Istituto Nazionale di Astrofisica

Osservatorio astronomico di Brera

INAF
ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS

Universo in fiore

Introduzione all’astronomia

Ilaria Arosio

Ilaria.arosio@brera.inaf.it

INAF-Osservatorio Astronomico di Brera

9 ottobre 2013

Fondato intorno al 1762,
l’OAB è la più antica istituzione di ricerca scientifica di Milano

OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO
ISTITUTO DI FISICA DELLO SPAZIO INTERPLANETARIO DI TORINO
TORINO
OSSERVATORIO ASTROFISICO DI ARCETRI (FI)

ASTRONOMICO DI CAPODIMONTE (NA)
ATANIA
OSSERVATORIO ASTROFISICO DI CATANIA
O DI PALERMO
STROFISICA
ICA COSMICA

Subaru – Gia

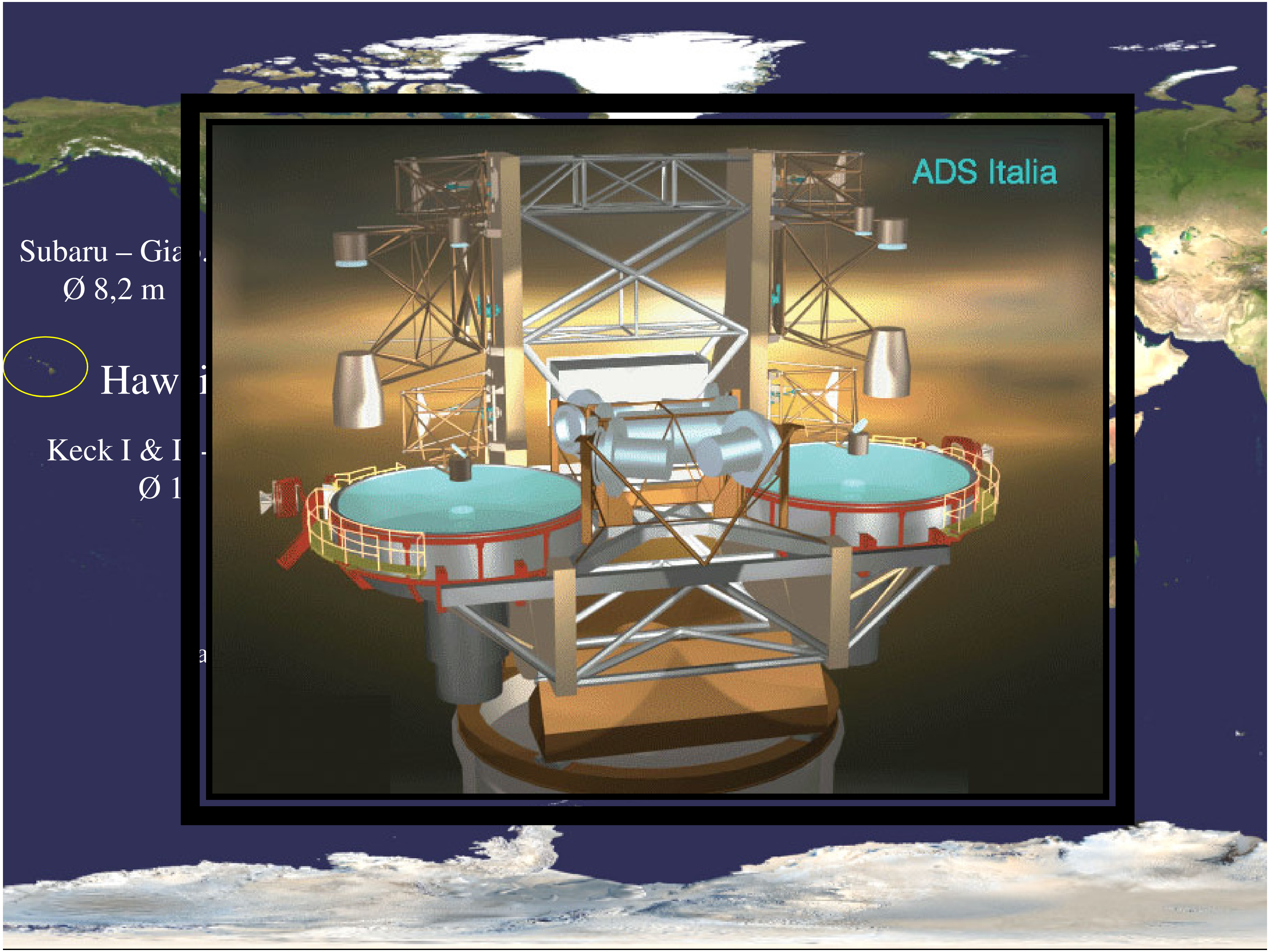
Ø 8,2 m

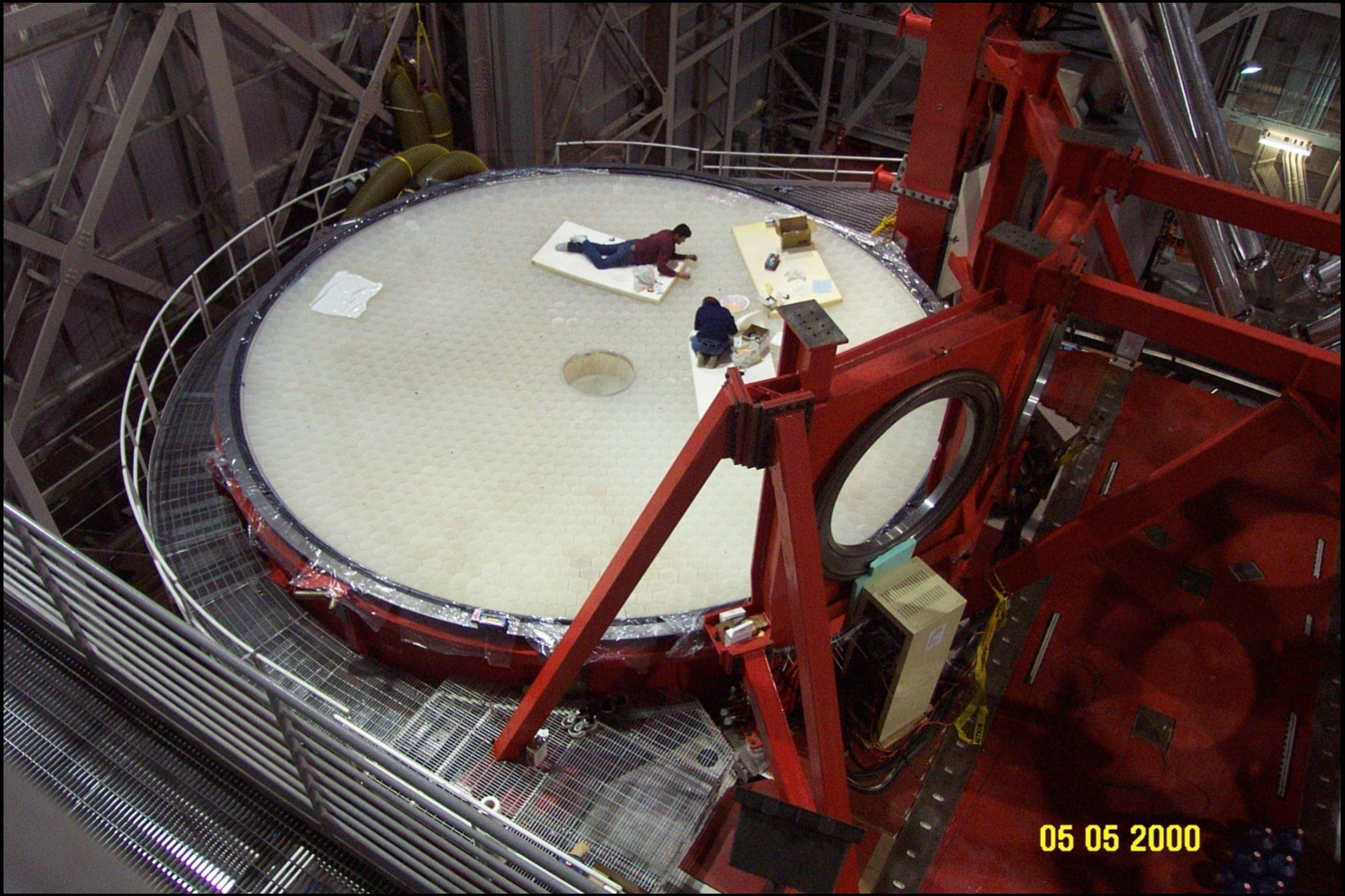
Haw i

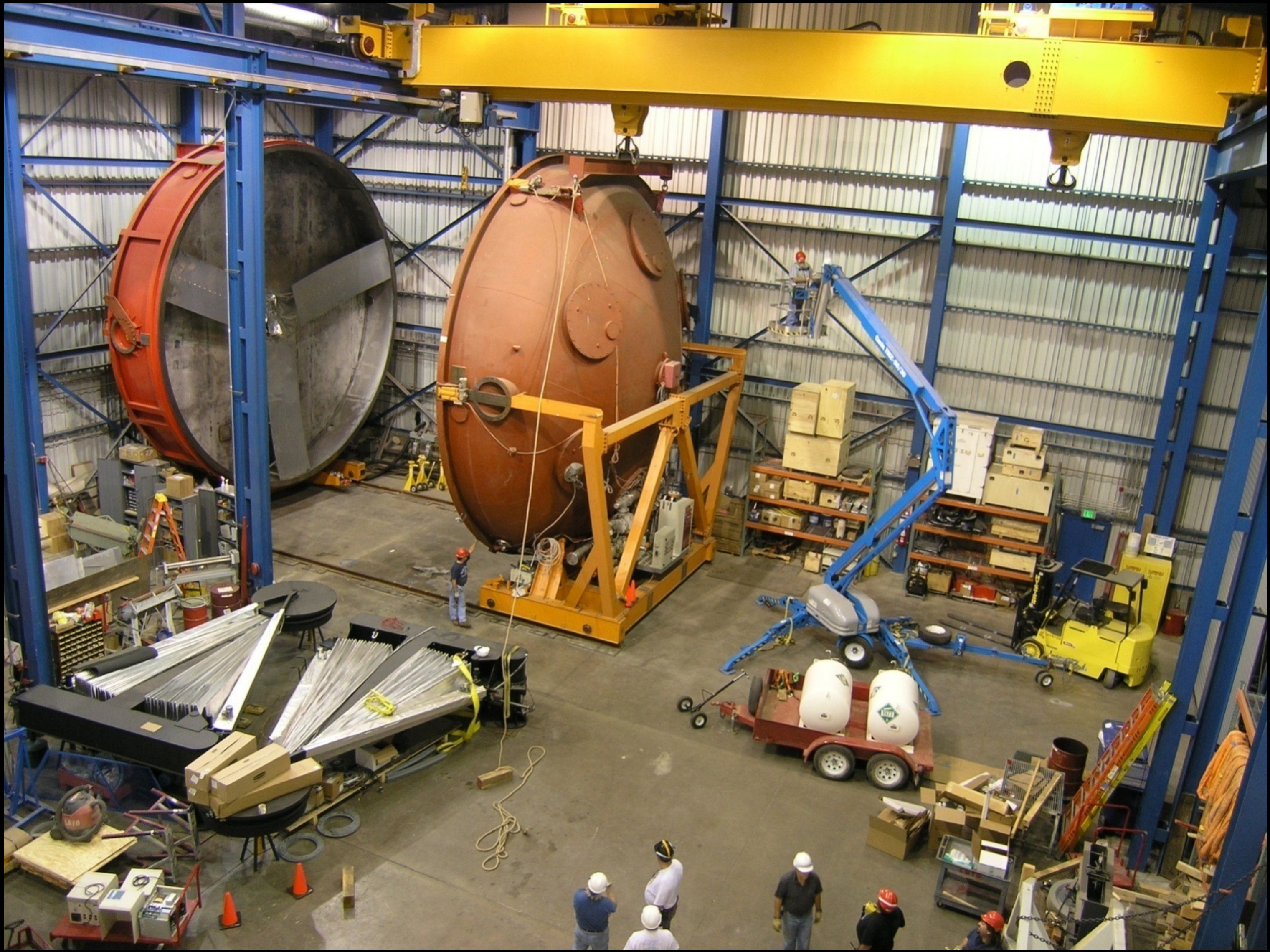
Keck I & I

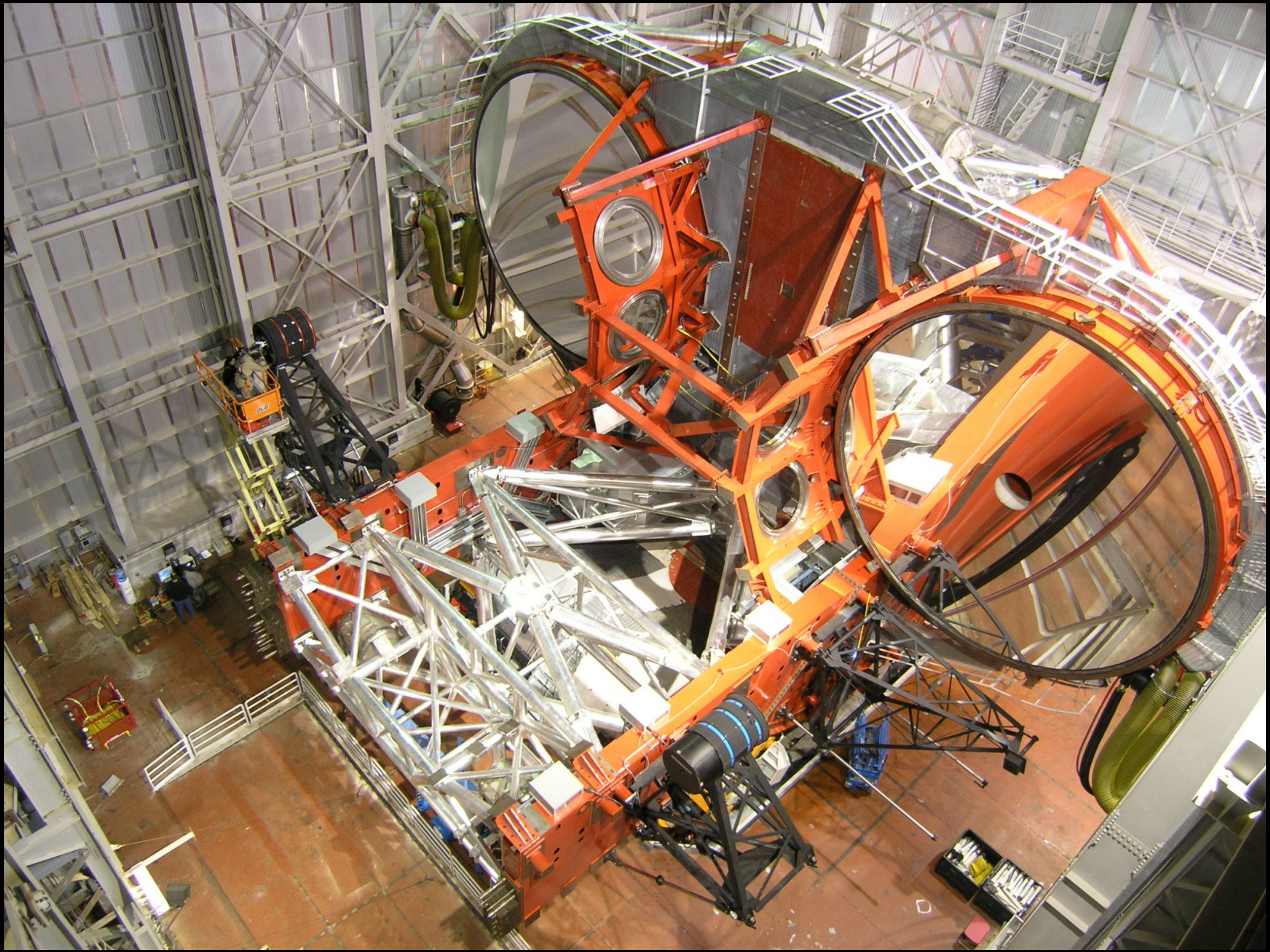
Ø 1

a



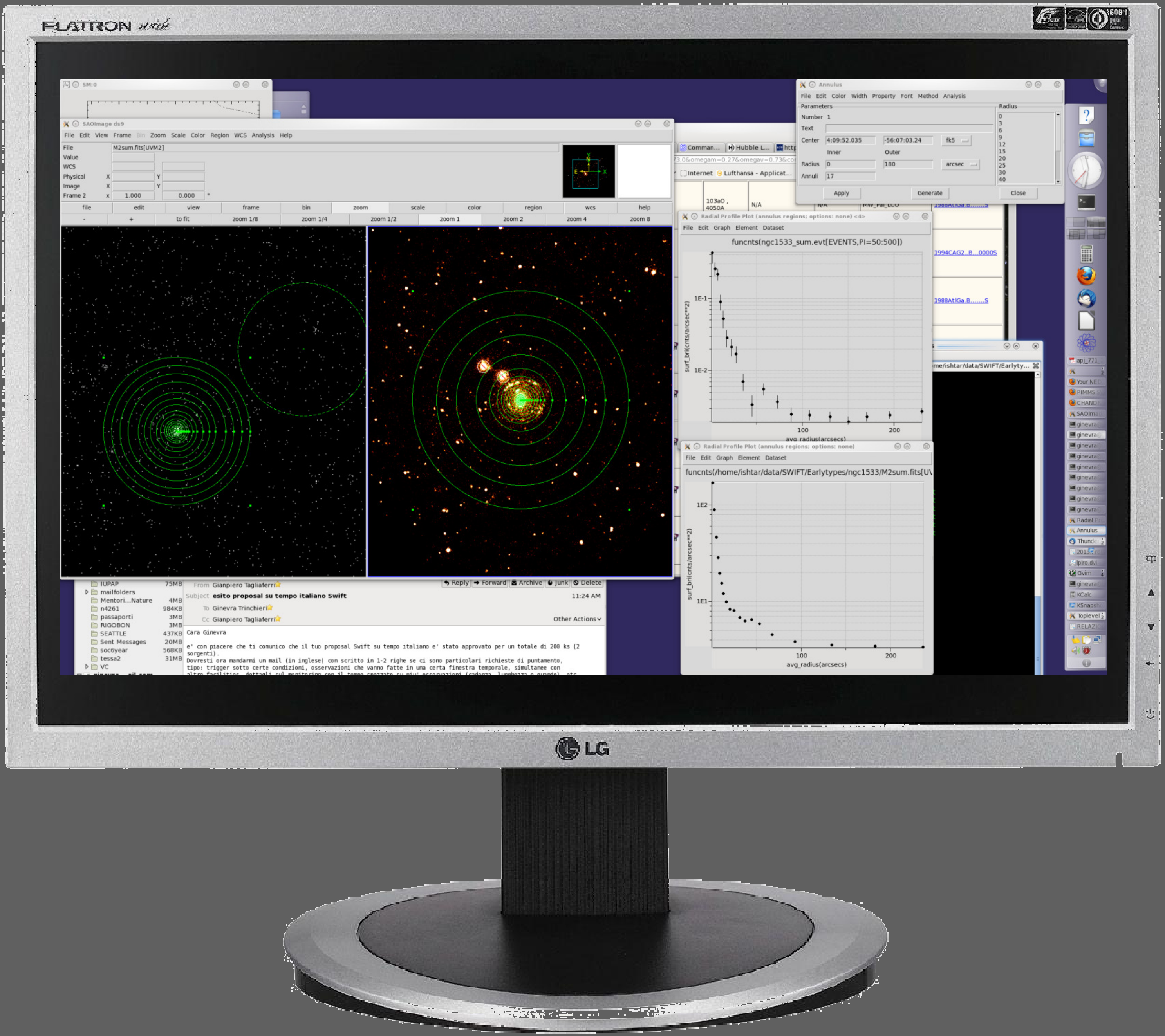

05 05 2000





Cosa fa un astronomo?

Cosa fa un astronomo?



FLATRON wide
LG
SM:0
SAOImage ds9
File Edit View Frame Bin Zoom Scale Color Region WCS Analysis Help
file edit view frame bin zoom scale color region wcs help
- + to fit zoom 1/8 zoom 1/4 zoom 1/2 zoom 1 zoom 2 zoom 4 zoom 8
Annulus
File Edit Color Width Property Font Method Analysis
Apply Generate Close
Radial Profile Plot (annulus regions; options: none) <4>
File Edit Graph Element Dataset
funcnts(ngc1533_sum.evt[EVENTS,PI=50:500])
1E-1
1E-2
surf_bri(cnts/arcsec**2)
100
200
avg_radius(arcsecs)
Radial Profile Plot (annulus regions; options: none)
File Edit Graph Element Dataset
funcnts(/home/ishtar/data/SWIFT/Earlytypes/ngc1533/M2sum.fits[U\
1E2
1E1
surf_bri(cnts/arcsec**2)
100
200
avg_radius(arcsecs)
Reply Forward Archive Junk Delete
Other Actions
Internet Lufthansa - Applicat...
1994CAG2..B...0000S
1988AtlGa.B......S

File M2sum.fits[UVM2]
Frame 2 x 1.000 0.000

Parameters
Number 1
Text
Center 4:09:52.035 -56:07:03.24 fk5
Inner Outer
Radius 0 180 arcsec
Annuli 17

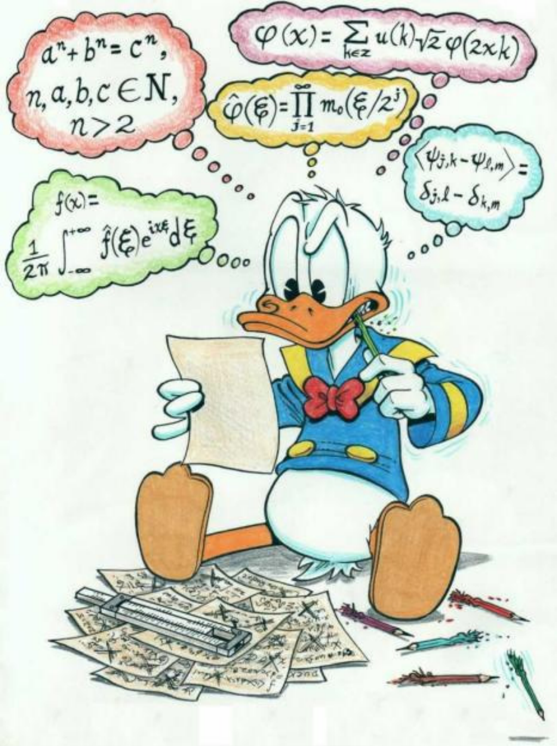
Radius
0
3
6
9
12
15
20
25
30
40

IUPAP	75MB
mailfolders	
Mentori...Nature	4MB
n4261	984KB
passaporti	3MB
RIGOBON	3MB
SEATTLE	437KB
Sent Messages	20MB
soc6year	568KB
tessa2	31MB
VC	

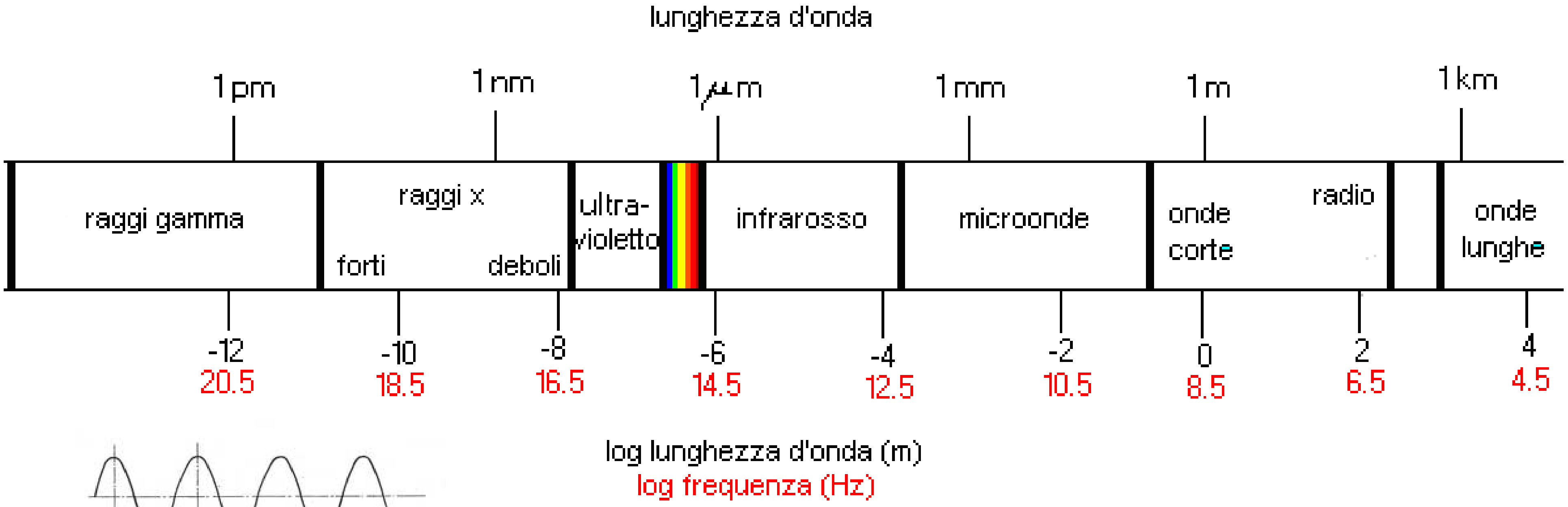
From Gianpiero Tagliaferri
Subject **esito proposal su tempo italiano Swift** 11:24 AM
To Ginevra Trinchieri
Cc Gianpiero Tagliaferri

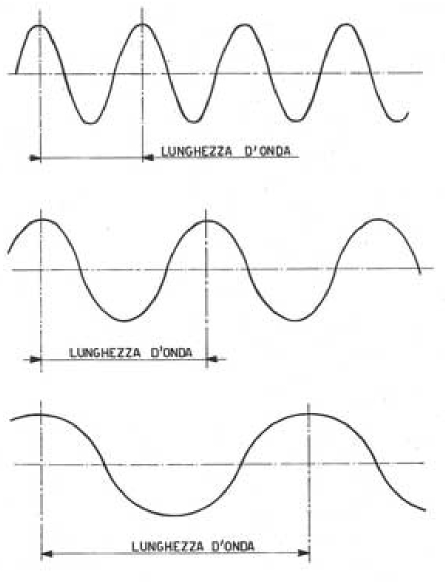
Cara Ginevra

e' con piacere che ti comunico che il tuo proposal Swift su tempo italiano e' stato approvato per un totale di 200 ks (2 sorgenti).
Dovresti ora mandarmi un mail (in inglese) con scritto in 1-2 righe se ci sono particolari richieste di puntamento,
tipo: trigger sotto certe condizioni, osservazioni che vanno fatte in una certa finestra temporale, simultanee con

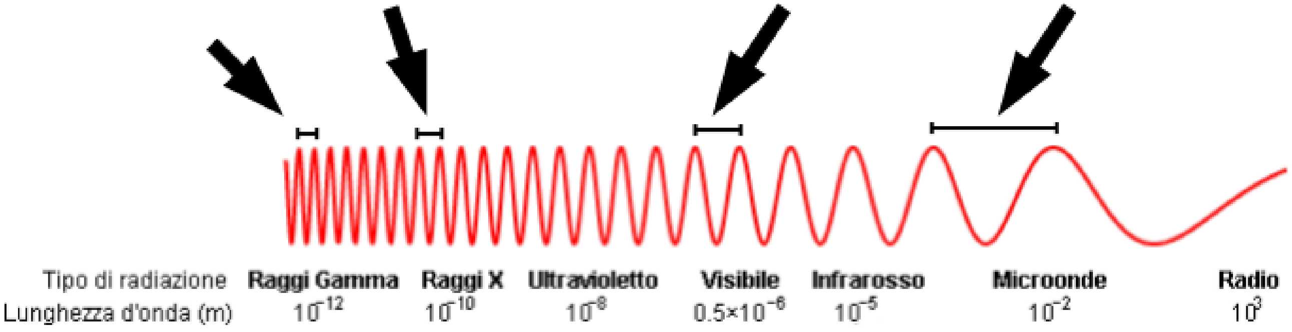

$a^n+b^n=c^n$, $n,a,b,c\in\mathbb{N}$, $n>2$
$\varphi(x)=\sum_{k\in\mathbb{Z}}u(k)\sqrt{2}\,\varphi(2x-k)$
$\hat{\varphi}(\xi)=\prod_{j=1}^{\infty}m_0(\xi/2^j)$
$\langle\psi_{j,k}-\psi_{l,m}\rangle=\delta_{j,l}-\delta_{k,m}$
$f(x)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\hat{f}(\xi)e^{ix\xi}d\xi$

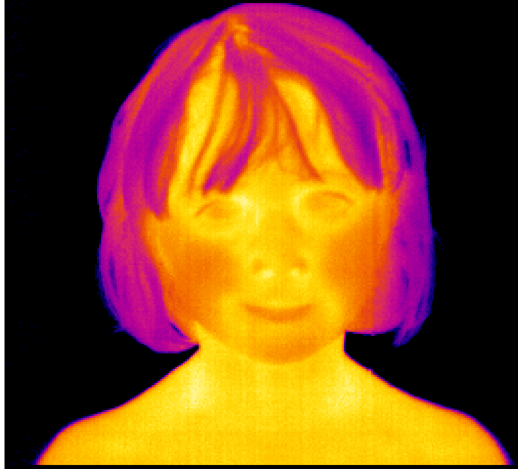
Proprietà della radiaz luce etica

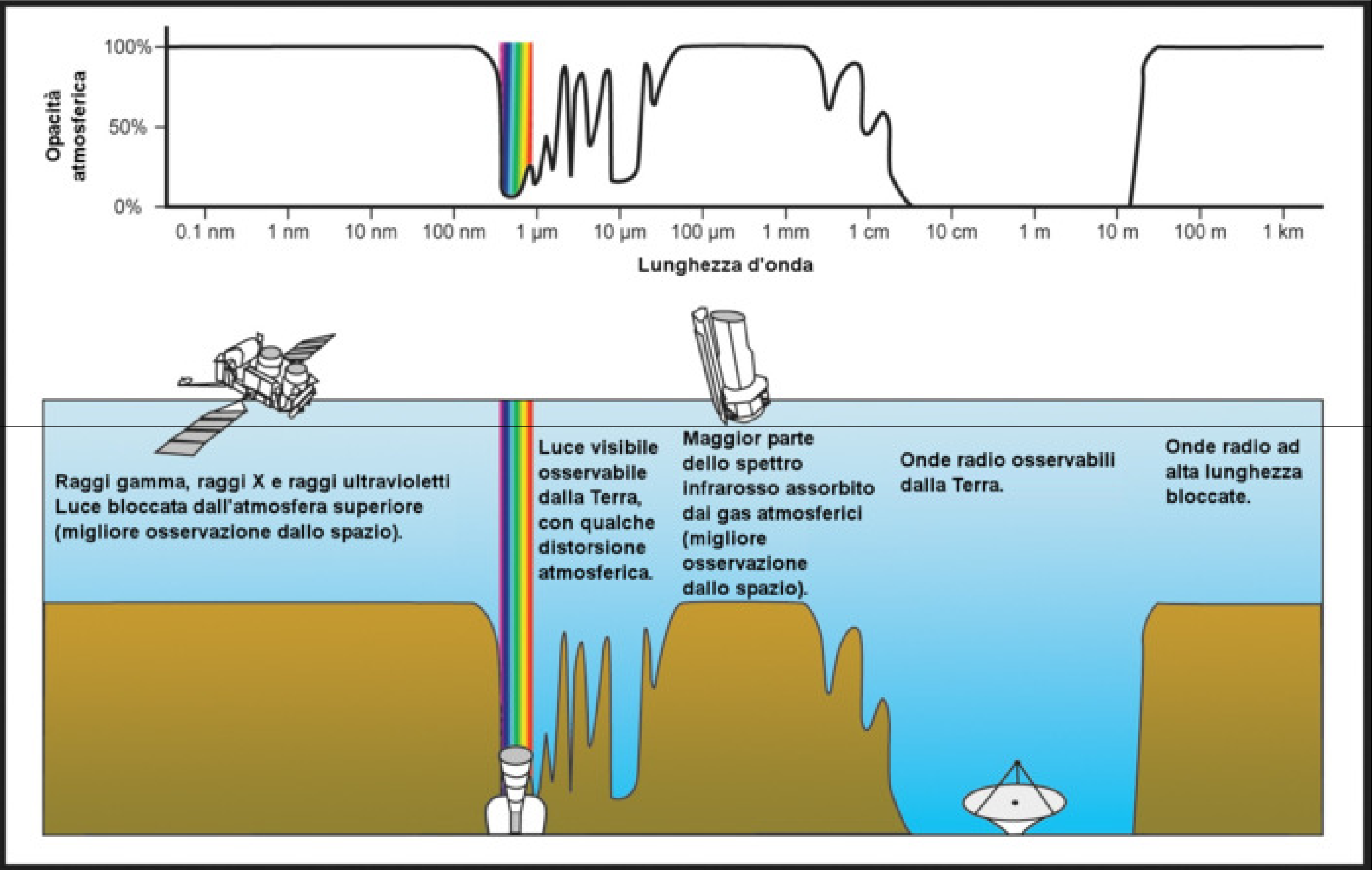

lunghezza d'onda
1 pm
1 nm
1 μm
1 mm
1 m
1 km
raggi gamma
raggi x
forti
deboli
ultra-violetto
infrarosso
microonde
onde corte
radio
onde lunghe
-12
20.5
-10
18.5
-8
16.5
-6
14.5
-4
12.5
-2
10.5
0
8.5
2
6.5
4
4.5
log lunghezza d'onda (m)
log frequenza (Hz)


LUNGHEZZA D'ONDA
LUNGHEZZA D'ONDA
LUNGHEZZA D'ONDA

Schema 1
LUNGHEZZA D'ONDA


Tipo di radiazione
Lunghezza d'onda (m)
Raggi Gamma
10^{-12}
Raggi X
10^{-10}
Ultravioletto
10^{-8}
Visibile
0.5×10^{-6}
Infrarosso
10^{-5}
Microonde
10^{-2}
Radio
10^{3}




Opacità atmosferica
100%
50%
0%
0.1 nm
1 nm
10 nm
100 nm
1 µm
10 µm
100 µm
1 mm
1 cm
10 cm
1 m
10 m
100 m
1 km
Lunghezza d'onda

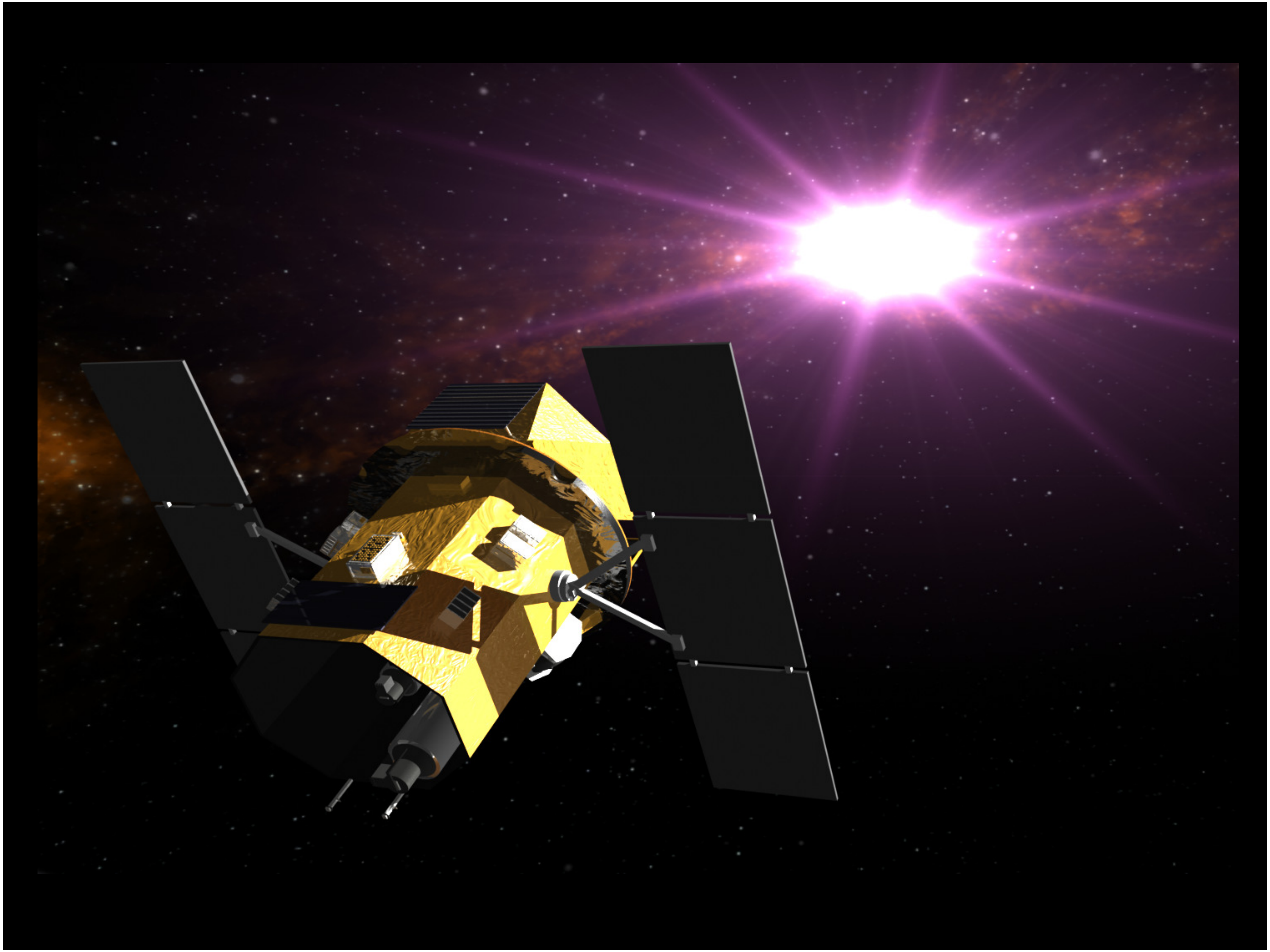
Raggi gamma, raggi X e raggi ultravioletti Luce bloccata dall'atmosfera superiore (migliore osservazione dallo spazio).

Luce visibile osservabile dalla Terra, con qualche distorsione atmosferica.

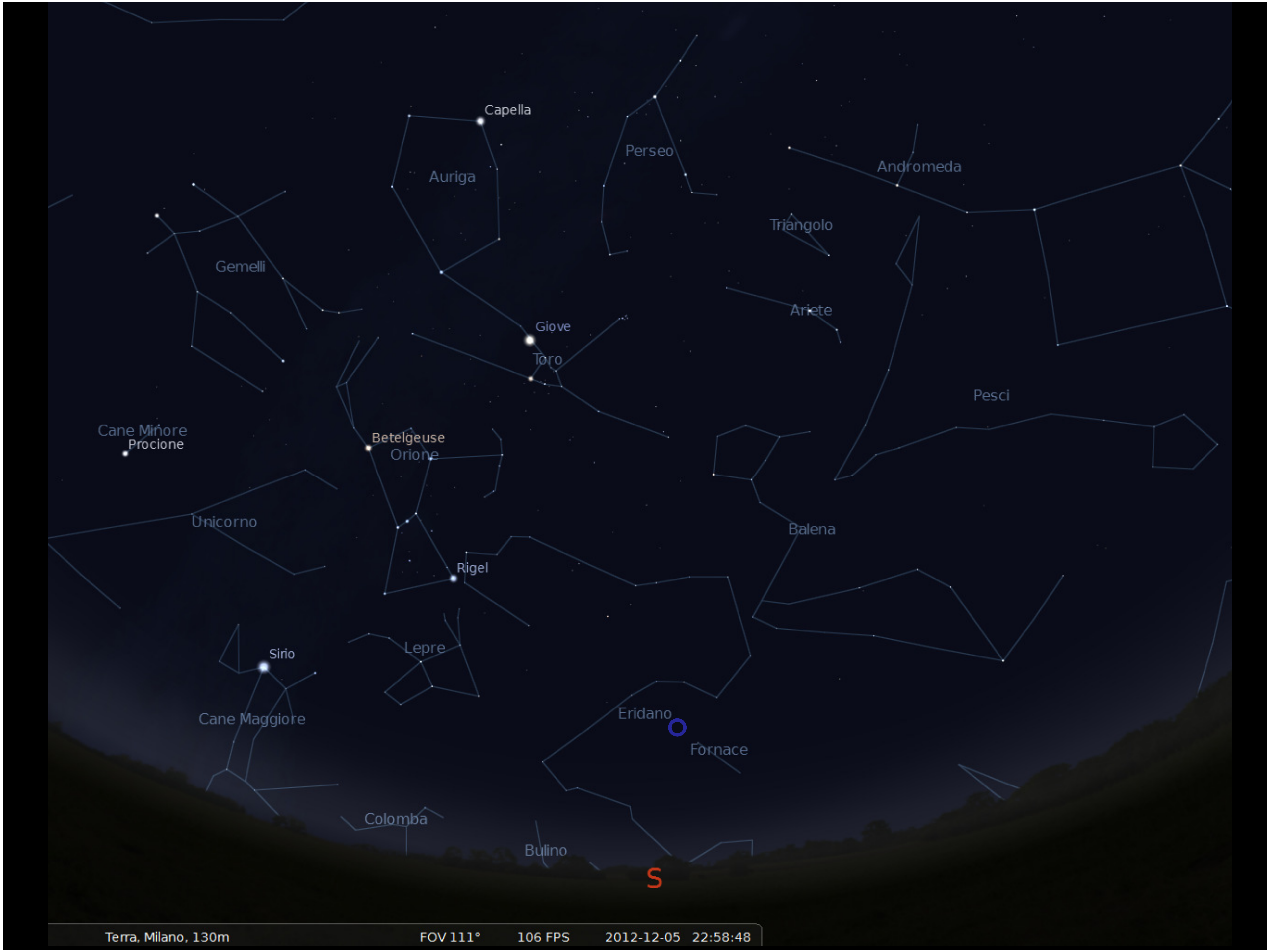
Maggior parte dello spettro infrarosso assorbito dai gas atmosferici (migliore osservazione dallo spazio).

Onde radio osservabili dalla Terra.

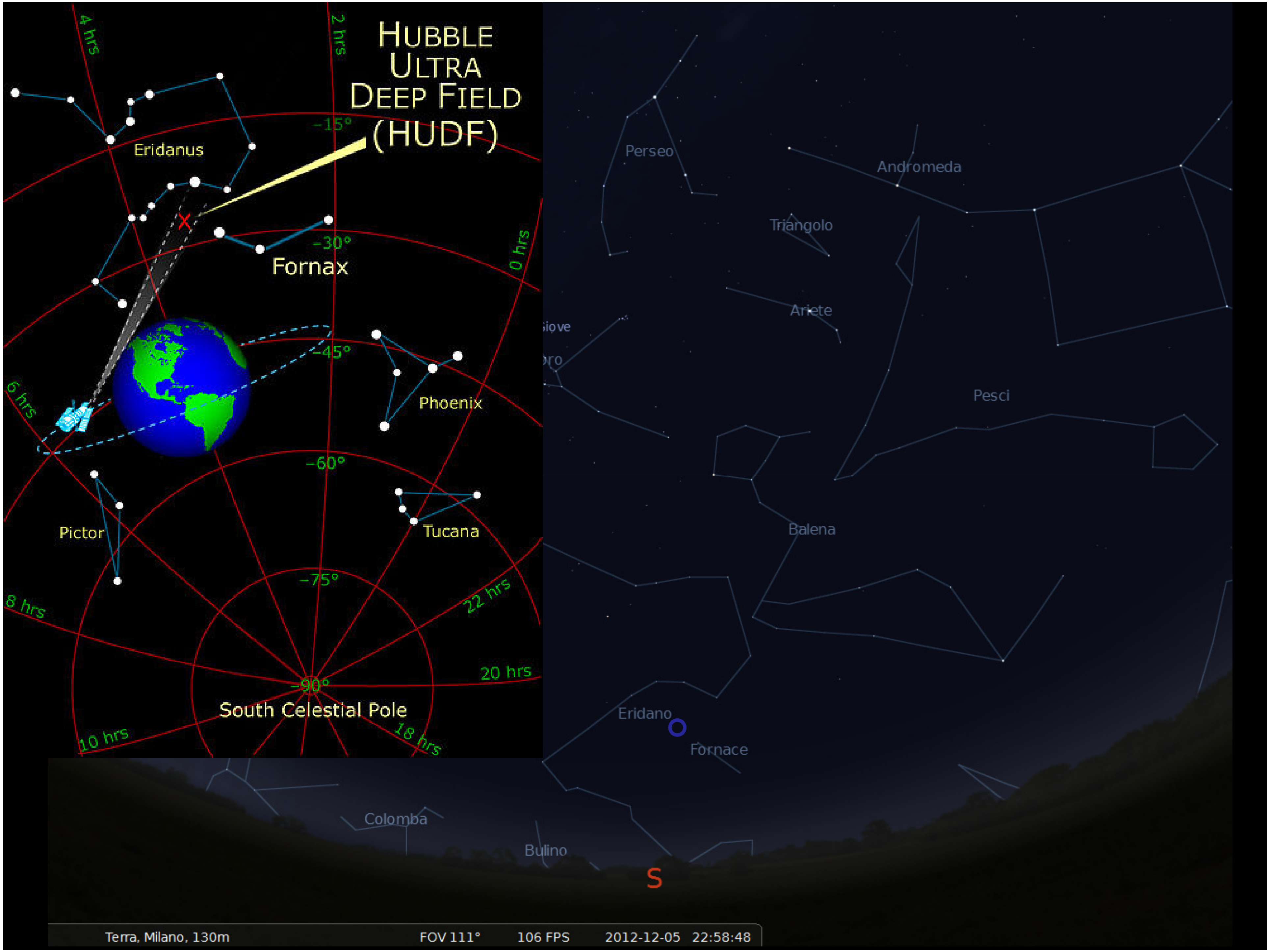
Onde radio ad alta lunghezza bloccate.



esa

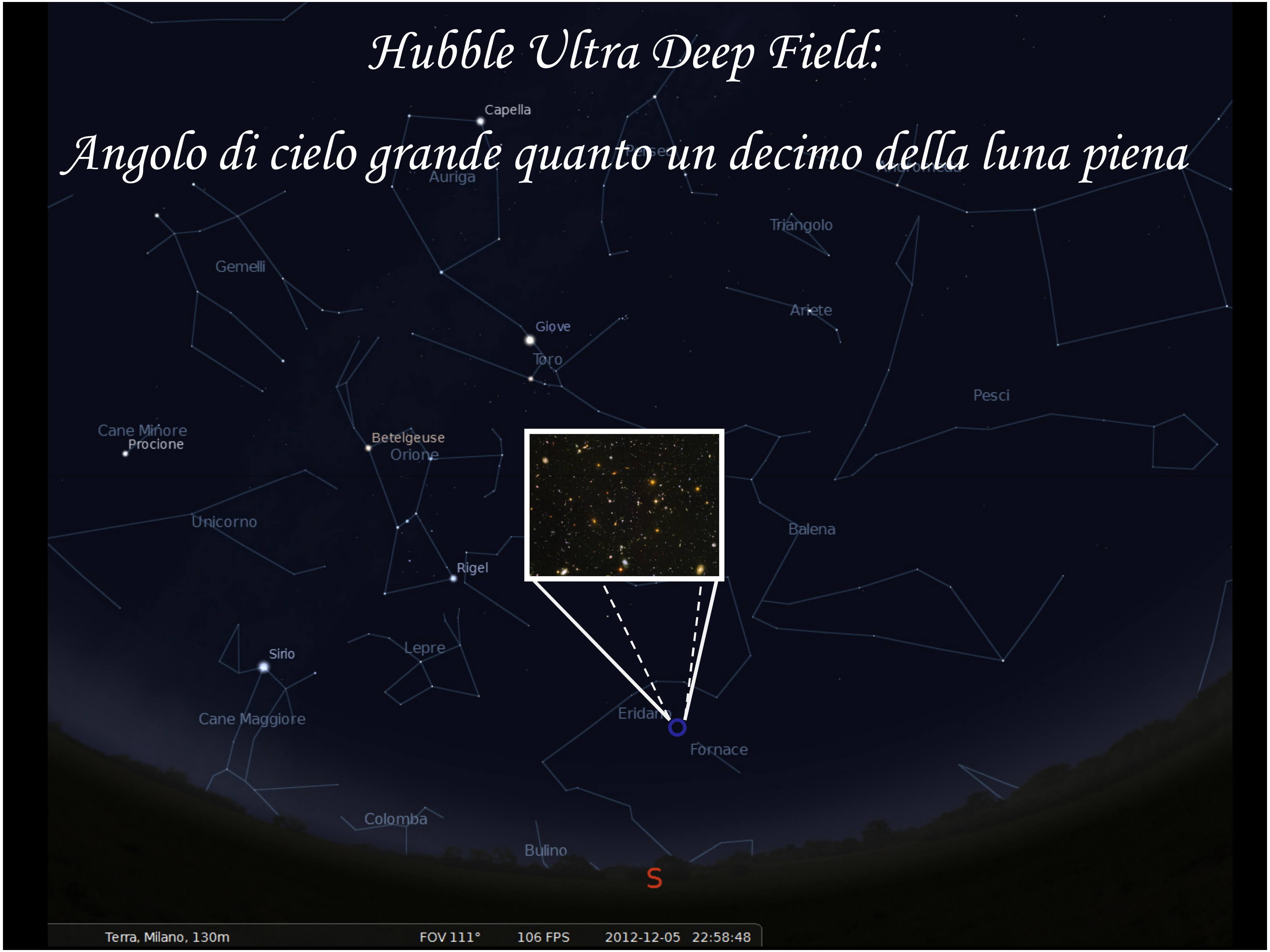

Capella
Perseo
Andromeda
Auriga
Triangolo
Gemelli
Ariete
Giove
Toro
Pesci
Cane Minore
Procione
Betelgeuse
Orione
Unicorno
Balena
Rigel
Lepre
Sirio
Eridano
Fornace
Cane Maggiore
Colomba
Bulino
S

Terra, Milano, 130m FOV 111° 106 FPS 2012-12-05 22:58:48


HUBBLE ULTRA DEEP FIELD (HUDF)
Eridanus
Fornax
Phoenix
Pictor
Tucana
South Celestial Pole
4 hrs
2 hrs
0 hrs
6 hrs
8 hrs
10 hrs
18 hrs
20 hrs
22 hrs
-15°
-30°
-45°
-60°
-75°
-90°
Perseo
Andromeda
Triangolo
Ariete
Pesci
Balena
Eridano
Fornace
Colomba
Bulino
S
Terra, Milano, 130m
FOV 111°
106 FPS
2012-12-05 22:58:48

Hubble Ultra Deep Field:

Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

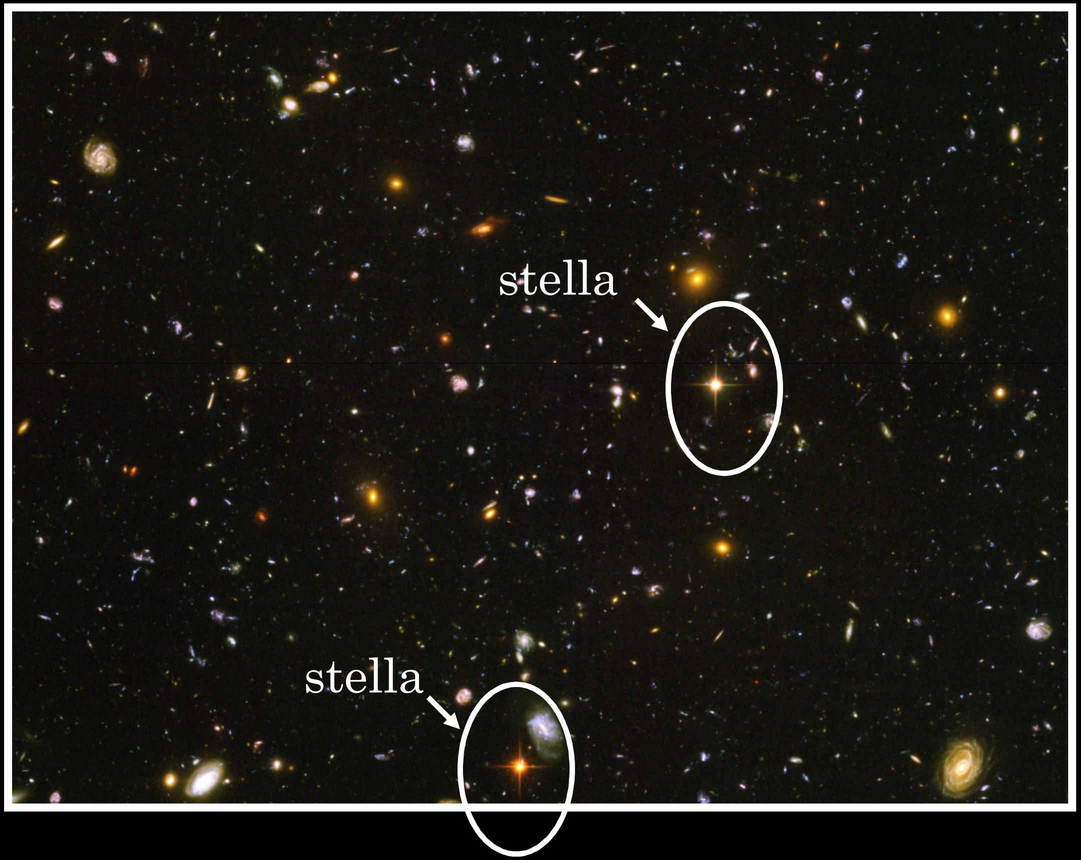

Capella
Auriga
Triangolo
Gemelli
Ariete
Giove
Toro
Pesci
Cane Minore
Procione
Betelgeuse
Orione
Unicorno
Balena
Rigel
Sirio
Lepre
Cane Maggiore
Eridan
Fornace
Colomba
Bulino
S
Terra, Milano, 130m
FOV 111°
106 FPS
2012-12-05 22:58:48

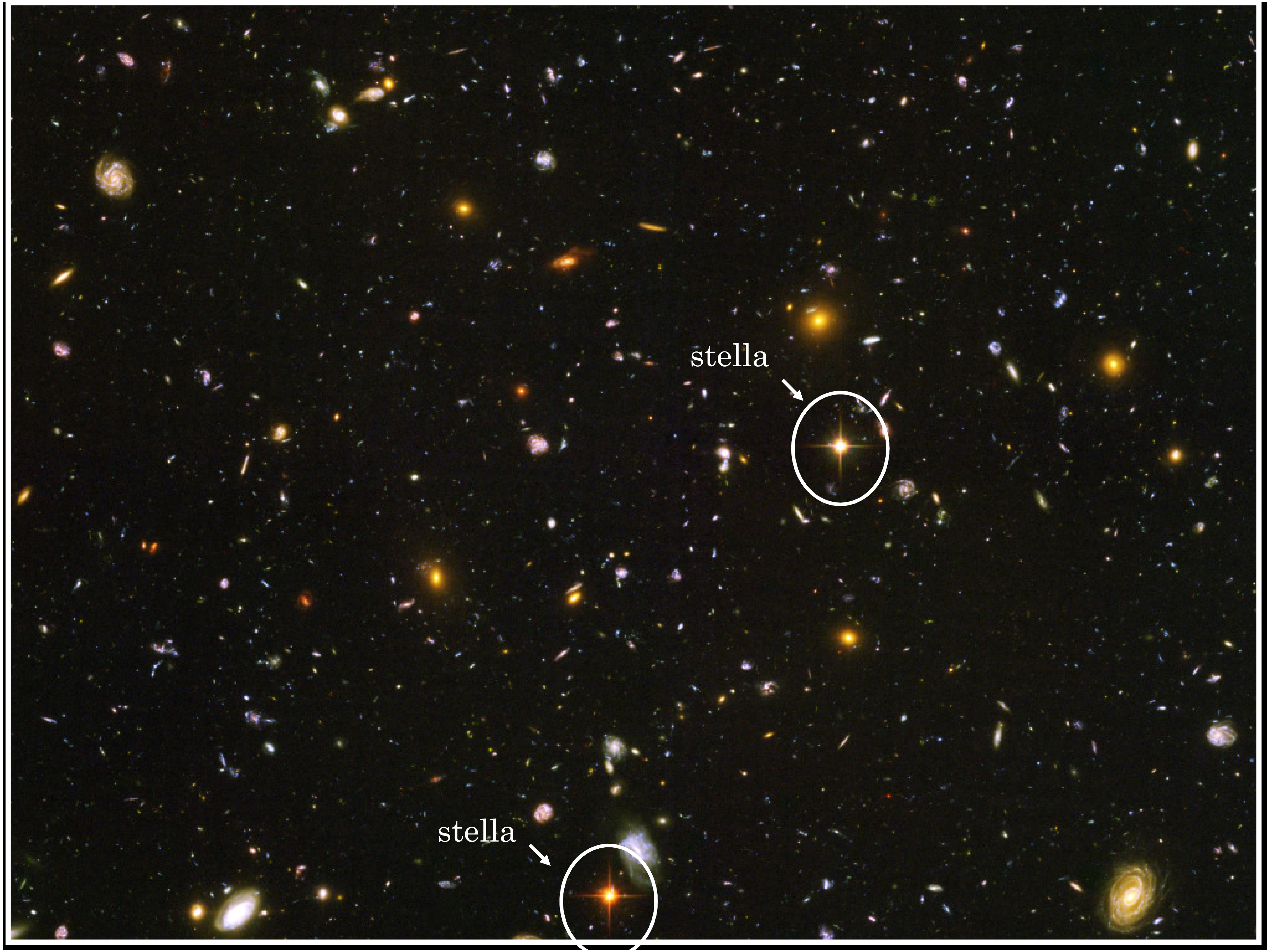
Hubble Ultra Deep Field:

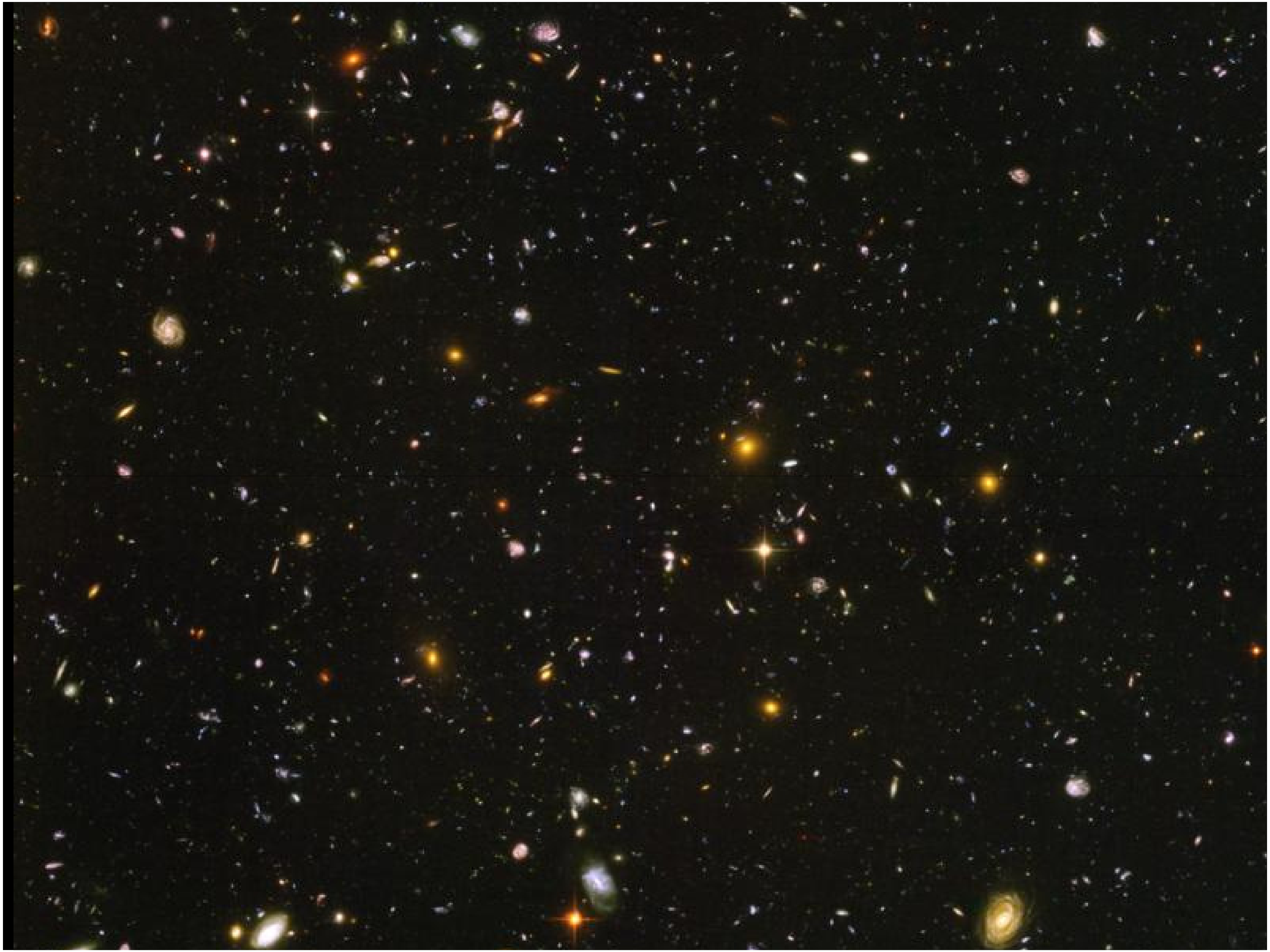
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

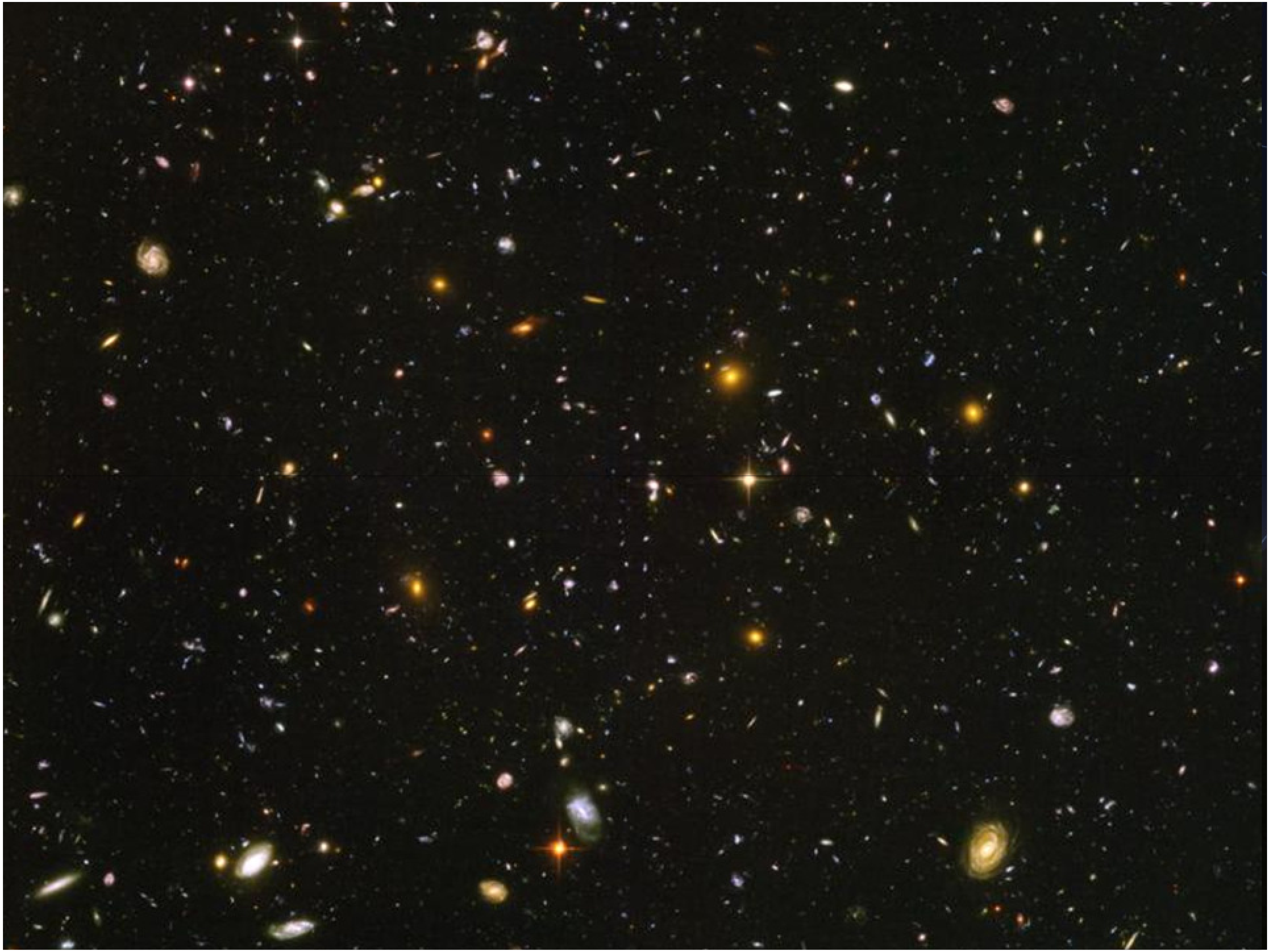
Ogni singolo punto luminoso in questo angolo di cielo

(ad eccezione di due sole stelle) è una galassia.


stella
stella

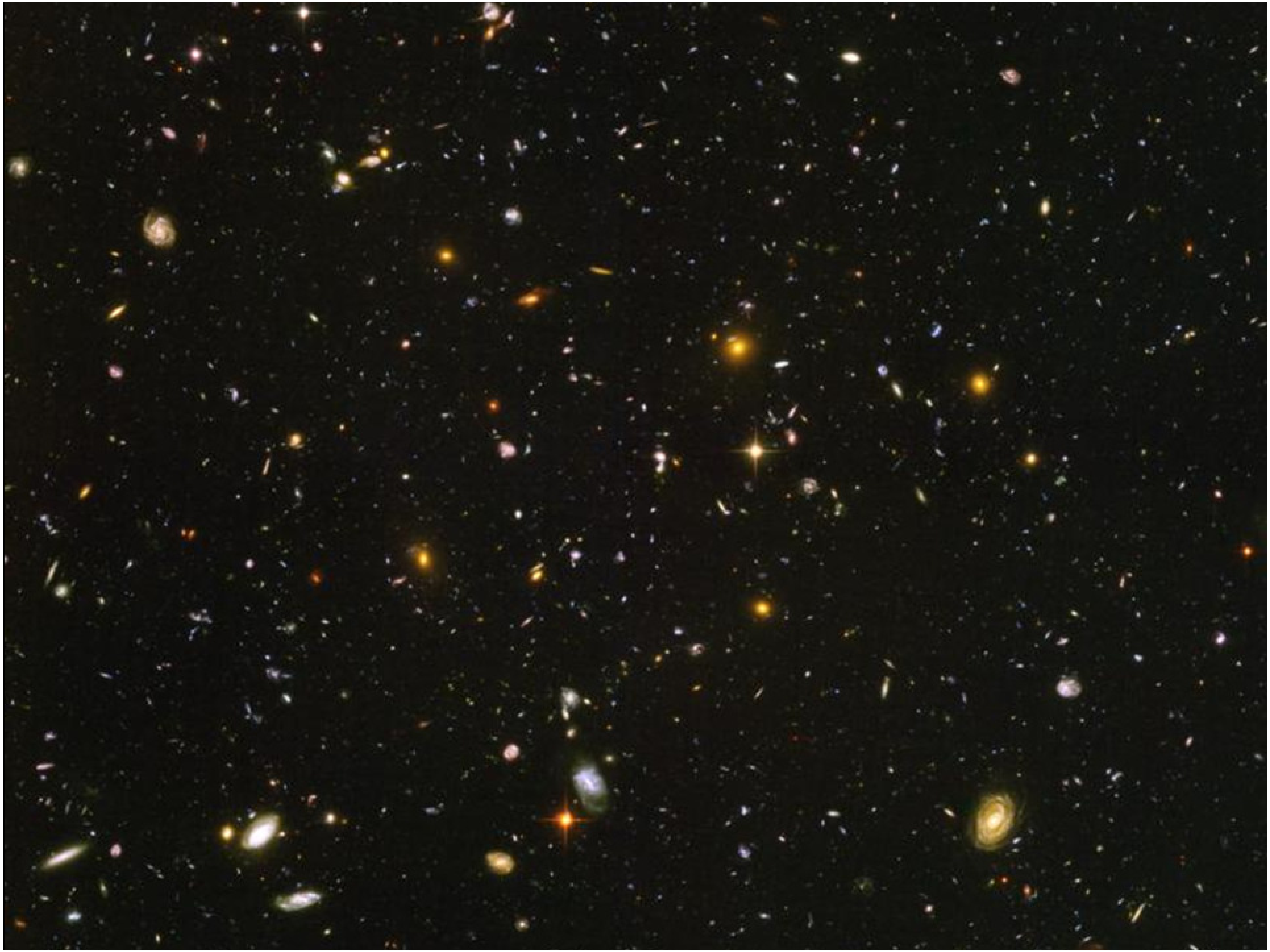

stella
stella



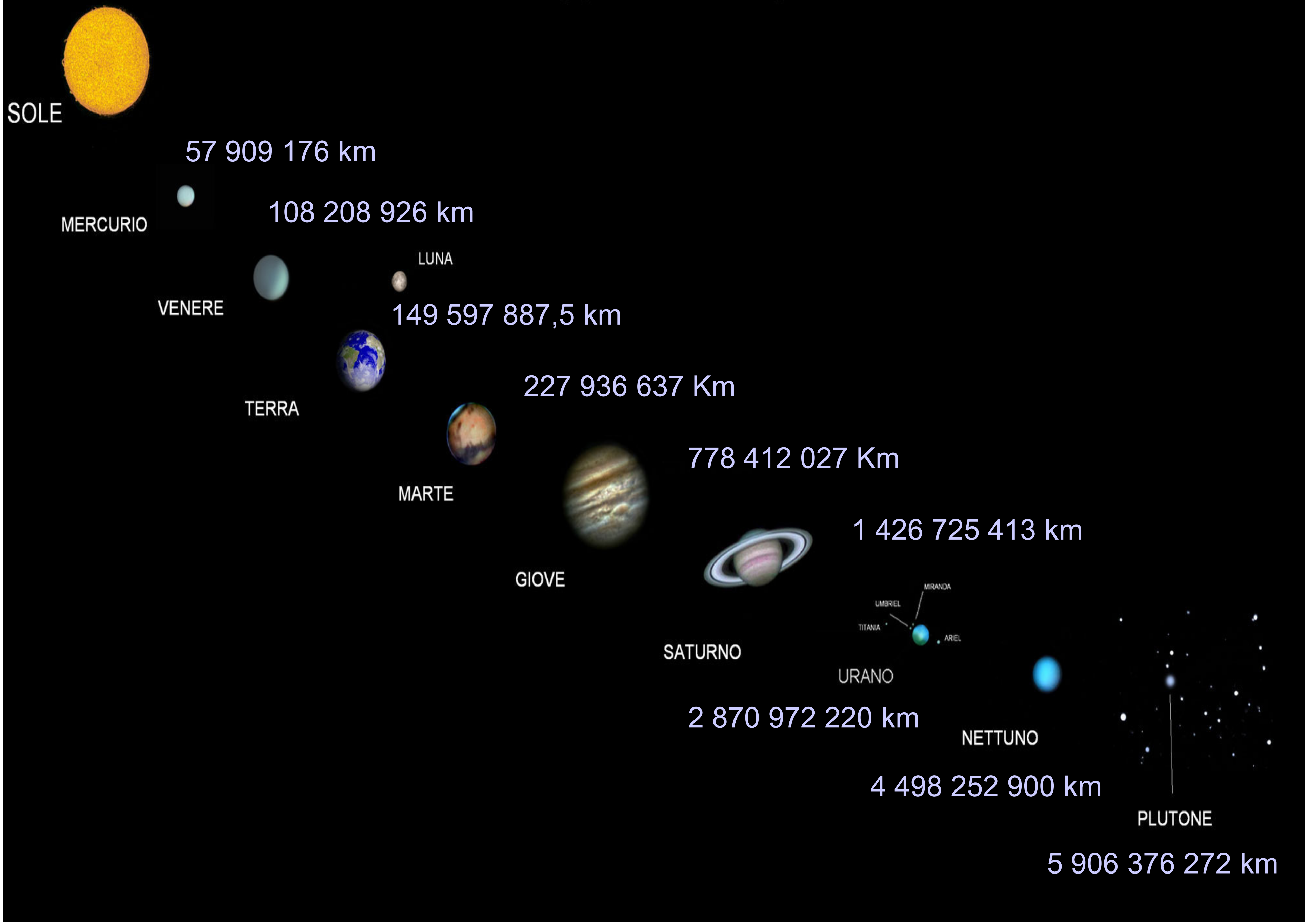


“Attraverso lo spazio, l’universo mi circonda e mi inghiotte come un punto;
con il pensiero, io lo comprendo”

Blaise Pascal



SISTEMA PLANETARIO


SOLE
57 909 176 km
MERCURIO
108 208 926 km
LUNA
VENERE
149 597 887,5 km
TERRA
227 936 637 Km
MARTE
778 412 027 Km
GIOVE
1 426 725 413 km
SATURNO
MIRANDA
UMBRIEL
TITANIA
ARIEL
URANO
2 870 972 220 km
NETTUNO
4 498 252 900 km
PLUTONE
5 906 376 272 km

Anno luce:

la distanza che la luce percorre in un anno

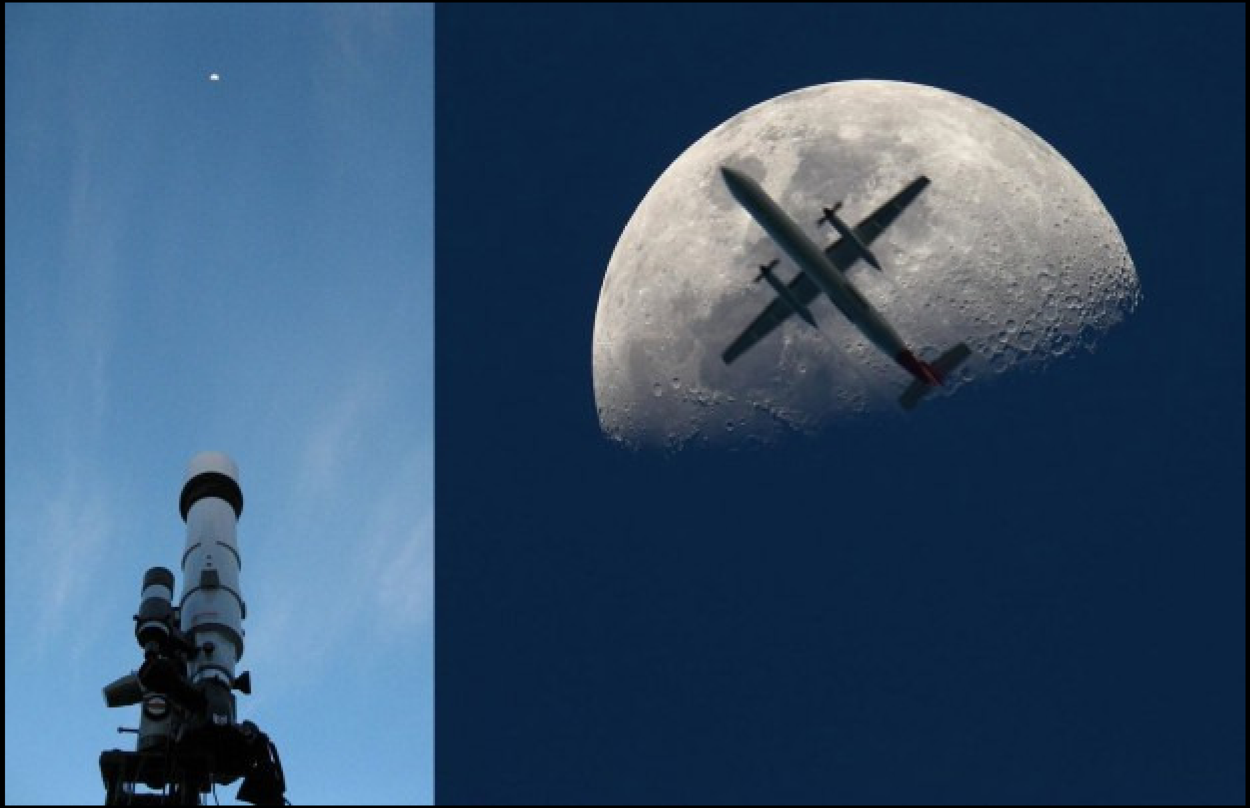
$$V = \frac{s}{t}$$

$$Vt = s$$

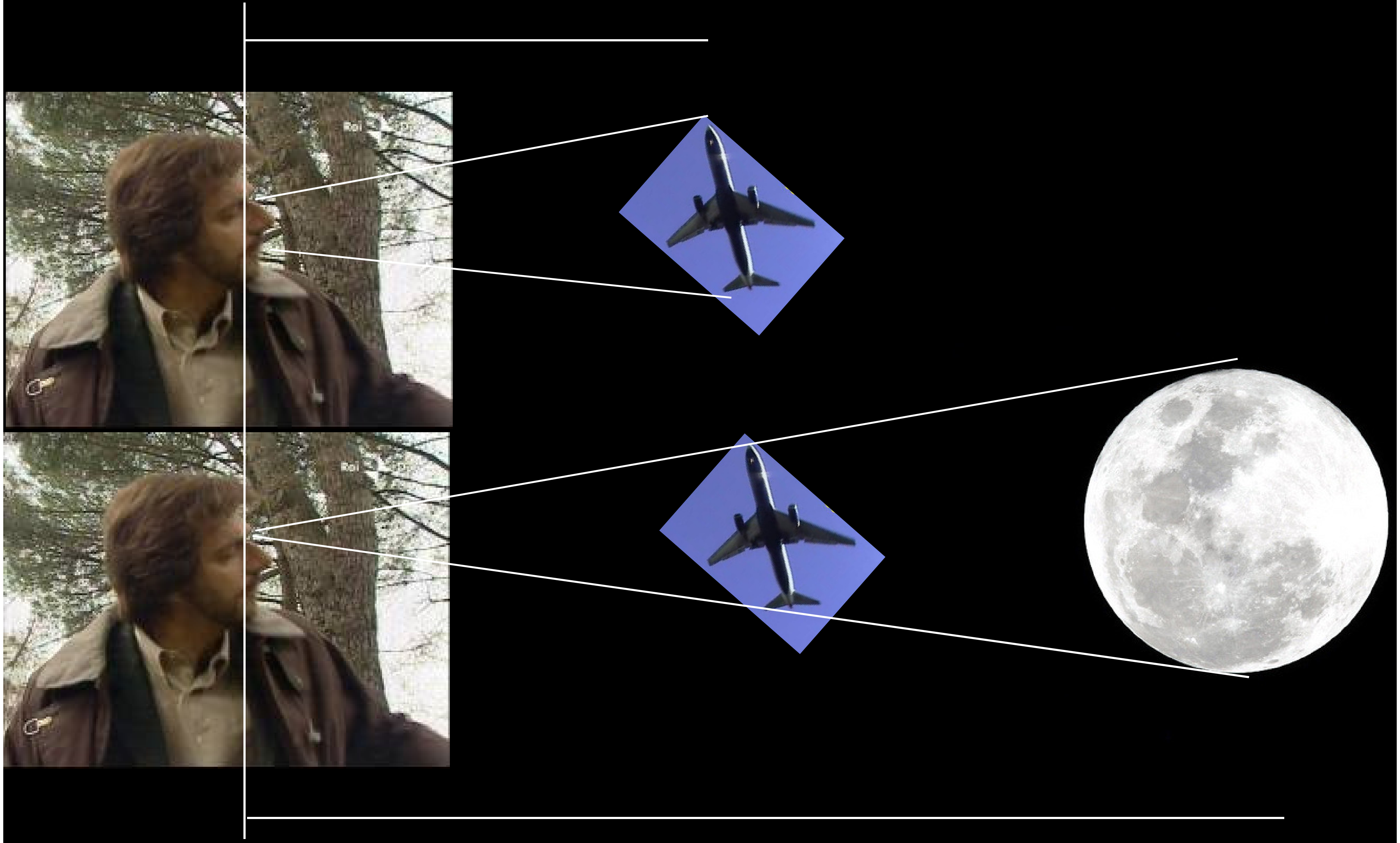
$$300.000 \, {}^{Km}\!/_{s} \cdot 365g \cdot 24h \cdot 60m \cdot 60s = 9{,}4 \cdot 10^{12} \, Km$$

$$1 \text{ anno luce} \approx 9.400.000.000.000 \cdot Km$$

Se devo dire *dove* sono
(in termini di coodinate celesti)
non mi importa molto della distanza
ma se devo dire come sono sì…



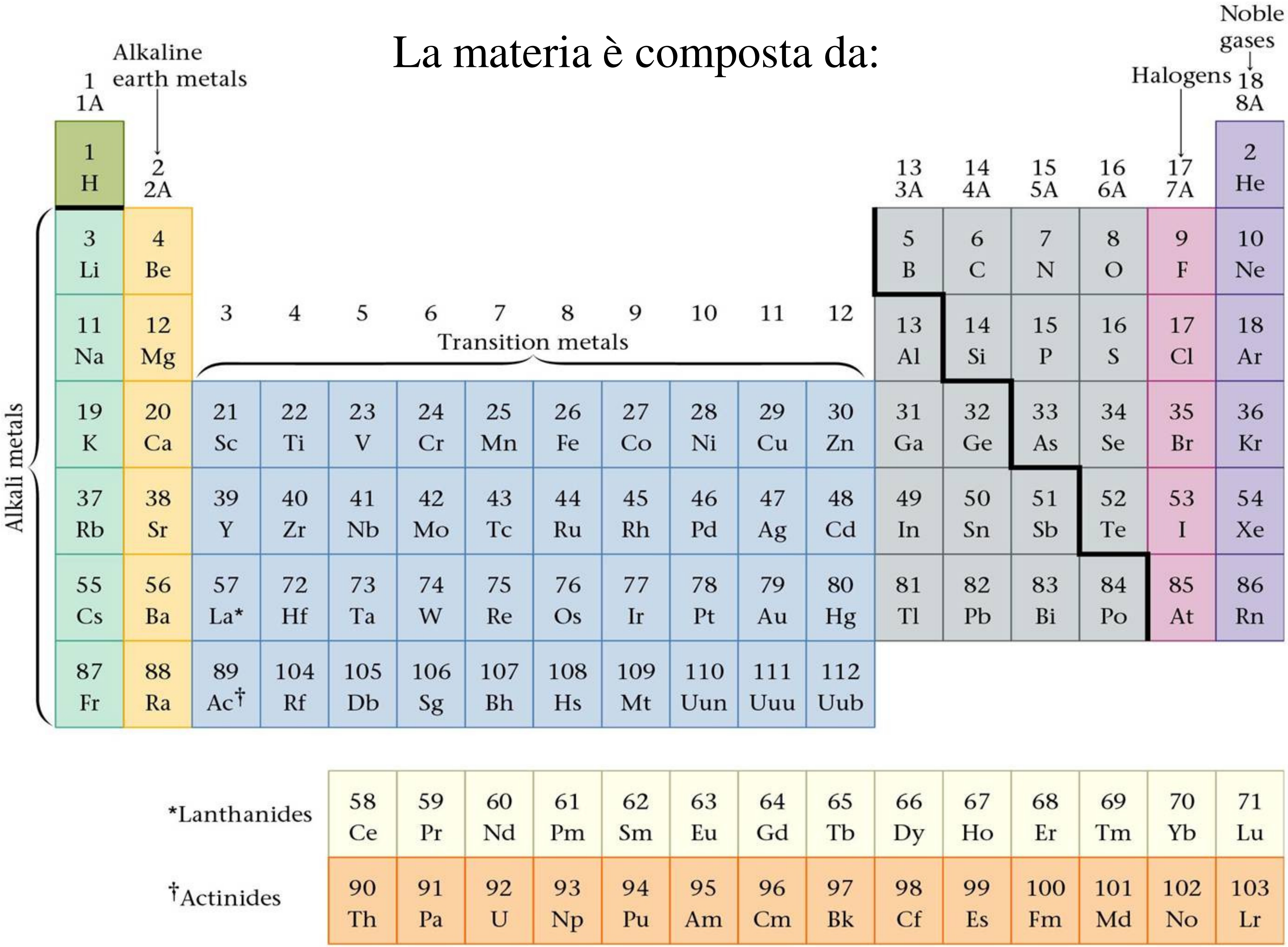
Perché è importante il concetto di distanza?



L'astrofisica

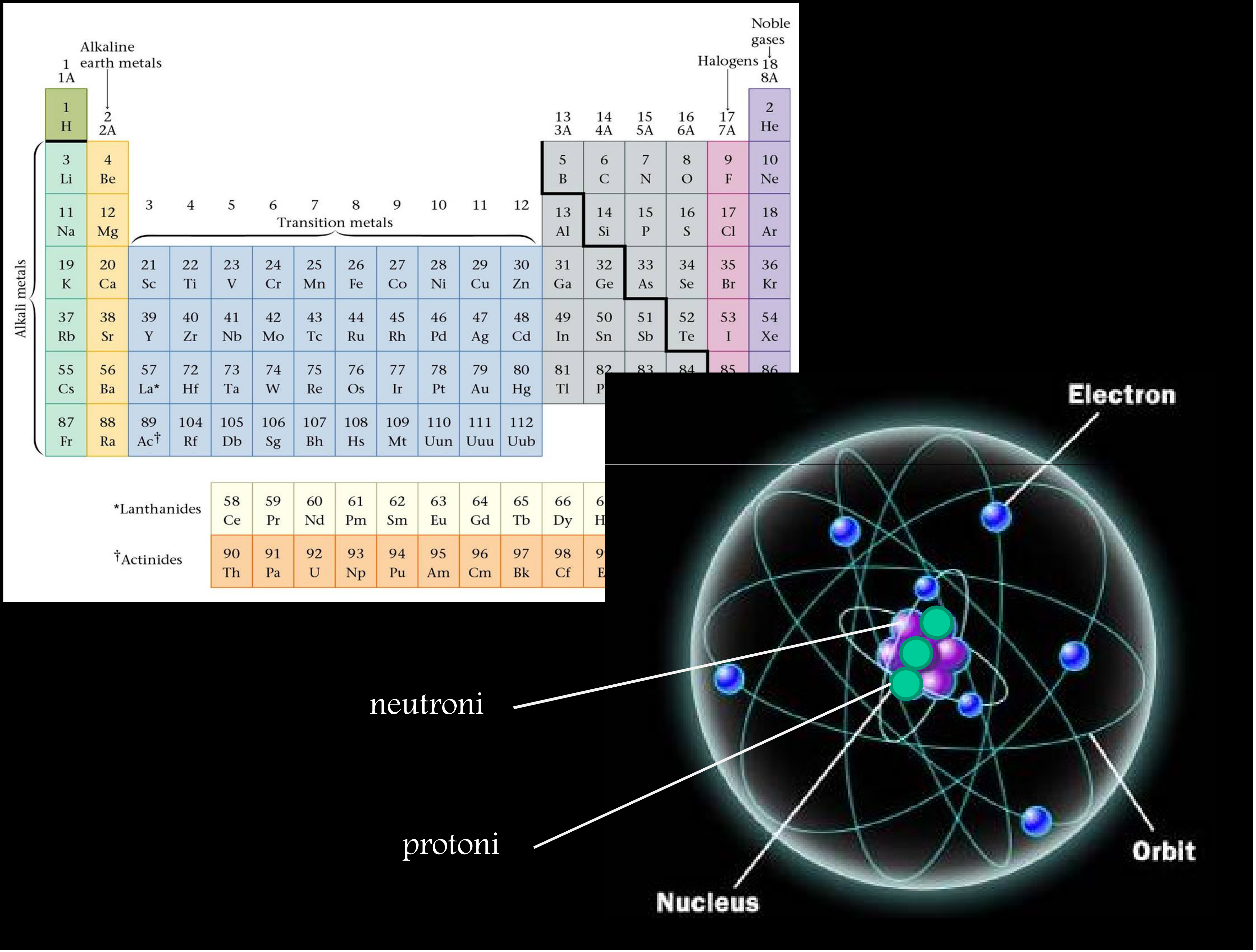
è quella branca dell'astronomia o della fisica che studia le proprietà fisiche, ovvero tutti i vari fenomeni, della materia celeste.

La materia è composta da:


Alkaline earth metals
Noble gases
Halogens
Transition metals
Alkali metals

1 1A	2 2A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac†	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub						

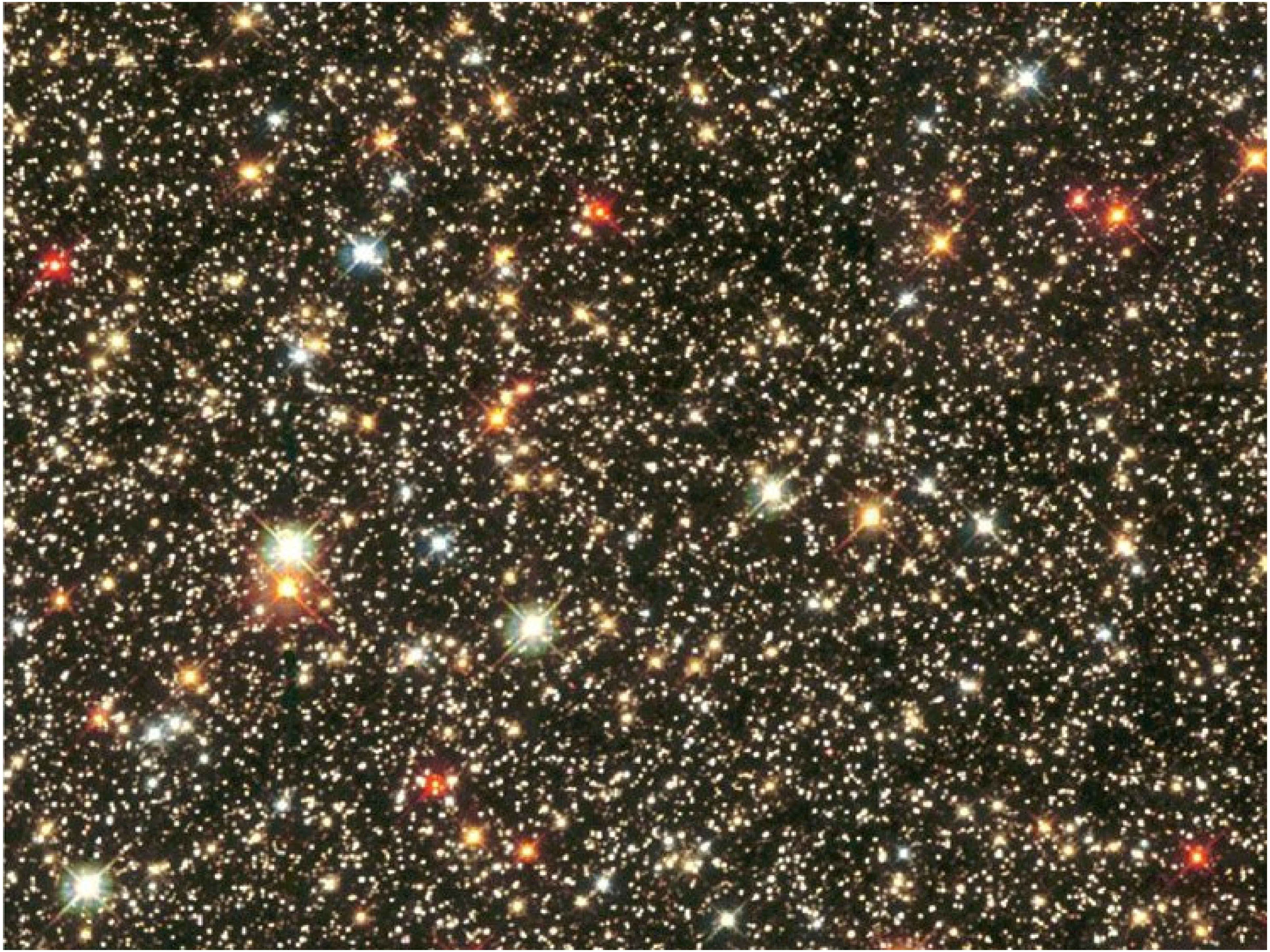
*Lanthanides	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
†Actinides	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

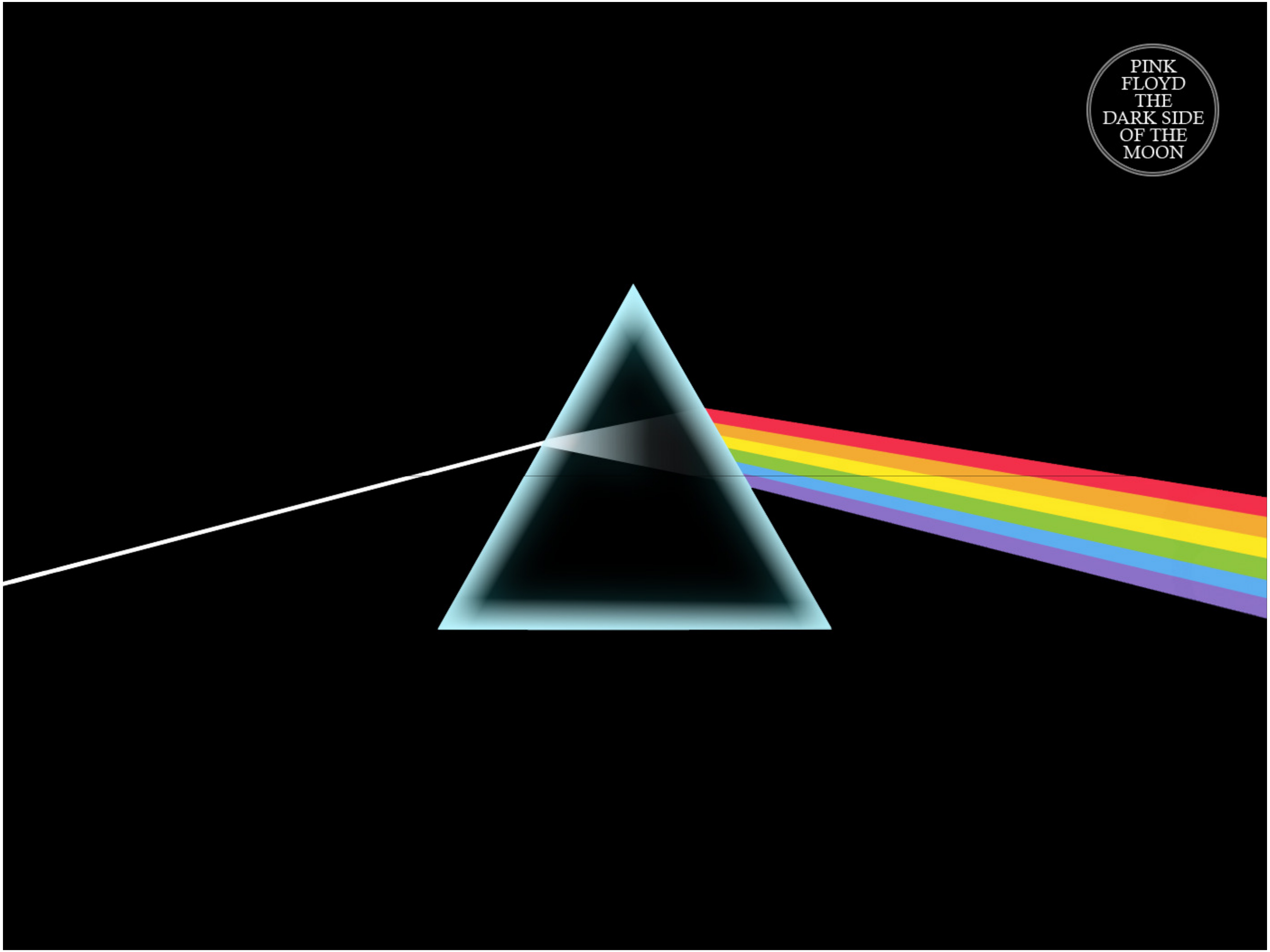


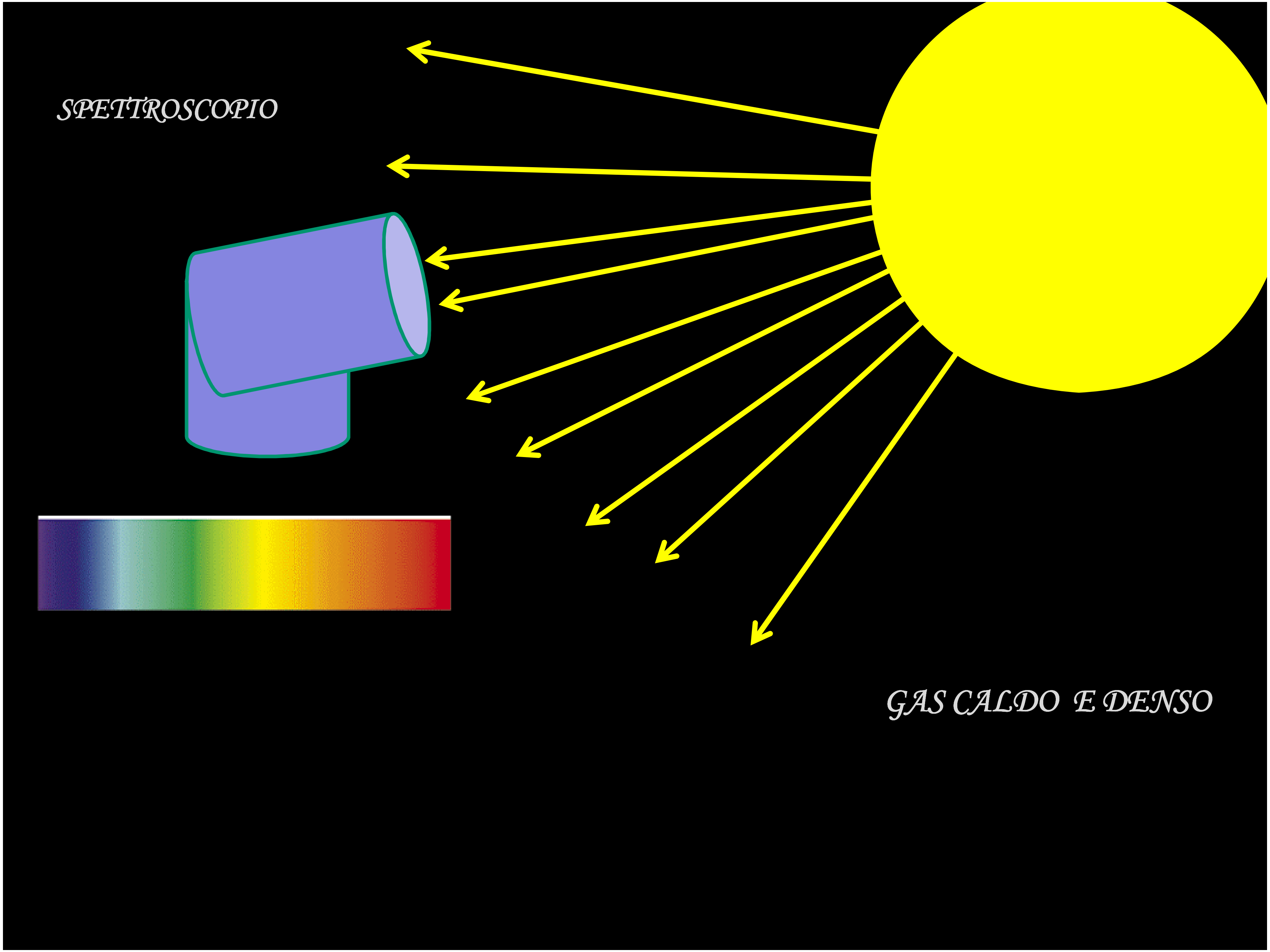
Alkaline earth metals
Noble gases
Halogens
Transition metals
Alkali metals
Electron
Orbit
Nucleus
neutroni
protoni

1 1A	2 2A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 P	83	84	85	86
87 Fr	88 Ra	89 Ac†	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub						

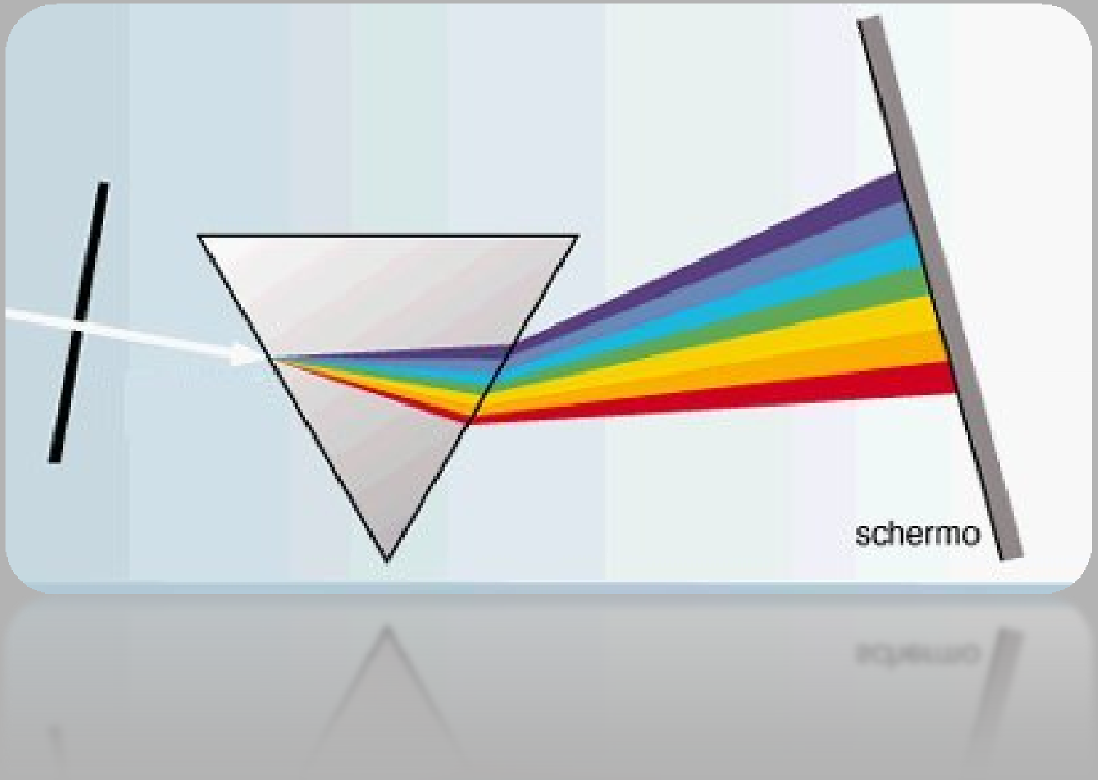
*Lanthanides	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	6 H
†Actinides	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	9 E

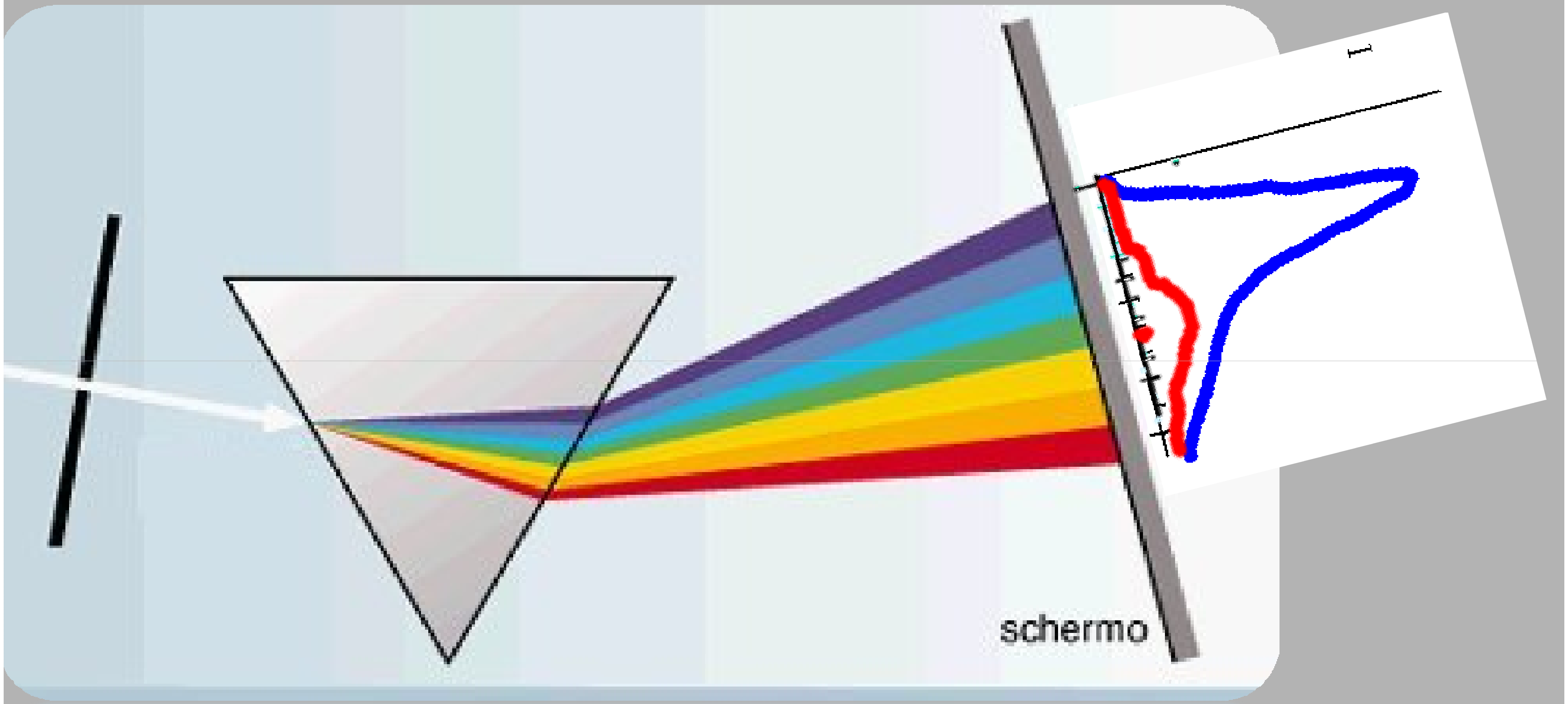


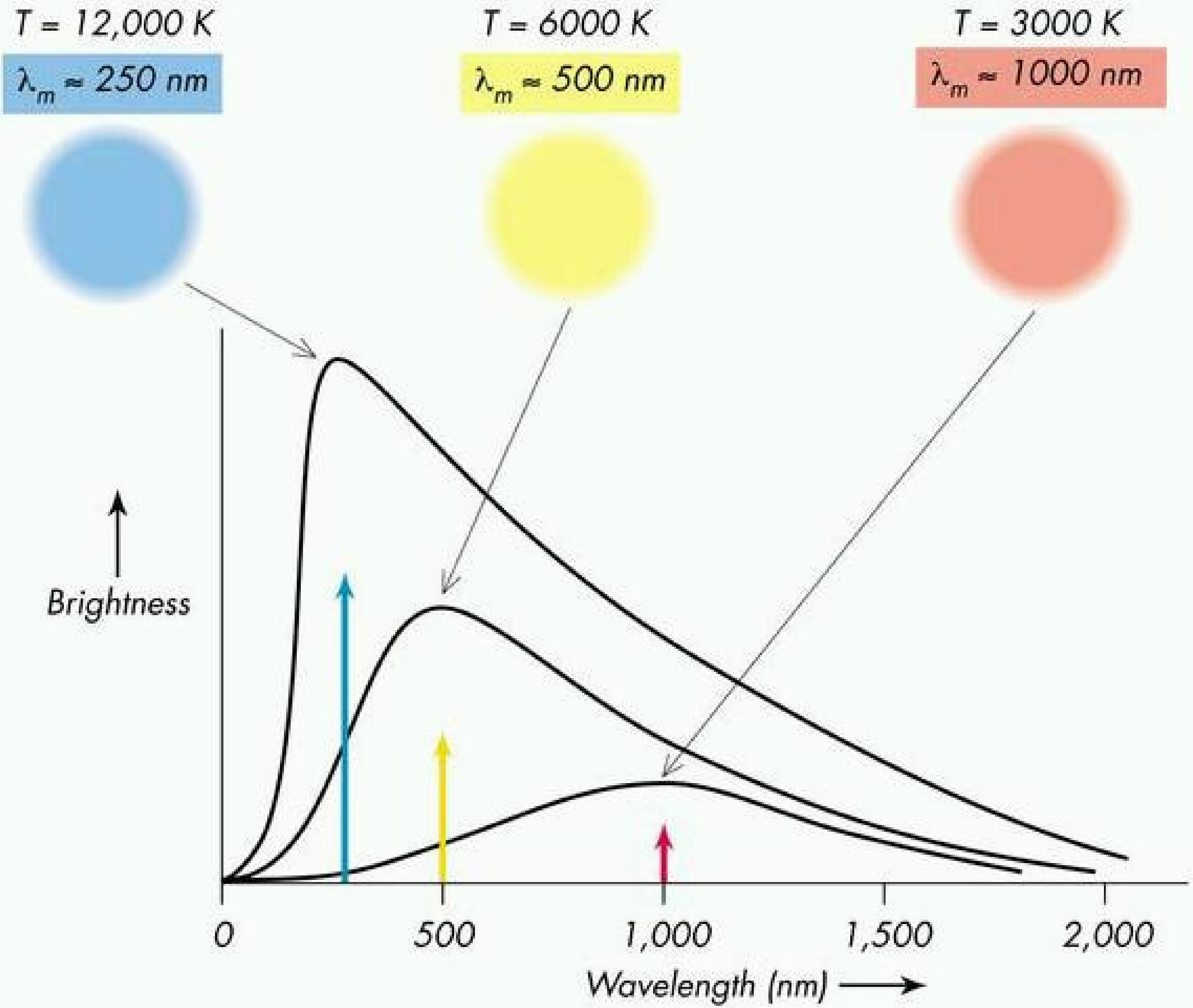

PINK
FLOYD
THE
DARK SIDE
OF THE
MOON


SPETTROSCOPIO
GAS CALDO E DENSO

sorgente
di
luce
bianca

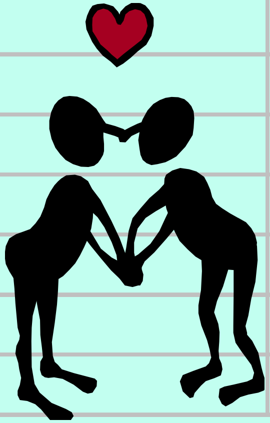


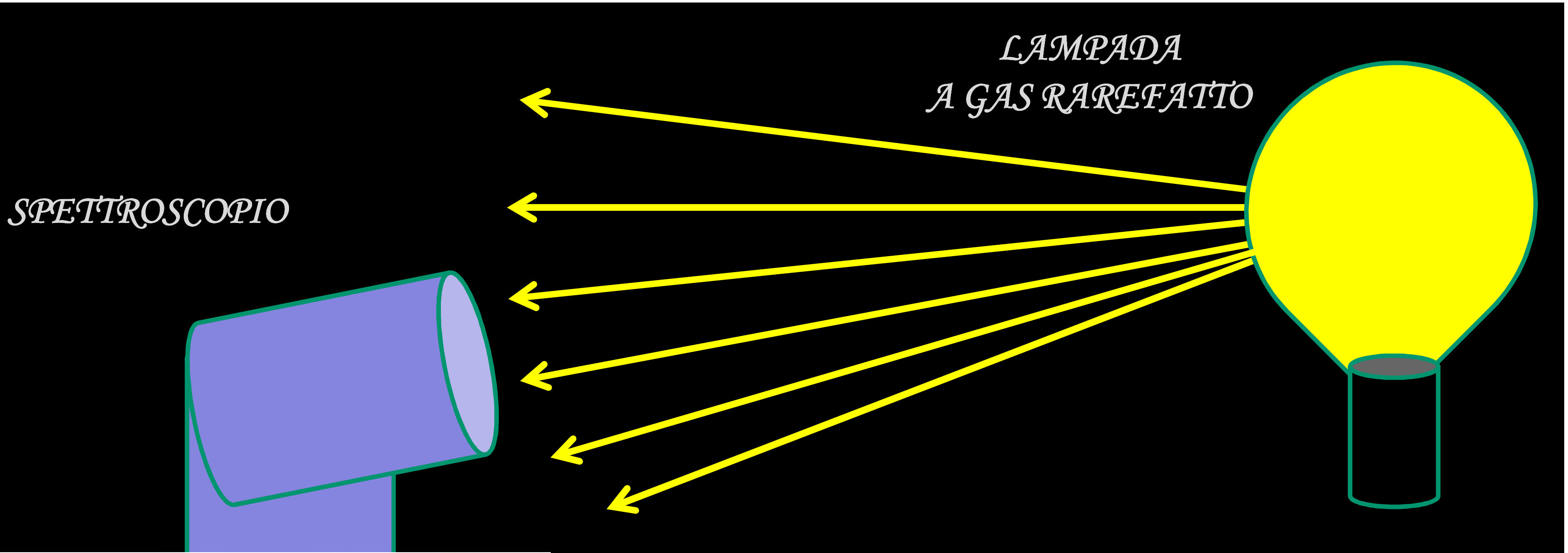

schermo

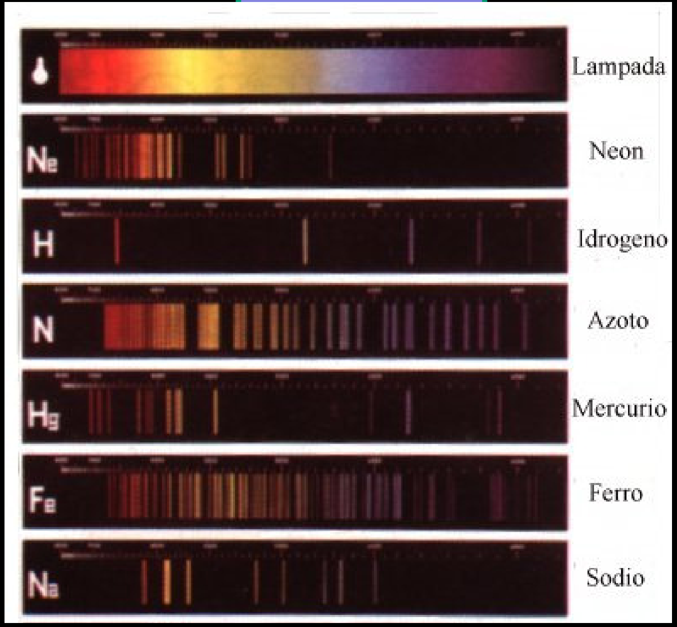

T = 12,000 K
$\lambda_m \approx 250$ nm
T = 6000 K
$\lambda_m \approx 500$ nm
T = 3000 K
$\lambda_m \approx 1000$ nm
Brightness
0
500
1,000
1,500
2,000
Wavelength (nm)

La classificazione delle stelle

Colore	**Temperatura**	**categoria**	***filastrocca***
blu intenso	40 000	O	*oh*
blu	28 000	B	*be*
blu-bianco	9 900	A	*a*
bianco	7 400	F	*fine*
giallo	6 030	G	*girl*
arancione	4 900	K	*kiss*
rosso arancio	3 480	M	*me*
rosso	3 000	R,N,S	





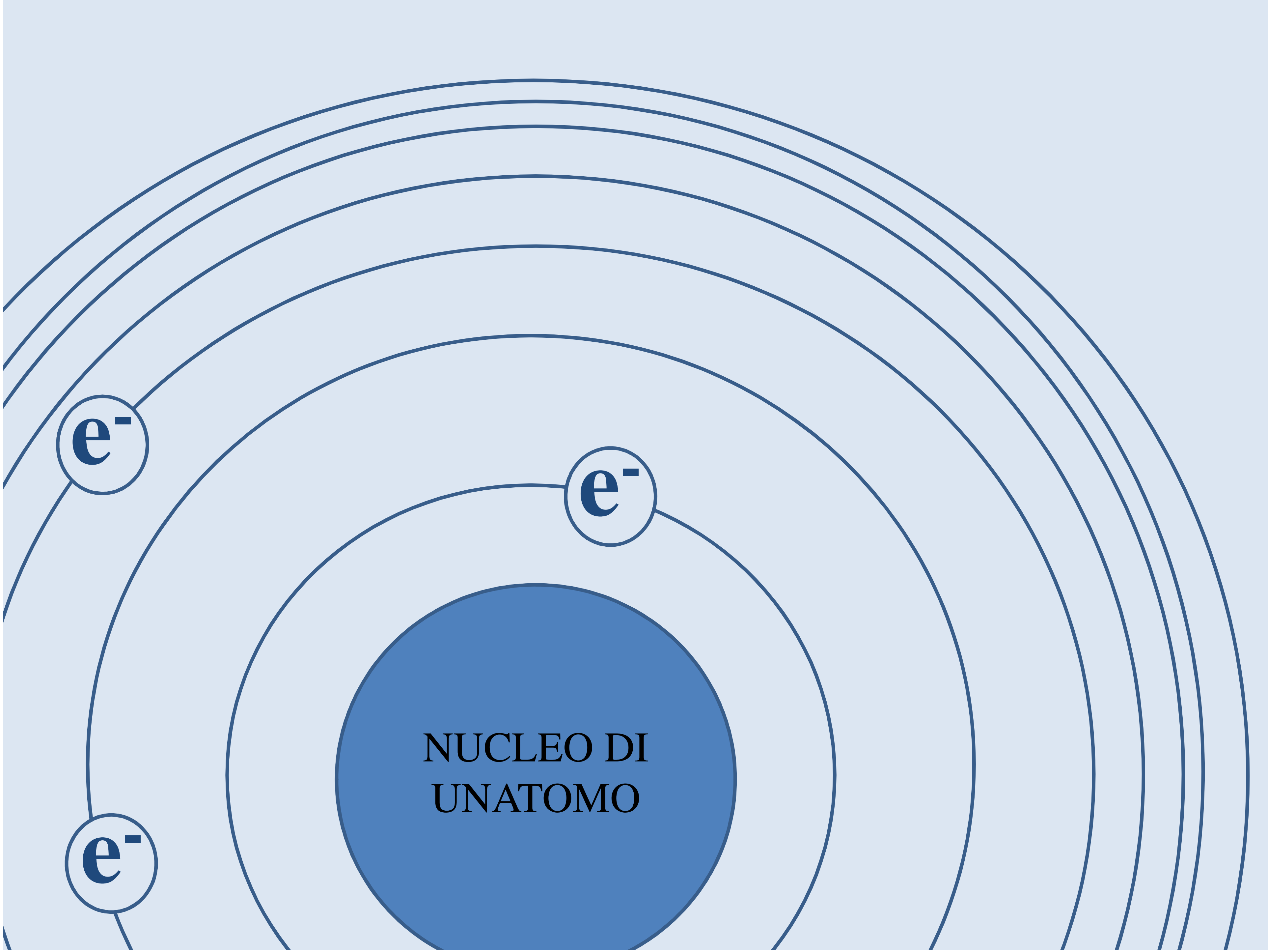


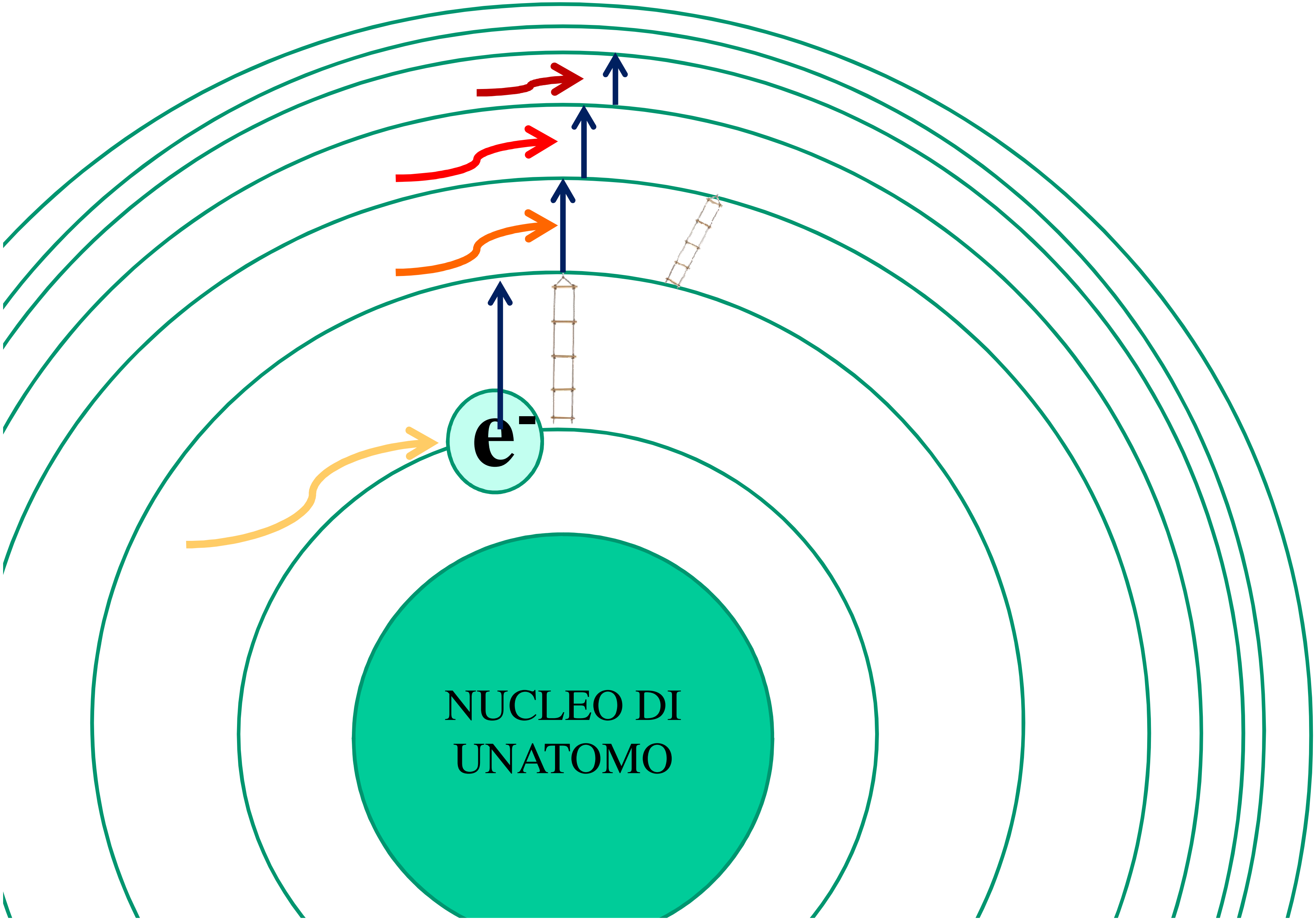
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

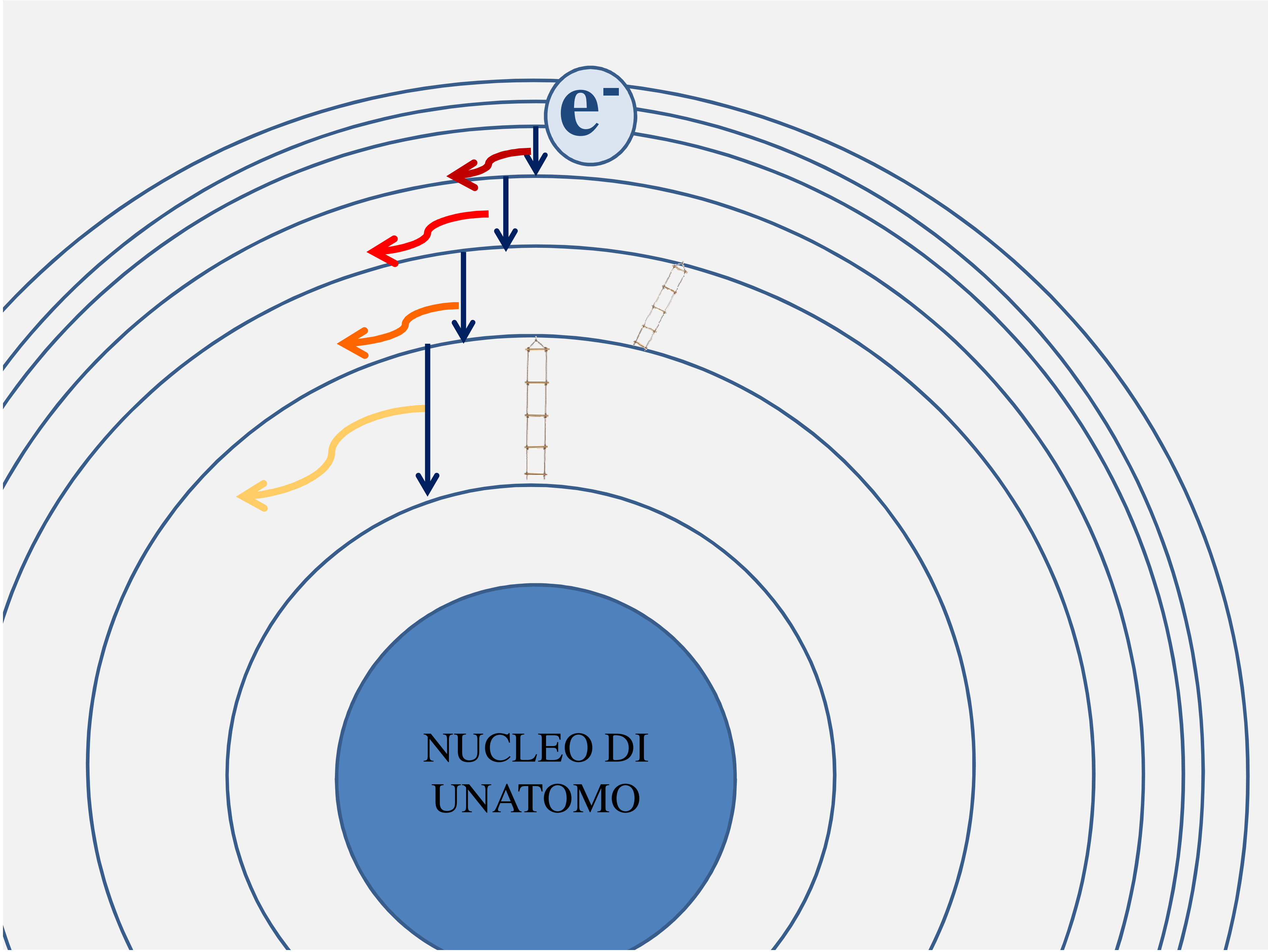
Nel 1860 gli stessi Bunsen e Kirchhoff identificaticarono il cesio e il rubidio dalle linee di emissione dei loro spettri atomici. Gli elementi presero il nome dal colore delle linee, rispettivamente celesti e rosse.

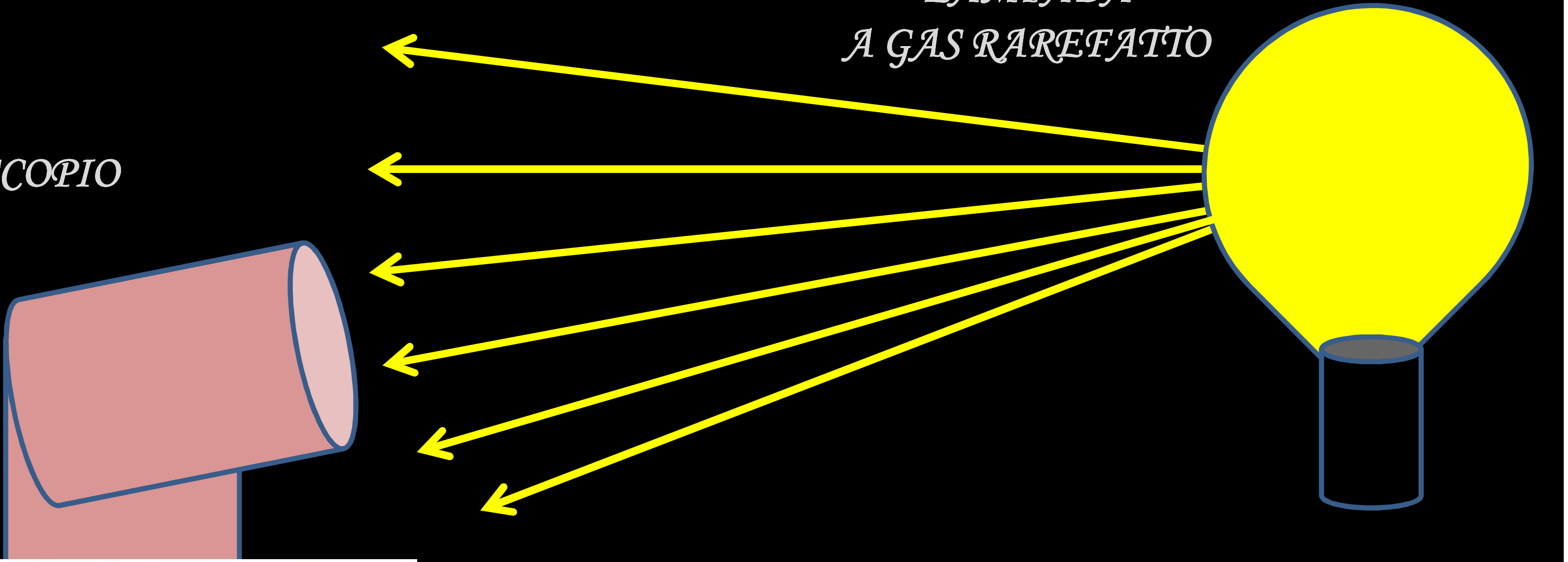
Il tallio e l'indio, il gallio e i gas nobili vennero riconosciuti grazie alle linee di emissione.

Per esempio l'elio fu rilevato nella corona solare nel 1868 prima ancora che sulla Terra.


e-
e-
NUCLEO DI
UNATOMO
e-

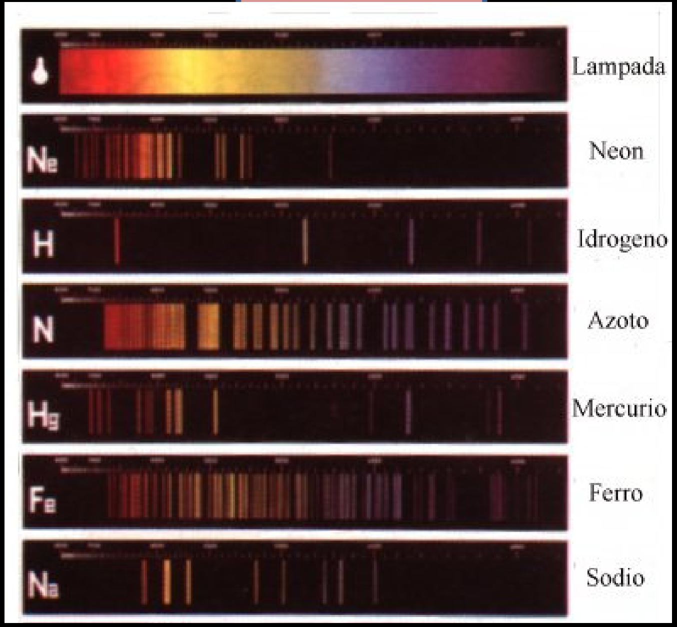

e-
NUCLEO DI UNATOMO


e-
NUCLEO DI UNATOMO



LAMPADA
A GAS RAREFATTO

SPETTROSCOPIO

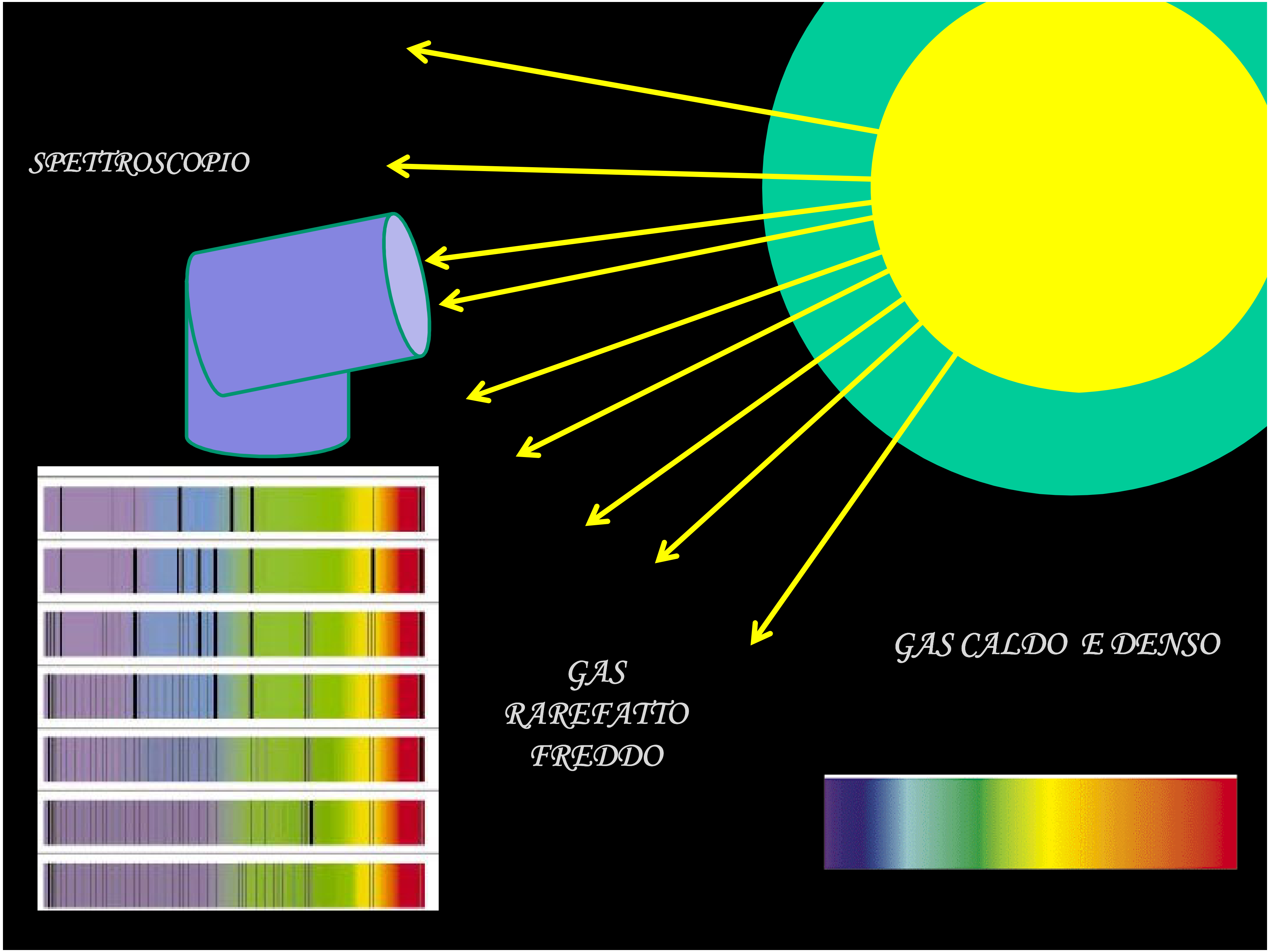


Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

Nel 1860 gli stessi Bunsen e Kirchhoff identificaticarono il cesio e il rubidio dalle linee di emissione dei loro spettri atomici. Gli elementi presero il nome dal colore delle linee, rispettivamente celesti e rosse.

Il tallio e l'indio, il gallio e i gas nobili vennero riconosciuti grazie alle linee di emissione.

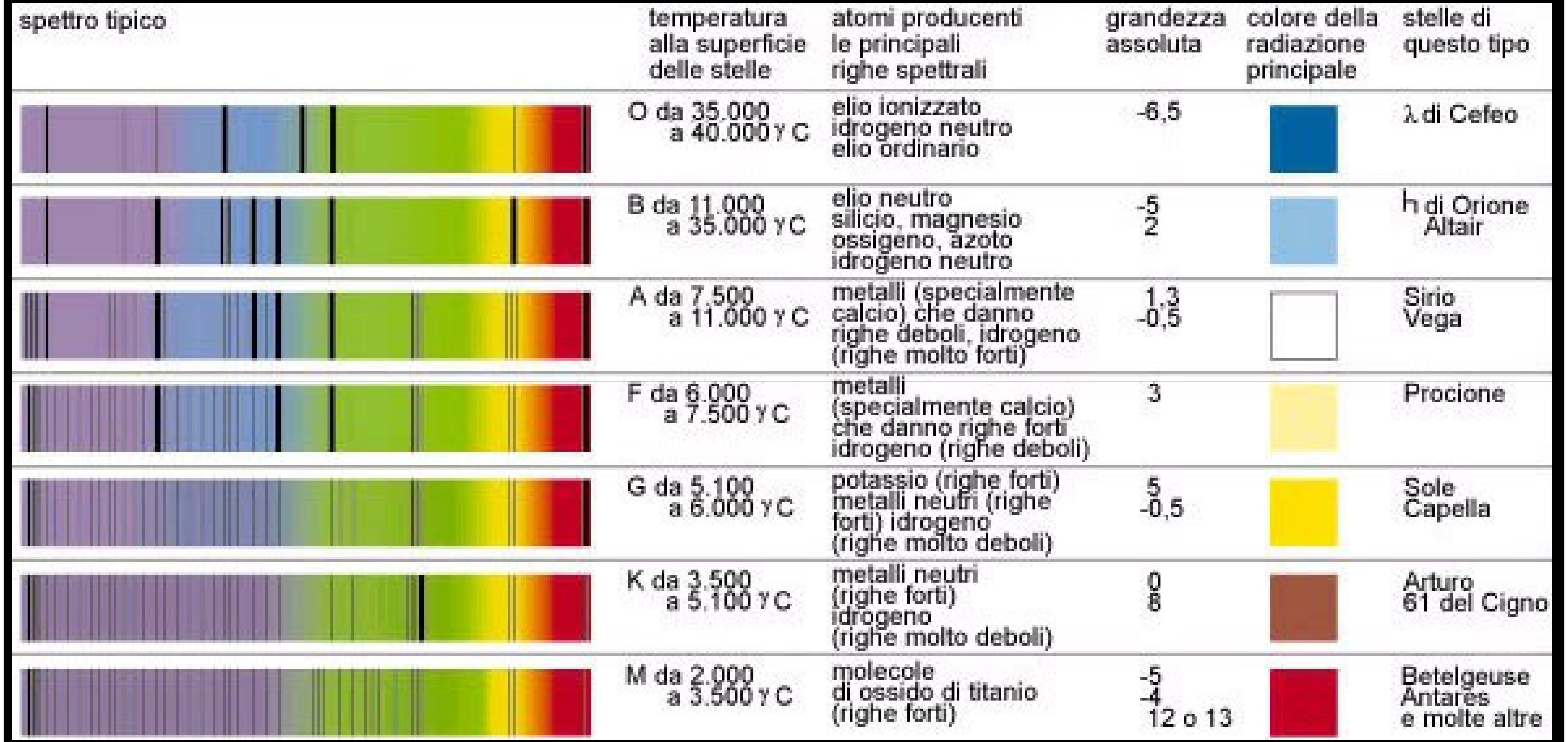
Per esempio l'elio fu rilevato nella corona solare nel 1868 prima ancora che sulla Terra.



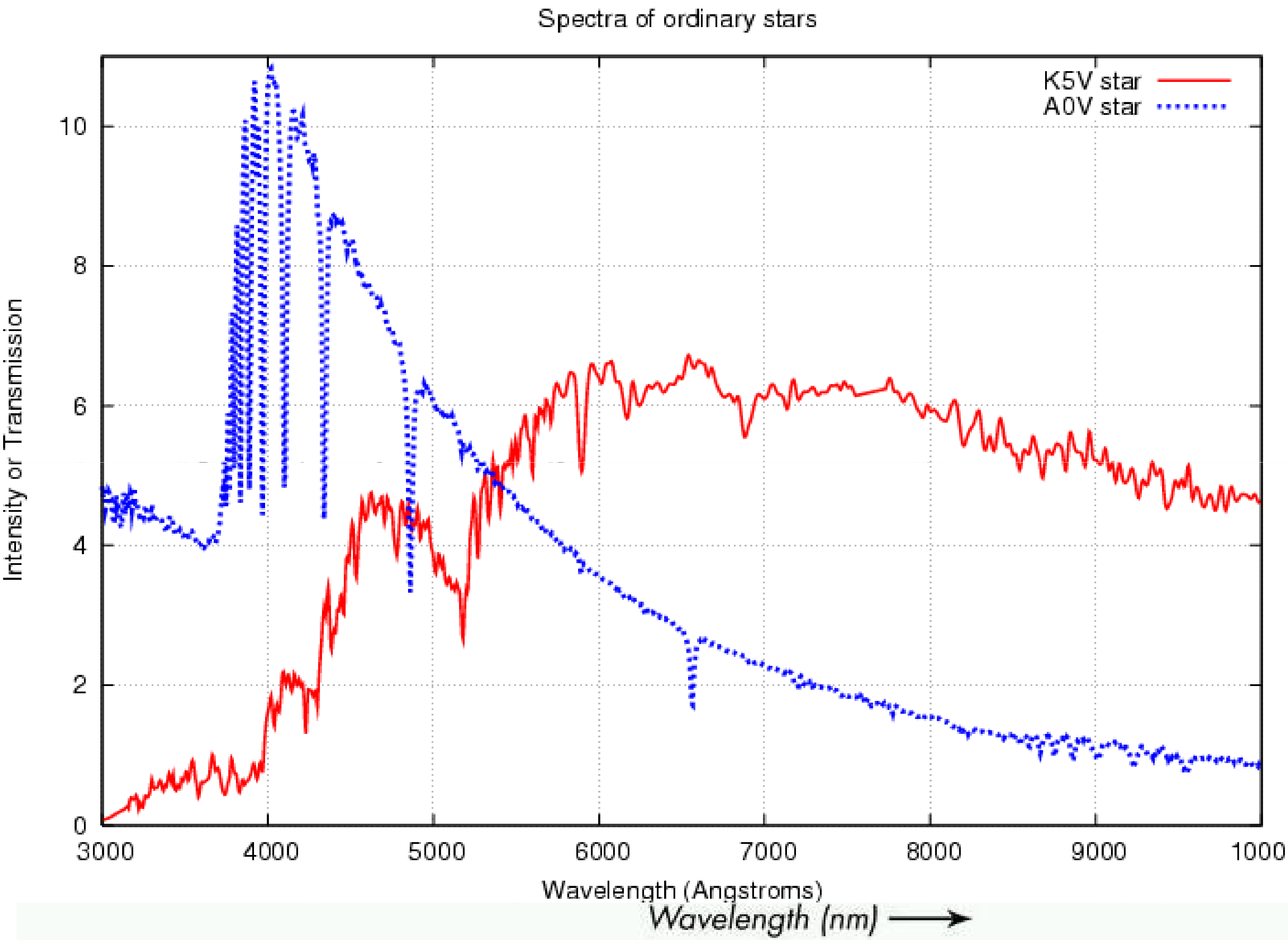
SPETTROSCOPIO

GAS
RAREFATTO
FREDDO

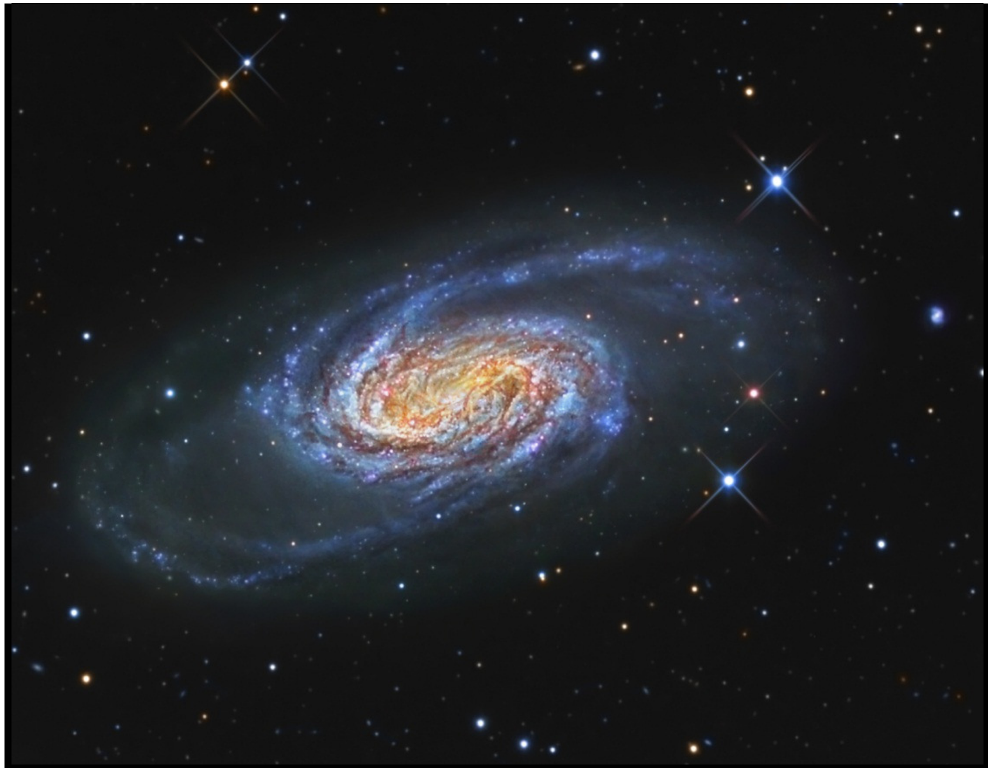
GAS CALDO E DENSO

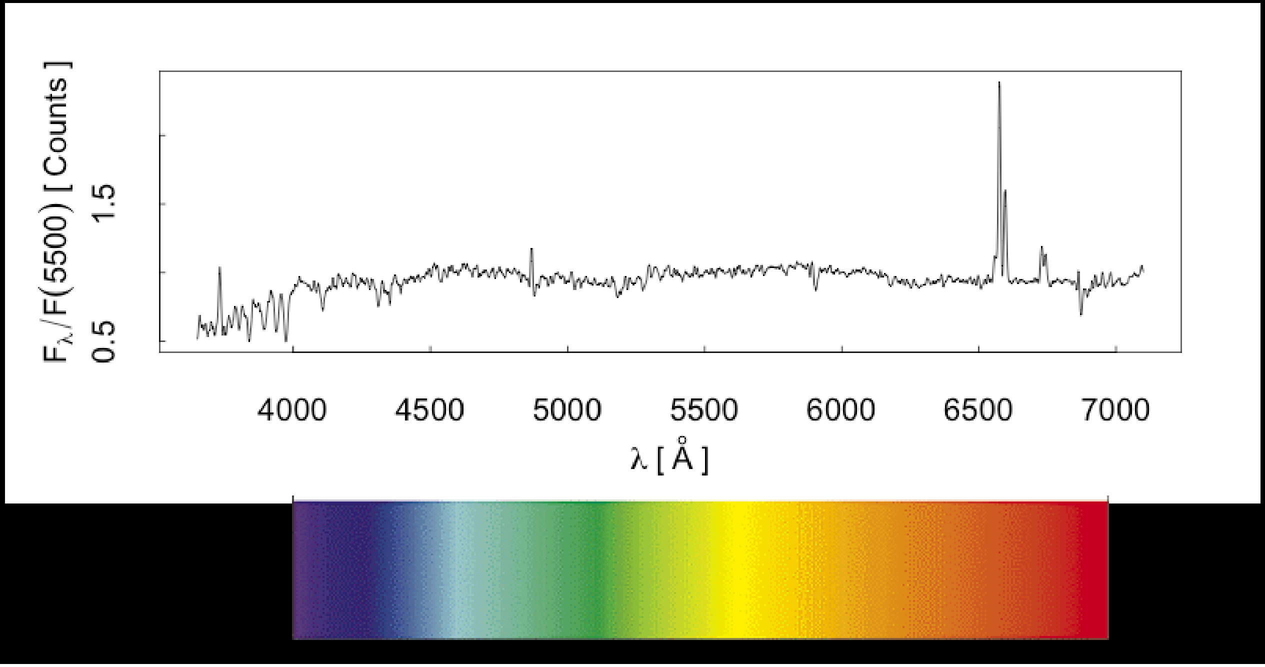


spettro tipico	temperatura alla superficie delle stelle	atomi producenti le principali righe spettrali	grandezza assoluta	colore della radiazione principale	stelle di questo tipo
	O da 35.000 a 40.000 γ C	elio ionizzato idrogeno neutro elio ordinario	-6,5	🟦	λ di Cefeo
	B da 11.000 a 35.000 γ C	elio neutro silicio, magnesio ossigeno, azoto idrogeno neutro	-5 2	🟦	h di Orione Altair
	A da 7.500 a 11.000 γ C	metalli (specialmente calcio) che danno righe deboli, idrogeno (righe molto forti)	1,3 -0,5	⬜	Sirio Vega
	F da 6.000 a 7.500 γ C	metalli (specialmente calcio) che danno righe forti idrogeno (righe deboli)	3	🟨	Procione
	G da 5.100 a 6.000 γ C	potassio (righe forti) metalli neutri (righe forti) idrogeno (righe molto deboli)	5 -0,5	🟨	Sole Capella
	K da 3.500 a 5.100 γ C	metalli neutri (righe forti) idrogeno (righe molto deboli)	0 8	🟫	Arturo 61 del Cigno
	M da 2.000 a 3.500 γ C	molecole di ossido di titanio (righe forti)	-5 -4 12 o 13	🟥	Betelgeuse Antares e molte altre

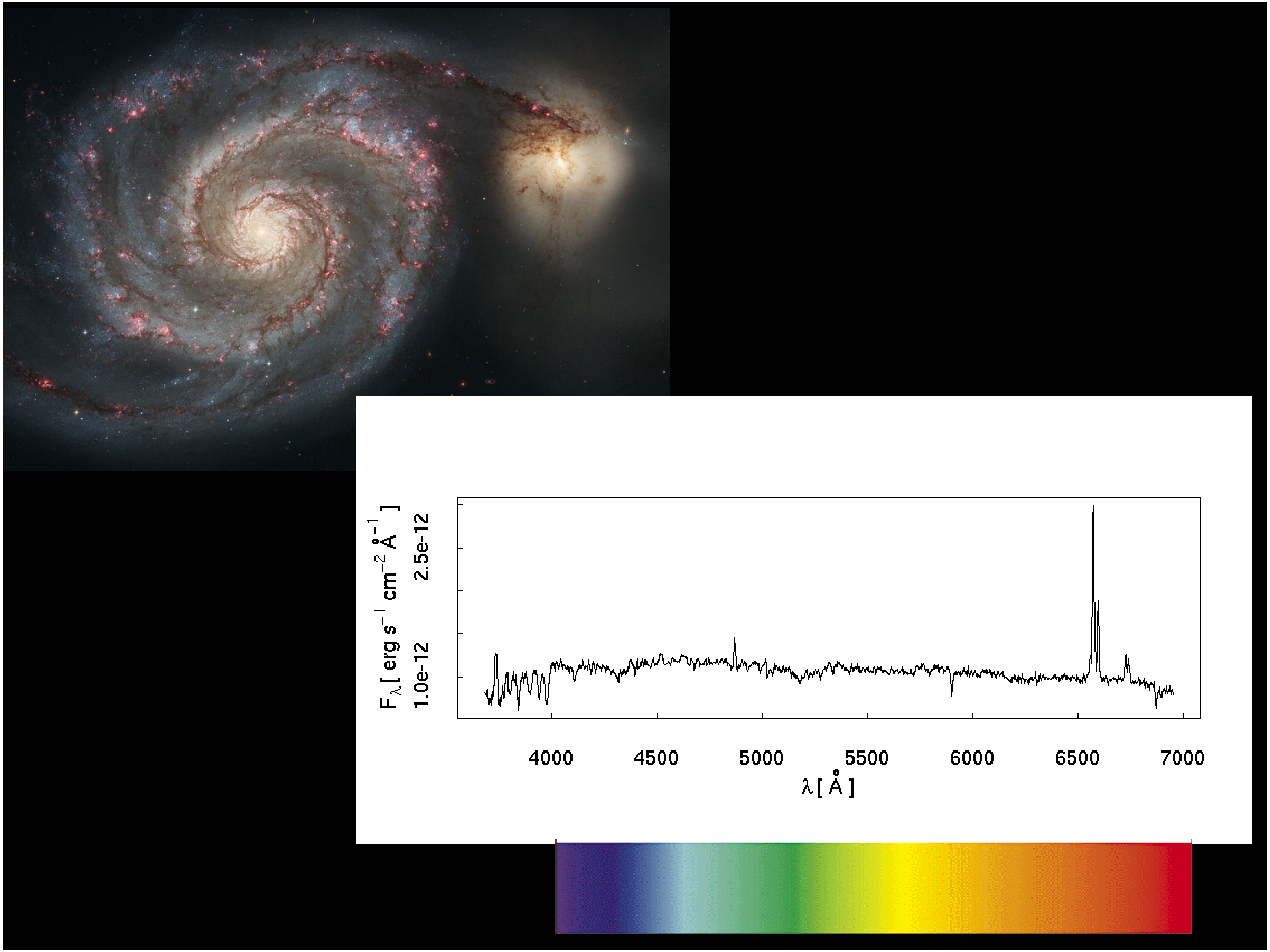

Spectra of ordinary stars
K5V star
A0V star
Intensity or Transmission
0
2
4
6
8
10
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Wavelength (Angstroms)
Wavelength (nm) ⟶

NGC 2903





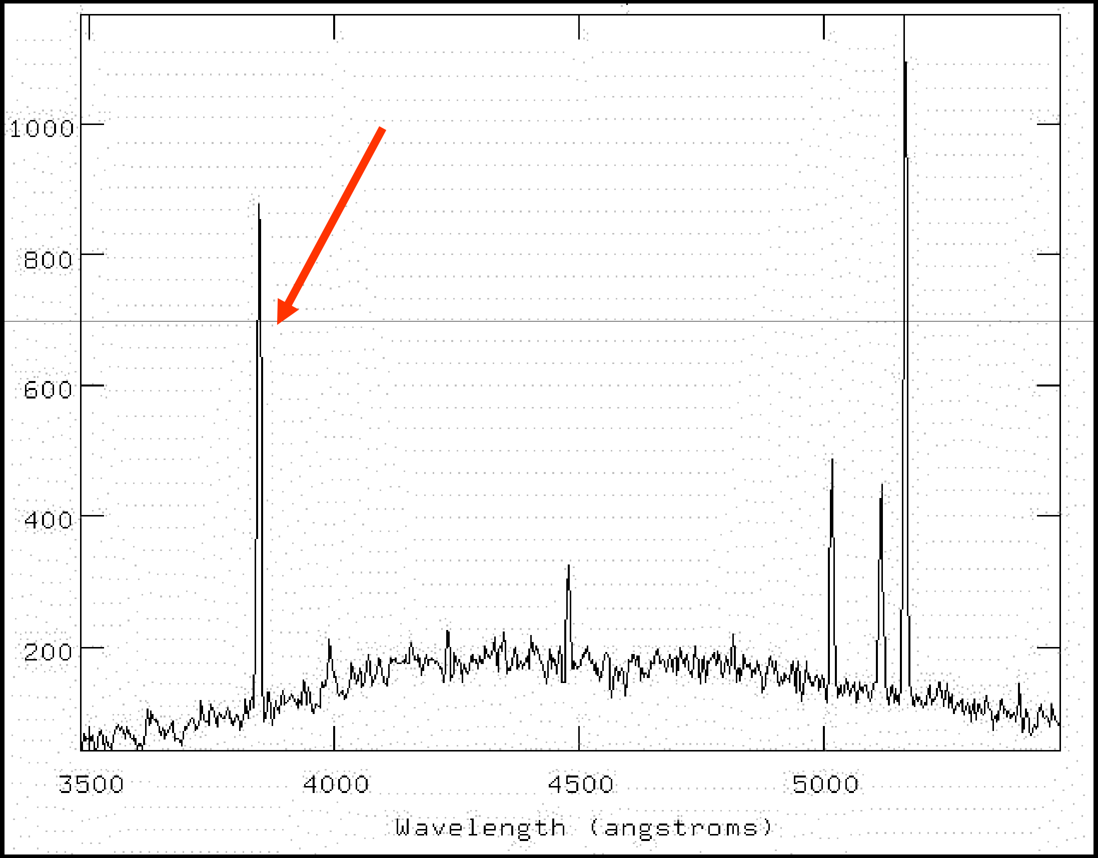
$F_\lambda / F(5500)$ [Counts]
0.5
1.5
4000
4500
5000
5500
6000
6500
7000
λ [Å]



F_λ [erg s^{-1} cm^{-2} Å^{-1}]
1.0e-12
2.5e-12
4000
4500
5000
5500
6000
6500
7000
λ [Å]

La spettroscopia
studia la distribuzione luce alle varie lunghezze d’onda

Negli spettri ci sono spesso righe di emissione



Radiazione prodotta da transizioni elettroniche all’interno degli atomi https://www.youtube.com/watch?v=JURwVDpJz6k

340
220
110
0
km/h
7
Throttle
Brake

Gran premio di Formula 1

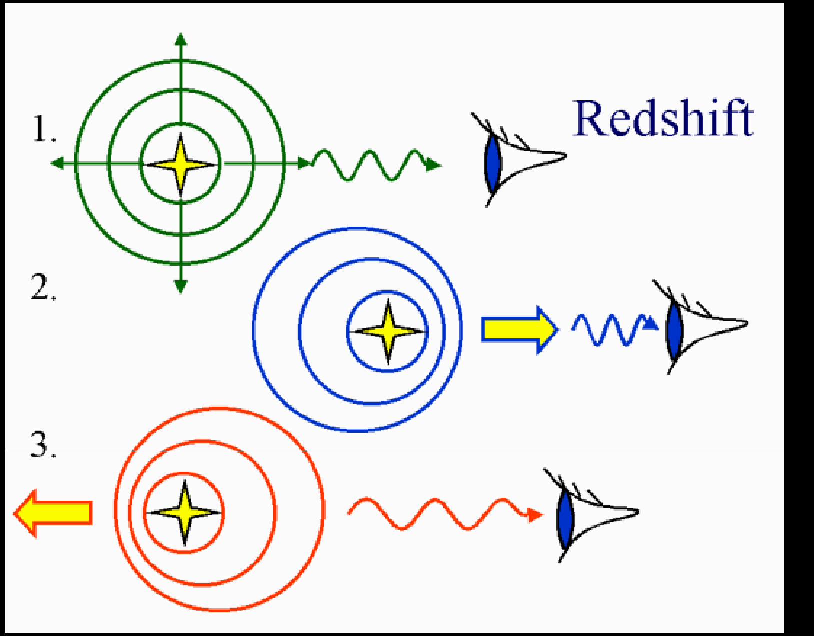
© copyright www.insidefoto.com

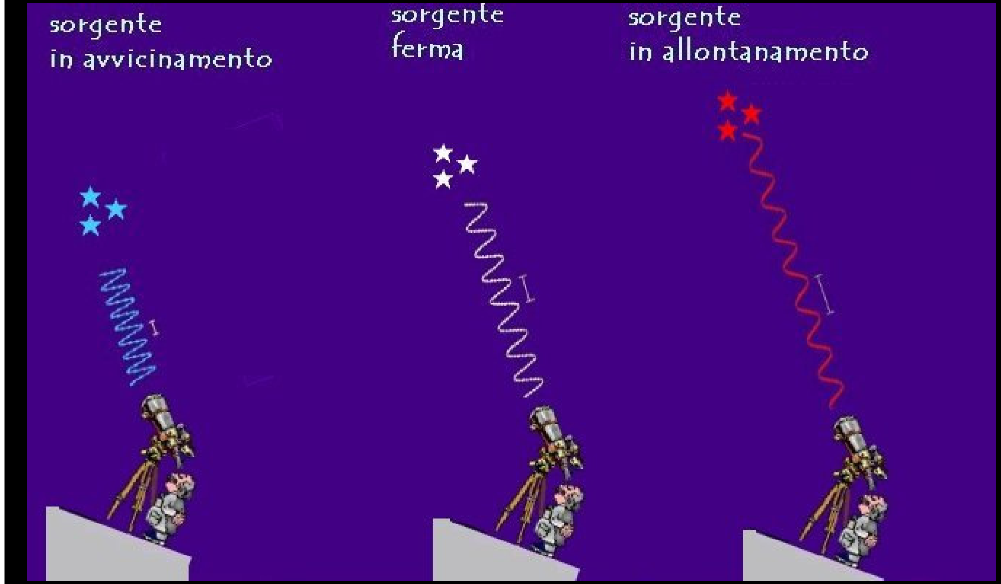
http://www.youtube.com/watch?v=9ZlZQhgsENQ

Effetto Doppler

Se una sorgente luminosa si avvicina le lunghezze d’onda della radiazione diminuiscono

BLUE SHIFT

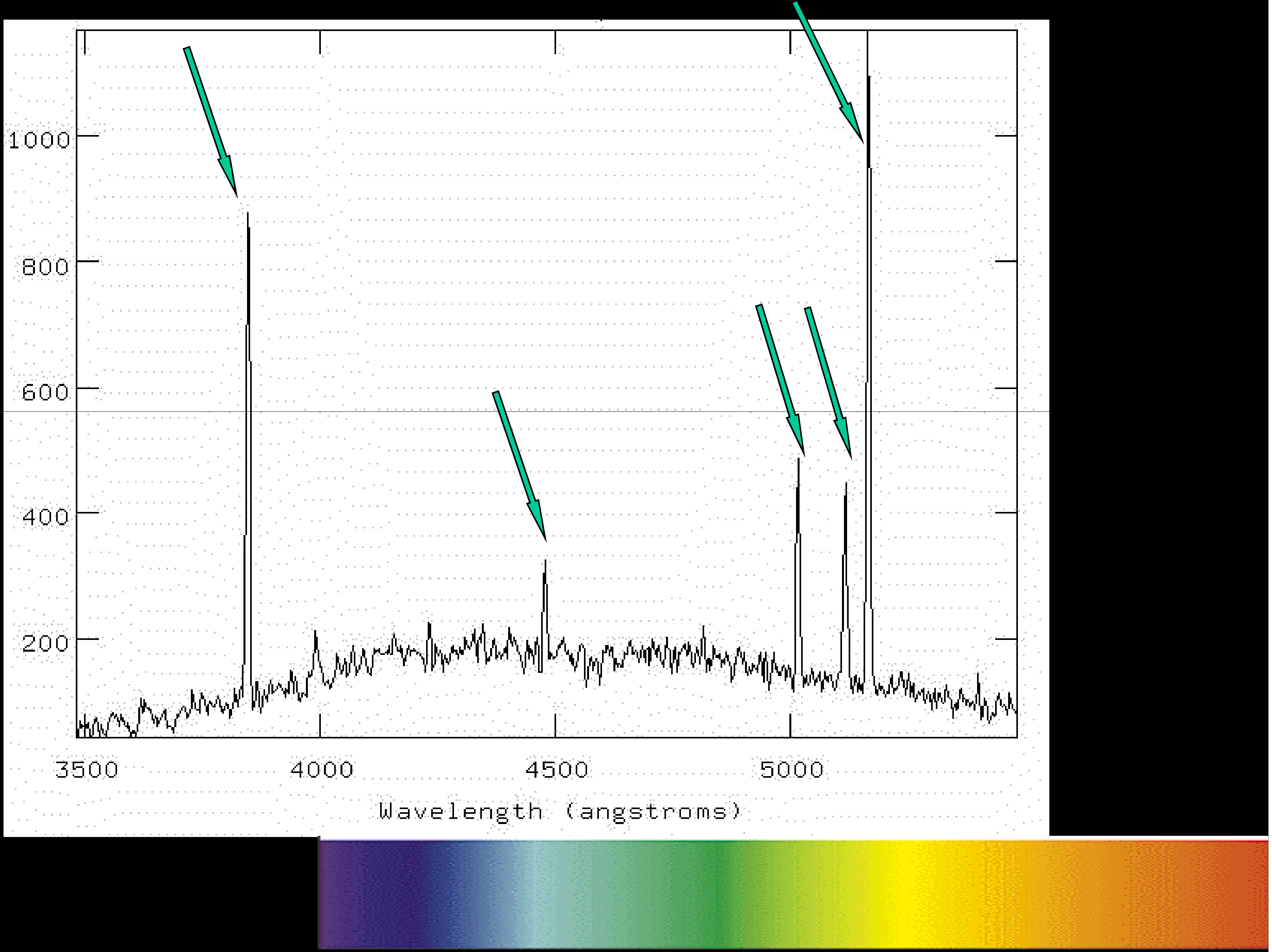

1.
Redshift
2.
3.


sorgente
in avvicinamento
sorgente
ferma
sorgente
in allontanamento

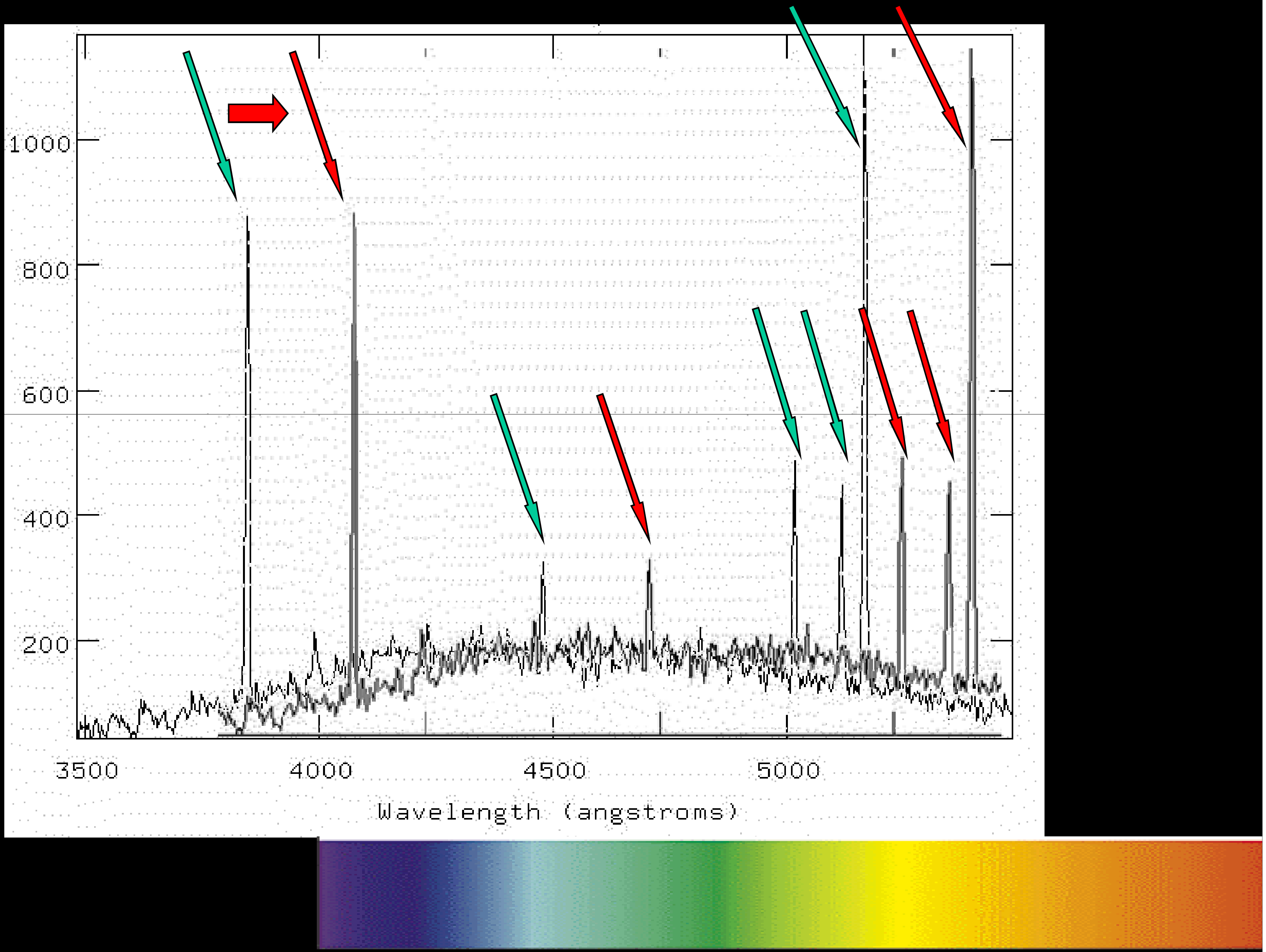
Se una sorgente luminosa si allontana le lunghezze d’onda della radiazione aumentano

REDSHIFT

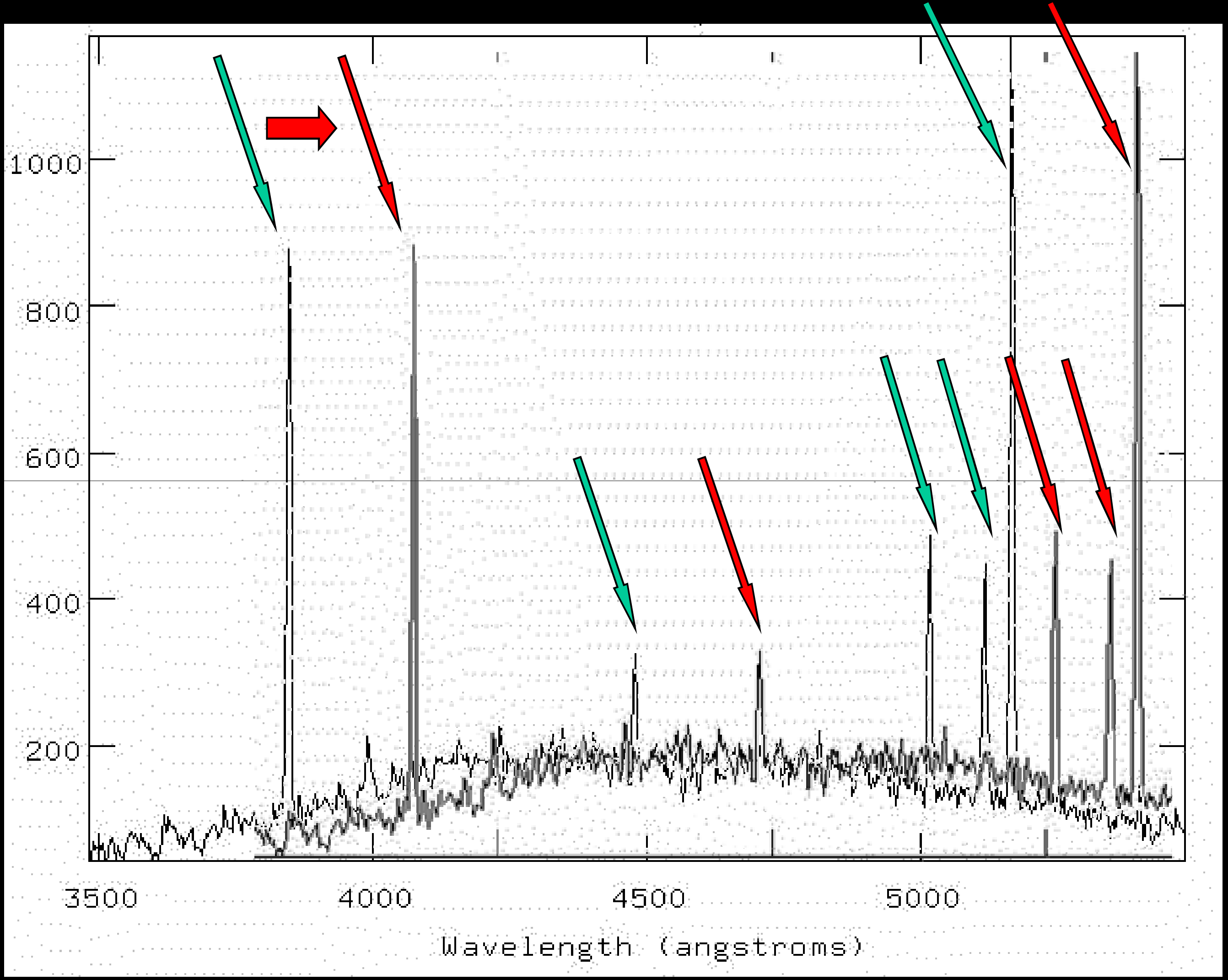
Sorgente “a riposo”



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento

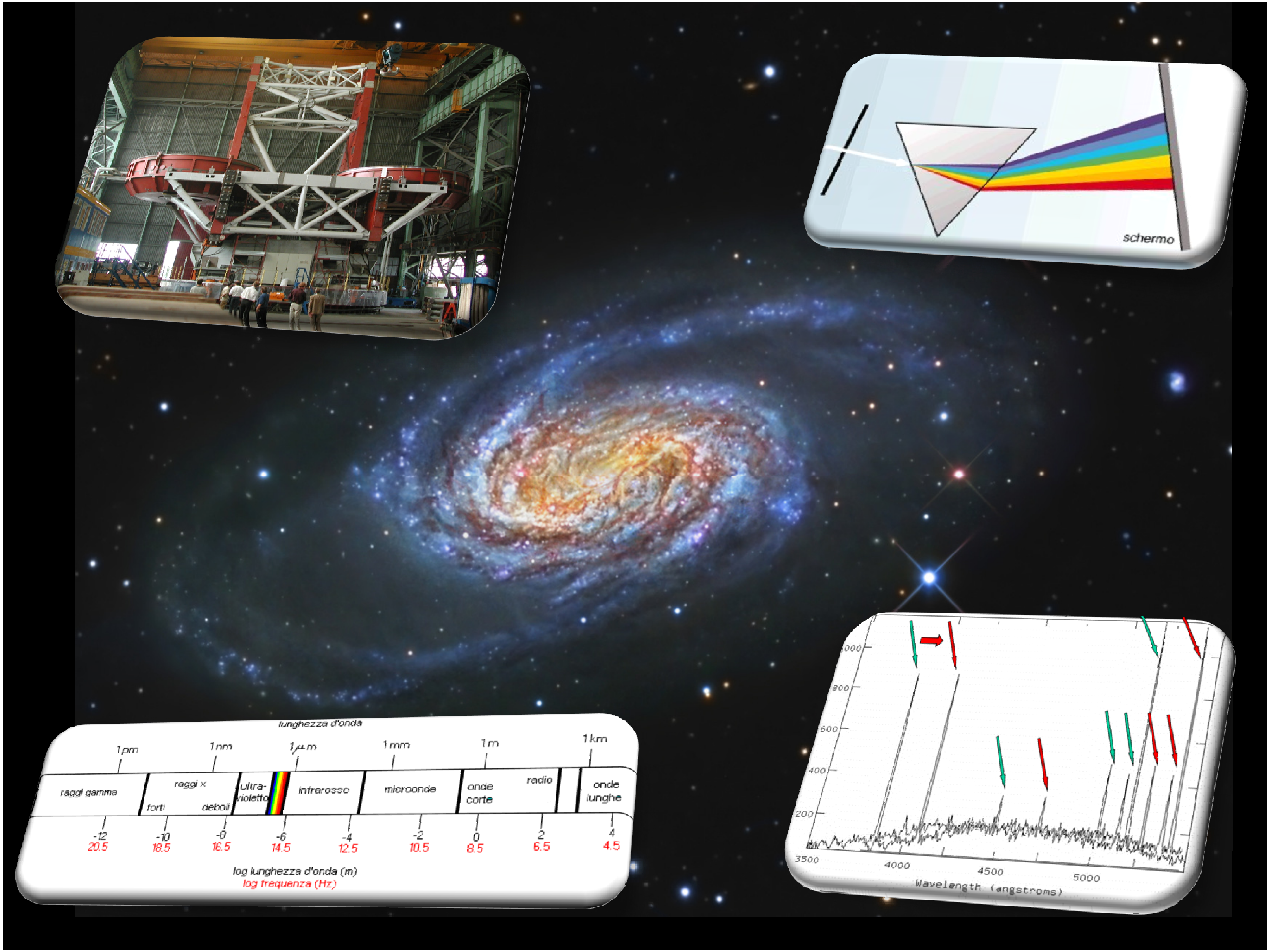


le righe si spostano quindi verso il rosso: **redshift**

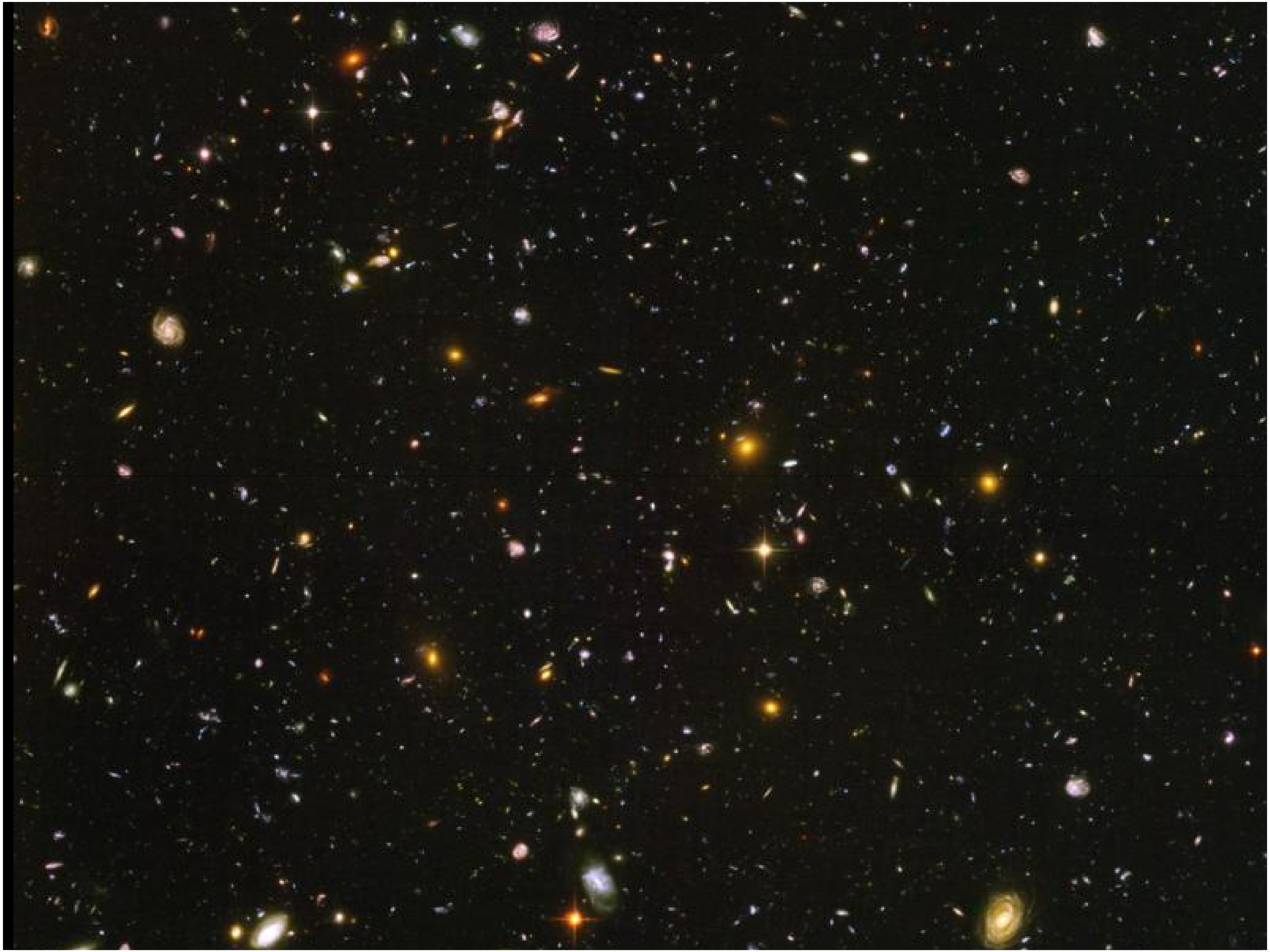
Effetto Doppler

(non relativistico)

$$\frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda_0} = \frac{v_s}{c} \approx \mathrm{z}$$


schermo
lunghezza d'onda
1pm
1nm
1μm
1mm
1m
1km
raggi gamma
raggi x
forti
deboli
ultra-
violetto
infrarosso
microonde
onde
corte
radio
onde
lunghe
-12
20.5
-10
18.5
-8
16.5
-6
14.5
-4
12.5
-2
10.5
0
8.5
2
6.5
4
4.5
log lunghezza d'onda (m)
log frequenza (Hz)
000
800
600
400
200
3500
4000
4500
5000
Wavelength (angstroms)

[redacted]



«Equipaggiato dei suoi cinque sensi, l'uomo esplora l'universo attorno a lui e chiama l'avventura Scienza.»

Edwin Hubble

Buona serata!

Ilaria Arosio

Dobbiamo anche confidare un poco in ciò che
Galileo chiamava la cortesia della Natura,
in grazia della quale talvolta da parte inaspettata
sorge un raggio di luce ad illuminare
argomenti prima creduti inaccessibili alle
nostre speculazioni [...].
Speriamo dunque.
E studiamo

G.V. Schiaparelli,
in *Il pianeta Marte*, 1893