



Istituto Nazionale di Astrofisica
Osservatorio astronomico di Brera



Universo in fiore
Introduzione all'astronomia

Ilaria Arosio

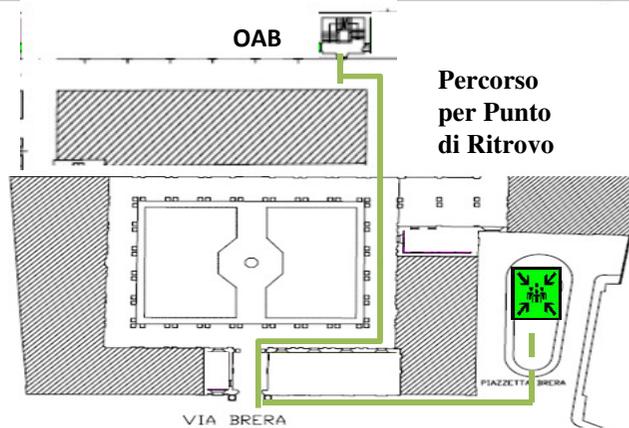
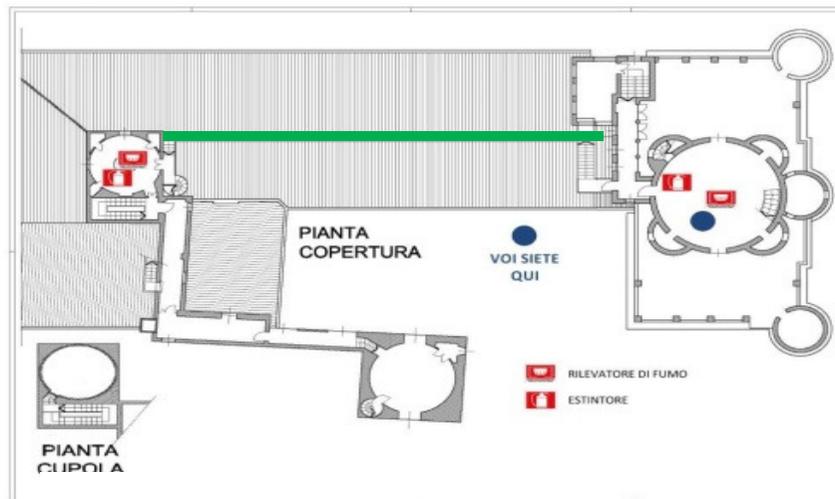
Ilaria.ariosio@brera.inaf.it

INAF-Osservatorio Astronomico di Brera

1 ottobre 2014



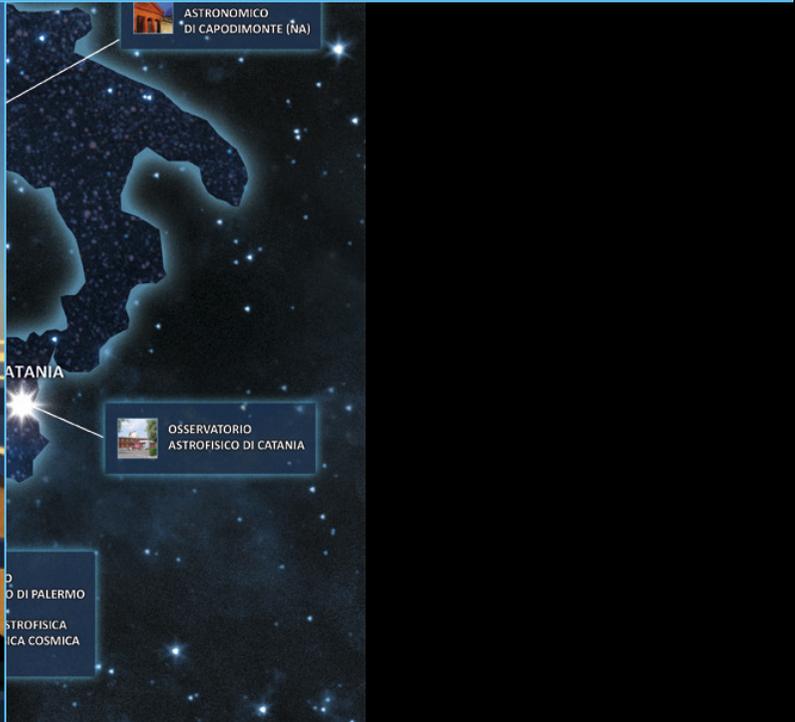
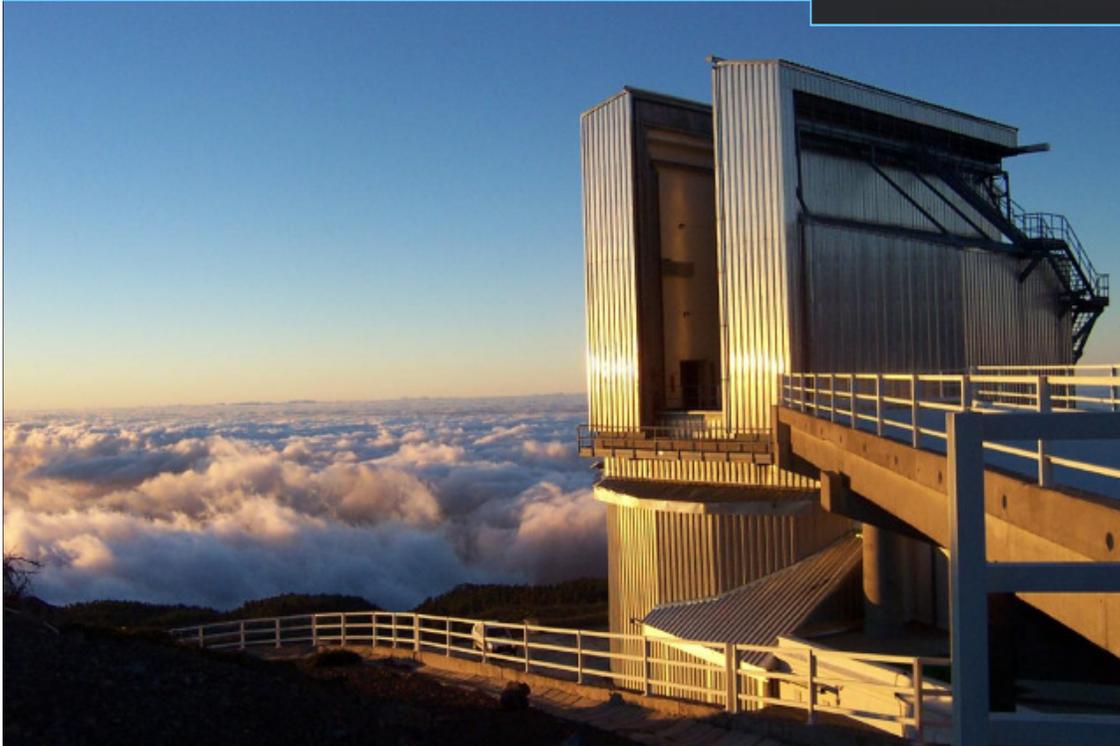
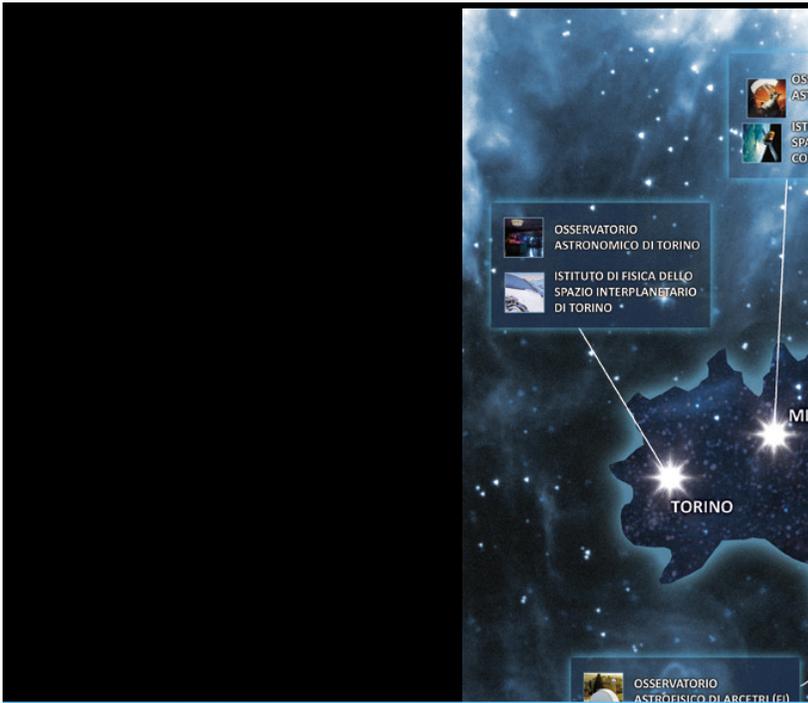
Uscite di Sicurezza vie di fuga in caso di Emergenza



Punto di ritrovo
Piazzetta Brera



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



Subaru – Giappone
Ø 8,2 m

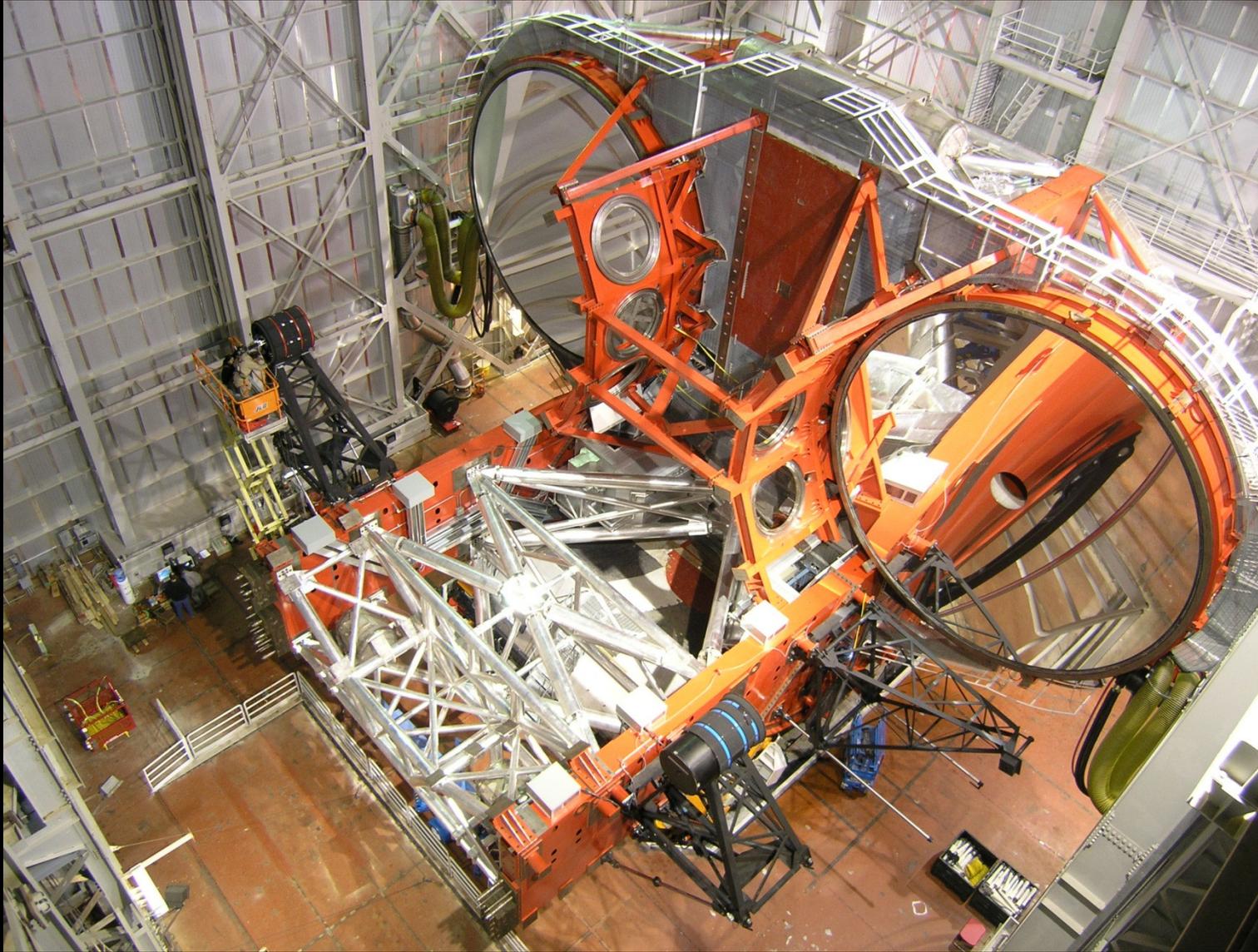
 Hawaii

Keck I & II – California
Ø 10 m











Cosa fa un astronomo?



Cosa fa un astronomo?



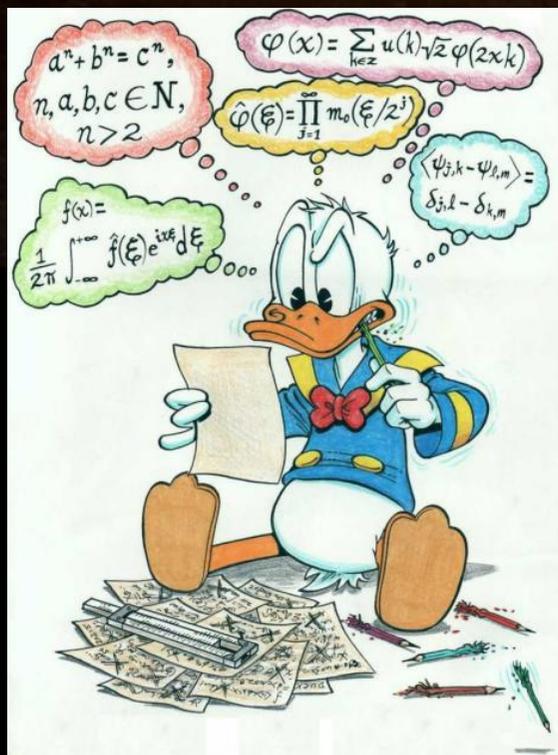
FLATRON wide



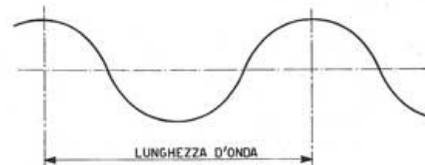
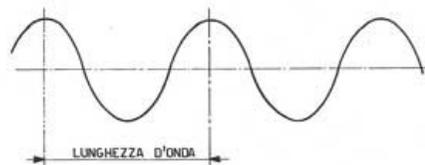
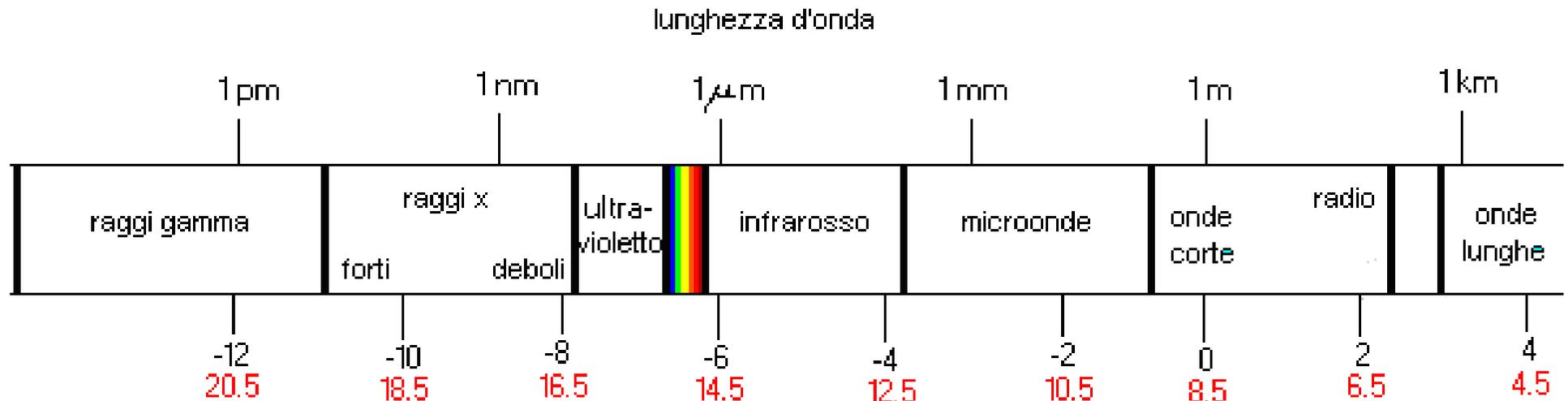
The screenshot shows a desktop environment with several windows open:

- Main Window:** Displays two astronomical images. The left image shows a star field with green concentric circles centered on a bright star. The right image shows a similar field but with a more detailed view of the central star and its immediate surroundings.
- Annulus Dialog:** A dialog box titled "Annulus" is open, showing parameters for an annulus region. The "Number 1" section has the following values: Center: 4:09:52.035, -56:07:03.24; Inner Radius: 0, Outer Radius: 180; Annuli: 17. The "Radius" section has values from 0 to 40.
- Radial Profile Plots:** Two plots are visible. The top one is titled "funcnts/ngc1533_sum.ev[EVENTS,PI=50:500]" and shows surface brightness (surf_brightness) on a logarithmic scale from 1E-2 to 1E-1 versus average radius (avg_radius) from 0 to 200. The bottom one is titled "funcnts/home/shtar/data/SWIFT/Earlyty/ps/ngc1533/M2sum.fits[UA]" and shows a similar plot with surface brightness from 1E1 to 1E2 versus average radius from 0 to 200.
- Email Client:** A window at the bottom left shows an email from Gianpiero Tagliaferri with the subject "esito proposal su Tempo Italiano Swift". The email content is partially visible, mentioning a proposal for the Swift satellite.
- Taskbar:** The Windows taskbar is visible on the right side, showing various application icons and the system tray.

LG

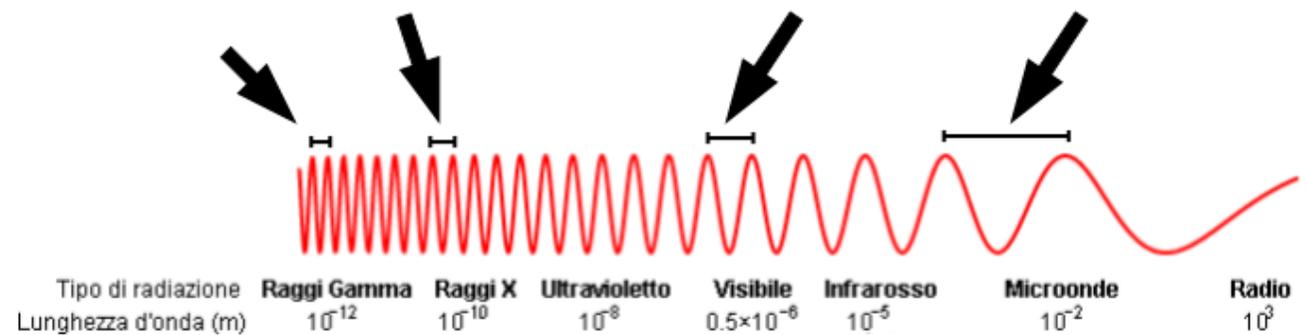


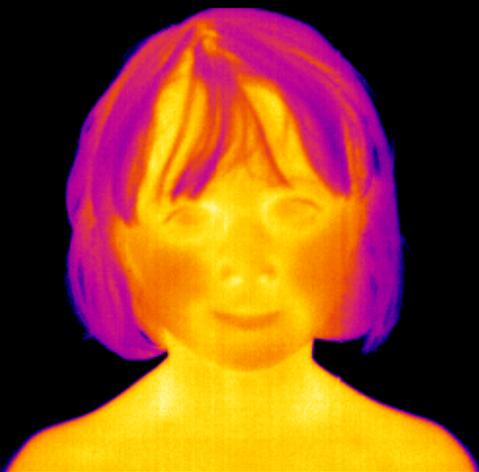
Proprietà della radiazione elettromagnetica

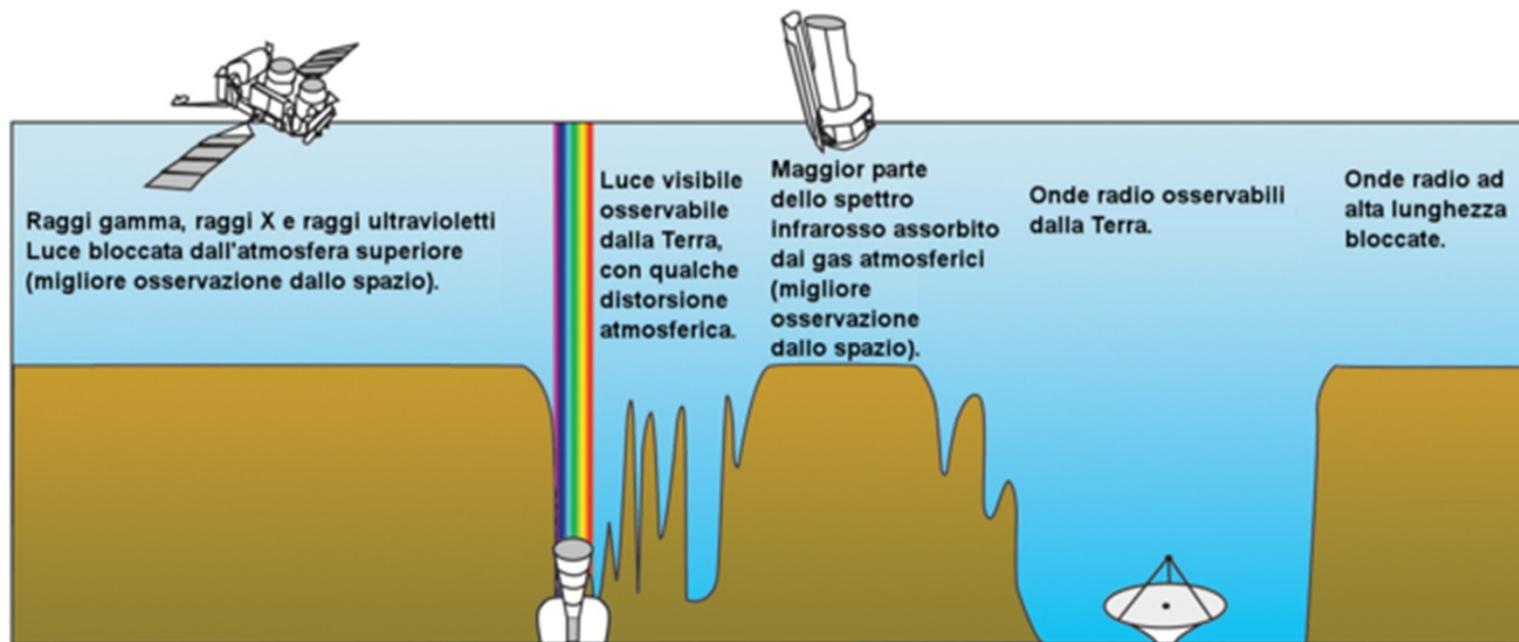
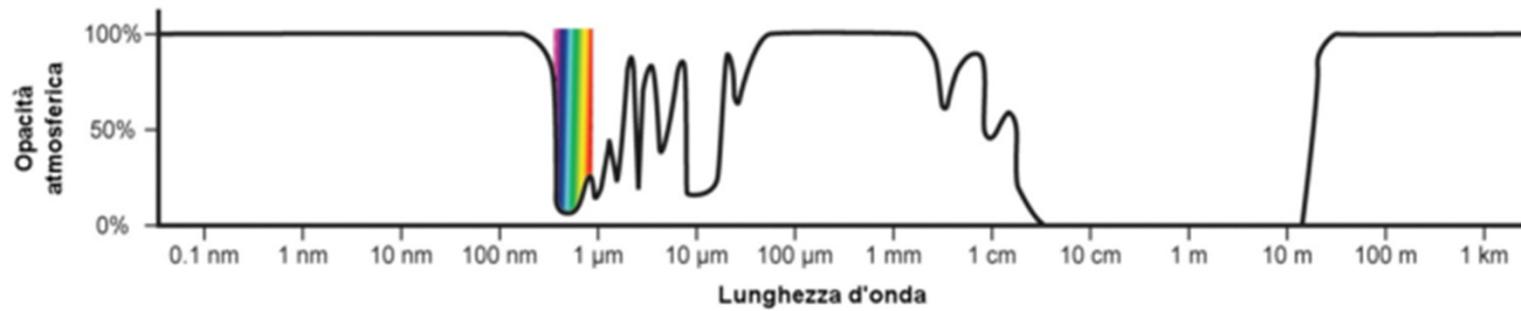


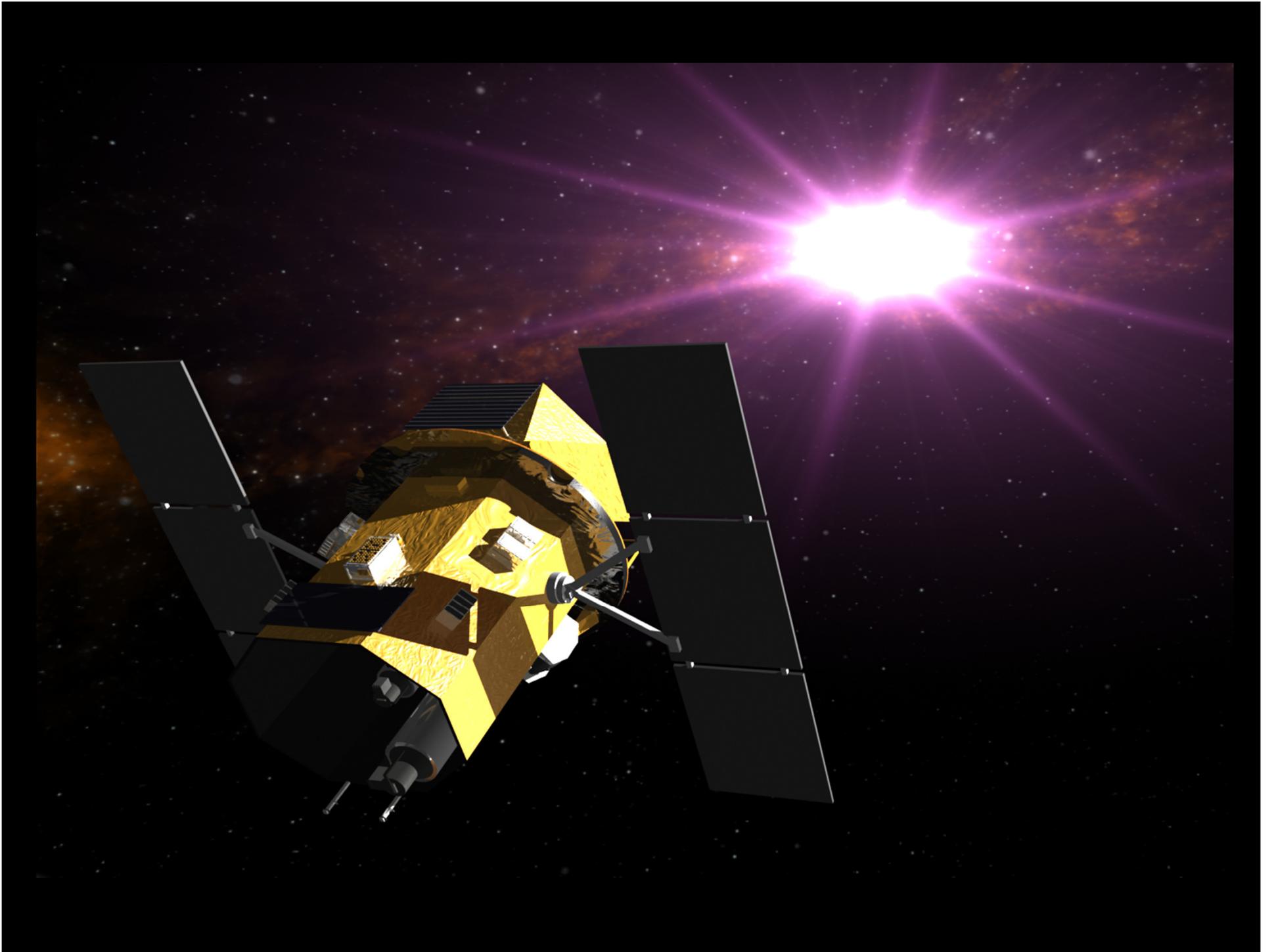
Schema 1
LUNGHEZZA D'ONDA

log lunghezza d'onda (m)
log frequenza (Hz)









L'astronomia

etimologicamente significa *legge delle stelle* (dal greco: $\alpha\sigma\tau\rho\nu\nu\omicron\mu\iota\alpha$ = $\alpha\sigma\tau\eta\rho/\alpha\sigma\tau\rho\nu$ (stella) + $\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$ (legge)),
è la scienza il cui oggetto è l'osservazione e la spiegazione degli eventi celesti.

Grande carro
setteentrione



Sirio da 4000 a 2000 a.C
semina, straripamento Nilo, anno nuovo



Pleiadi nel I millennio a.C.

navigazione

levata eliacca inizio anno in Mesopotamia 2500 a.C.





Terra, Milano, 130m

FOV 130°

94.9 FPS

2014-10-01 20:00:47

«Ehi! hai visto che bella luna c'è stasera?»

«No! Dove devo guardare?»



Modalità schermo intero [F11]

Terra, Milano, 130m

FOV 143°

79.9 FPS

2014-10-01 20:00:55

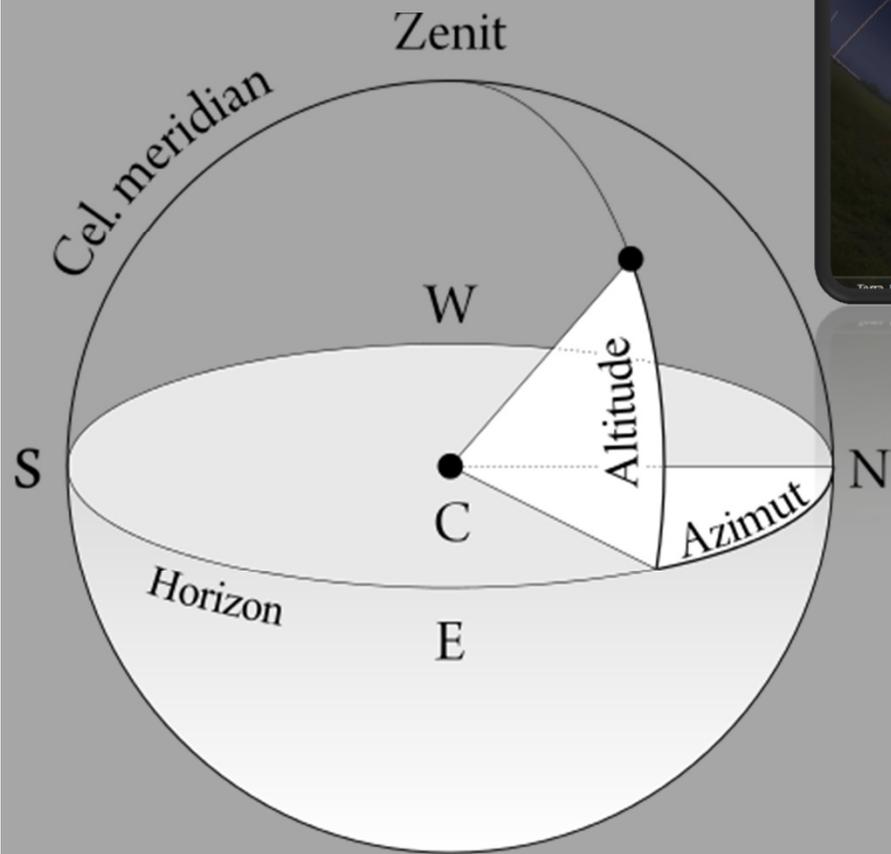


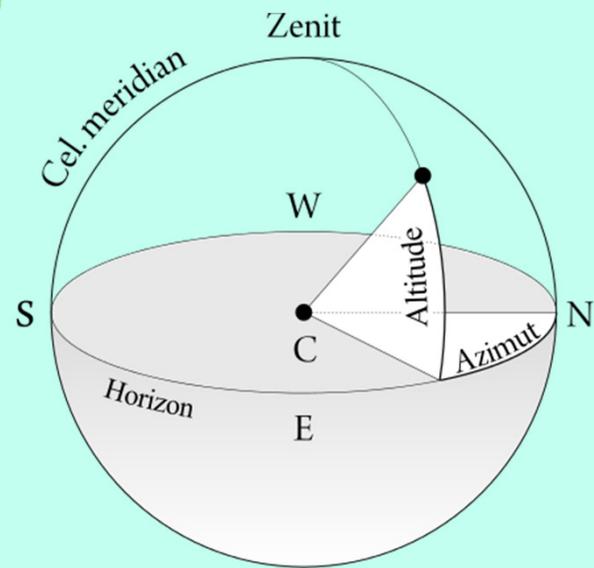
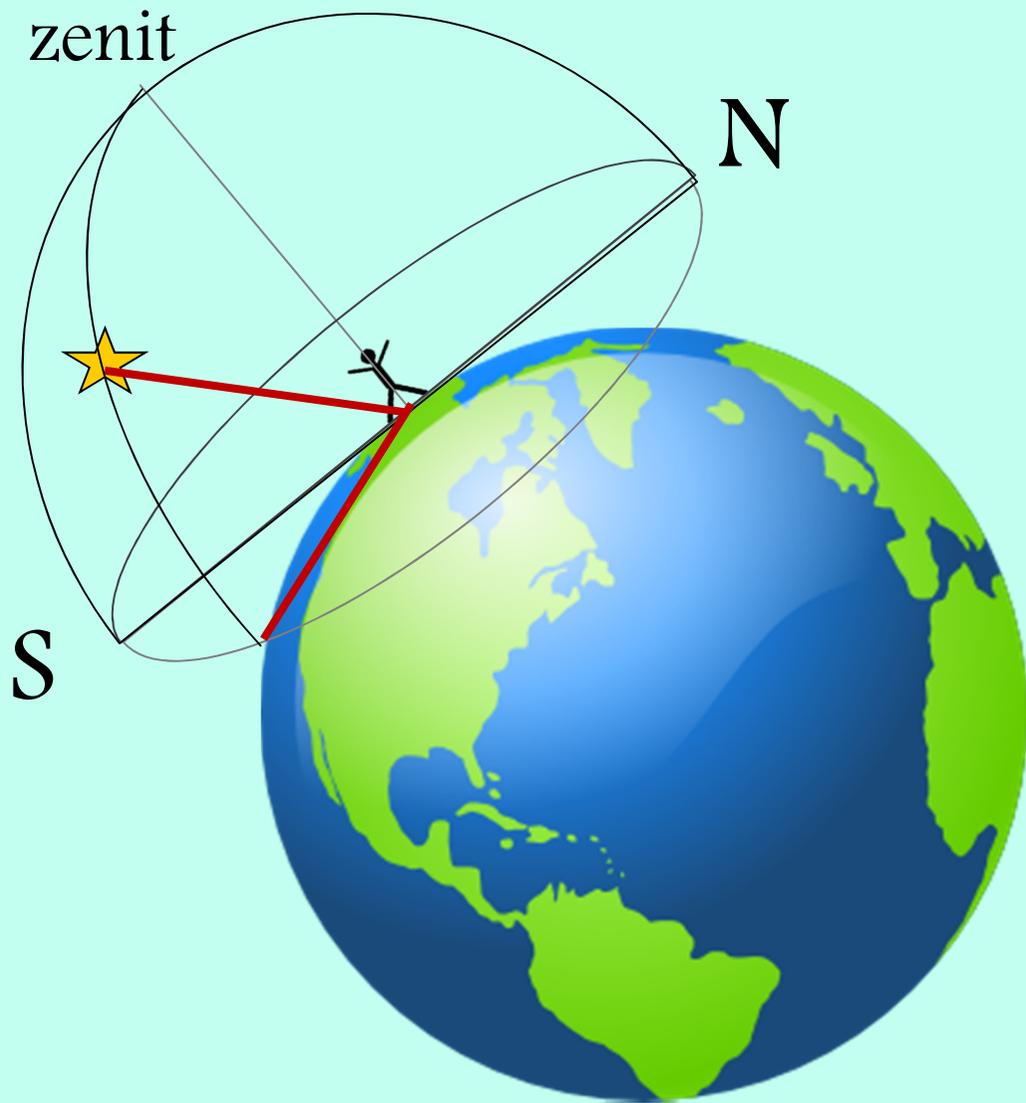
Terra, Milano, 130m

FOV 130°

73.6 FPS

2014-10-01 20:00:47



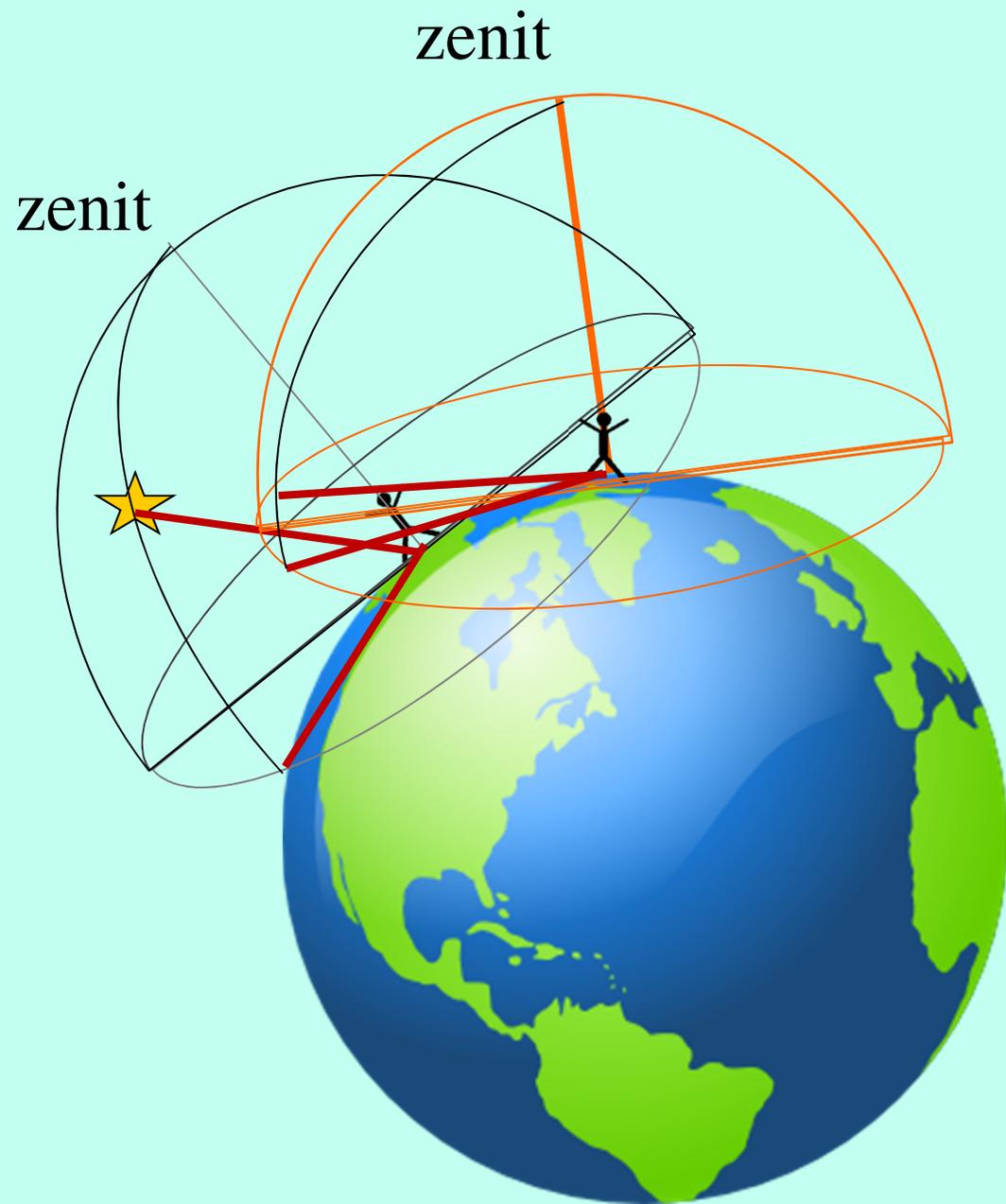


zenit

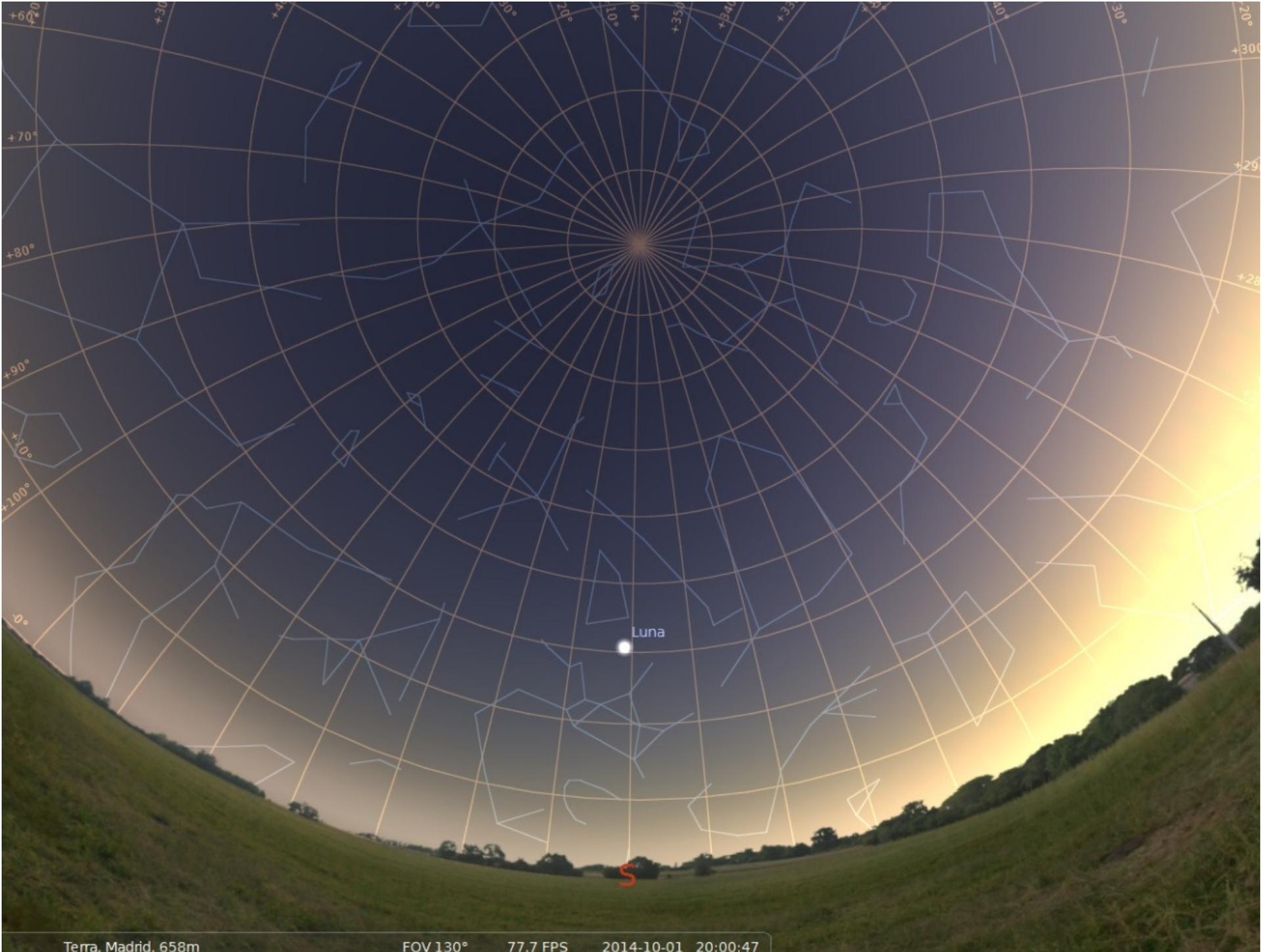


Terra. Milano. 130m FOV 130° 73.6 FPS 2014-10-01 20:00:47

Terra. Milano. 130m FOV 130° 73.6 FPS 2014-10-01 20:00:47







Terra, Madrid, 658m

FOV 130° 77.7 FPS 2014-10-01 20:00:47



Modalità schermo intero [F11]

Terra, Istanbul, 46m

FOV 111°

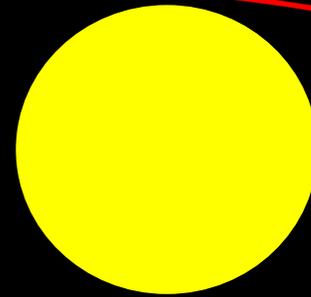
58.8 FPS

2014-10-01 20:00:13

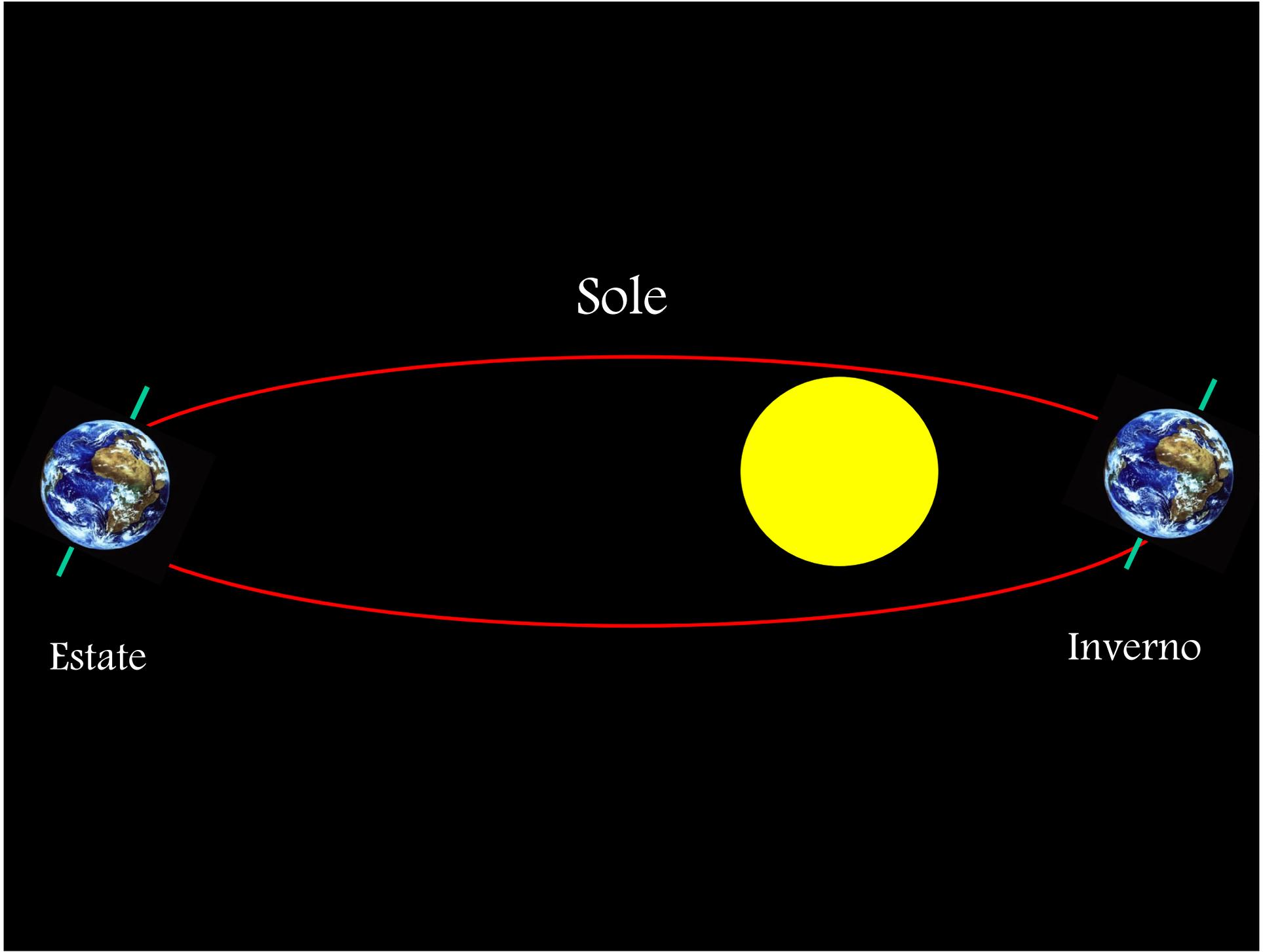
Sole



Estate

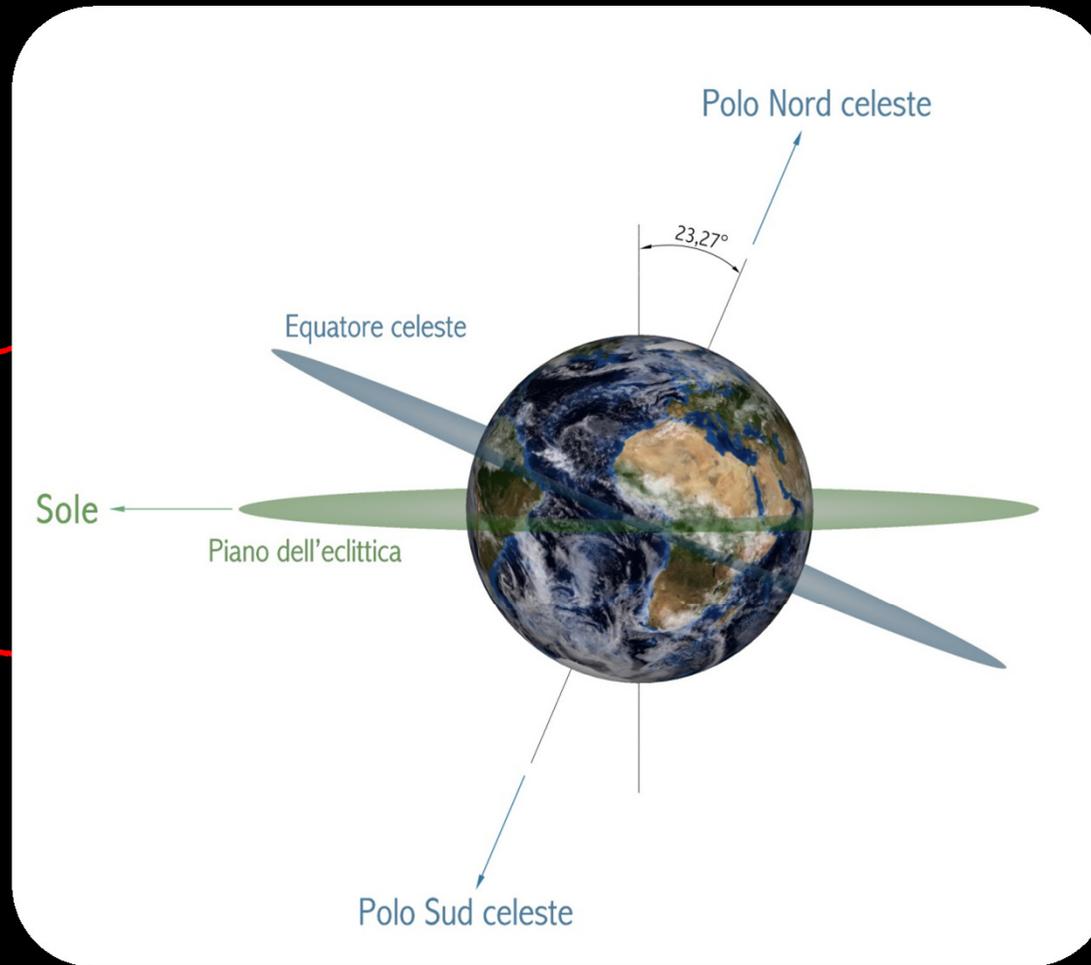


Inverno





Estate



Polo Nord celeste

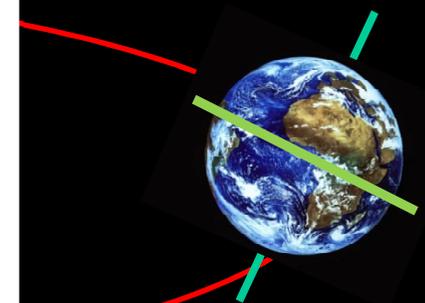
23,27°

Equatore celeste

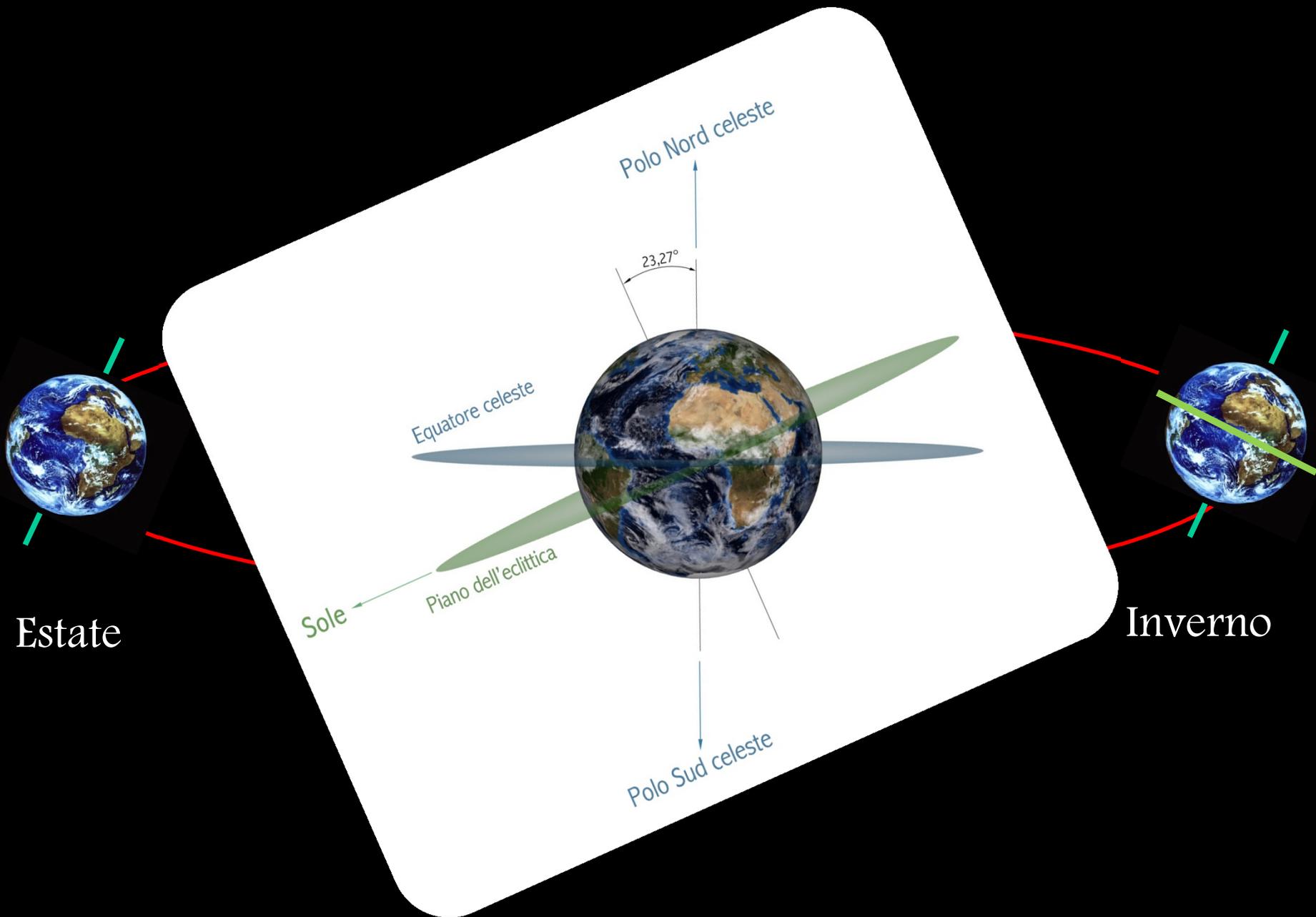
Sole

Piano dell'eclittica

Polo Sud celeste

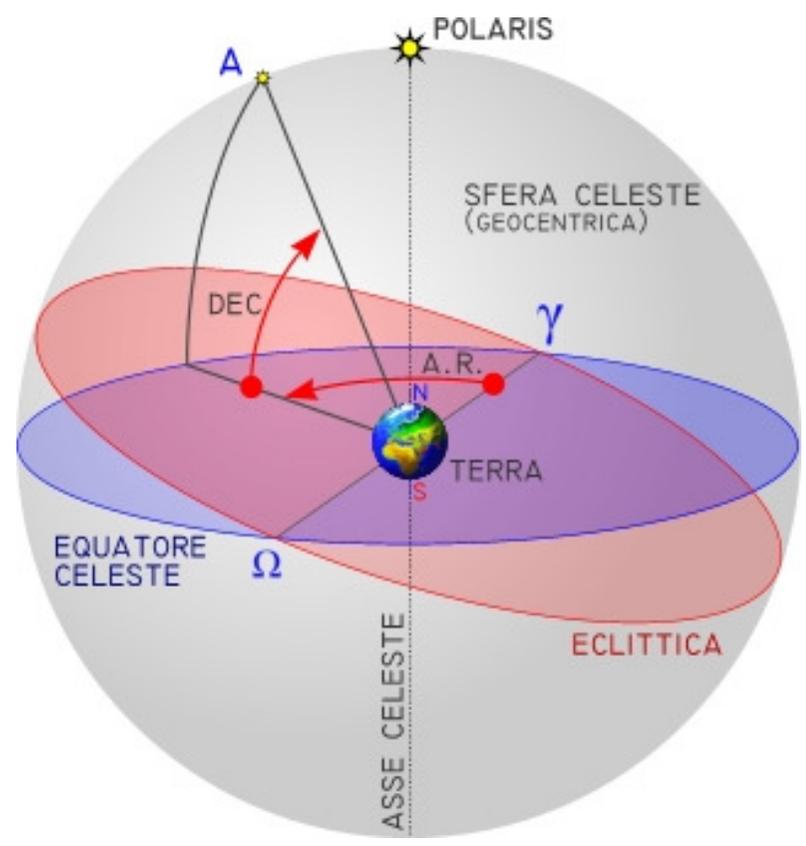
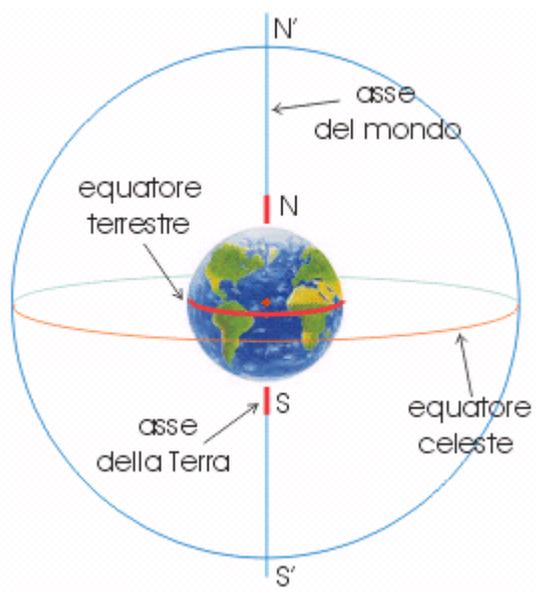


Inverno



Estate

Inverno



Vega (α Lyr) - HIP 91262

Magnitudine: **0.00** (estinto a: **0.18**, B-V: **0.00**)

Magnitudine assoluta: 0.55

RA/DE (J2000): 18h36m56.3s/+38°47'03.8"

RA/DE (della data): 18h37m26s/+38°47'51"

Angolo orario/DE: 0h41m48s/+38°47'51" (geometrico)

Angolo orario/DE: 0h41m48s/+38°47'52" (apparente)

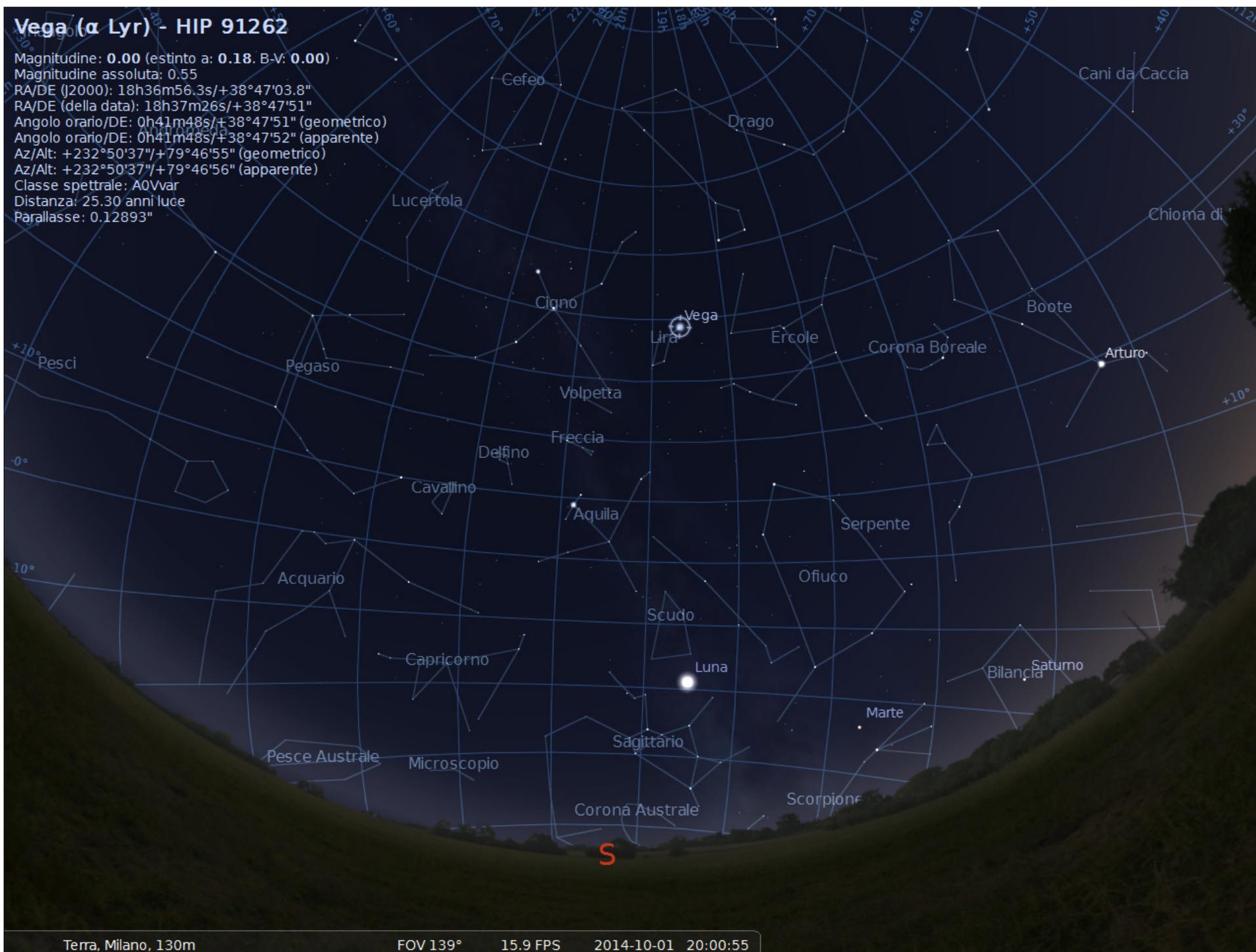
Az/Alt: +232°50'37"/+79°46'55" (geometrico)

Az/Alt: +232°50'37"/+79°46'56" (apparente)

Classe spettrale: A0Vvar

Distanza: 25.30 anni luce

Parallasse: 0.12893"



S

Vega (α Lyr) - HIP 91262

Magnitudine: **0.00** (estinto a: **0.19**, B-V: **0.00**)

Magnitudine assoluta: 0.55

RA/DE (J2000): 18h36m56.3s/+38°47'03.8"

RA/DE (della data): 18h37m26s/+38°47'51"

Angolo orario/DE: 2h00m53s/+38°47'51" (geometrico)

Angolo orario/DE: 2h00m53s/+38°47'53" (apparente)

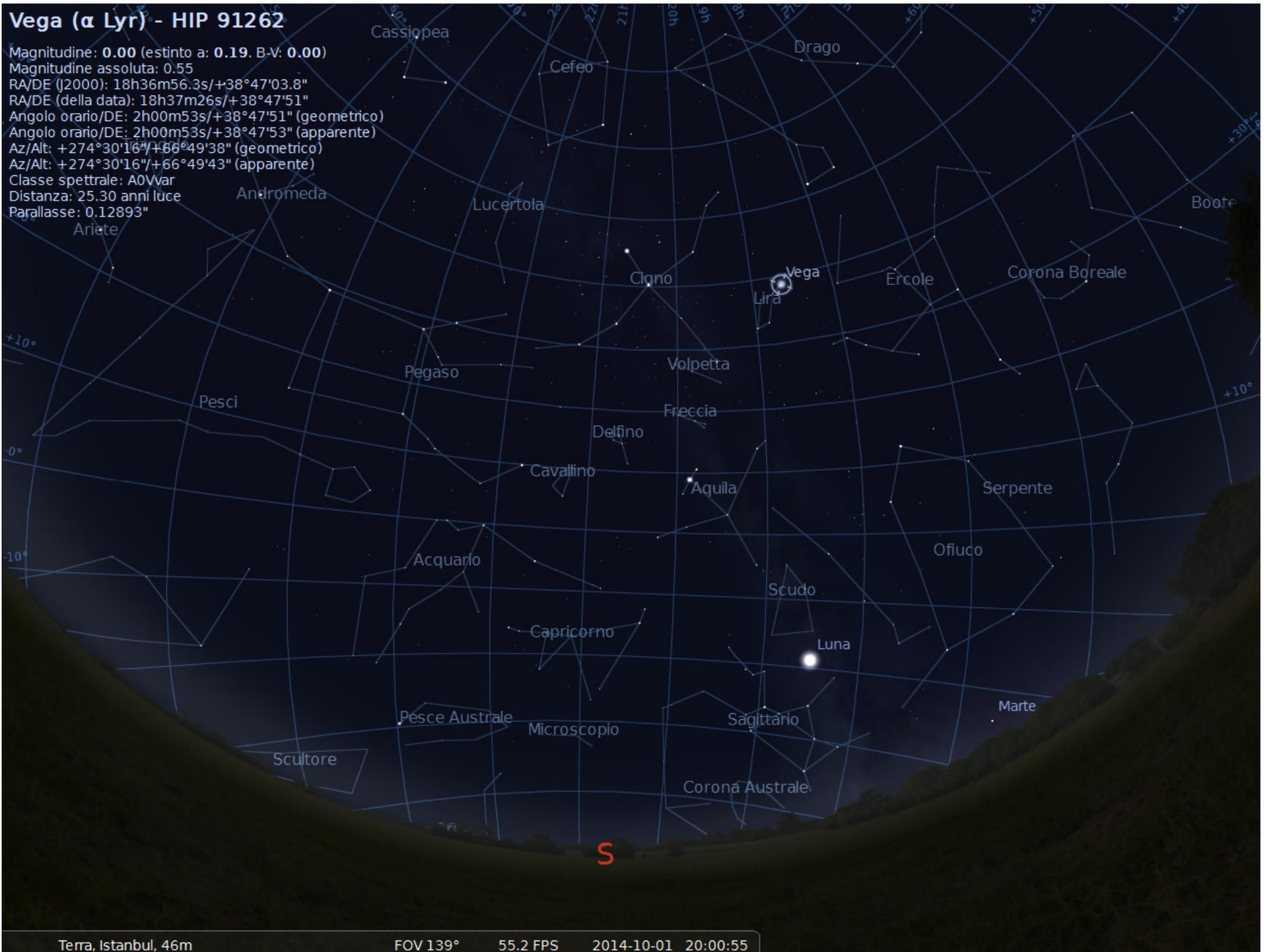
Az/Alt: +274°30'16"/+66°49'38" (geometrico)

Az/Alt: +274°30'16"/+66°49'43" (apparente)

Classe spettrale: A0Vvar

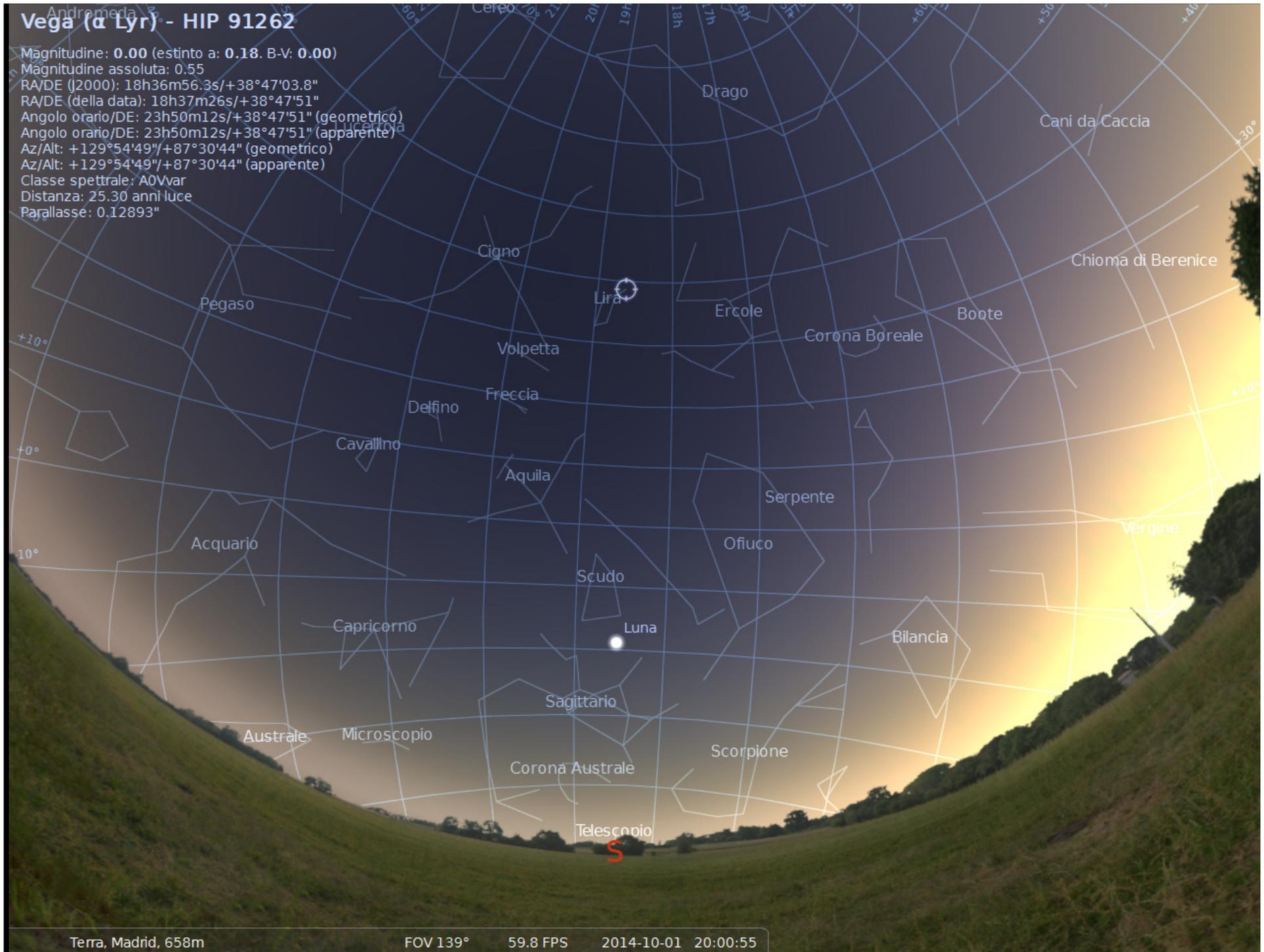
Distanza: 25.30 anni luce

Parallasse: 0.12893"



Vega (α Lyr) - HIP 91262

Magnitudine: **0.00** (estinto a: **0.18**, B-V: **0.00**)
Magnitudine assoluta: 0.55
RA/DE (J2000): 18h36m56.3s/+38°47'03.8"
RA/DE (della data): 18h37m26s/+38°47'51"
Angolo orario/DE: 23h50m12s/+38°47'51" (geometrico)
Angolo orario/DE: 23h50m12s/+38°47'51" (apparente)
Az/Alt: +129°54'49"/+87°30'44" (geometrico)
Az/Alt: +129°54'49"/+87°30'44" (apparente)
Classe spettrale: A0Vvar
Distanza: 25.30 anni luce
Parallasse: 0.12893"







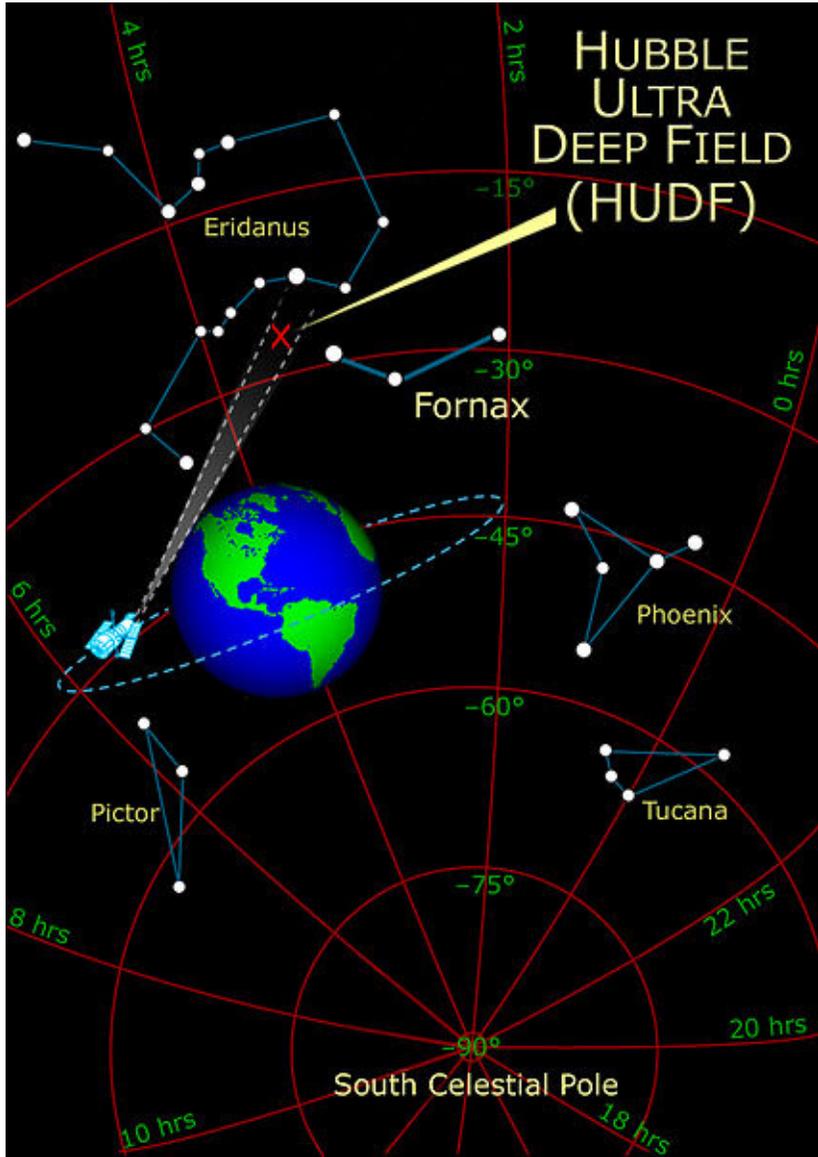
Terra, Milano, 130m

FOV 111°

106 FPS

2012-12-05 22:58:48

HUBBLE ULTRA DEEP FIELD (HUDF)



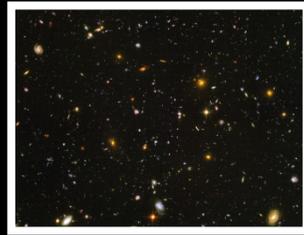
Hubble Ultra Deep Field:

Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

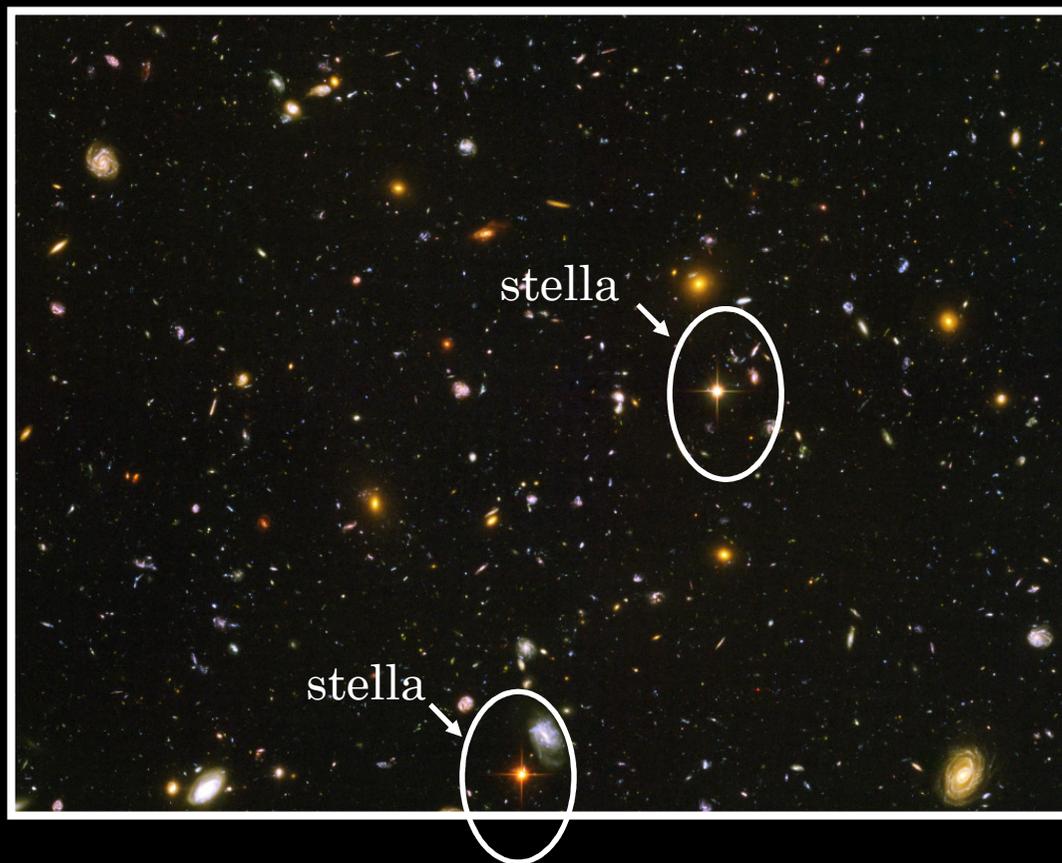


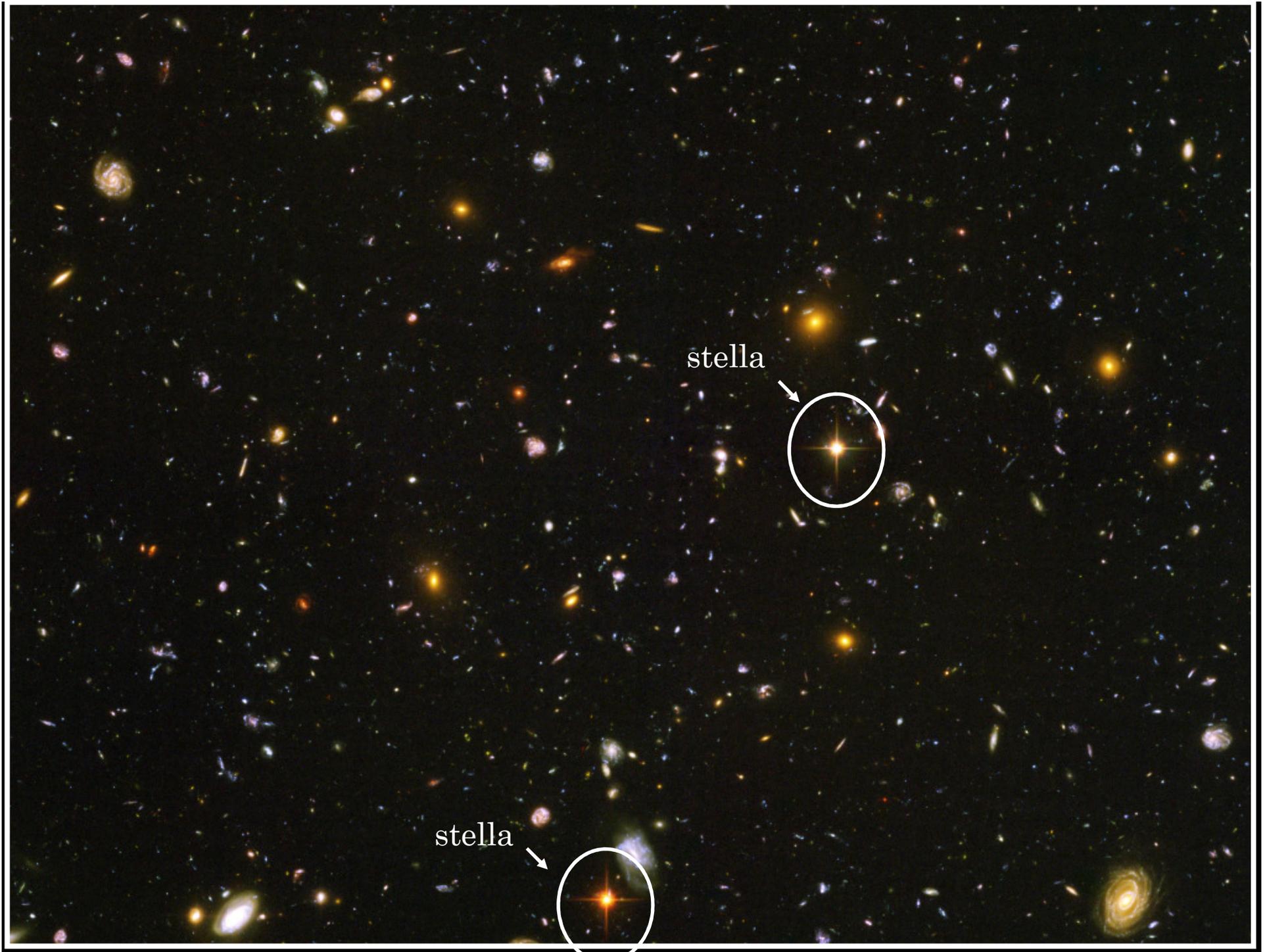
Hubble Ultra Deep Field:

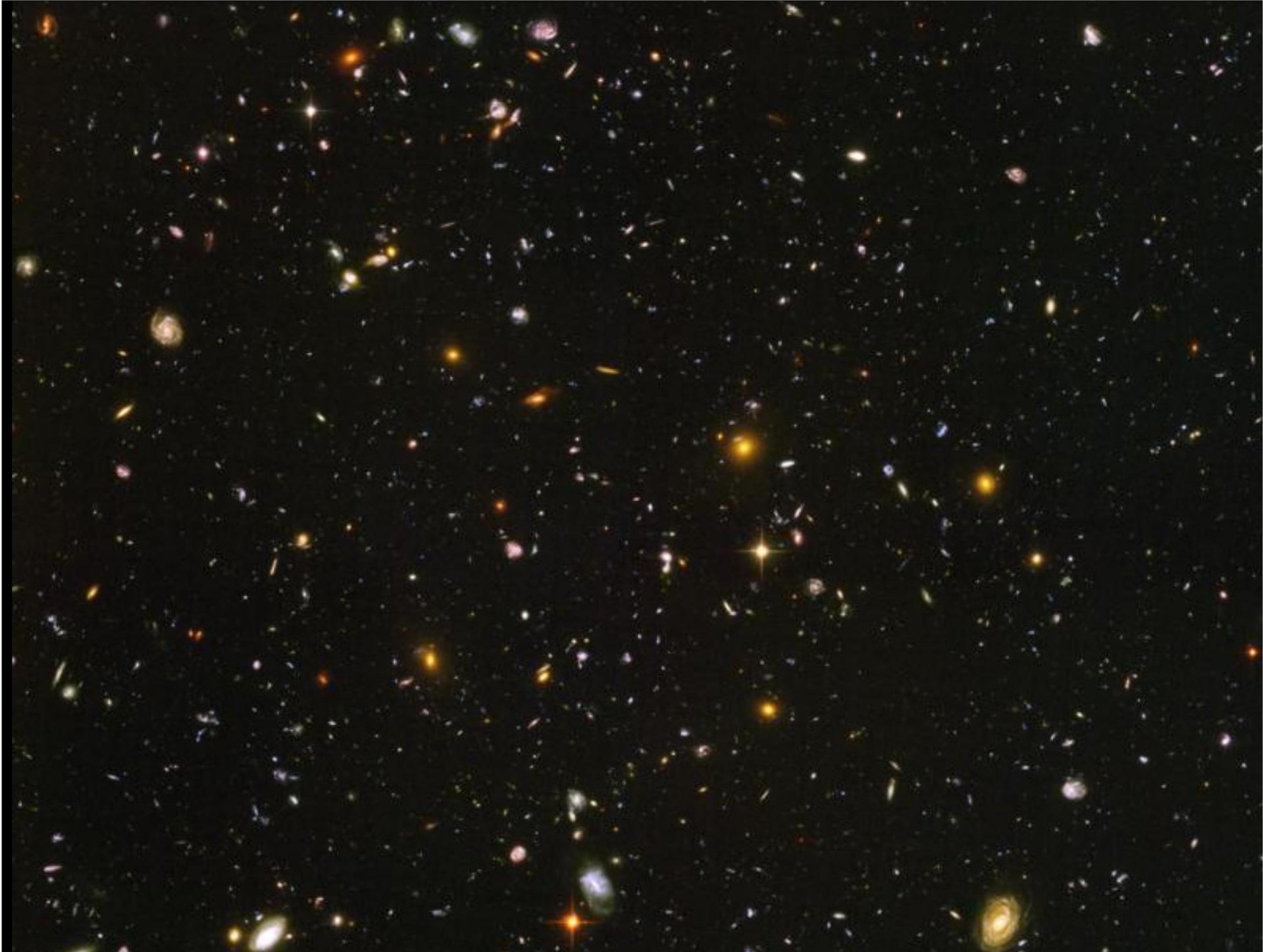
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

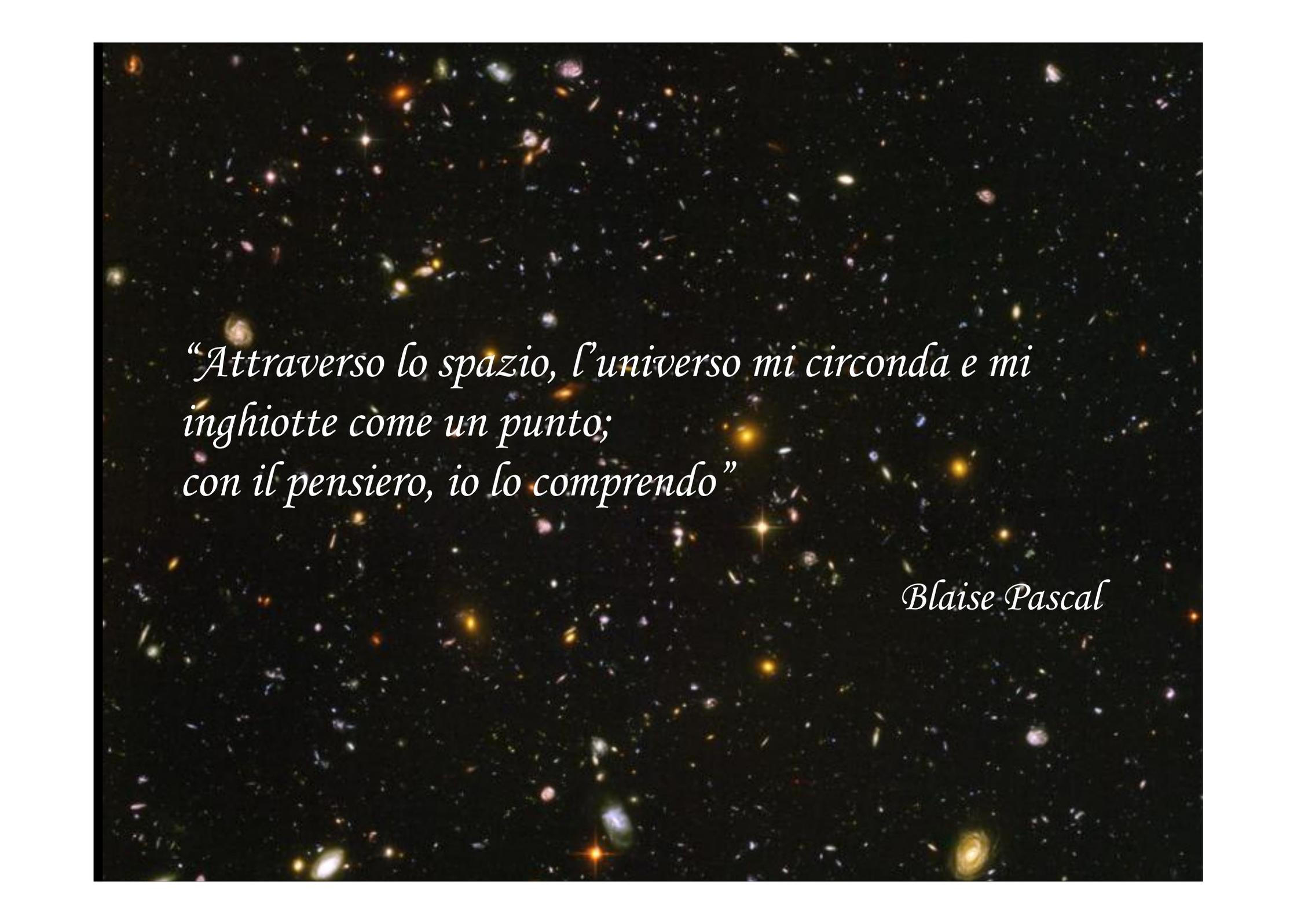


*Ogni singolo punto luminoso in questo angolo di cielo
(ad eccezione di due sole stelle) è una galassia.*



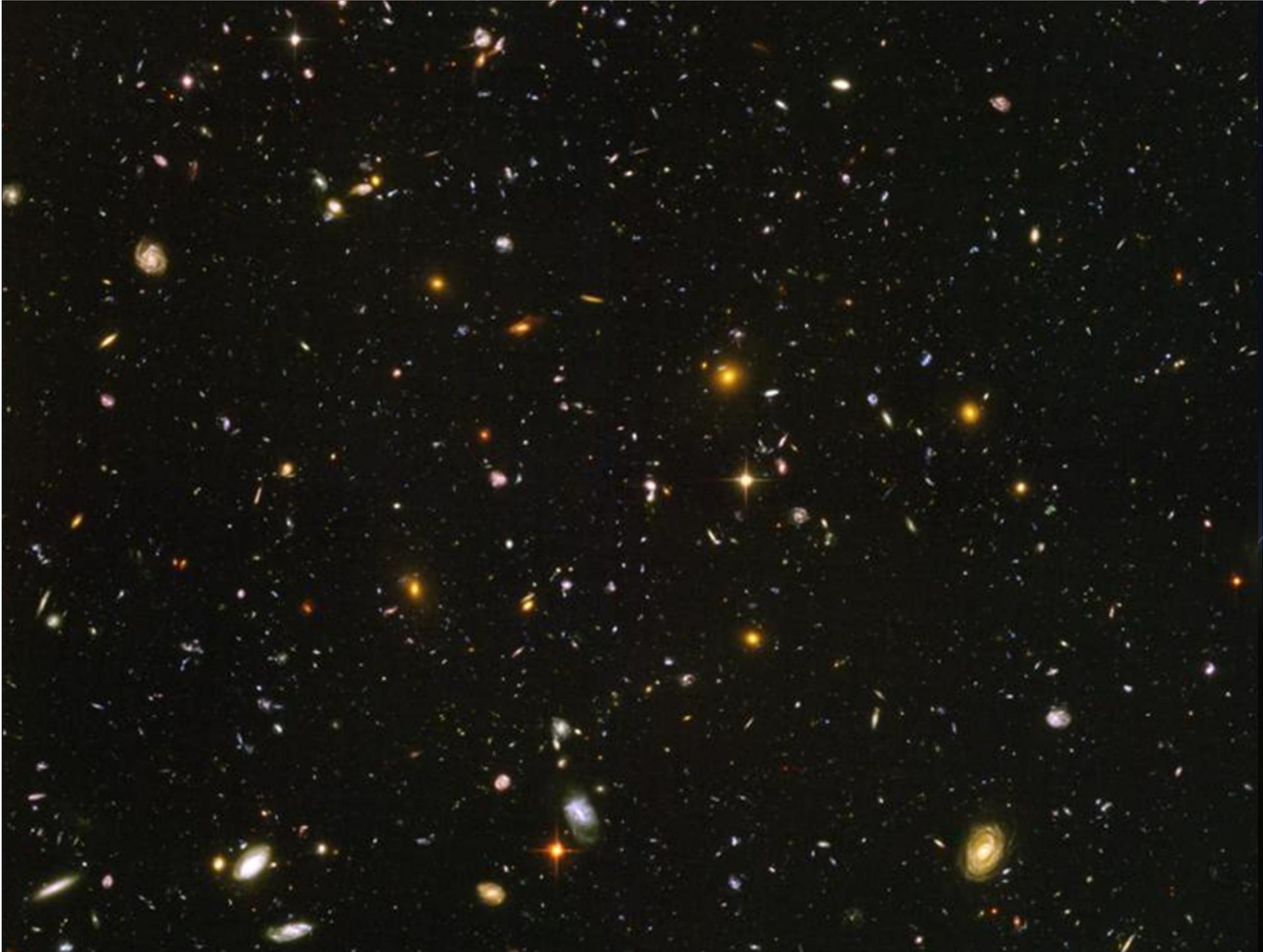


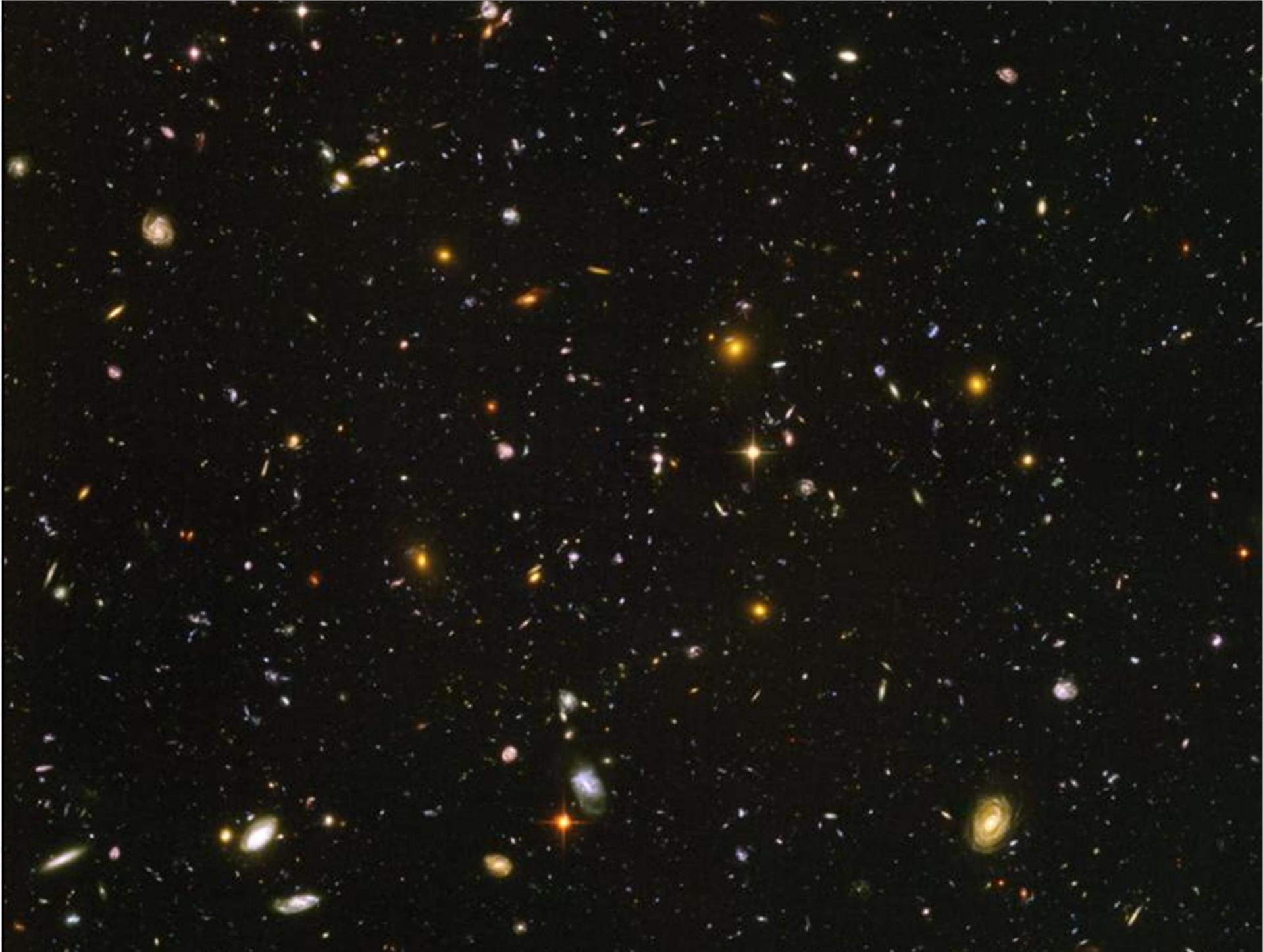


A deep space photograph showing a vast field of galaxies and stars against a black background. The galaxies are scattered across the frame, appearing as small, colorful points of light in various colors like yellow, orange, blue, and purple. Some are bright and clear, while others are faint and blurry. The overall effect is a sense of immense scale and depth.

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

Blaise Pascal





SISTEMA PLANETARIO



Anno luce:

la distanza che la luce percorre in un anno

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

$$Vt = s$$

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

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



milano



Accedi

Indicazioni stradali

I miei luoghi



- A Milano, MI
- B Genova, GE

Aggiungi destinazione - Mostra opzioni

TROVA INDICAZIONI STRADALI

Percorsi suggeriti

- A7** 147 km, 1 ora 46 min
● Nel traffico attuale: 1 ora 50 min
- A7 e E25 164 km, 1 ora 50 min
● Nel traffico attuale: 1 ora 54 min
- E25 212 km, 2 ore 15 min
● Nel traffico attuale: 2 ore 21 min

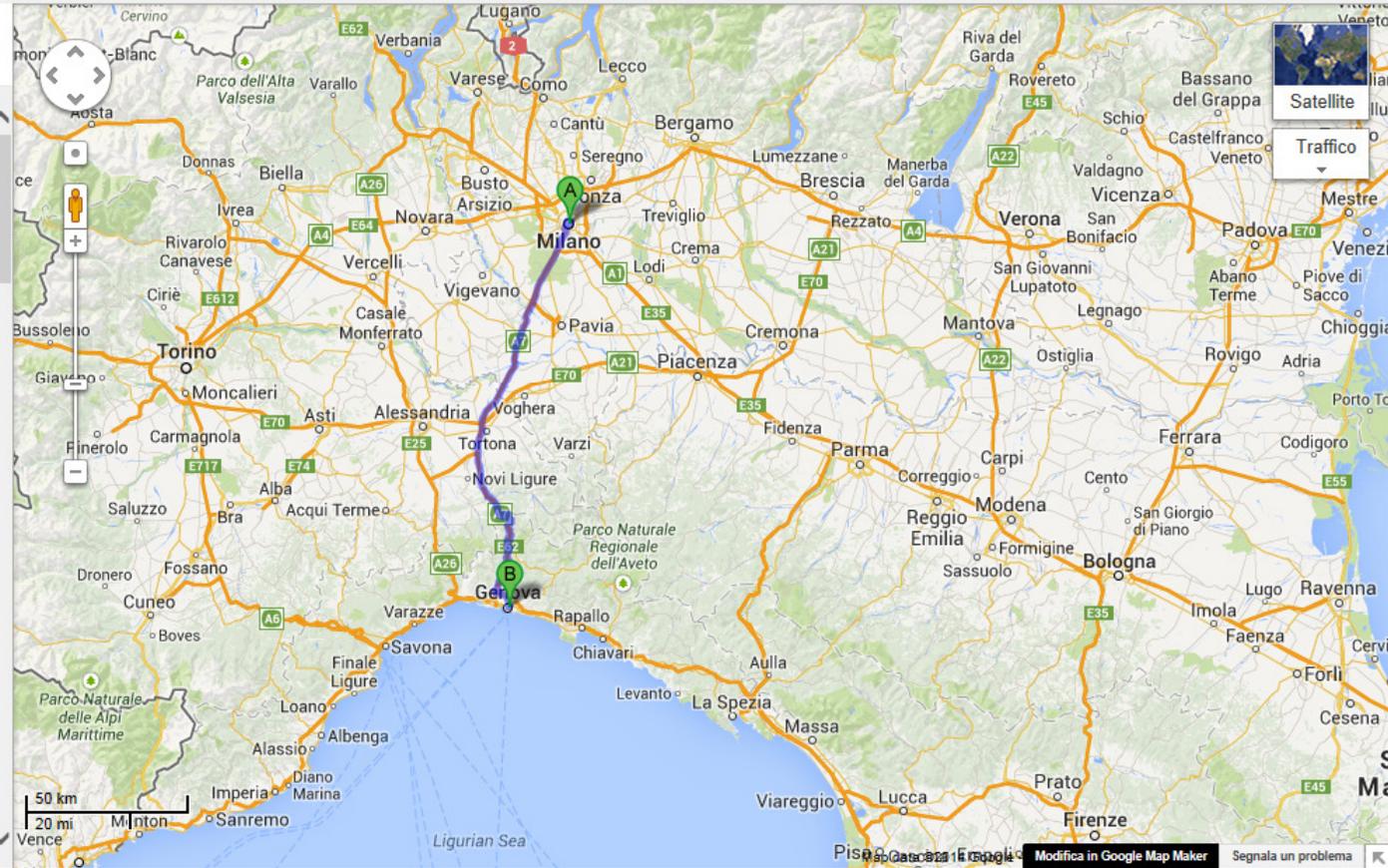
Oppure con **Trasporto pubblico** 2 ore 40 min
(Treno, un trasbordo)

Indicazioni stradali per Genova

Il percorso prevede il pagamento di pedaggi.

A Milano

1. Procedi in direzione est da Via Tommaso



Se devo dire *dove* sono
(in termini di coordinate 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:

																	Noble gases ↓ 18 8A						
		Alkaline earth metals ↓																	Halogens ↓ 17 7A				
1A		2A												13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He				
1 H		4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne				
3 Li		12 Mg		Transition metals										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar				
11 Na		20 Ca												31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
19 K		38 Sr												49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
37 Rb		56 Ba												81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
55 Cs		88 Ra												89 Ac†	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub
87 Fr																							

Alkali metals

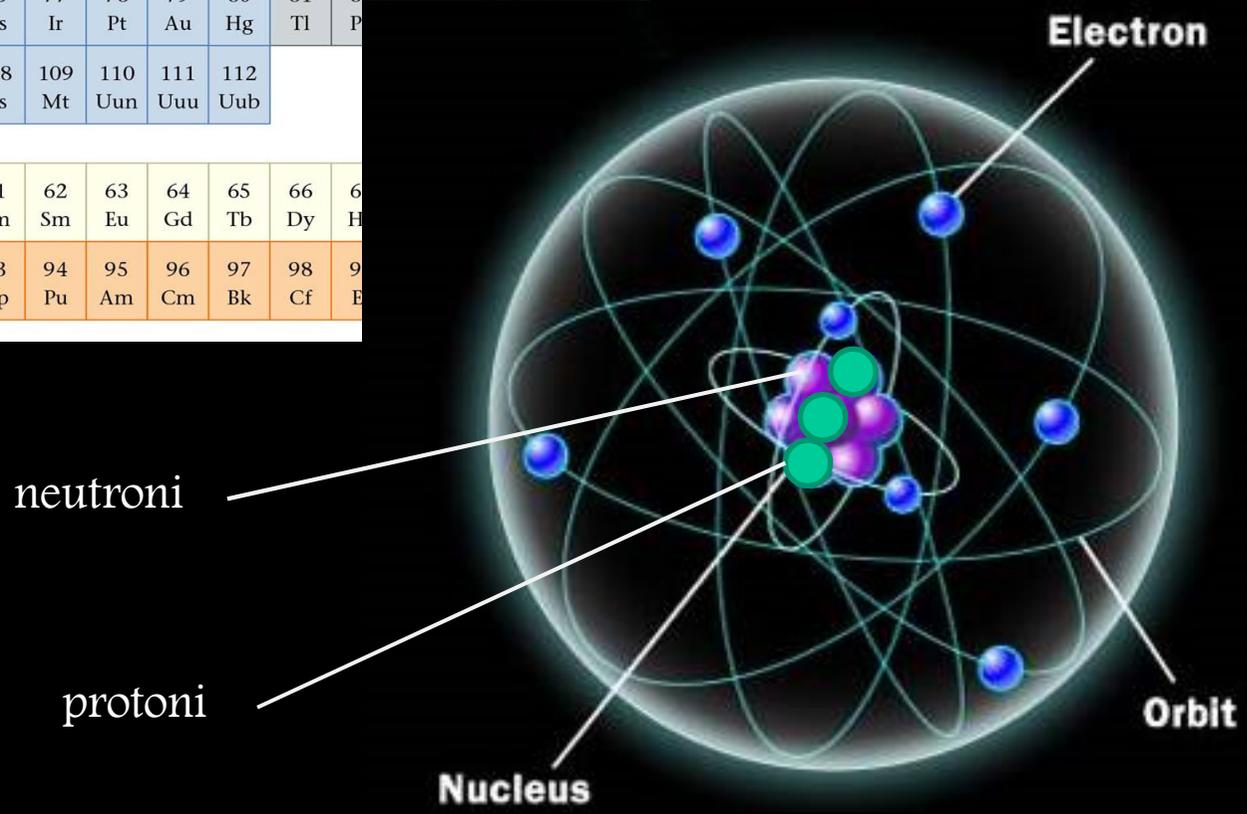
*Lanthanides

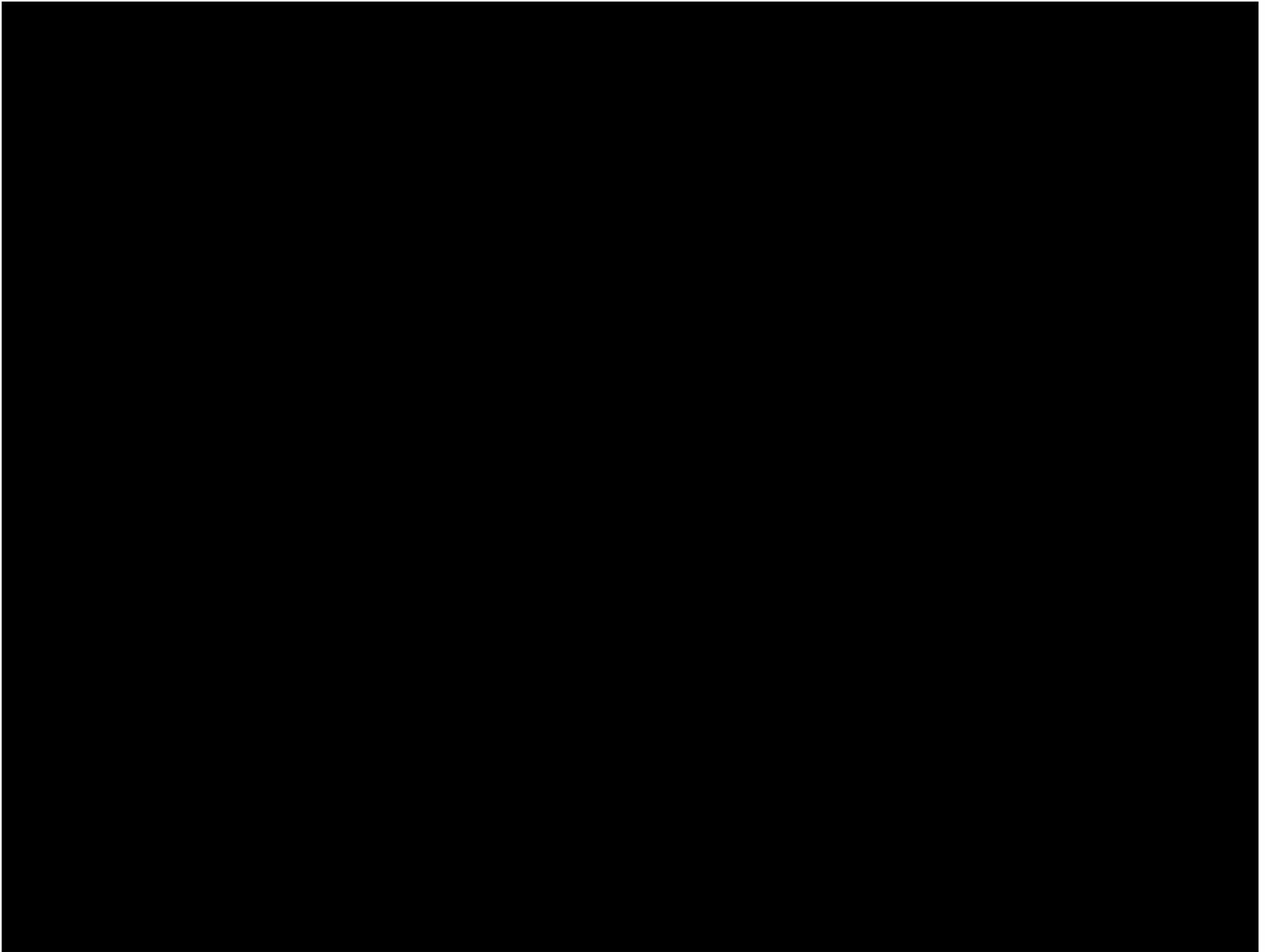
58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

†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 1A 1 H												Noble gases 18 8A 2 He									
2A 2 Li Be												3A 5 B	4A 6 C	5A 7 N	6A 8 O	7A 9 F	10 Ne				
		3 Na	4 Mg	Transition metals								13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar				
Alkali metals	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									
													113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og			
													119 Uue	120 Uub							
												*Lanthanides									
												58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho
												†Actinides									
												90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es

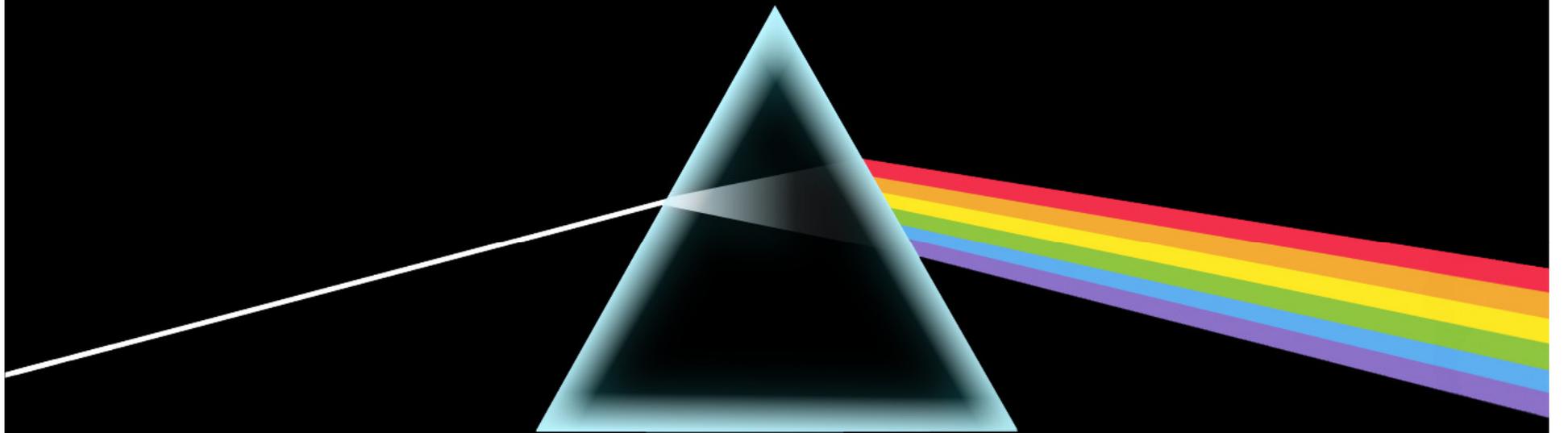




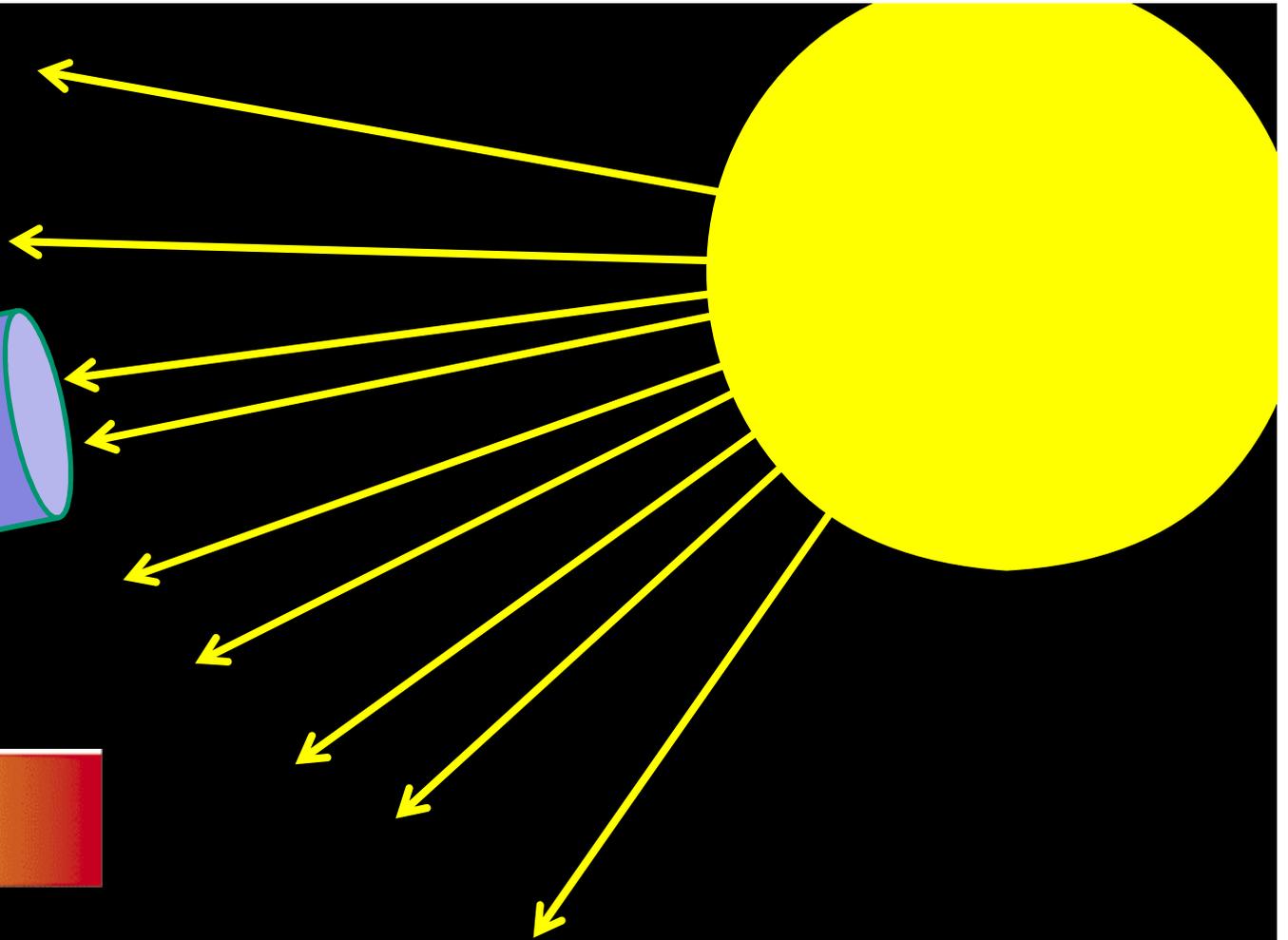
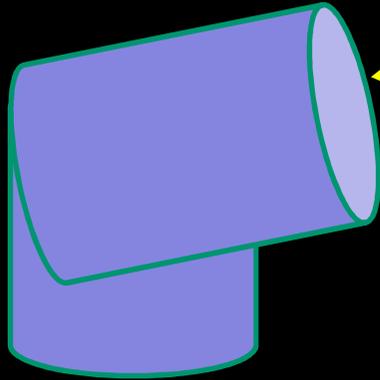


«Sei solo materia e radiazione!»
«Materia e radiazione!»
«Sei solo materia e radiazione!»

PINK
FLOYD
THE
DARK SIDE
OF THE
MOON

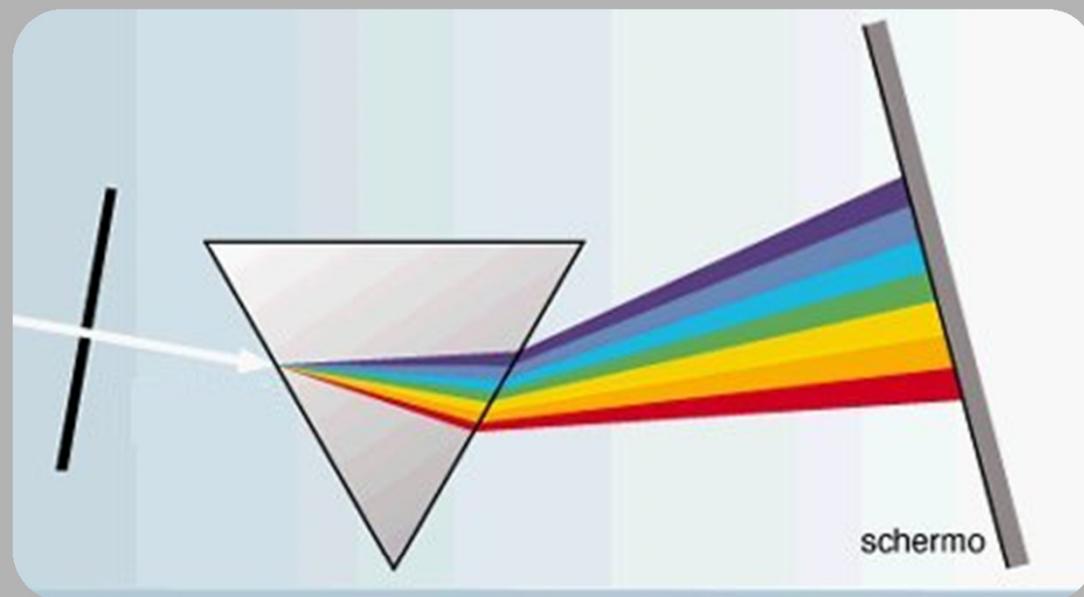


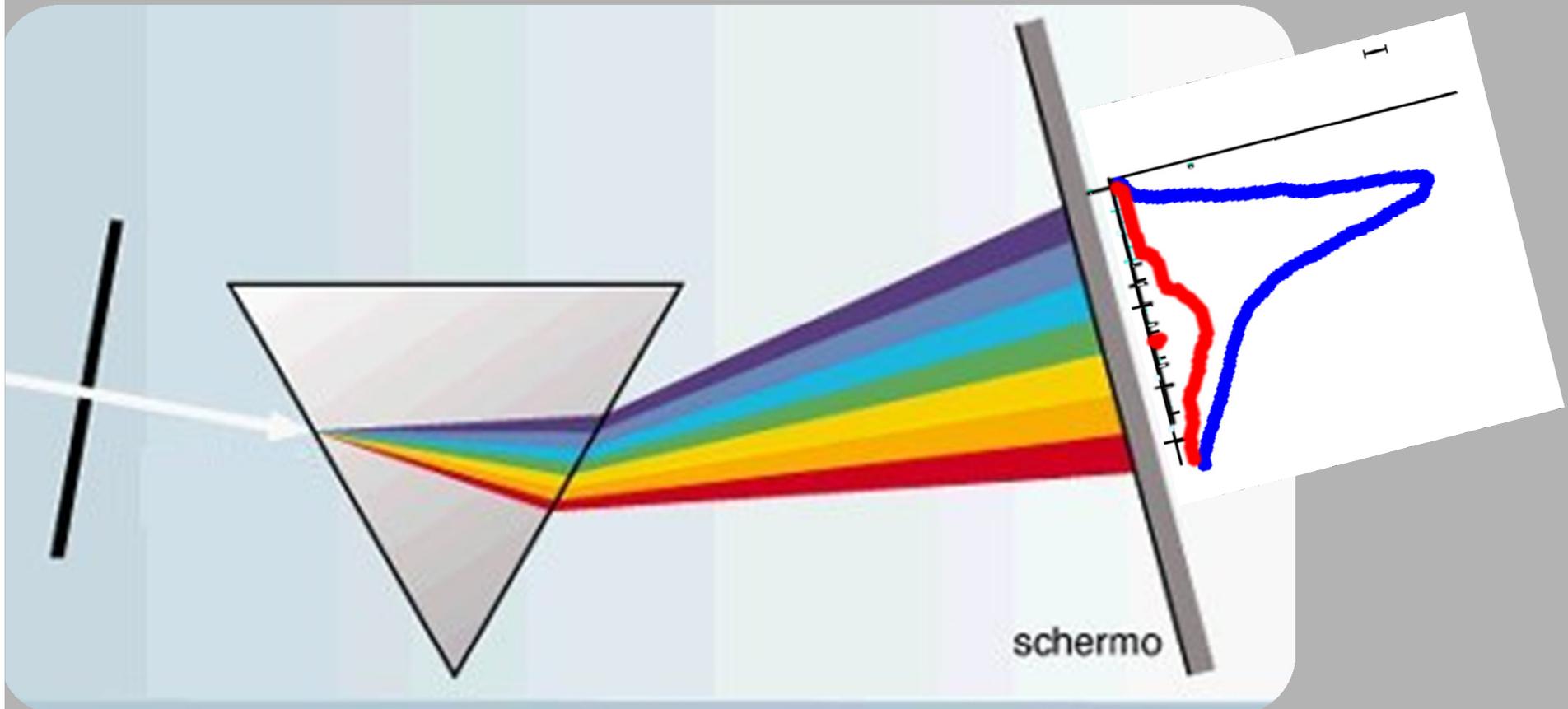
SPETTROSCOPIO



GAS CALDO E DENSO

sorgente
di
luce
bianca





schermo

schermo

$T = 12,000 \text{ K}$

$\lambda_m \approx 250 \text{ nm}$

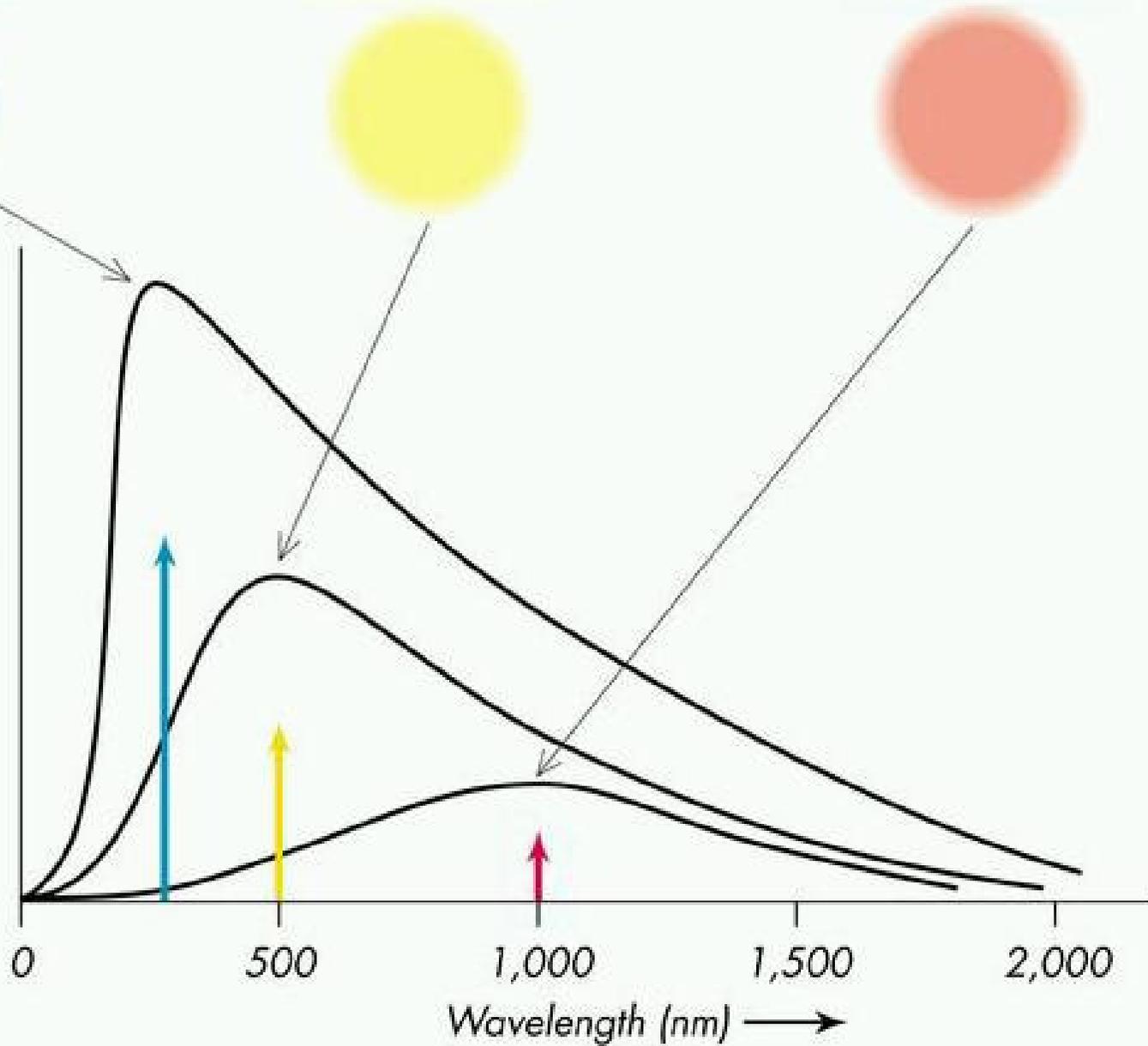
$T = 6000 \text{ K}$

$\lambda_m \approx 500 \text{ nm}$

$T = 3000 \text{ K}$

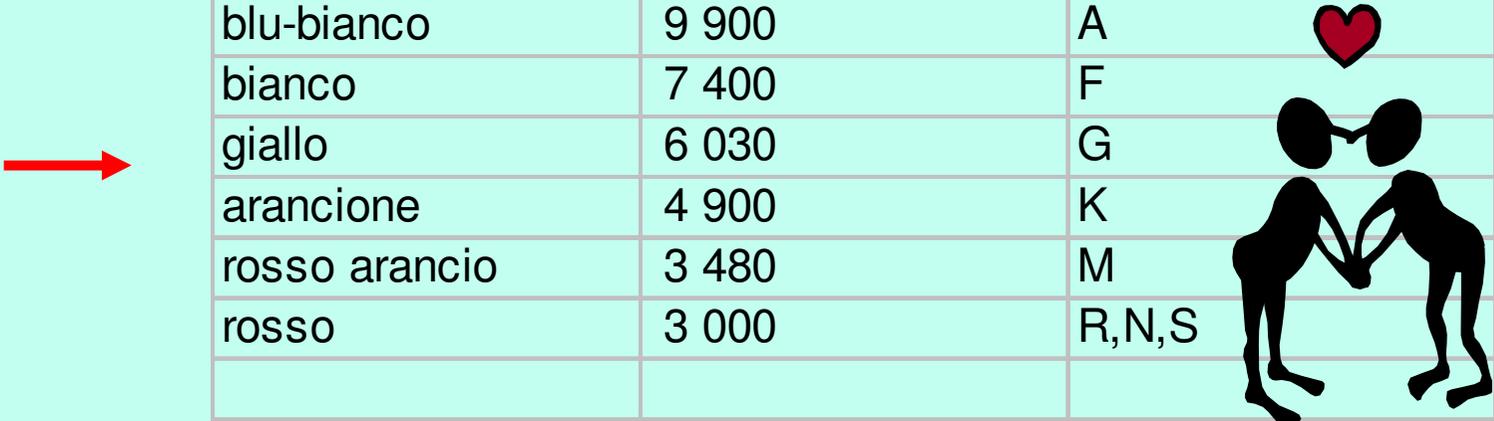
$\lambda_m \approx 1000 \text{ nm}$

Brightness ↑

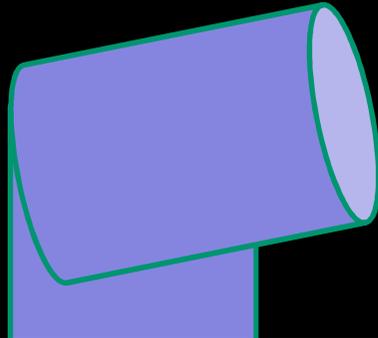


La classificazione delle stelle

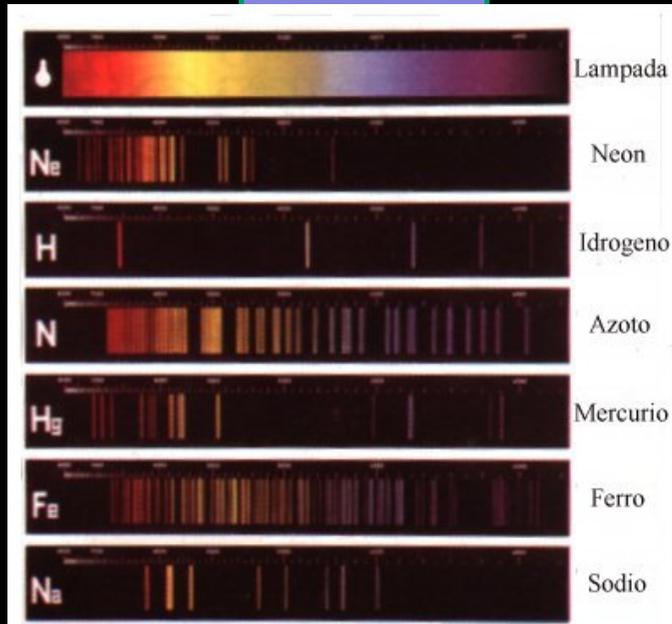
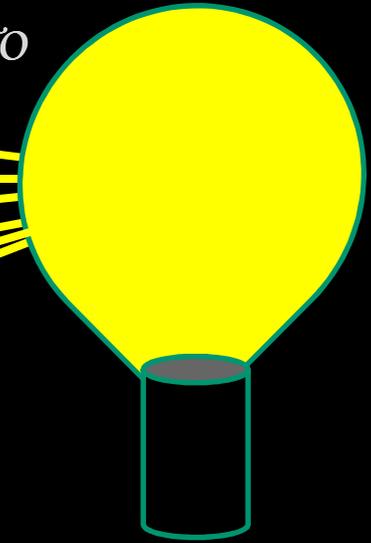
Colore	Temperatura	categoria	filastrocca
blu intenso	40 000	O	<i>oh</i>
blu	28 000	B	<i>be</i>
blu-bianco	9 900	A	<i>a</i>
bianco	7 400	F	<i>fine</i>
giallo	6 030	G	<i>girl</i>
arancione	4 900	K	<i>kiss</i>
rosso arancio	3 480	M	<i>me</i>
rosso	3 000	R,N,S	



SPETTROSCOPIO



LAMPADA
A GAS RAREFATTO

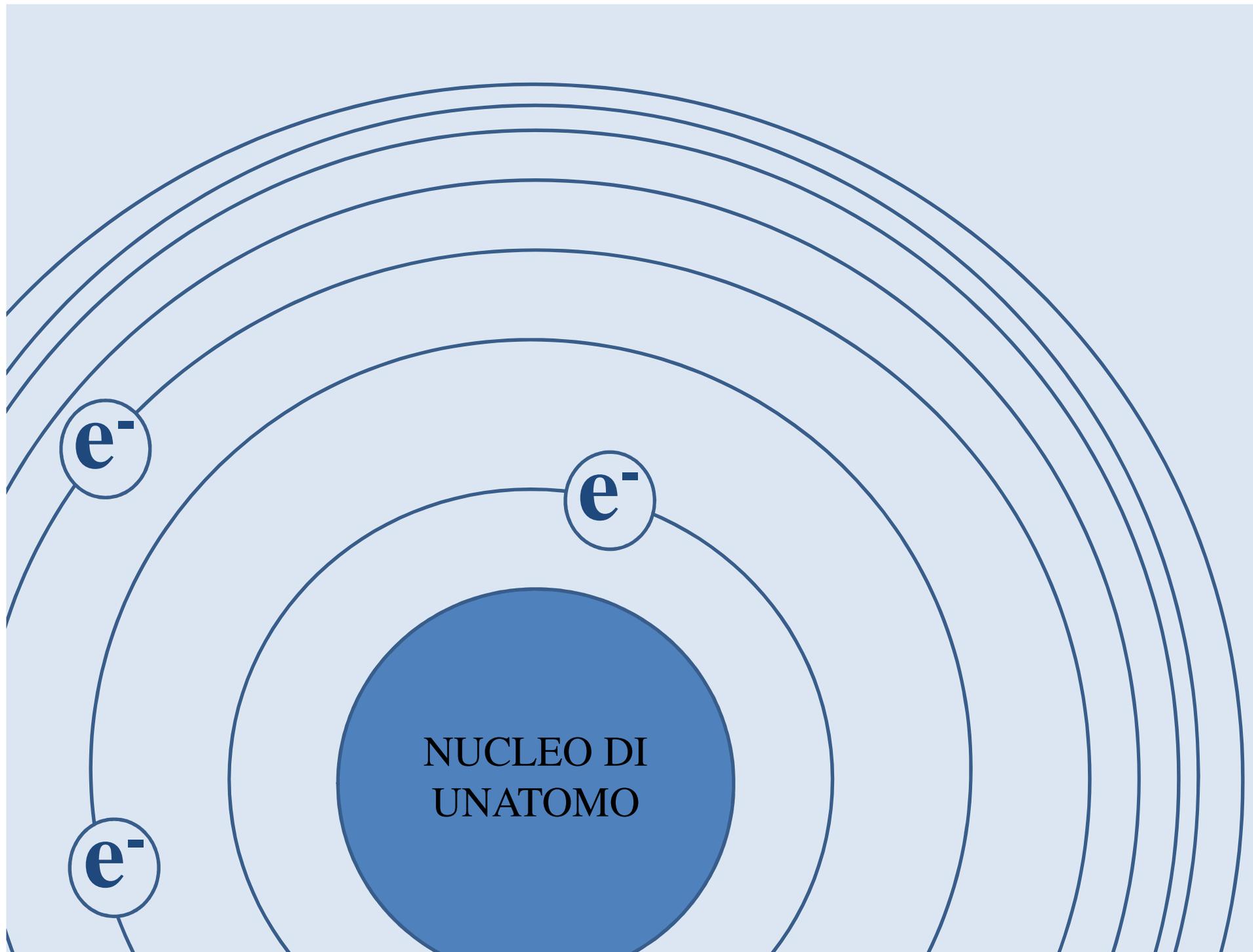


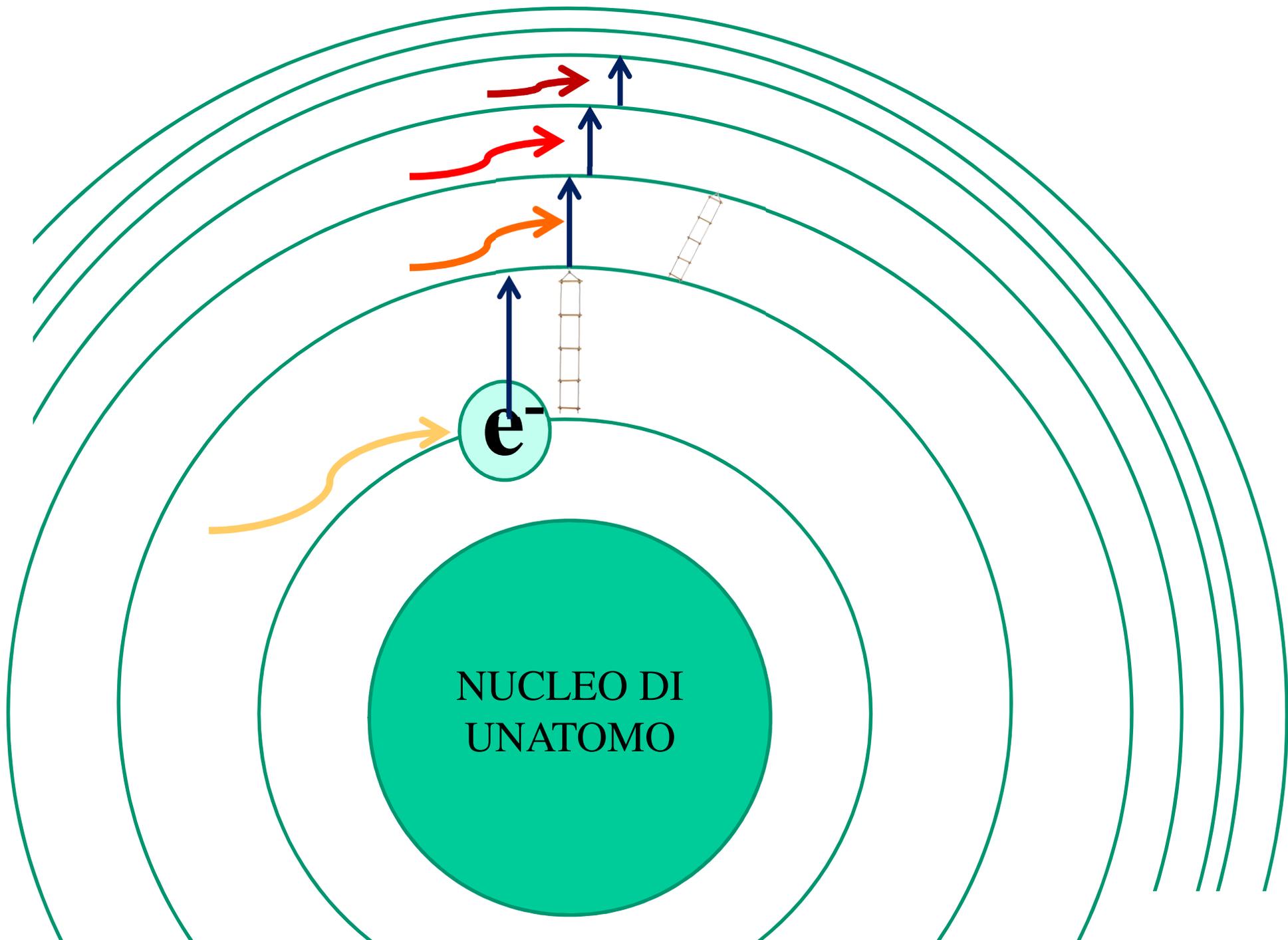
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

Nel 1860 gli stessi Bunsen e Kirchhoff identificarono 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.

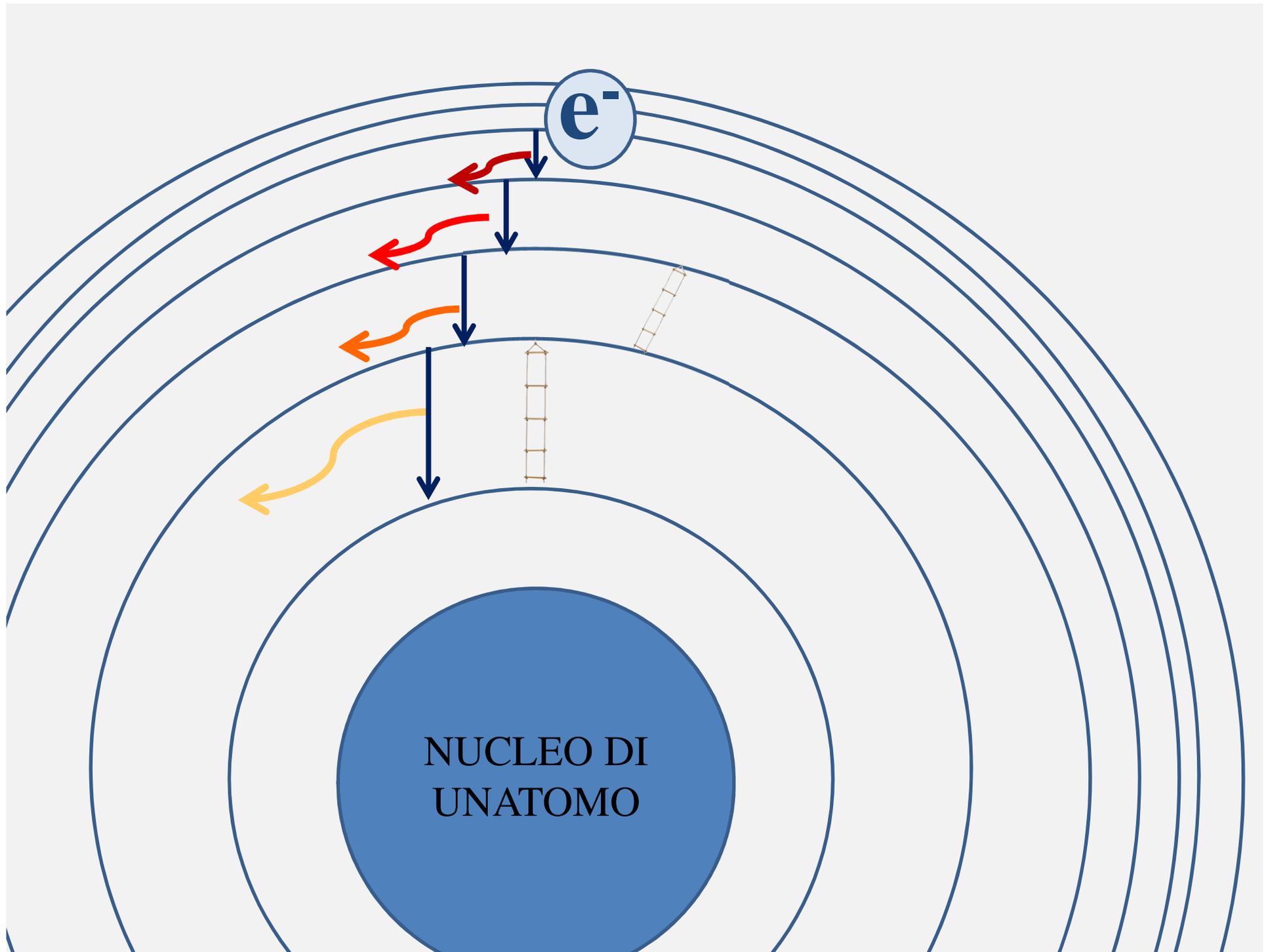
Per esempio l'elio fu rilevato nella corona solare nel 1868 prima ancora che sulla Terra.



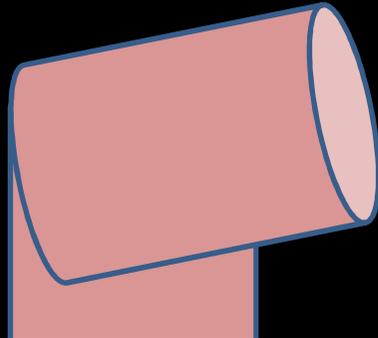


NUCLEO DI
UNATOMO

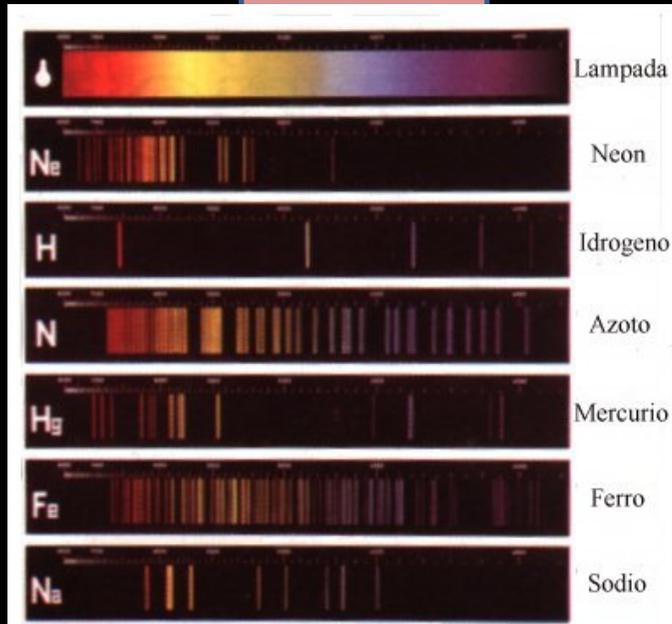
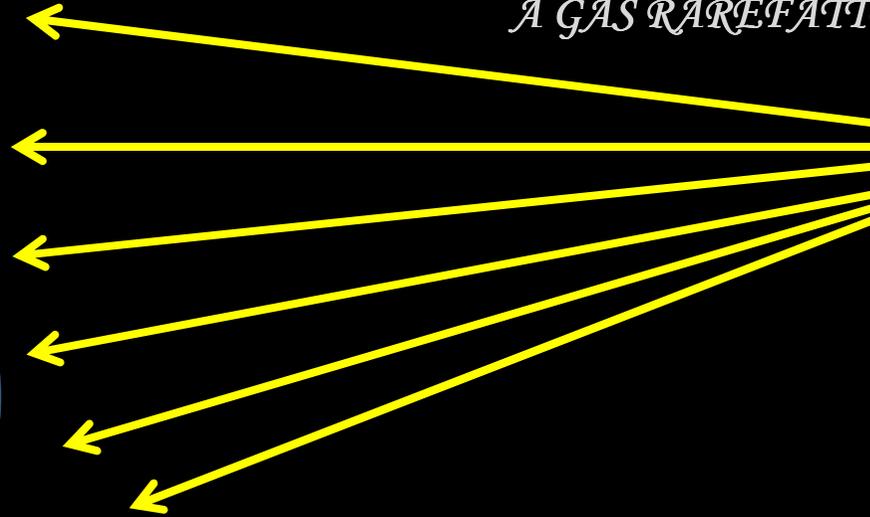
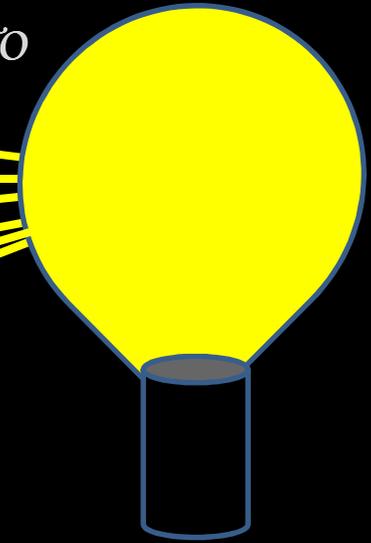
e⁻



SPETTROSCOPIO



LAMPADA
A GAS RAREFATTO



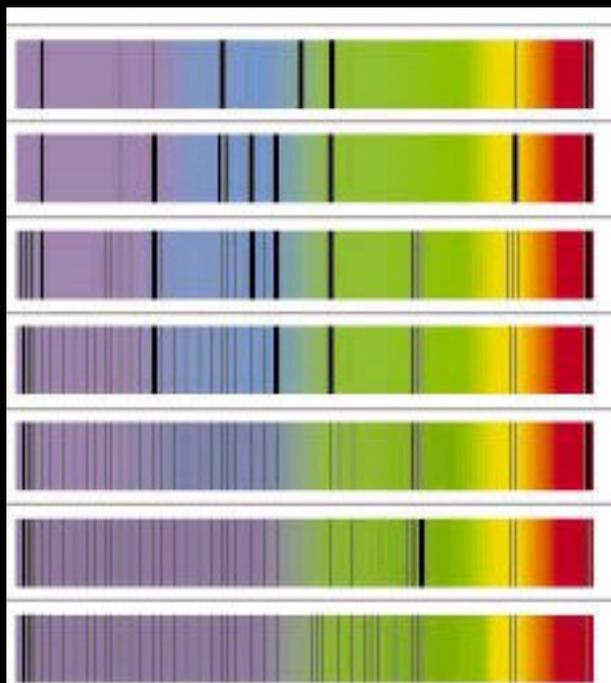
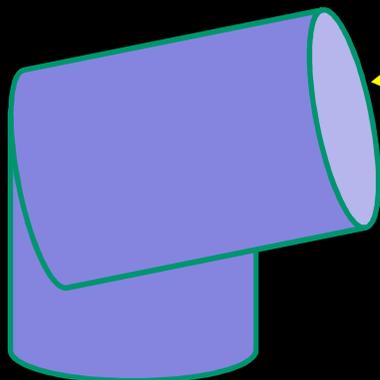
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

Nel 1860 gli stessi Bunsen e Kirchhoff identificarono 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.

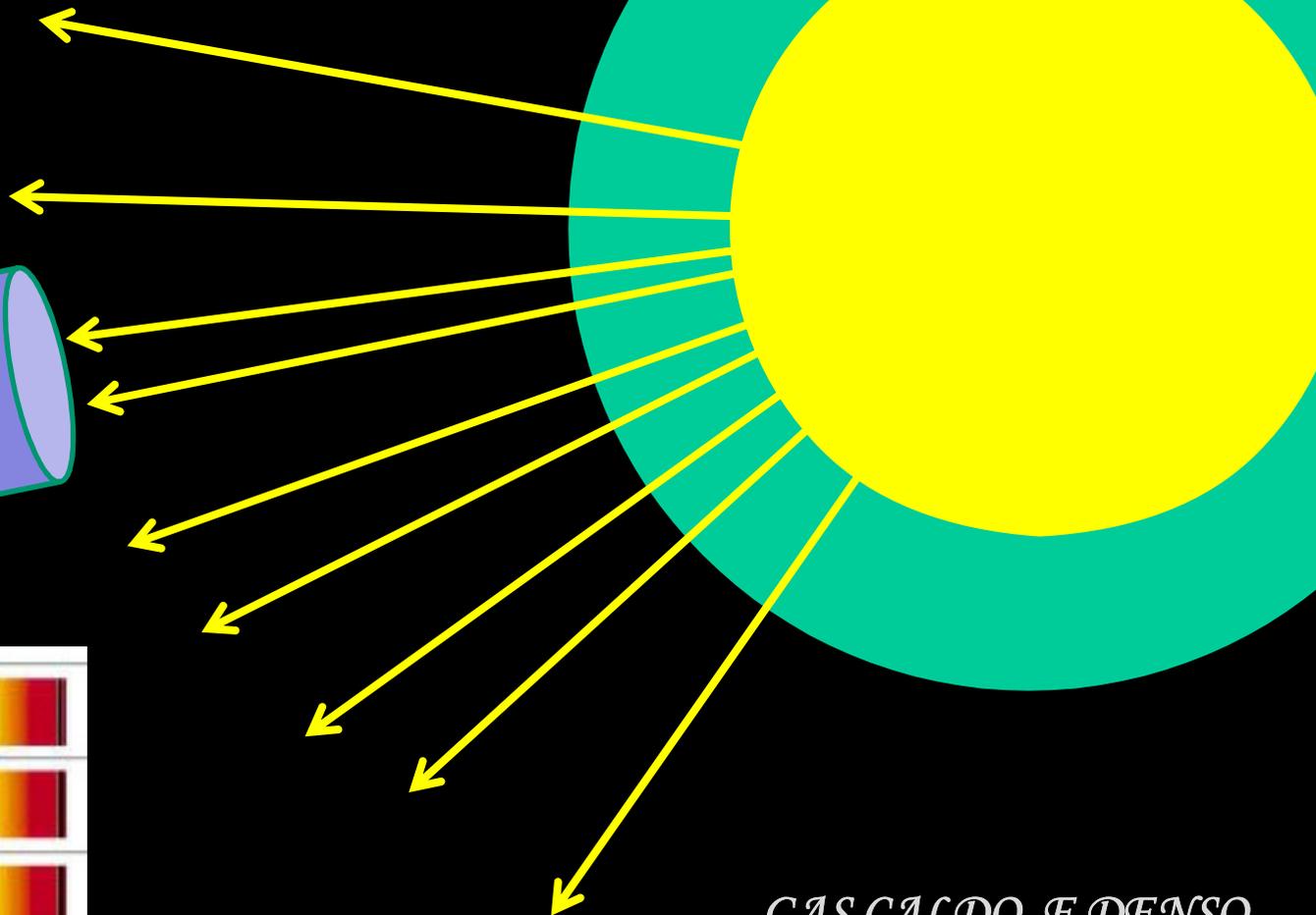
Per esempio l'elio fu rilevato nella corona solare nel 1868 prima ancora che sulla Terra.

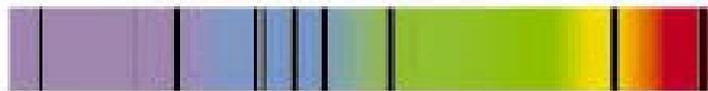
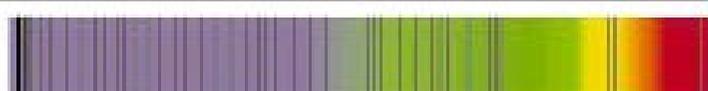
SPETTROSCOPIO



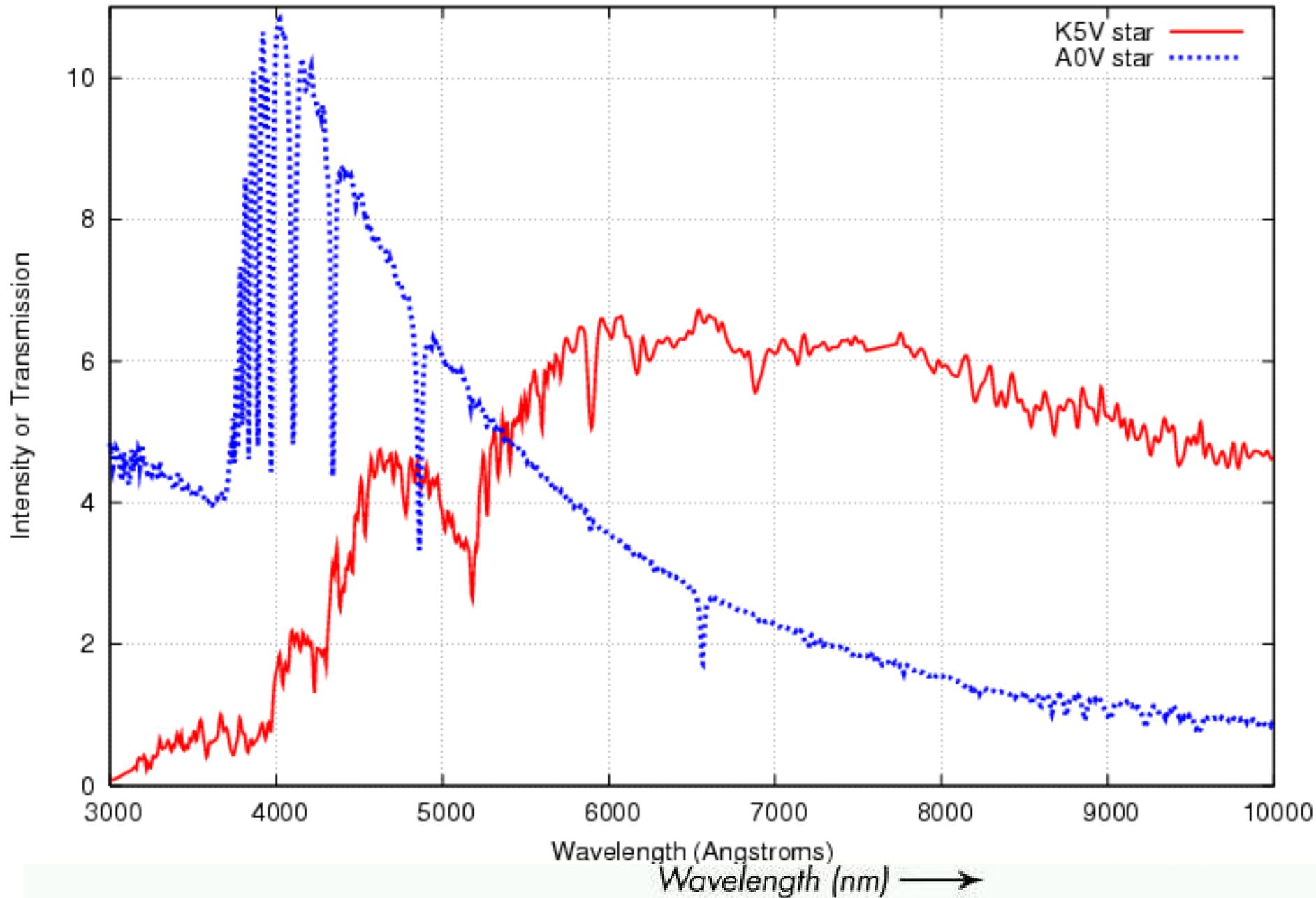
*GAS
RAREFATTO
FREDDO*

GAS CALDO E DENSO

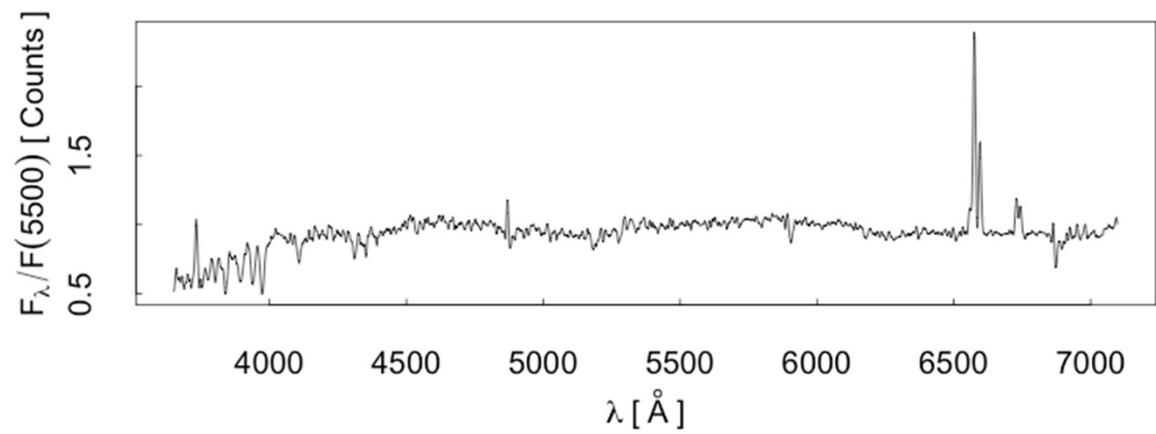


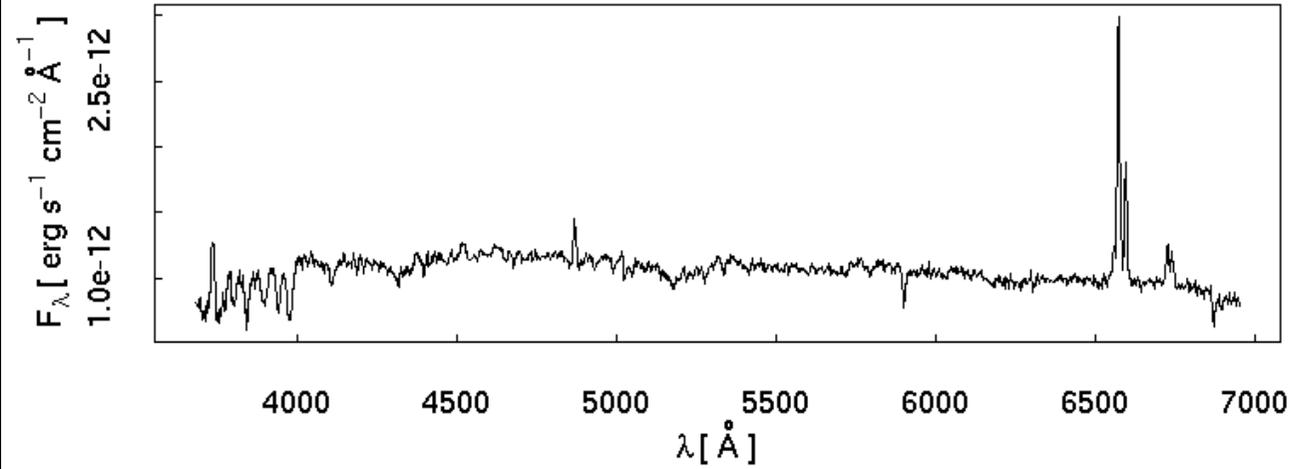
spettro tipico	temperatura alla superficie delle stelle	atomi produttori le principali righe spettrali	grandezza assoluta	colore della radiazione principale	stelle di questo tipo
	O da 35.000 a 40.000 °C	elio ionizzato idrogeno neutro elio ordinario	-6,5		λ di Cefeo
	B da 11.000 a 35.000 °C	elio neutro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

Spectra of ordinary stars



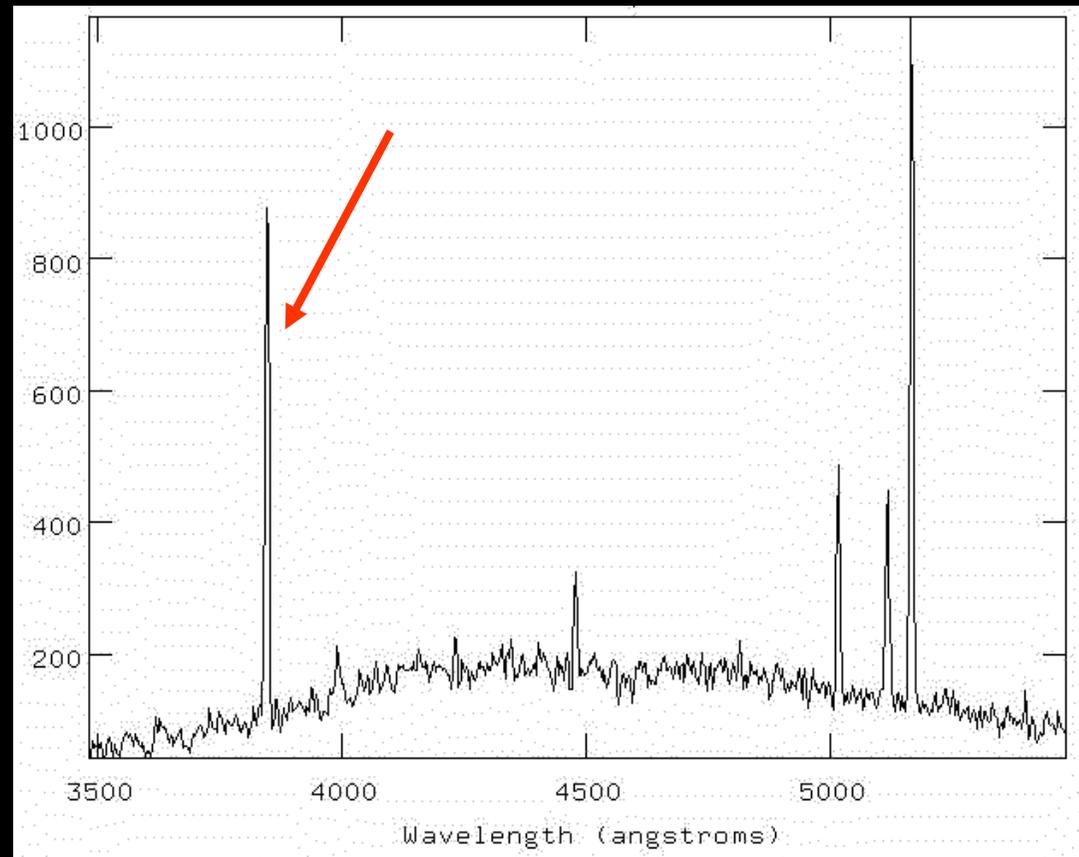
NGC 2903





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=LRudRafEeLM>



Gran premio di Formula 1

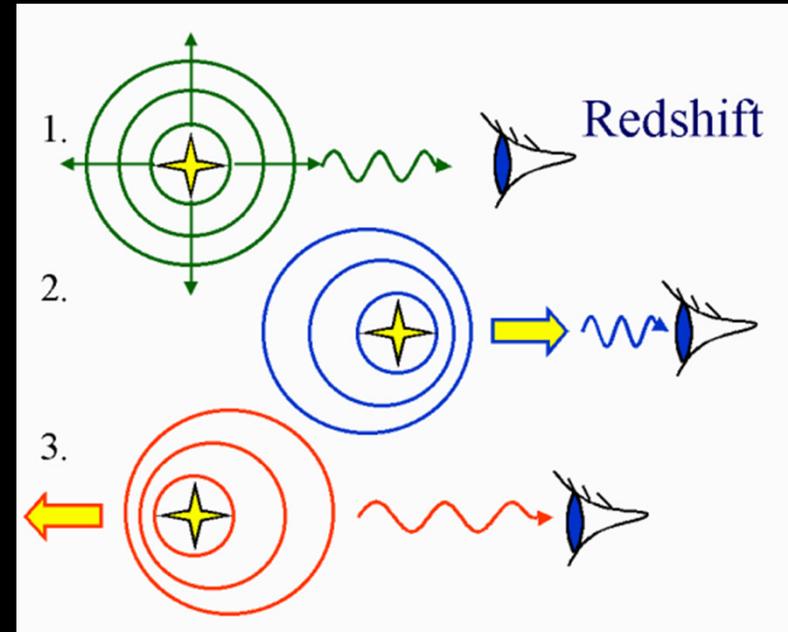


<http://www.youtube.com/watch?v=9ZIZQhgsENQ>

Effetto Doppler

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

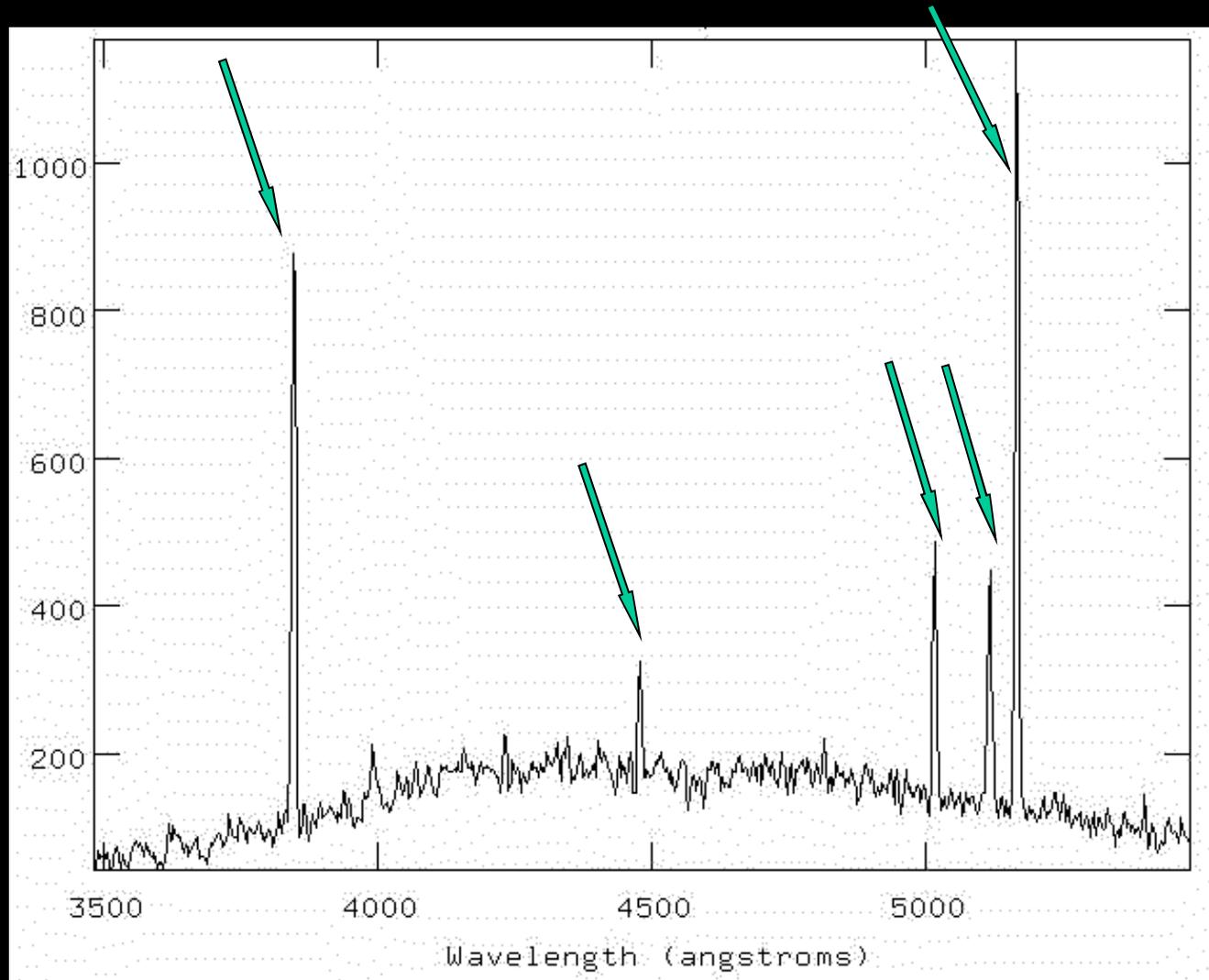
BLUE SHIFT



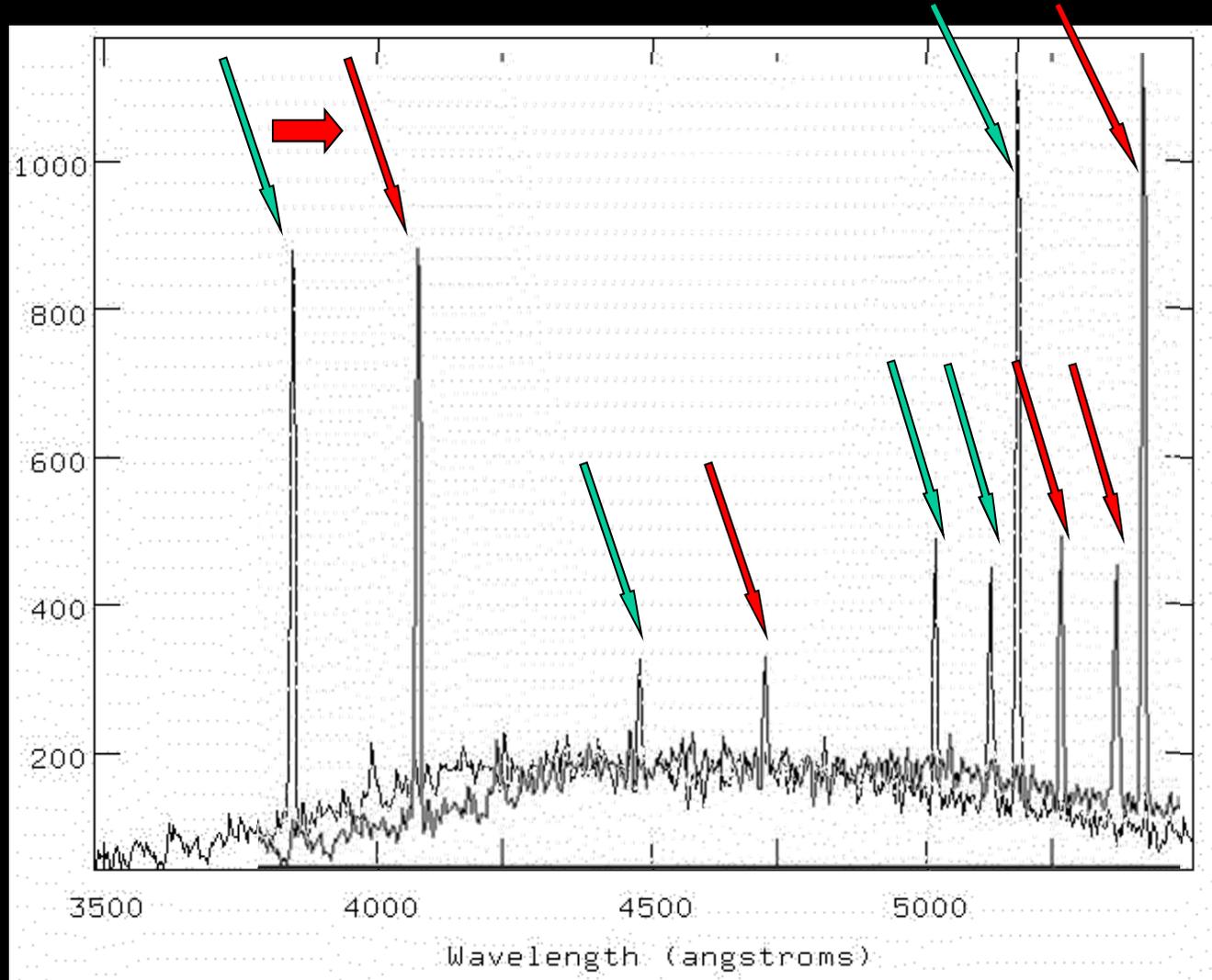
Se una sorgente luminosa si allontana le lunghezze d'onda della radiazione aumentano

REDSHIFT

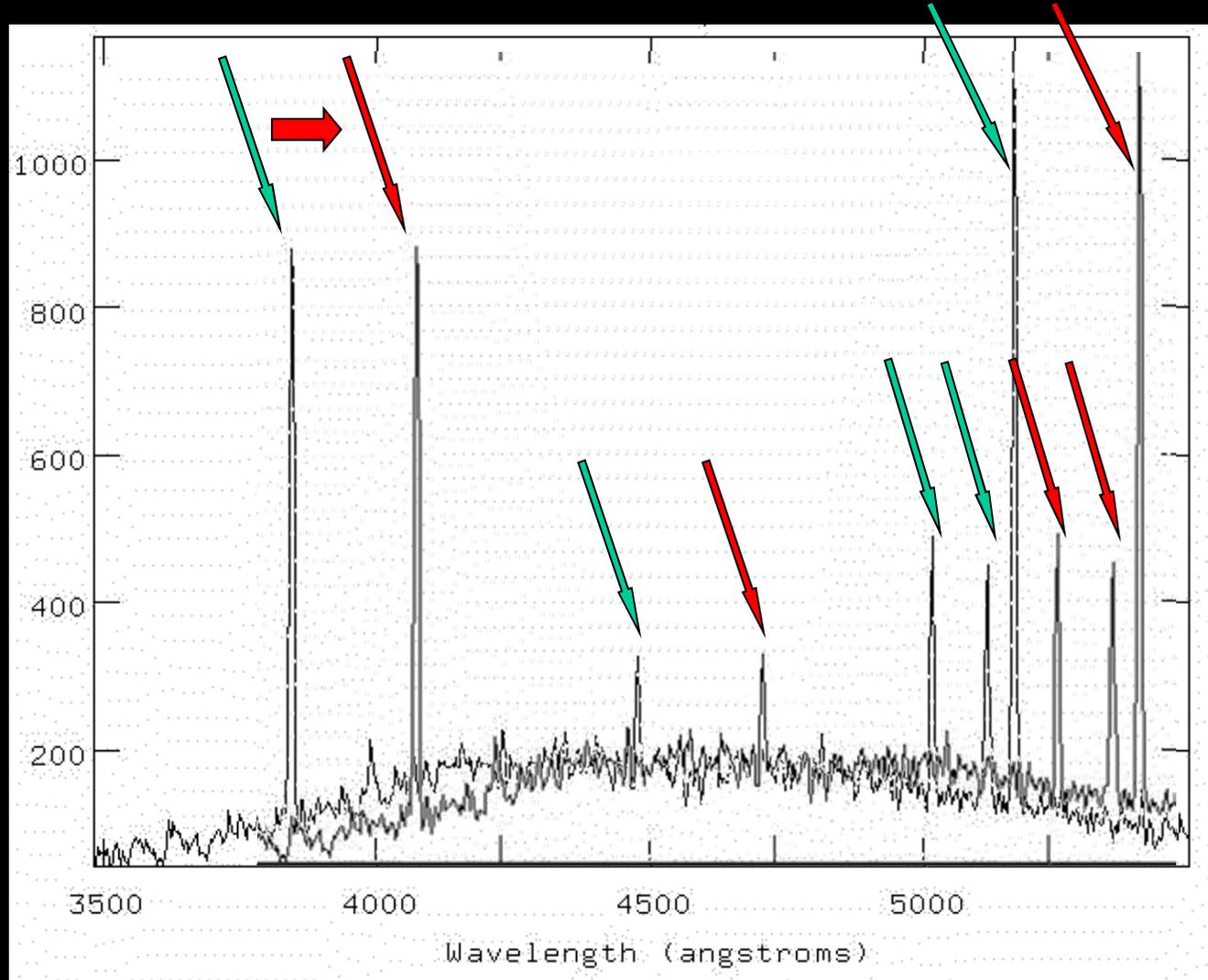
Sorgente “a riposo”



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento

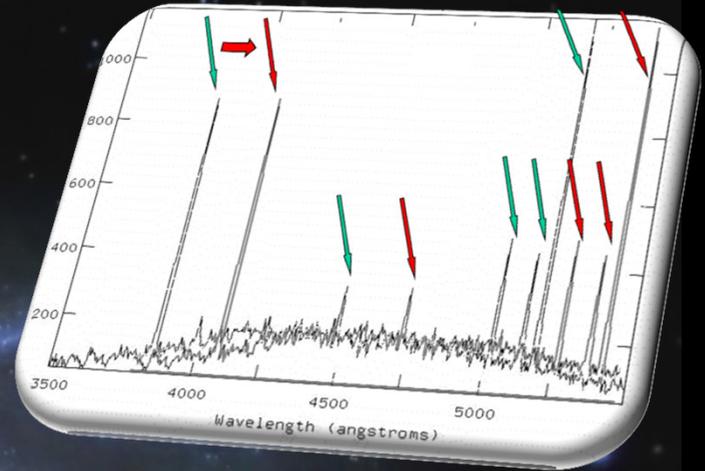


le righe si spostano quindi verso il rosso: **redshift**

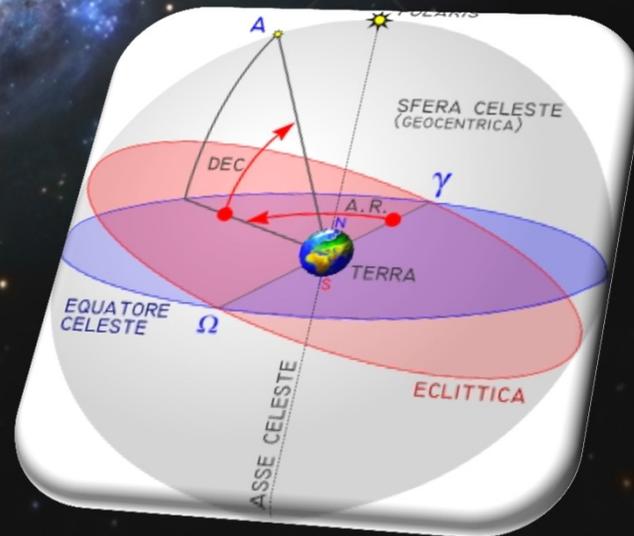
Effetto Doppler

(non relativistico)

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



Alkaline earth metals																		1		2A	
Transition metals																		3		4	
Lanthanides																		5A		6A	
Actinides																		7A		8A	



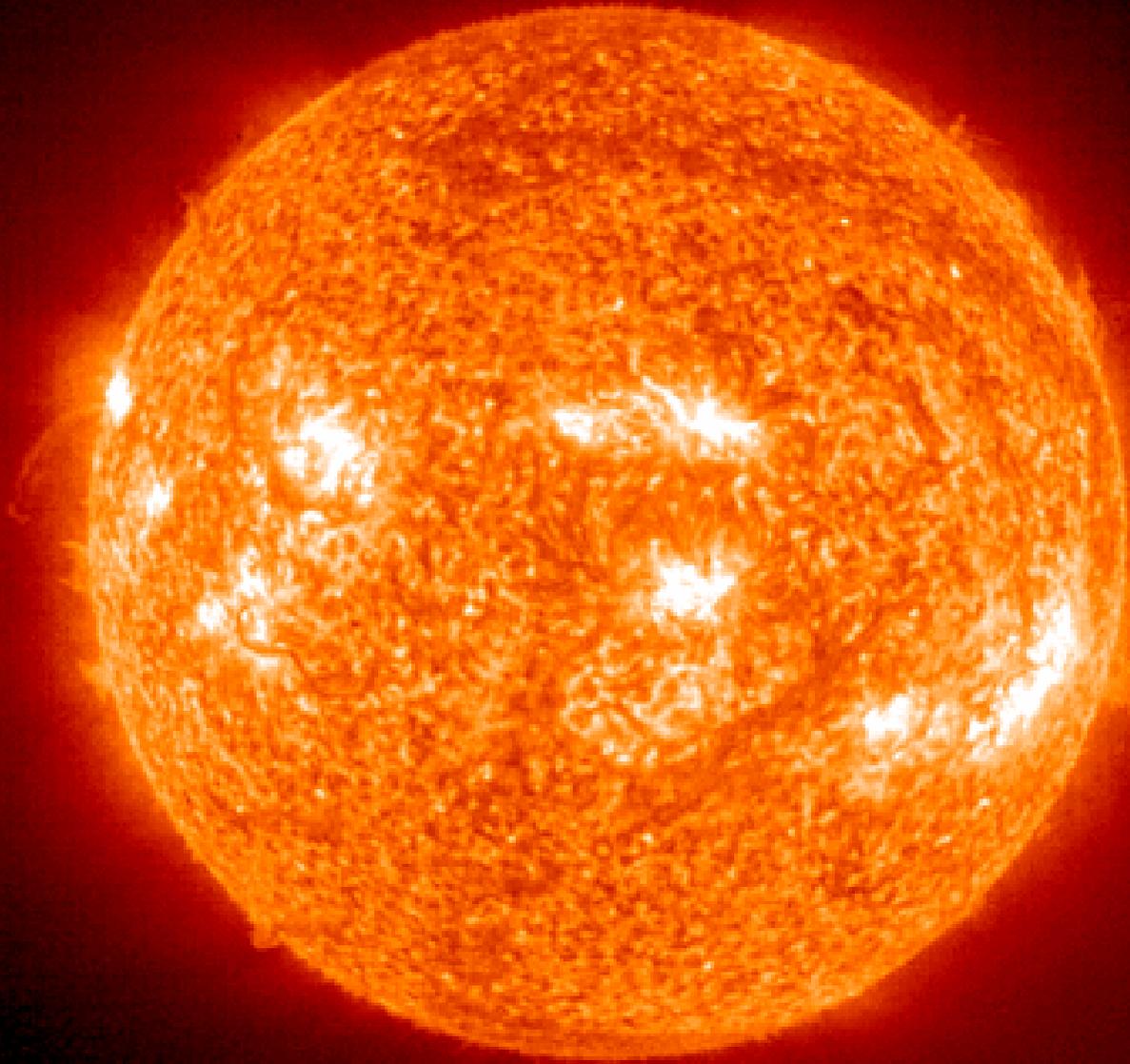


1,3 secondi luce



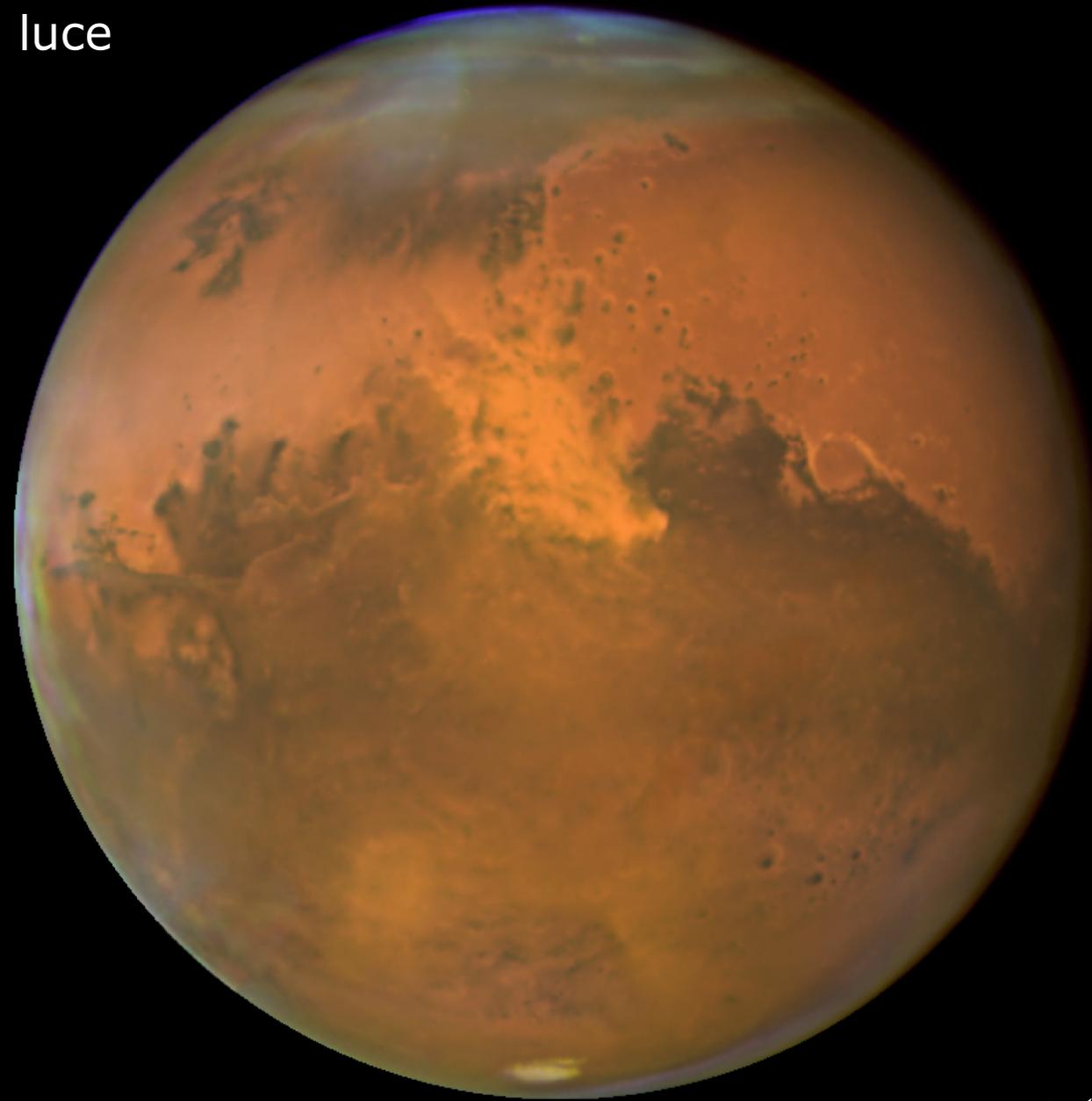
Luna

8 minuti luce



Sole

12 minuti luce



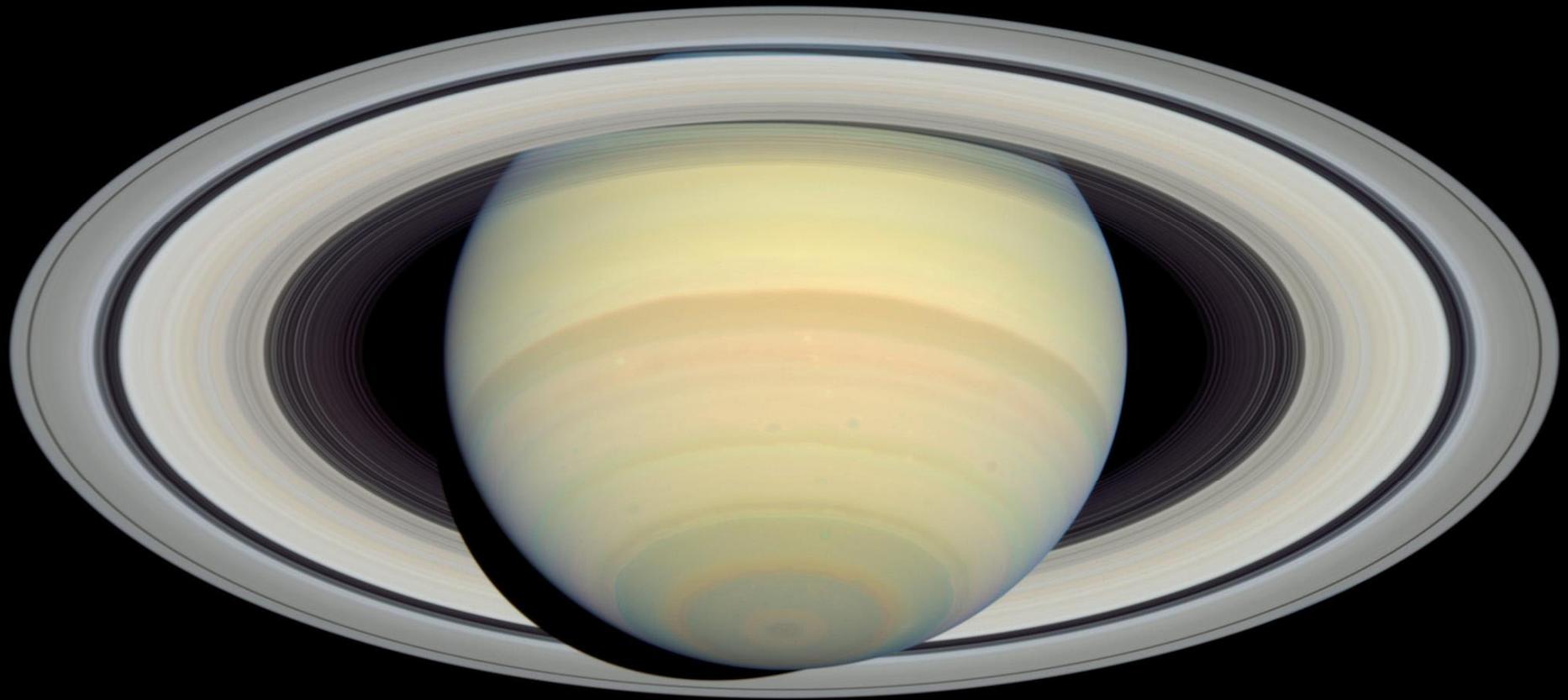
Marte

Marte

12 minuti luce

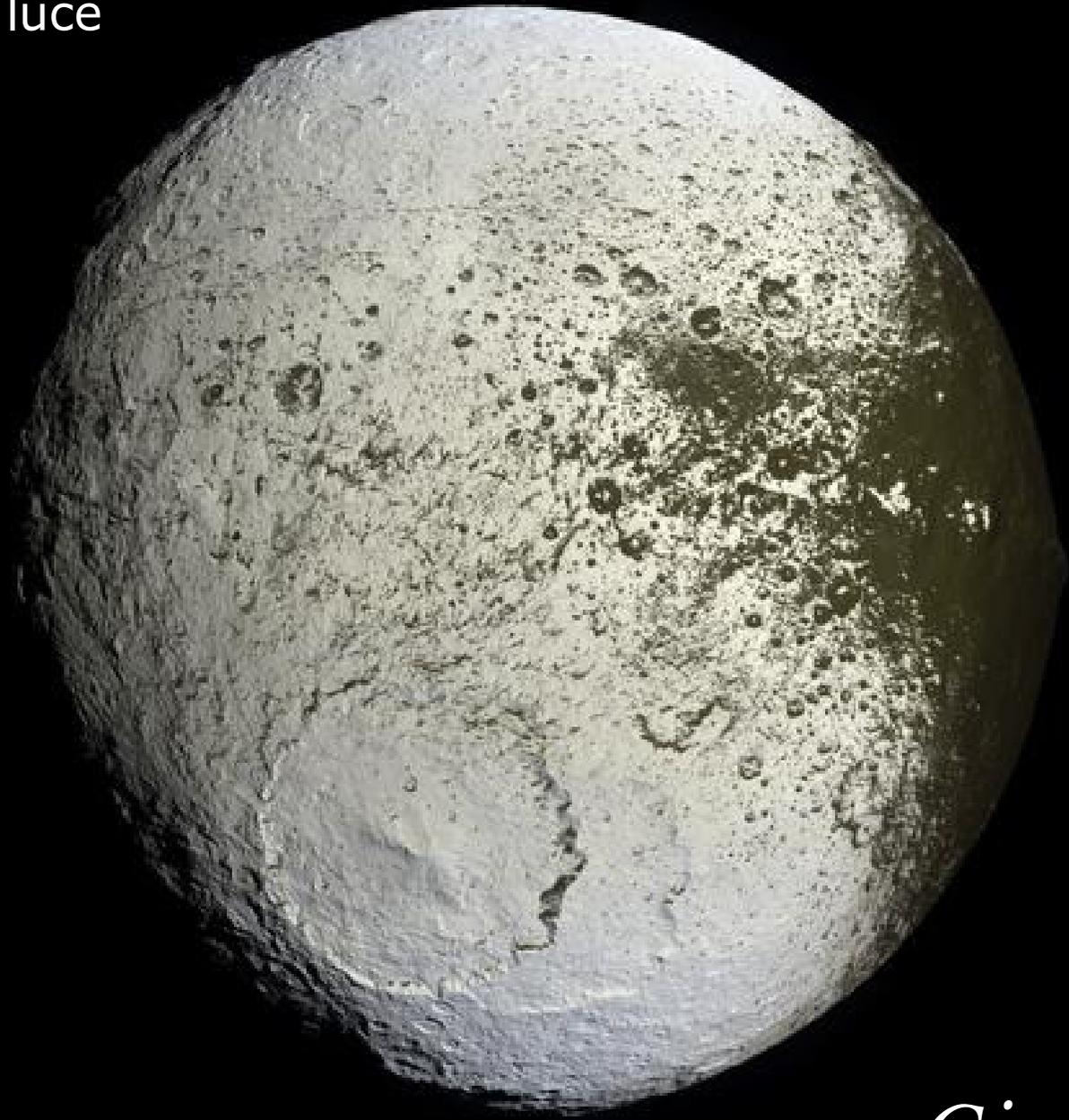


80 minuti luce



Saturno

80 minuti luce

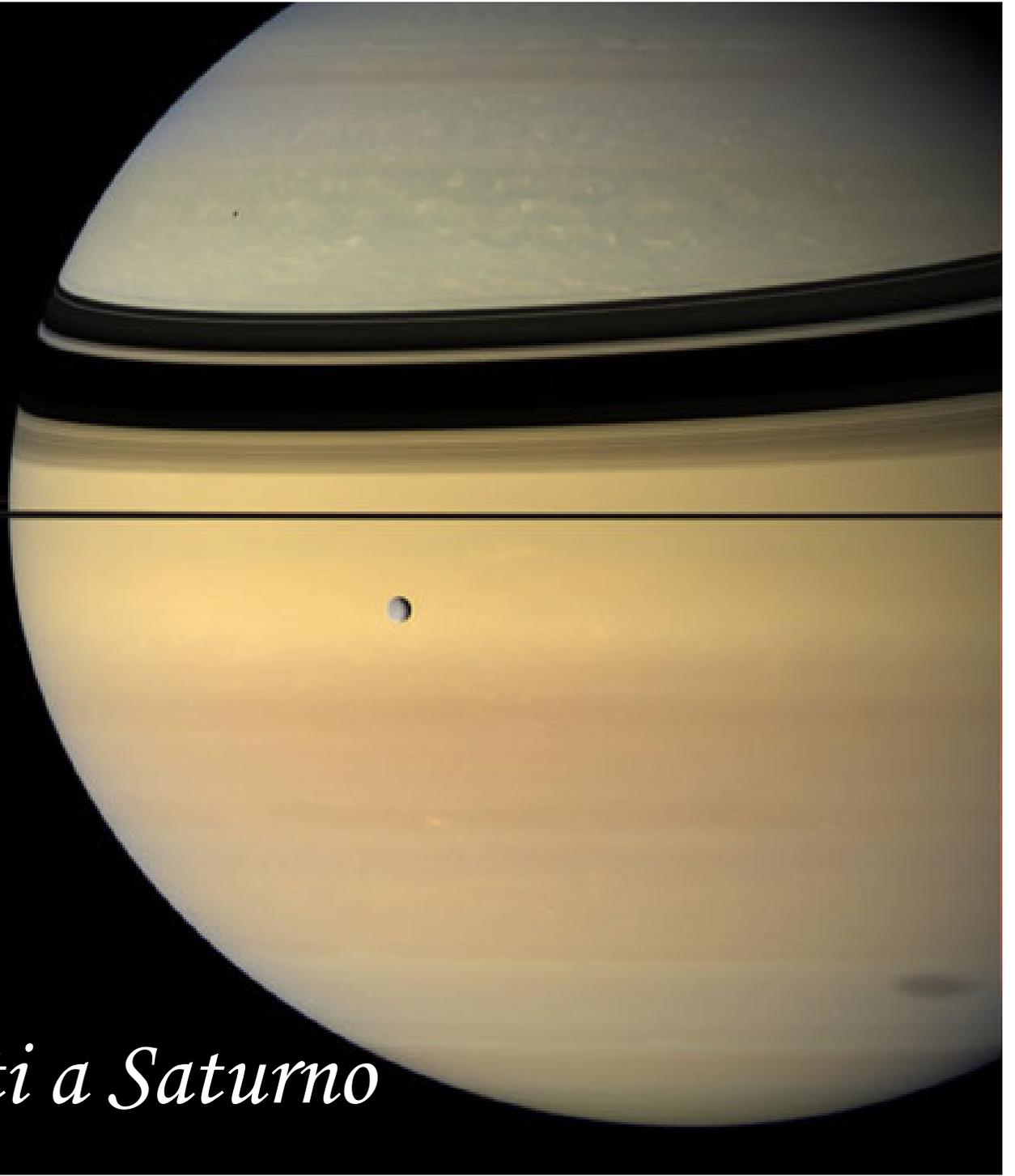


Iapeto

80 minuti luce



Giapeto davanti a Saturno

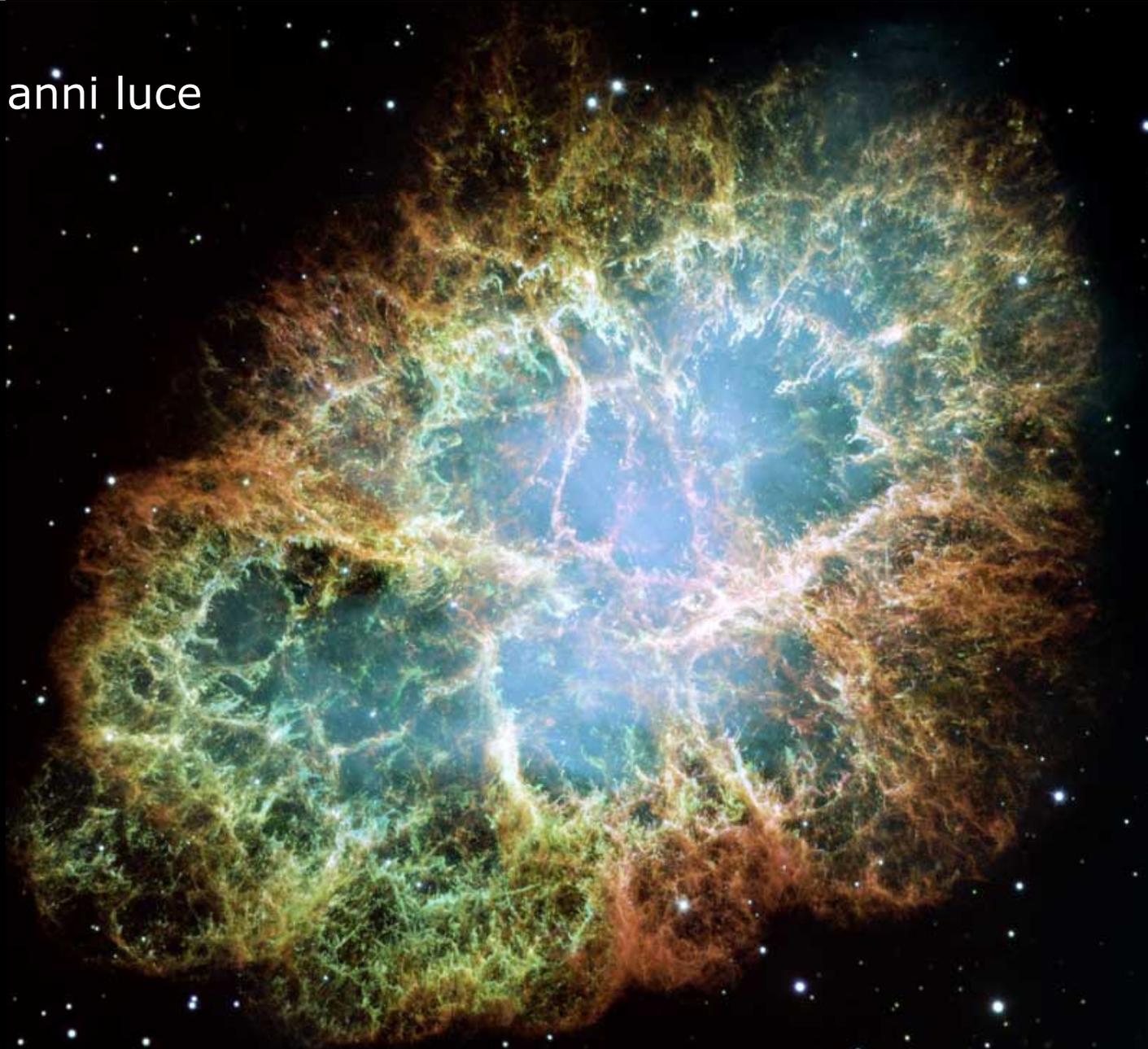


3300 anni luce



Nebulosa planetaria - Occhio di gatto

6500 anni luce



Nebulosa del granchio - Resto di supernova

20000 anni luce

V838 Monocerotis – stella variabile



32600 anni luce

Ammasso di stelle M80



200000 anni luce

Formazione stellare nella piccola nube di Magellano



25 milioni di anni-luce

Galassia M101

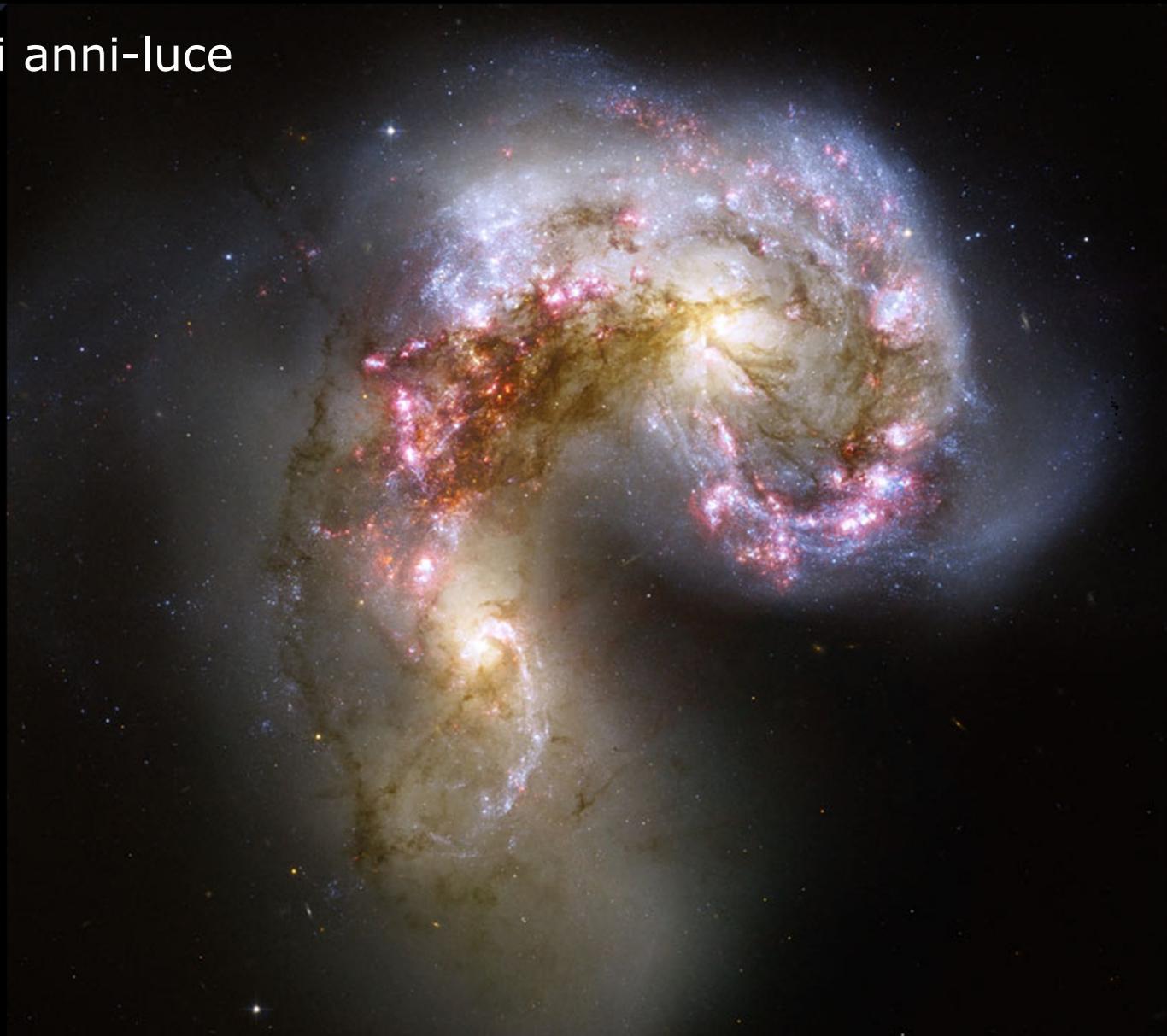


31 milioni di anni-luce



Galassia vortice M51

63 milioni di anni-luce



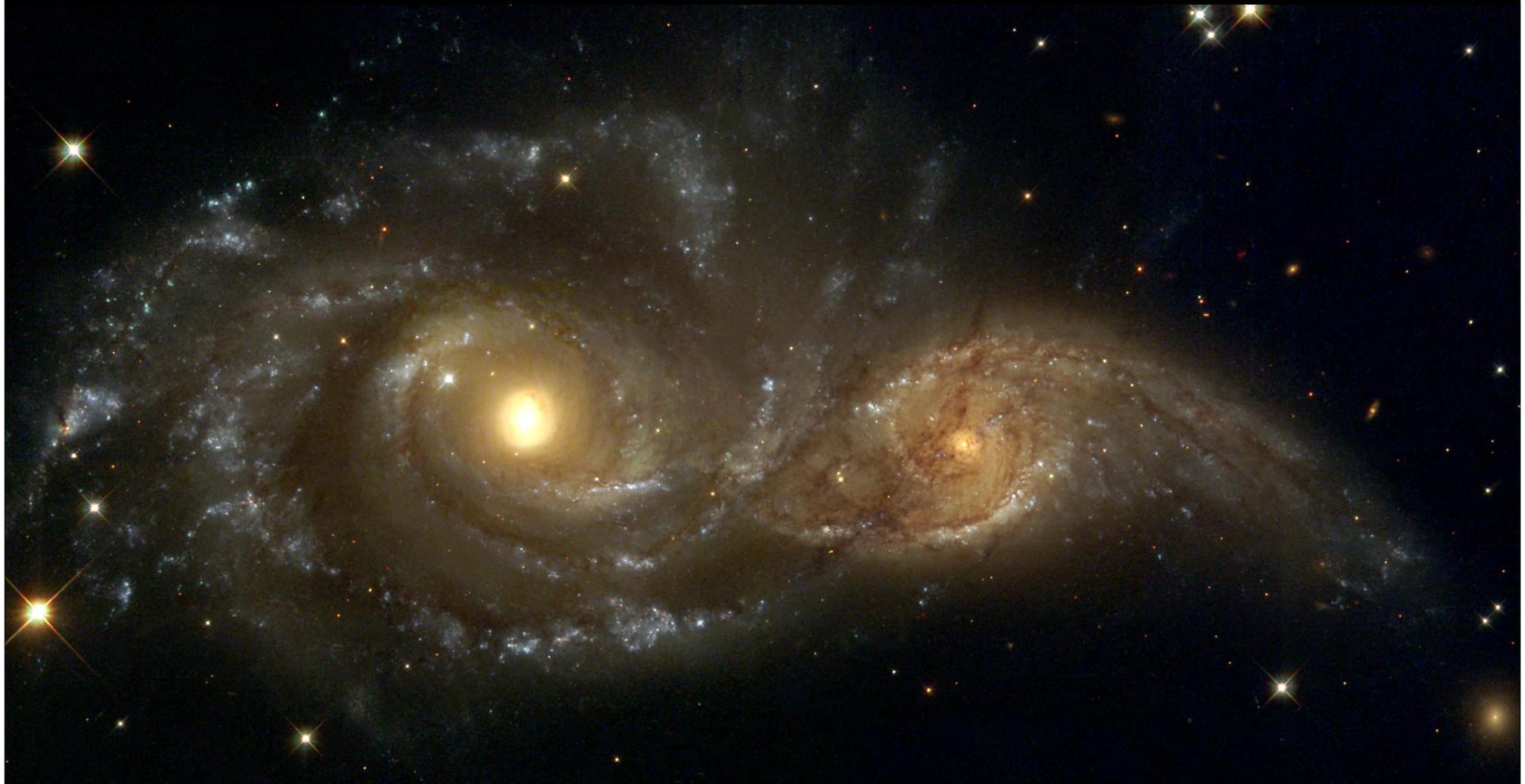
Le antenne – Galassie interagenti NGC 4038, 4039

69 milioni di anni-luce



Galassia barrata NGC 1300

129 milioni anni luce



Galassie interagenti NGC 2207 e IC 2163

300 milioni di anni-luce



Galassia Anello – AM 0644-741

300 milioni di anni-luce



I topi – Galassie interagenti NGC 4676

300 milioni anni luce



Galassie interagenti Arp 87

2,2 miliardi di anni luce

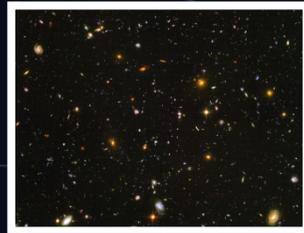


Ammasso di galassie Abell 1689

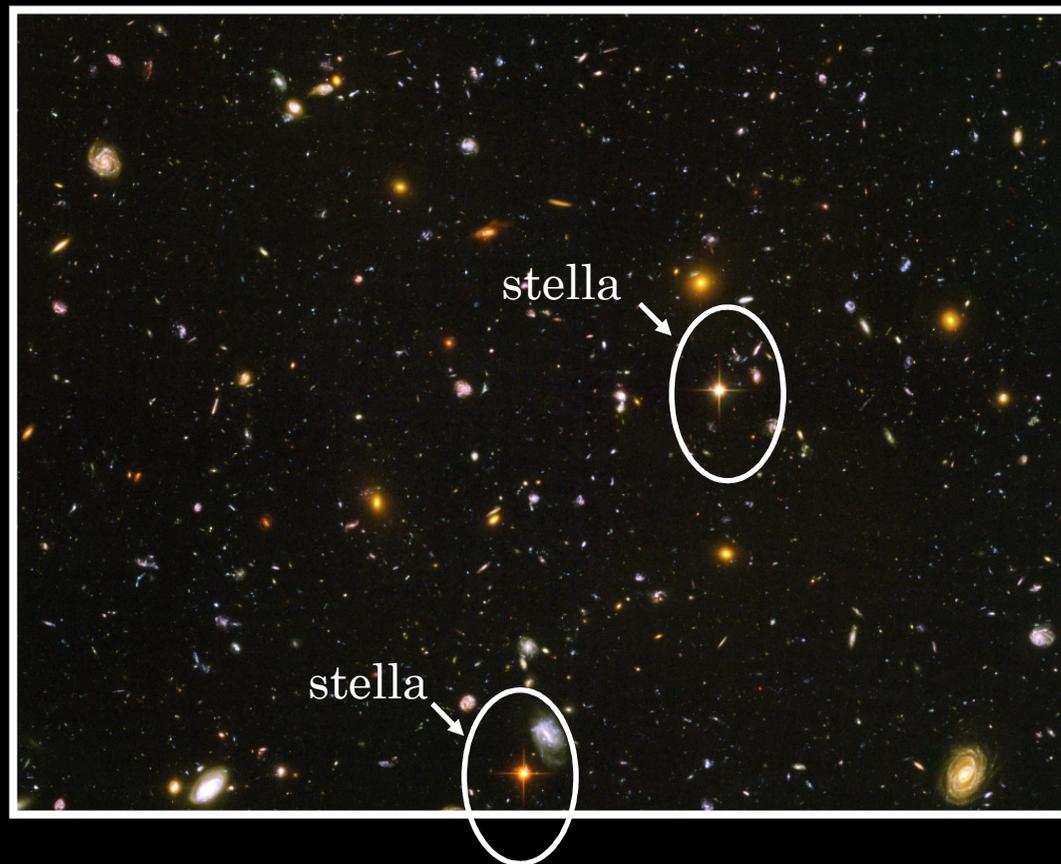


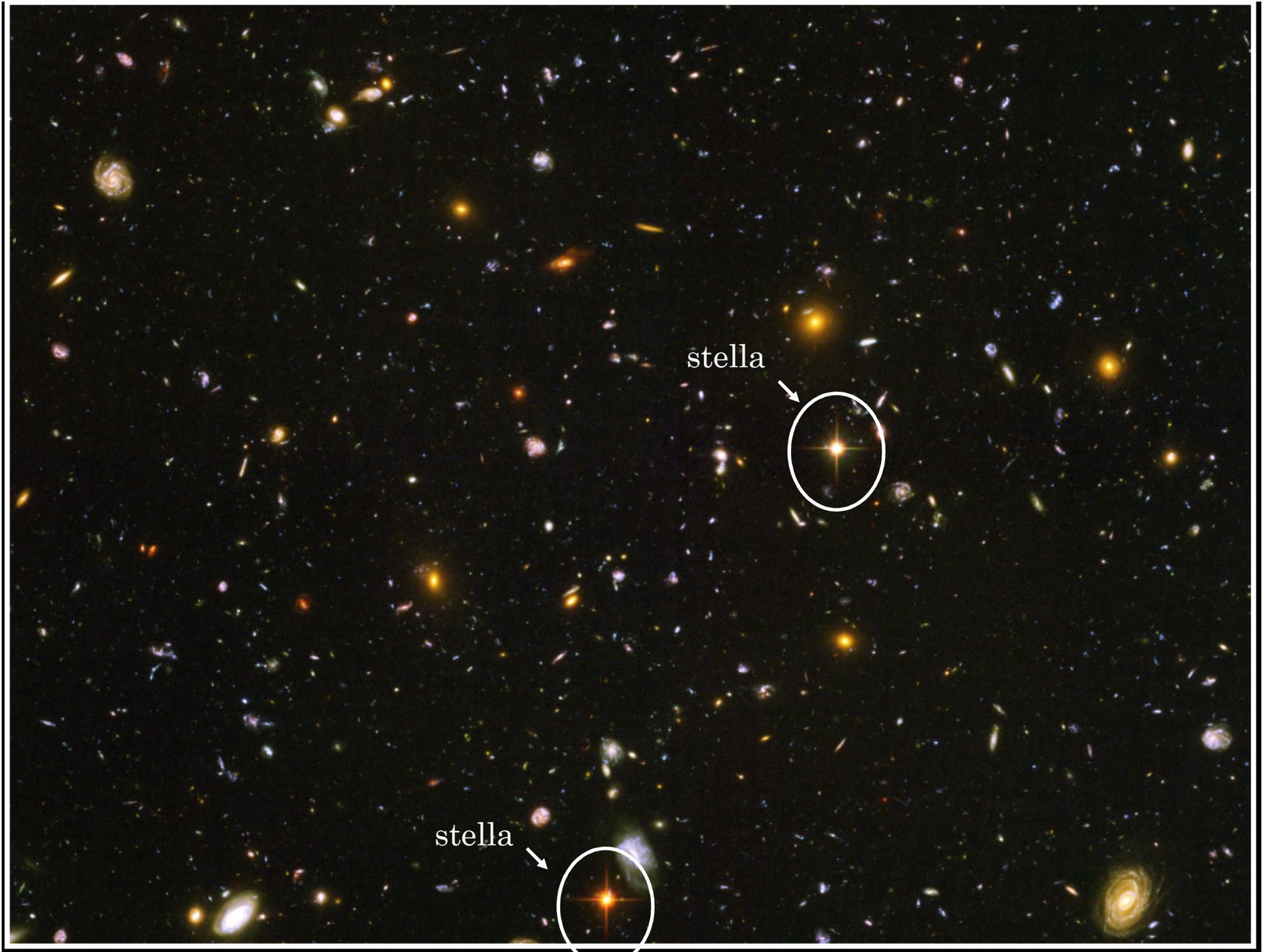
Hubble Ultra Deep Field:

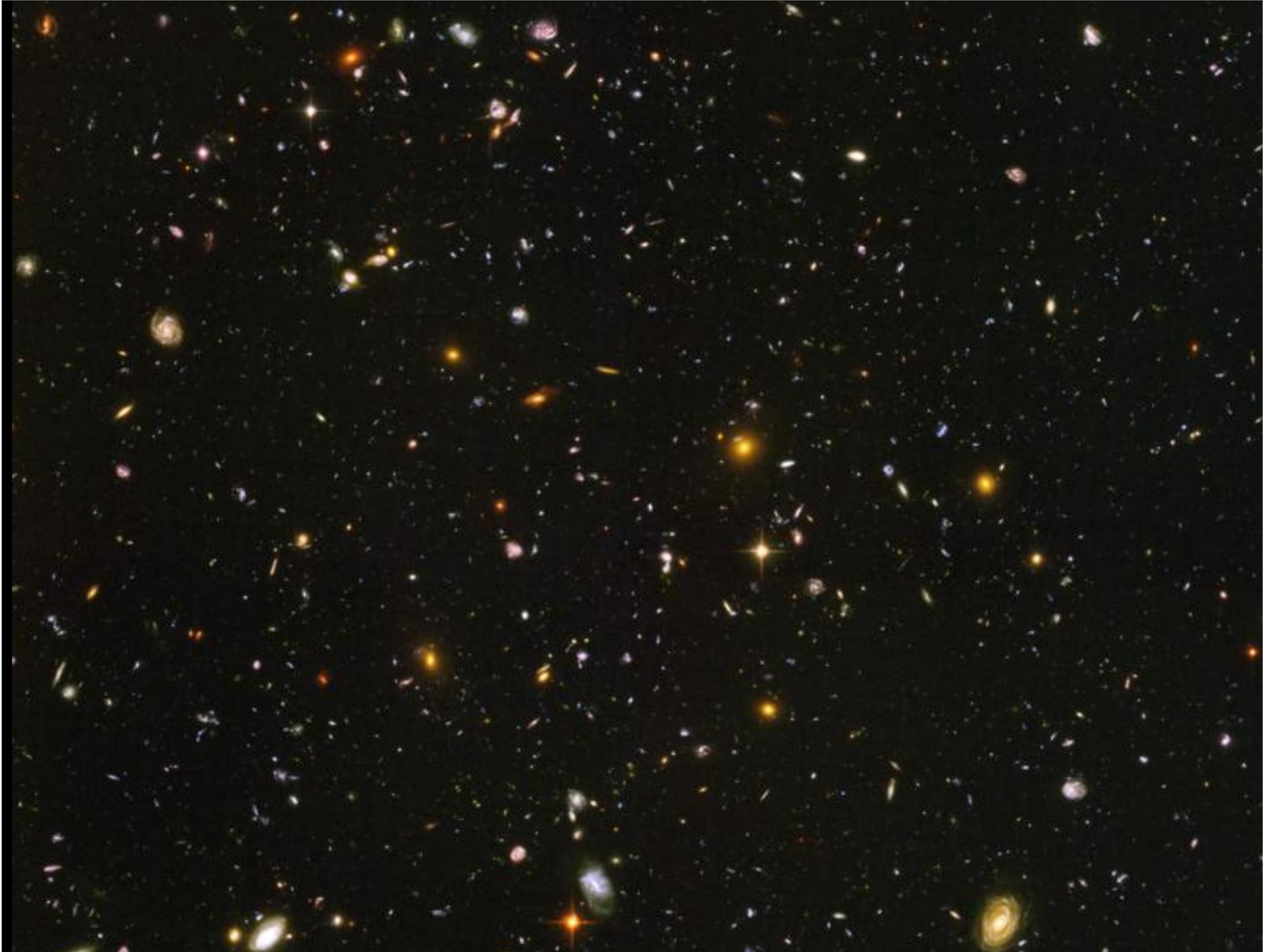
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena



Ogni singolo punto luminoso in questo angolo di cielo (ad eccezione di due sole stelle) è una galassia.



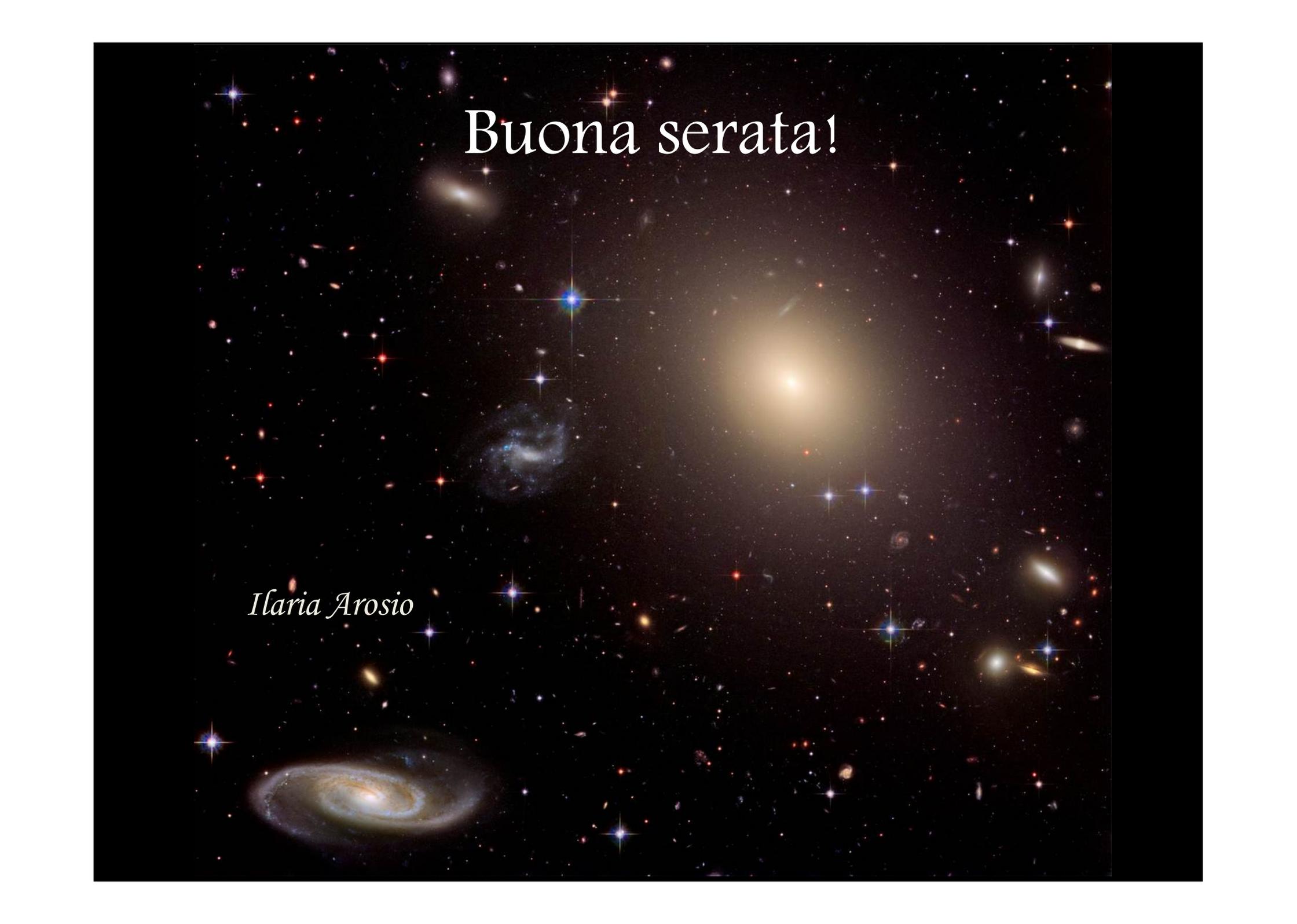






*«Equipaggiato dei suoi cinque sensi, l'uomo esplora l'universo attorno a lui
e chiama l'avventura Scienza.»*

Edwin Hubble

A deep space photograph of a galaxy cluster, likely the Coma Cluster, showing numerous galaxies of various shapes and sizes, including spiral and elliptical forms, set against a dark background filled with stars. The text "Buona serata!" is overlaid in a white serif font at the top center.

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