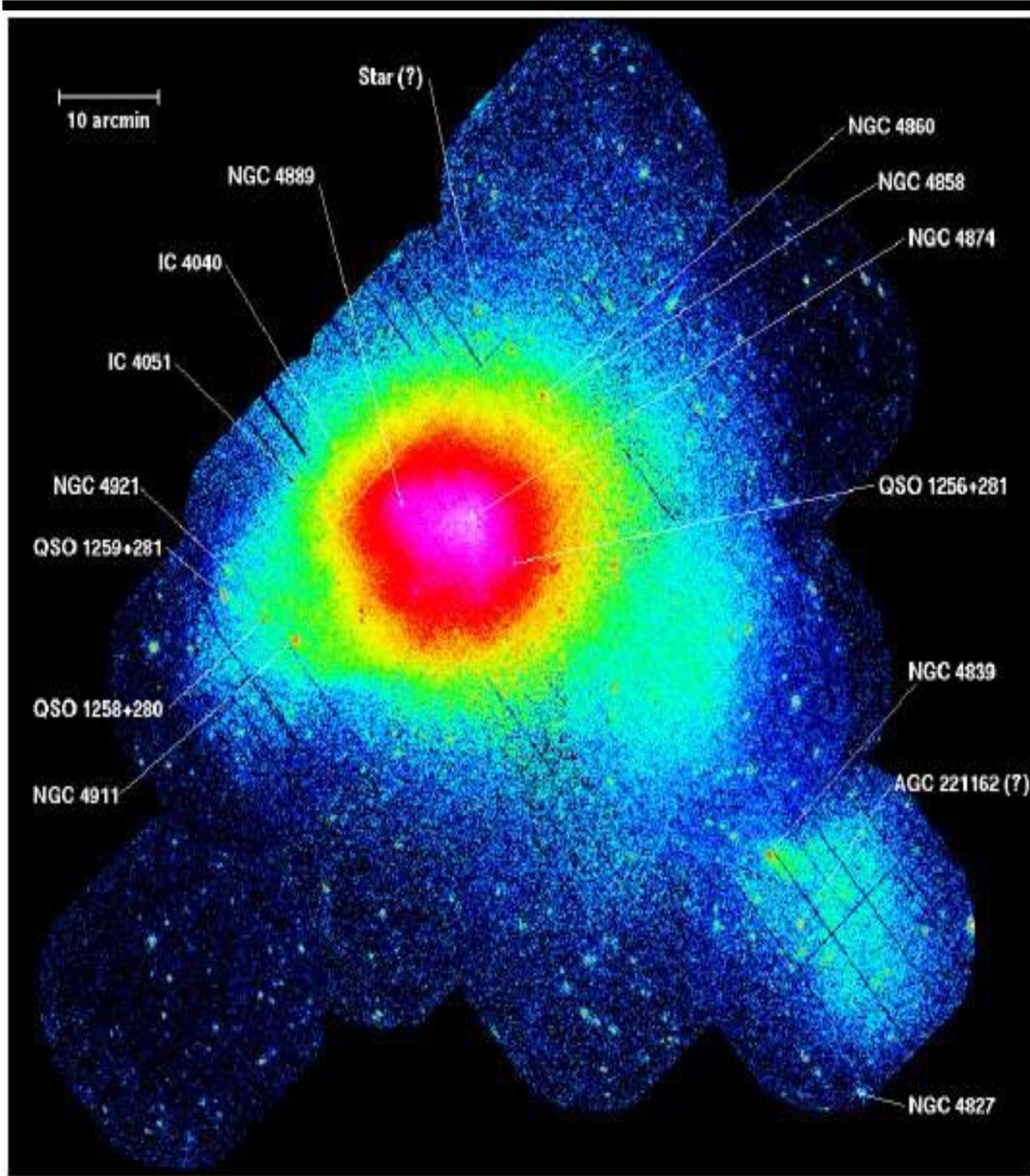
Getto visibile anche in Raggi X



L'emissione di raggi X dagli ammassi di galassie



L'ammasso
della Fornace
(visibile+raggi X)



L'ammasso della Chioma visto da XMM- Newton

immagine
in raggi X

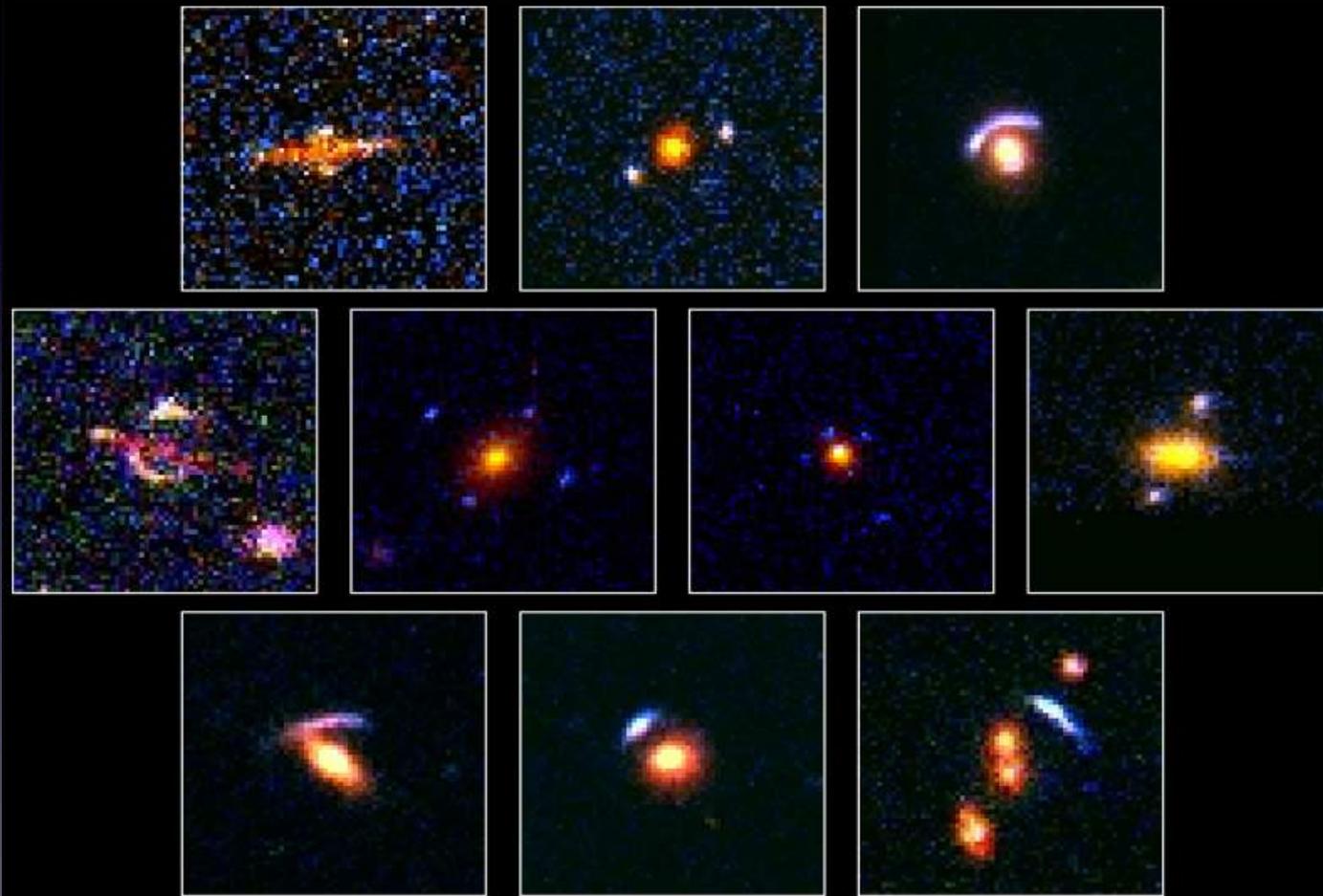


Ma cosa c'è nell'Universo?

IE 0657-56: il "Bullet Cluster"

X-rays (rosso)
Massa (blu)
Luce visibile

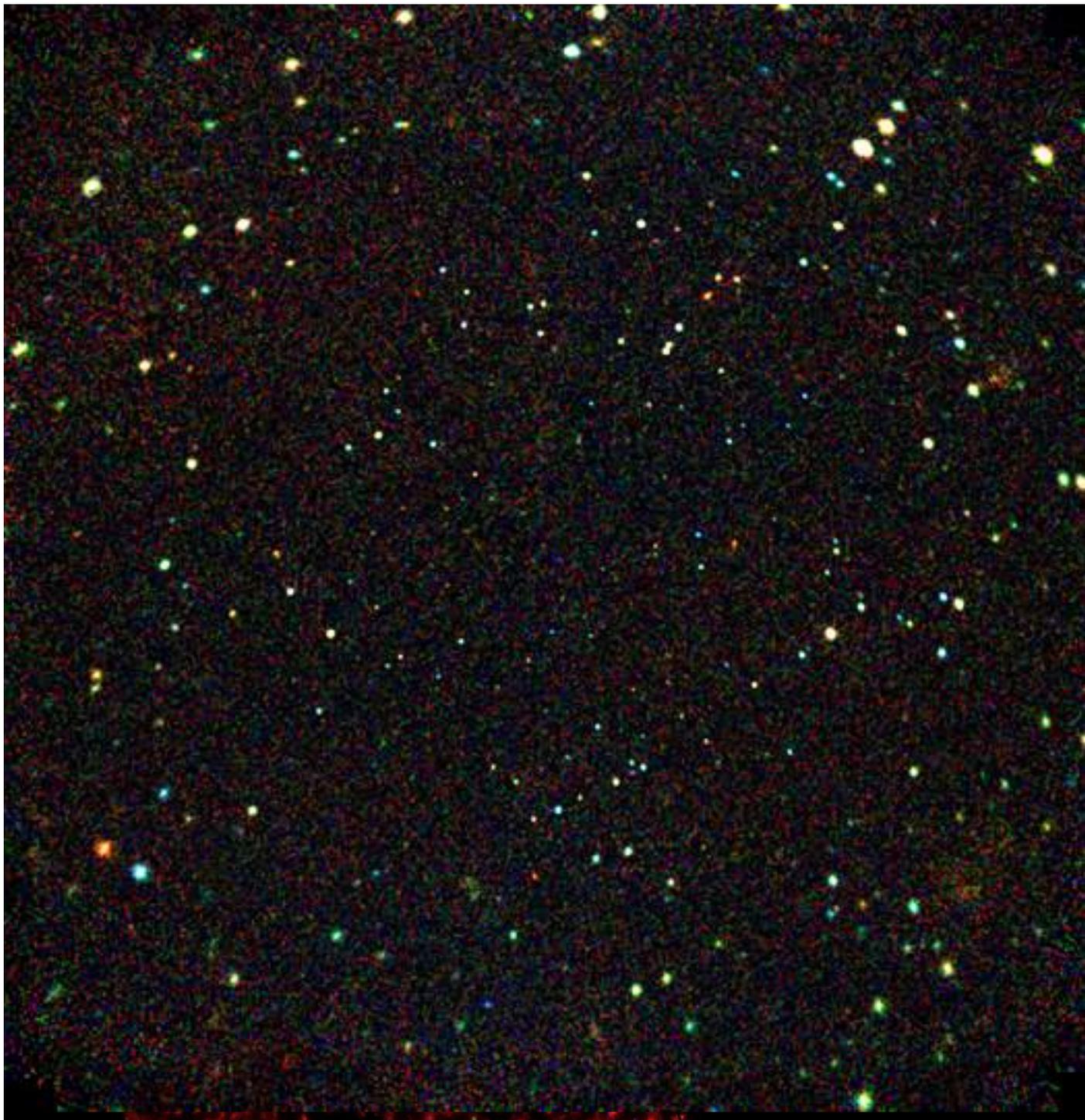
Massa che non si vede ma c'è..



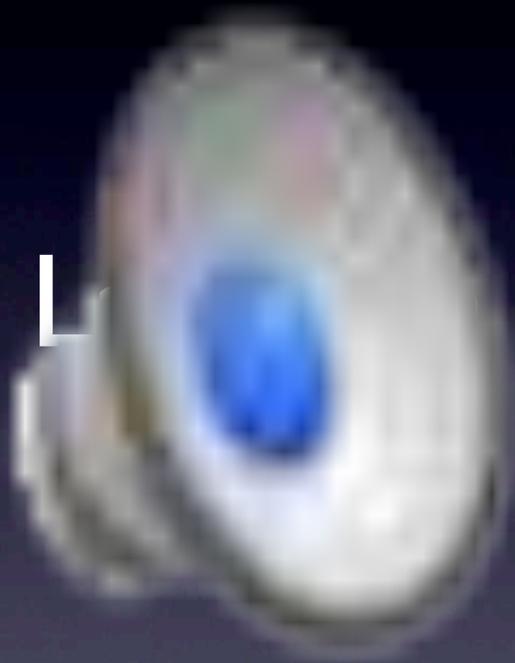
Gallery of Gravitational Lenses

PRC99-18 • STScI OPO • K. Ratnatunga (Carnegie Mellon University) and NASA

HST • WFPC2



Uno sguardo alle
profondità
del cosmo
con XMM-Newton
e Chandra





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

2015 INTERNATIONAL YEAR OF LIGHT
AND LIGHT-BASED TECHNOLOGIES



Ma la scienza come funziona?

(...) La funzione creatrice dell'immaginazione appartiene all'uomo comune, allo scienziato, al tecnico; è essenziale alle scoperte scientifiche come alla nascita dell'opera d'arte; è addirittura condizione necessaria della vita quotidiana...

Grammatica della fantasia
Gianni Rodari
Piccola Biblioteca Einaudi

Si ringrazia per le immagini:

ESA XMM-Newton

NASA Chandra

ESO

Wikipedia

AUI inc

NRAO

tanti colleghi