



Istituto Nazionale di Astrofisica



Osservatorio astronomico di Brera

Universo in fiore

Introduzione all'astronomia

Ilaria Arosio

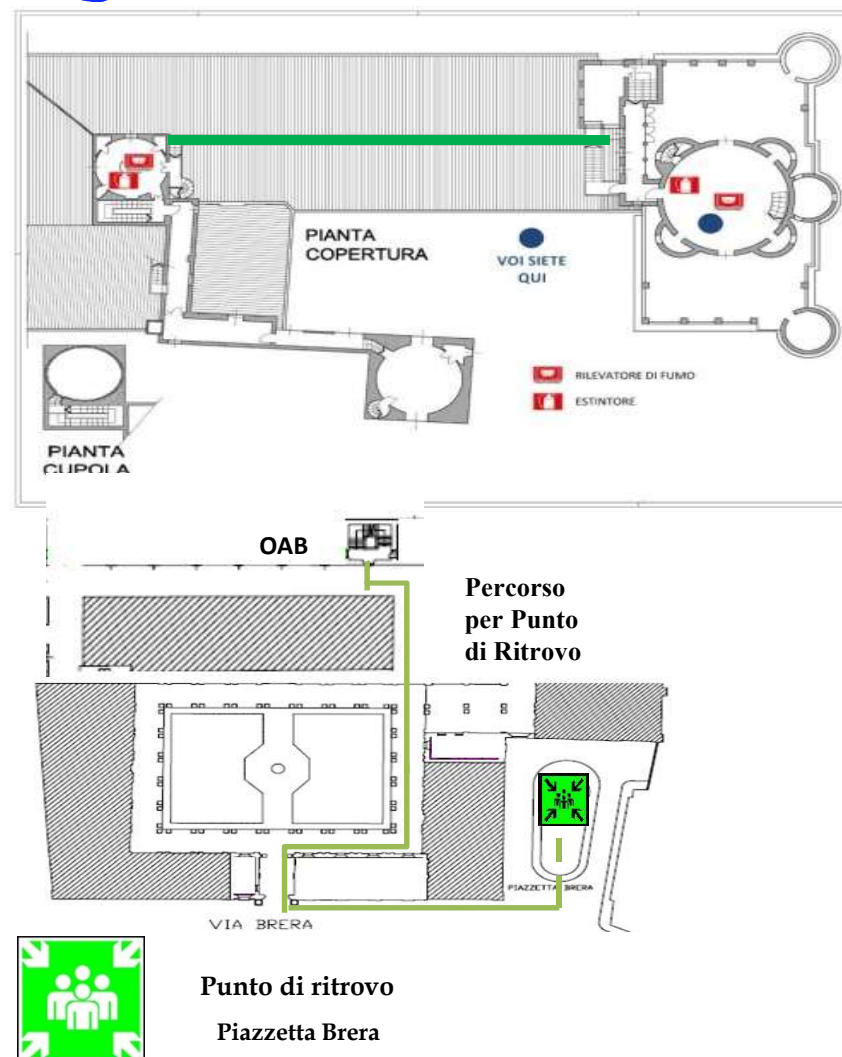
Ilaria.ariosio@brera.inaf.it

INAF-Osservatorio Astronomico di Brera

6 novembre 2018

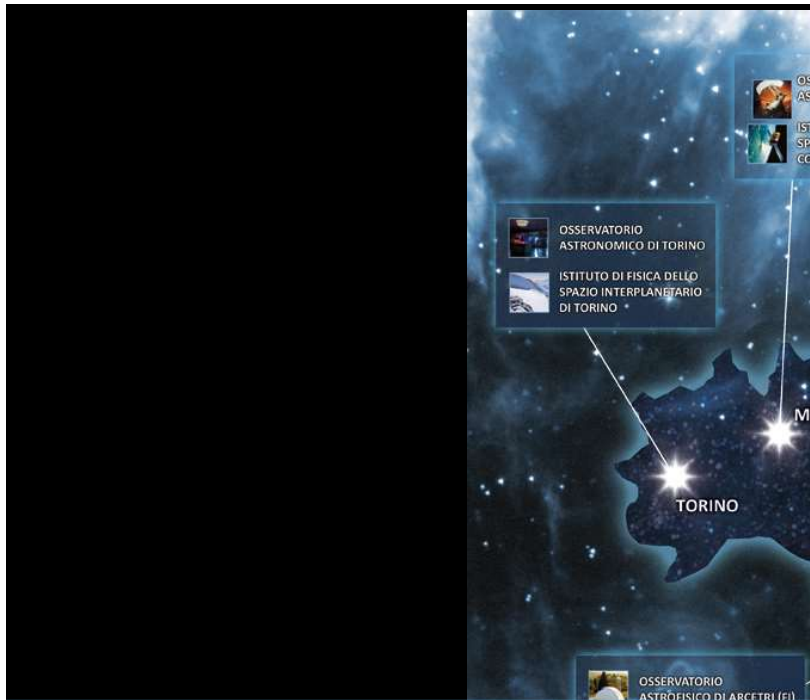


Uscite di Sicurezza vie di fuga in caso di Emergenza





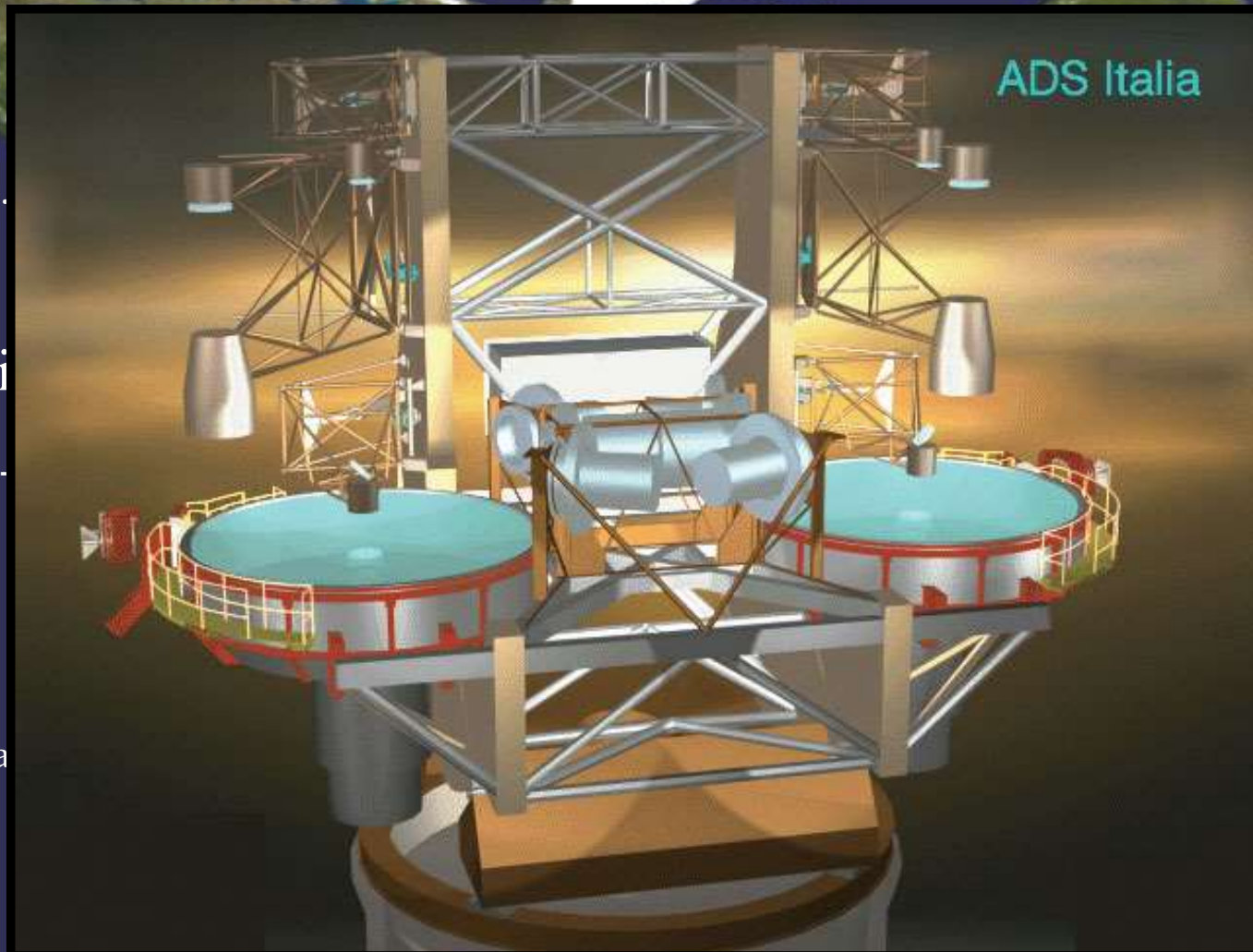
Fondato intorno al 1762,
l'OAB è la più antica istituzione di ricerca scientifica di Milano

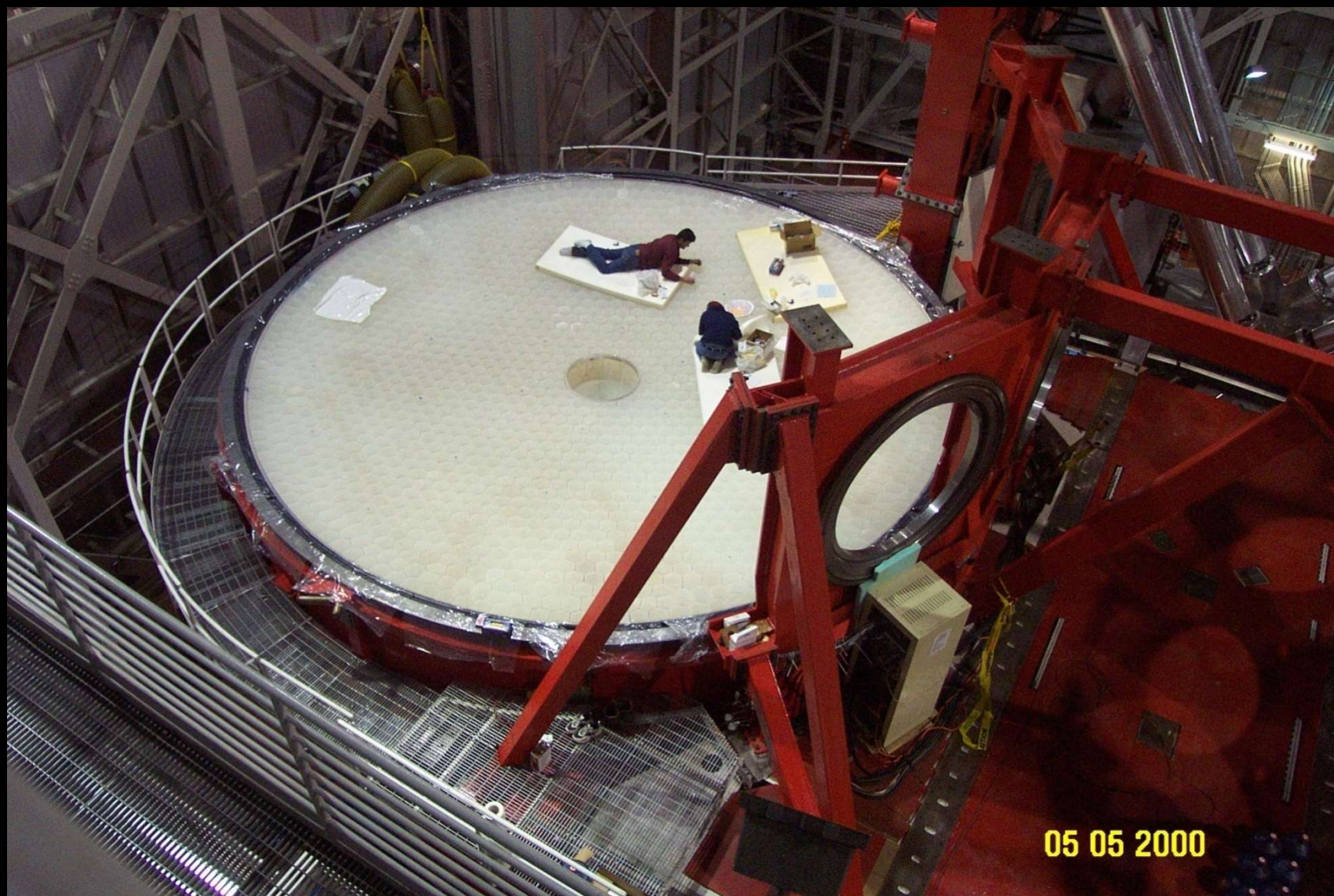


Subaru – Giappone
Ø 8,2 m

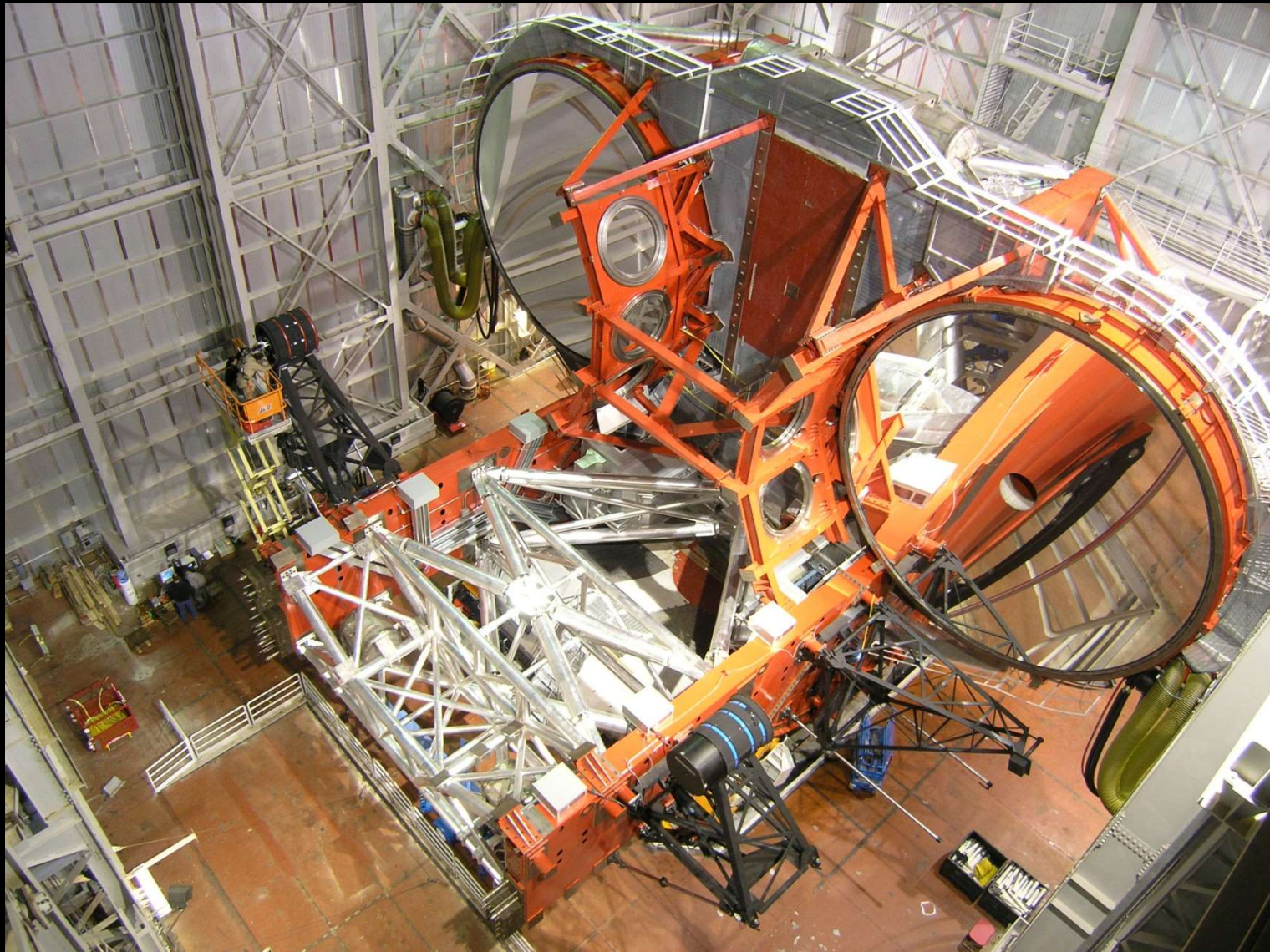
Hawái

Keck I & II
Ø 10 m





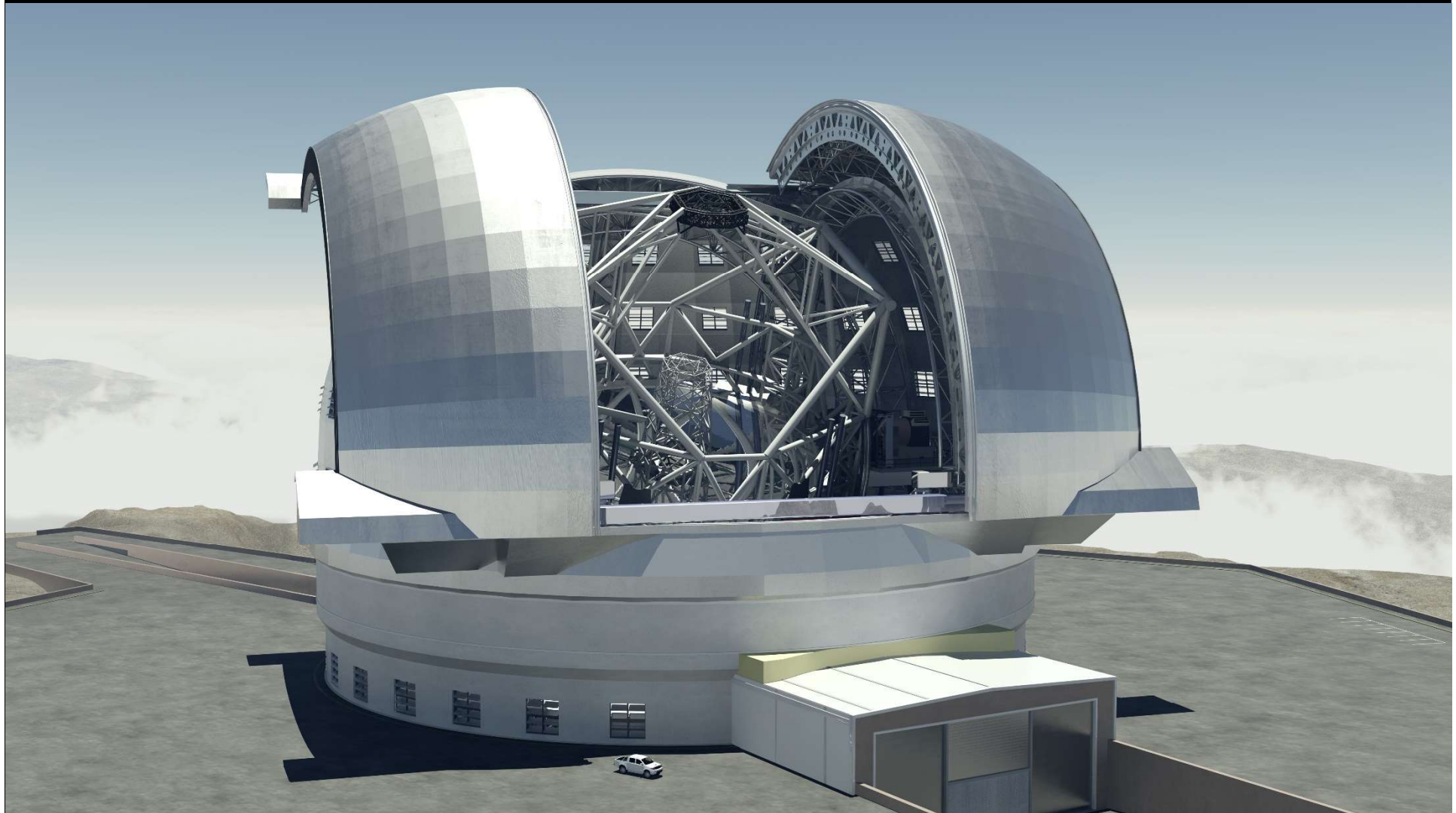








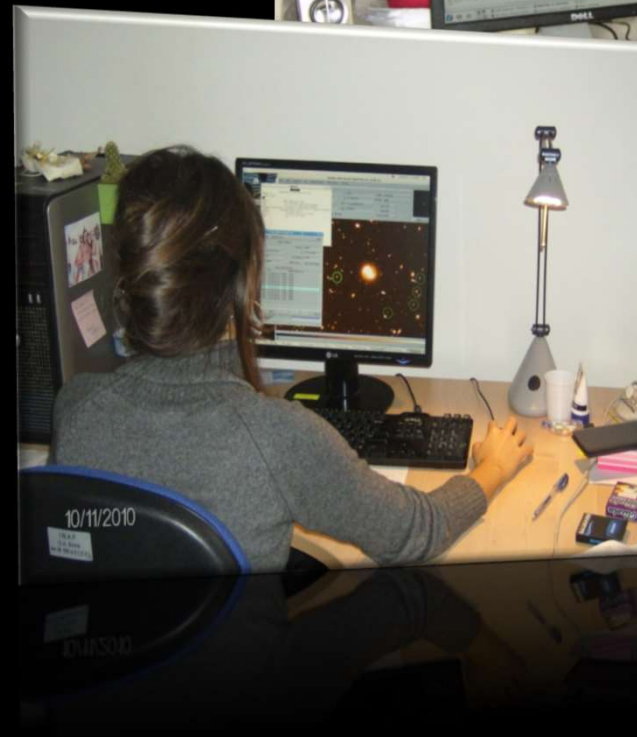
European Extremely Large Telescope

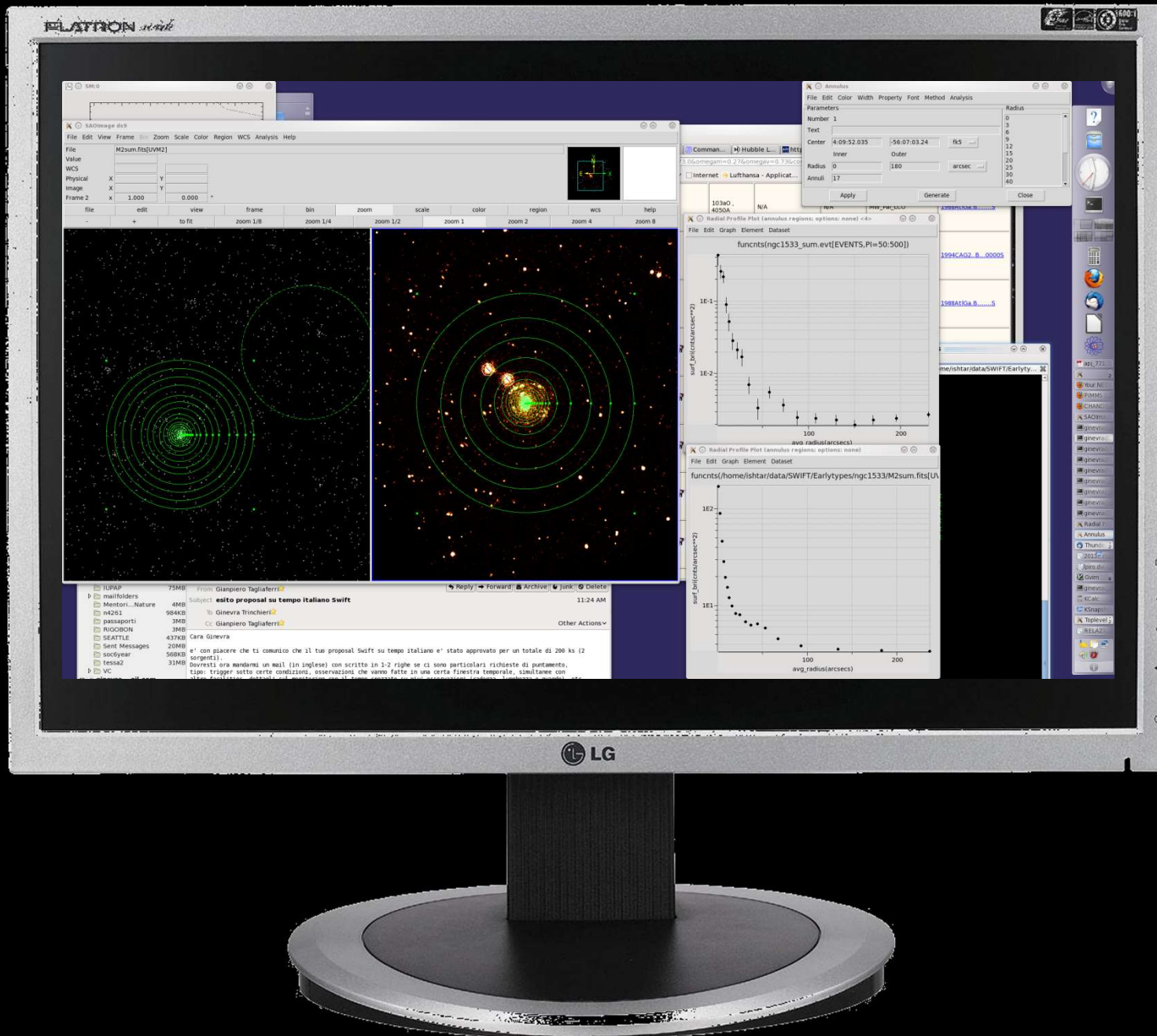


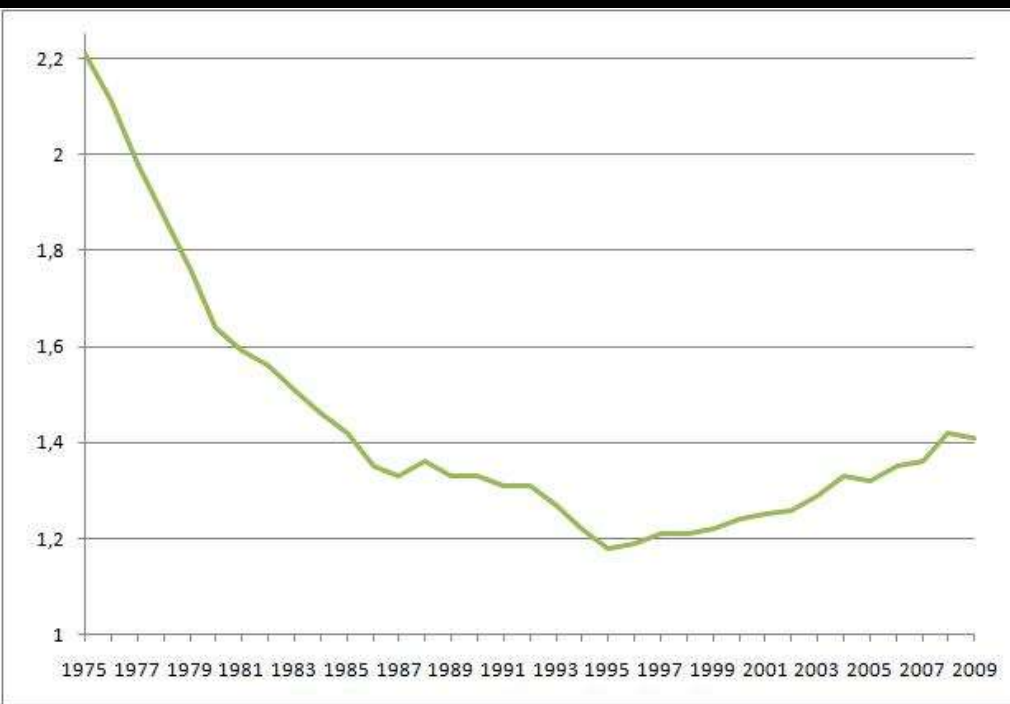
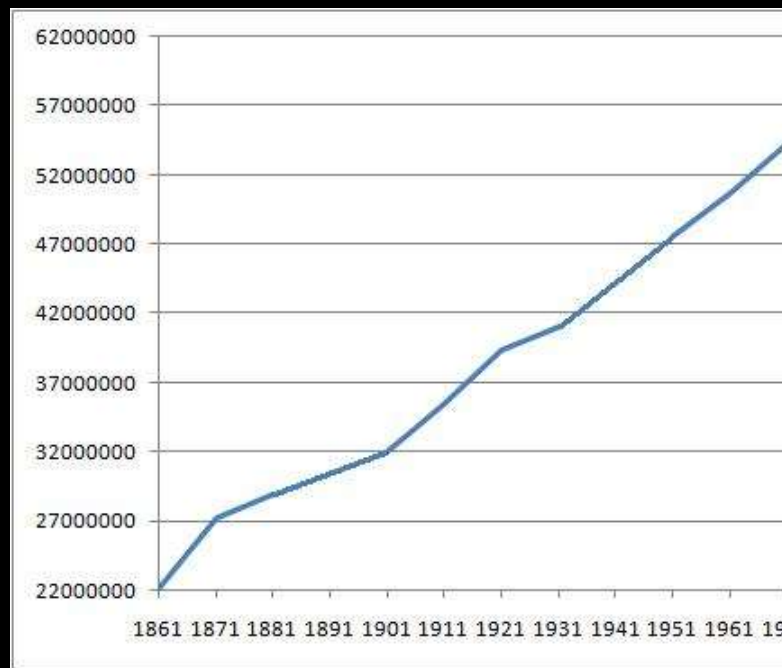
Cosa fa un astronomo?



Cosa fa un astronomo?



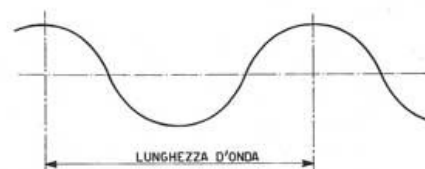
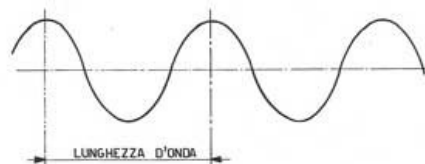
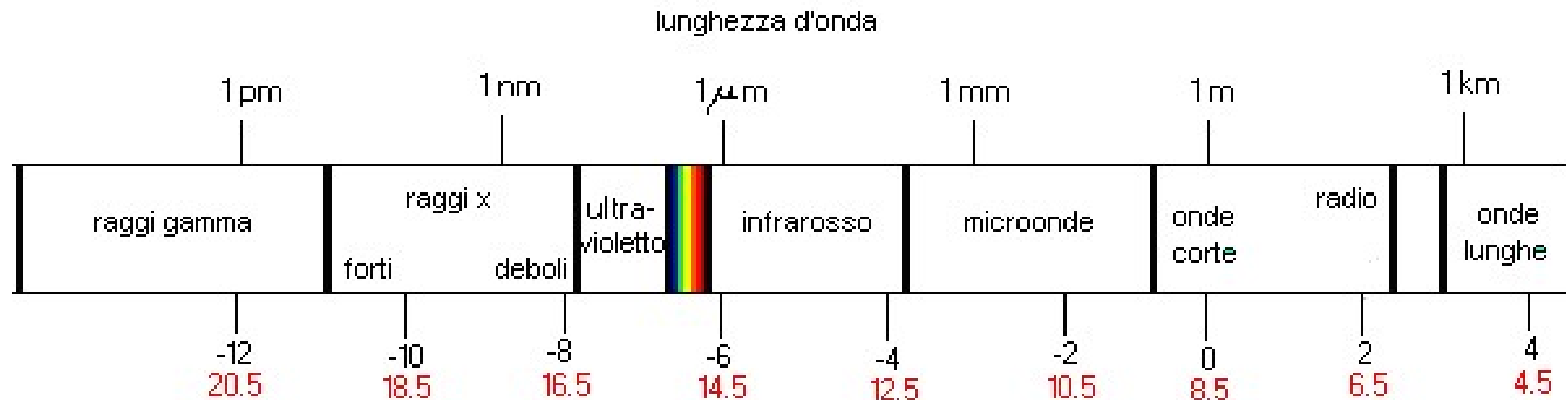




Anno	Popolazione 1° gennaio	Nascite	Tasso di natalità in %	Tasso di fecondità	Morti	Tasso di mortalità in %
1960	50.025.501	923.004	18,3	2,41	480.848	9,5
1970	53.685.301	917.496	17,0	2,43	528.622	9,8
1980	56.388.481	657.278	11,6	1,64	559.376	9,9
1990	56.694.360	580.761	10,2	1,33	544.397	9,5
2000	57.679.895	543.039	9,4	1,24	560.241	9,6
2010 ^[10]	60.340.328	n.d.	9,2	1,40	n.d.	9,7
Anno	Popolazione 1° gennaio	Nascite	Tasso di natalità in %	Tasso di fecondità	Morti	Tasso di mortalità in %

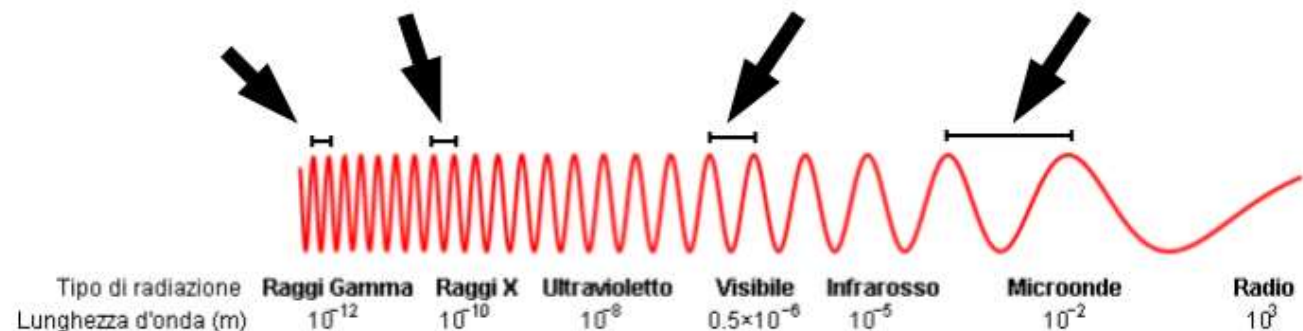


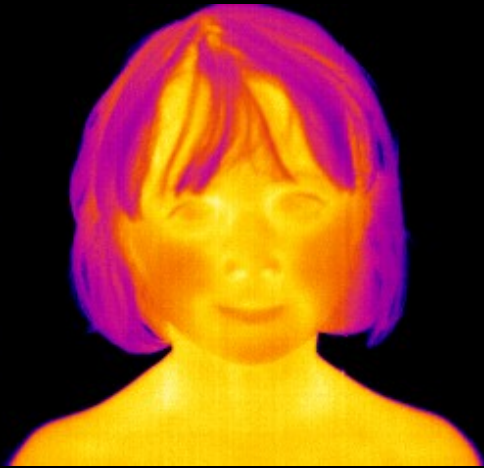
Proprietà della radiazione elettromagnetica

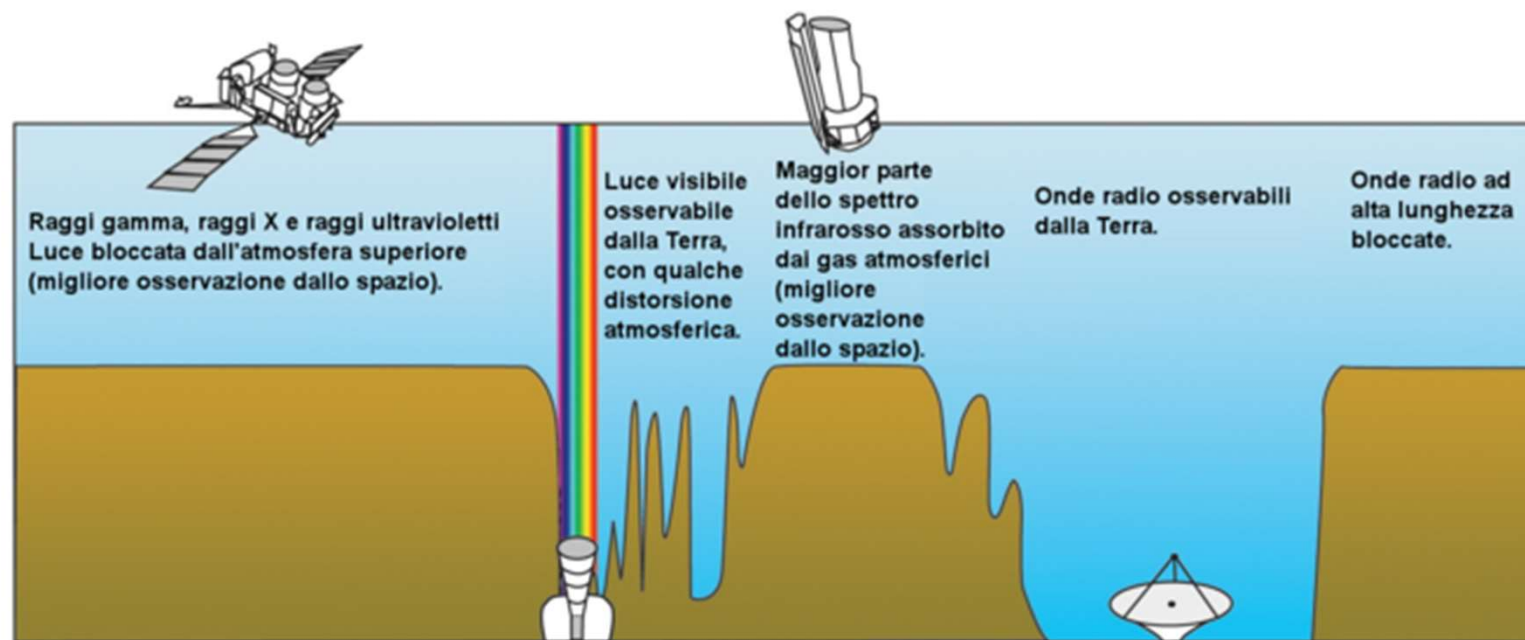
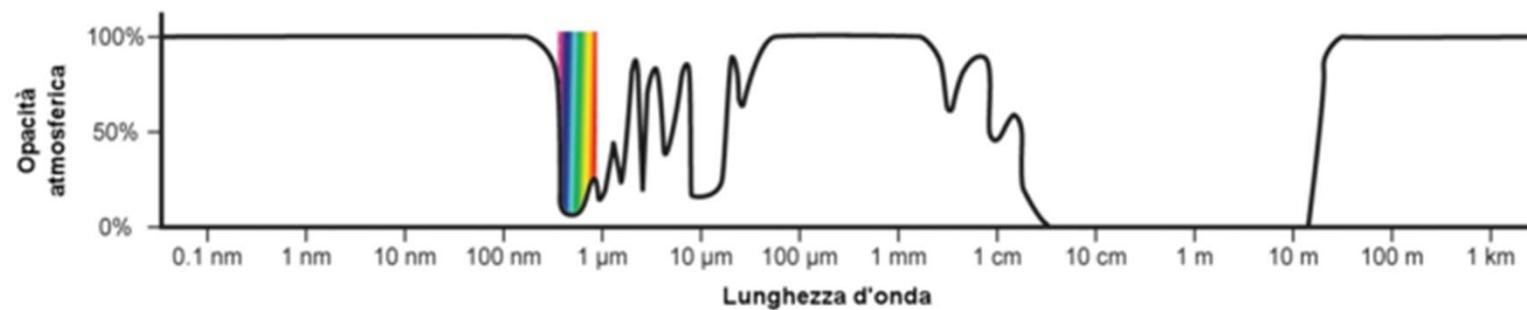


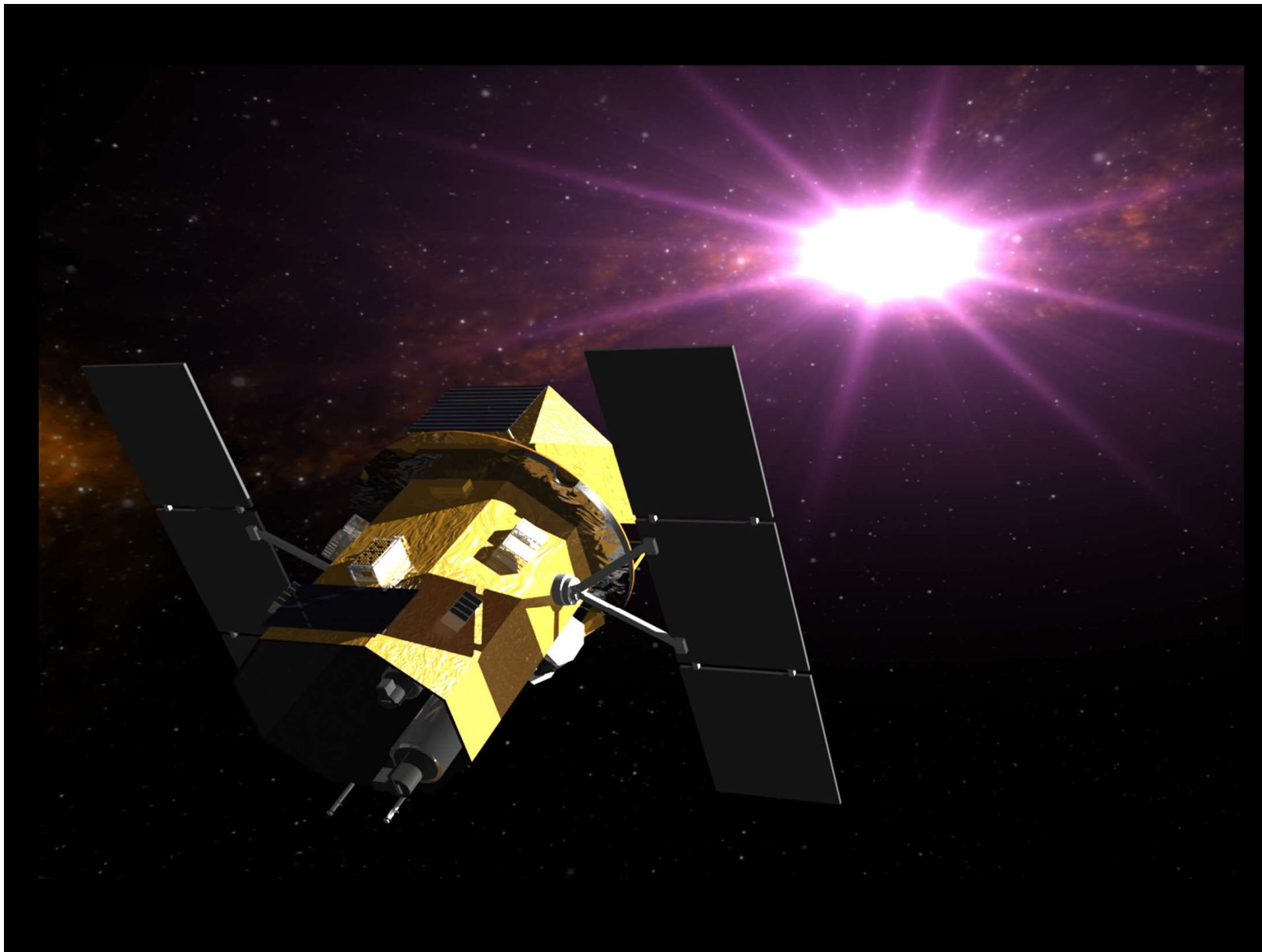
Schema 1
LUNGHEZZA D'ONDA

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









L'astronomia

etimologicamente significa *legge delle stelle*
(dal greco: ἀστρονομία = ἀστῆρ/ἄστρον (stella) + νόμος (legge)),

è la scienza il cui oggetto è l'osservazione e la
spiegazione degli eventi celesti.



Grande Carro
settennione



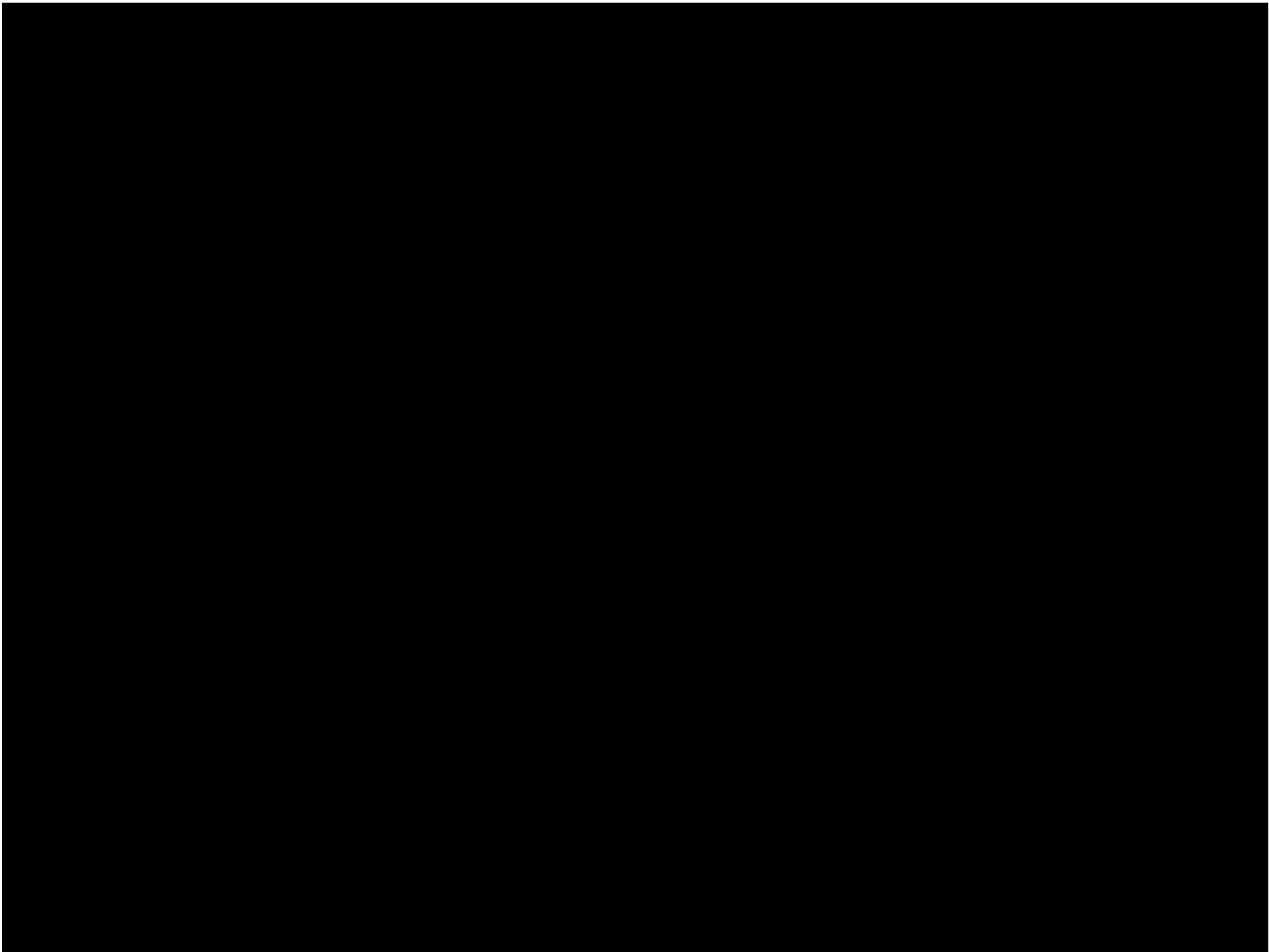
Sirio da 4000 a 2000 a.C
semina, straripamento Nilo, anno nuovo

Pleiadi nel I millennio a.C.

navigazione

levata eliaca inizio anno in Mesopotamia 2500 a.C.







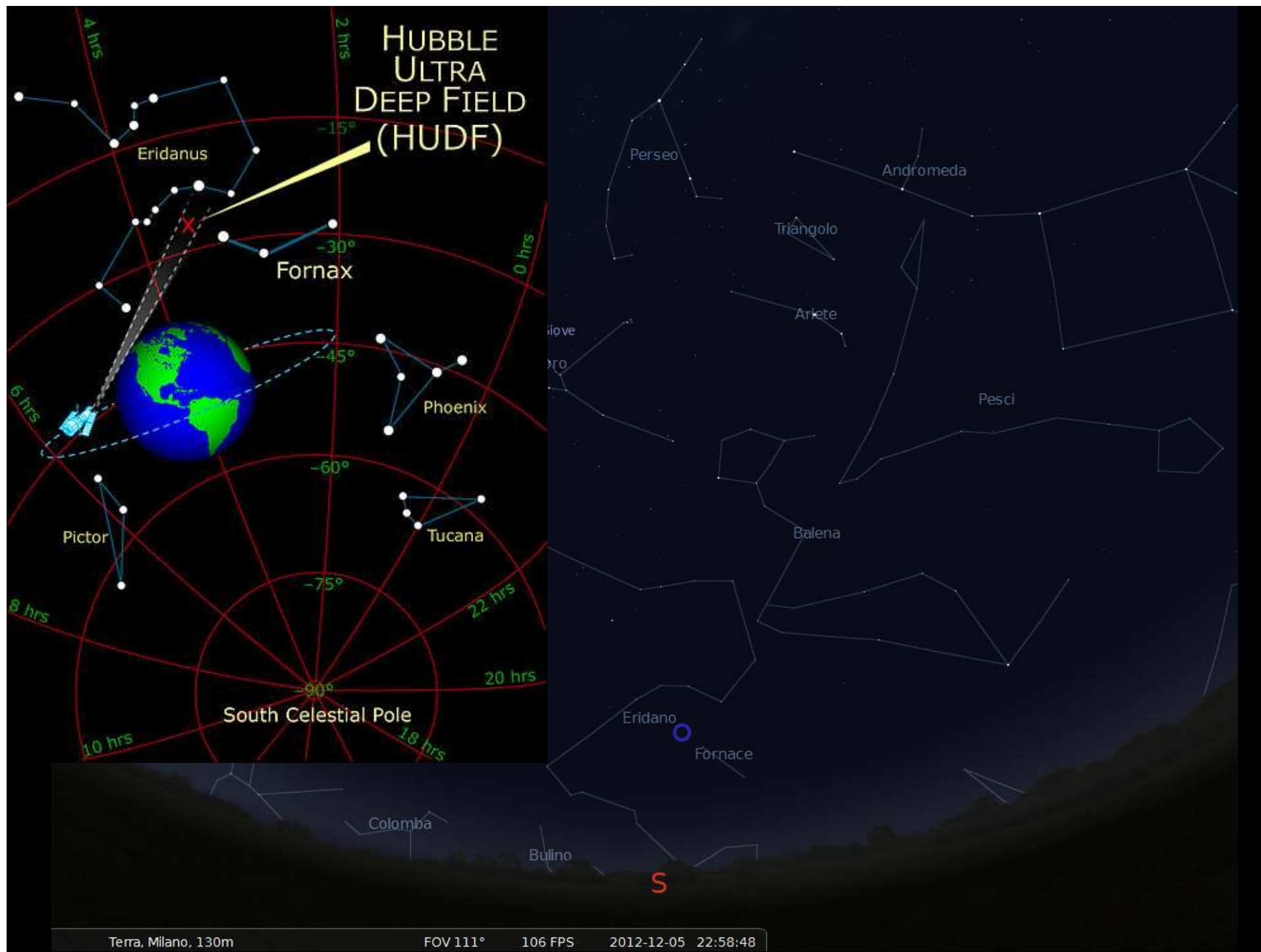


Terra, Milano, 130m

FOV 111°

106 FPS

2012-12-05 22:58:48



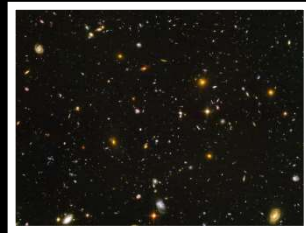
Hubble Ultra Deep Field:

Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

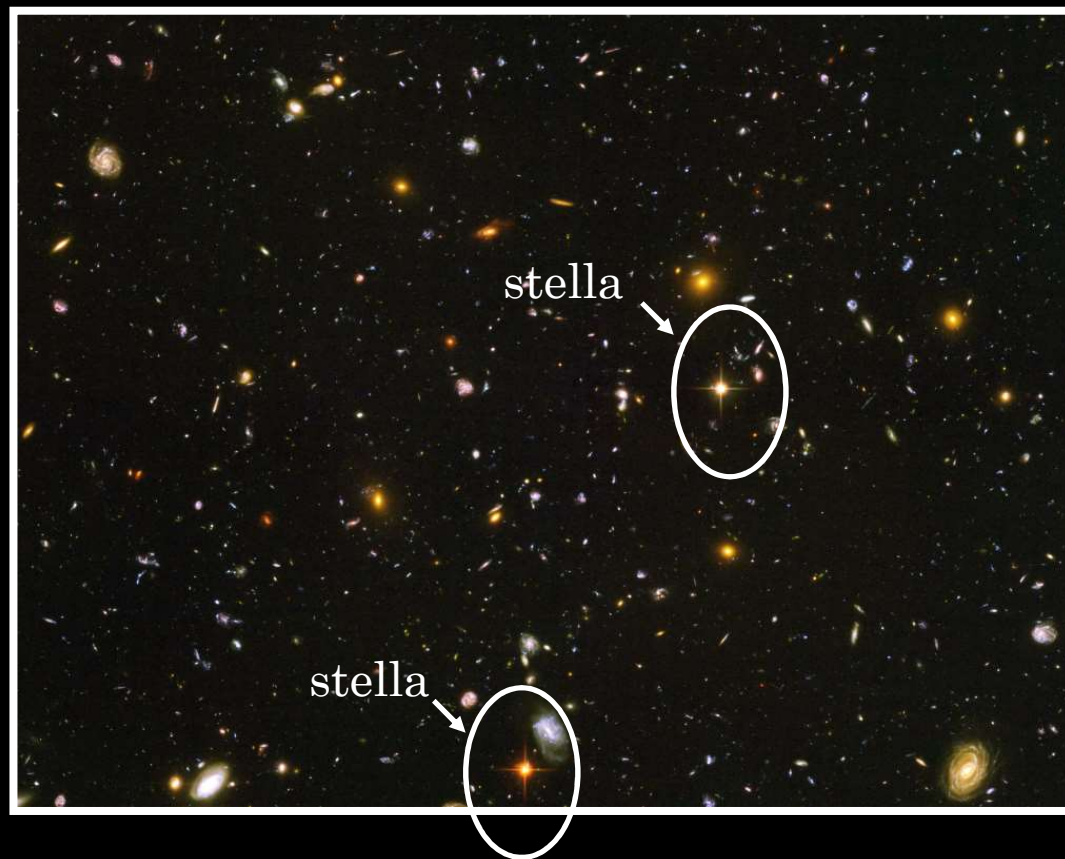


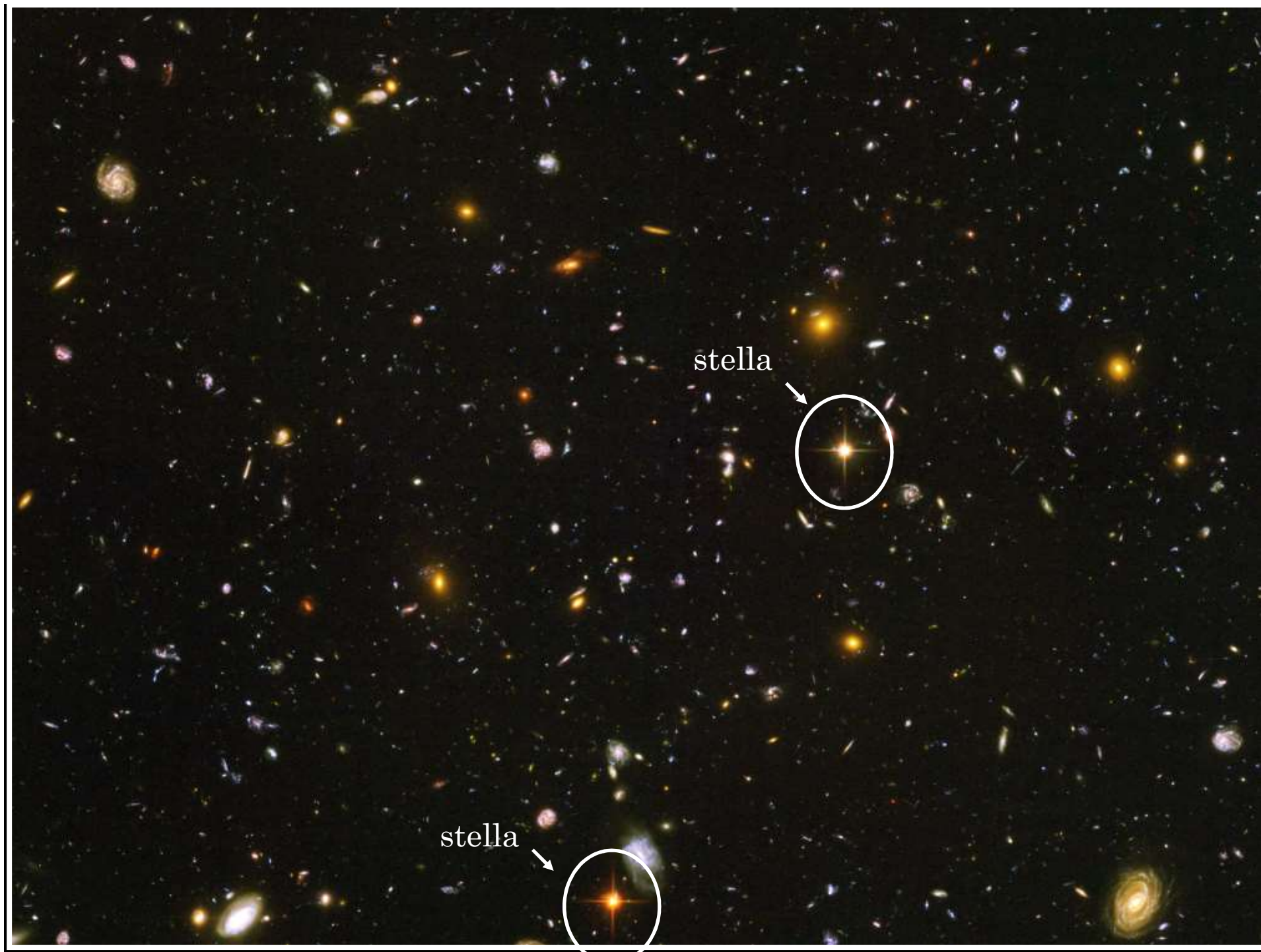
Hubble Ultra Deep Field:

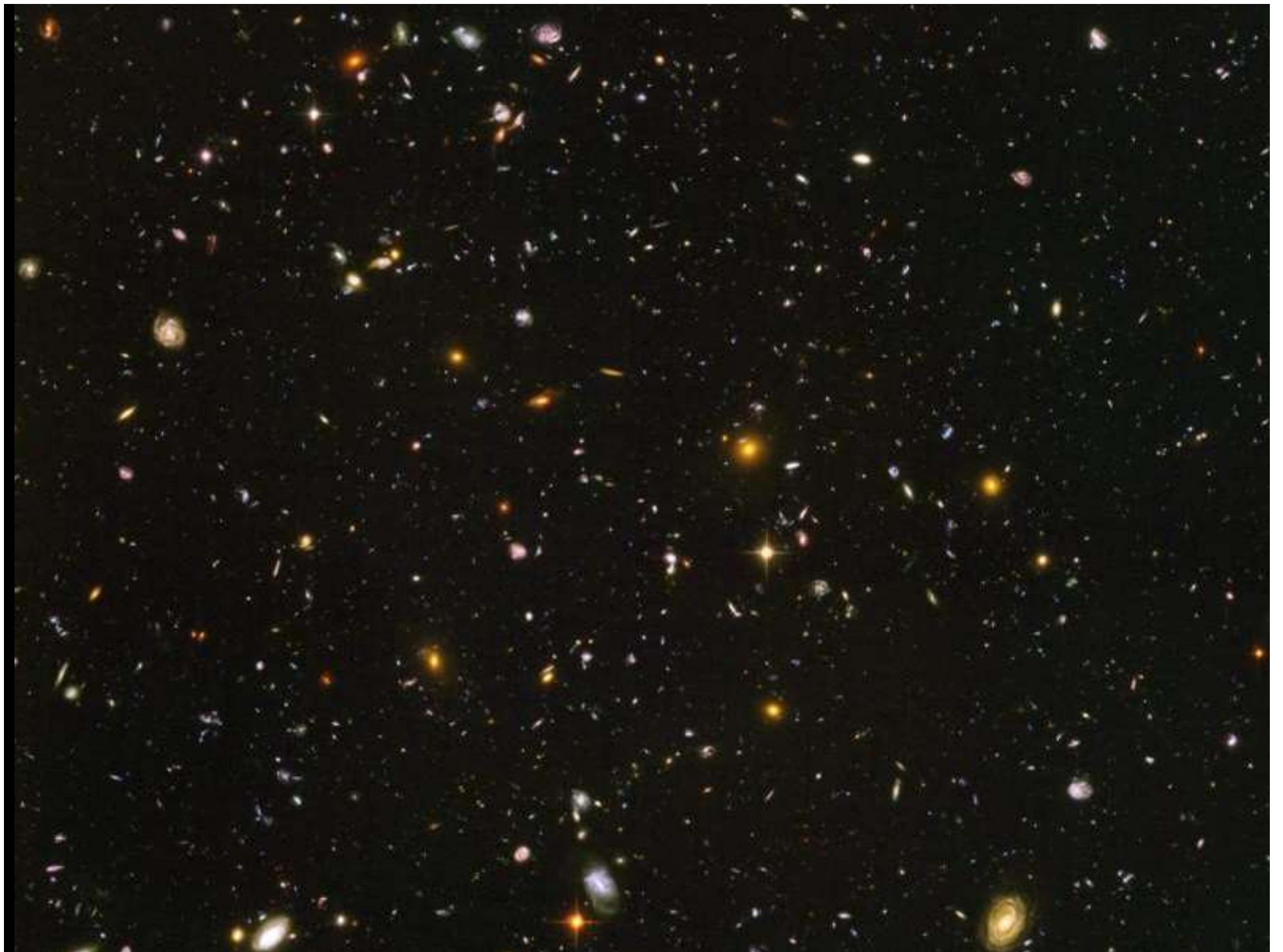
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena



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



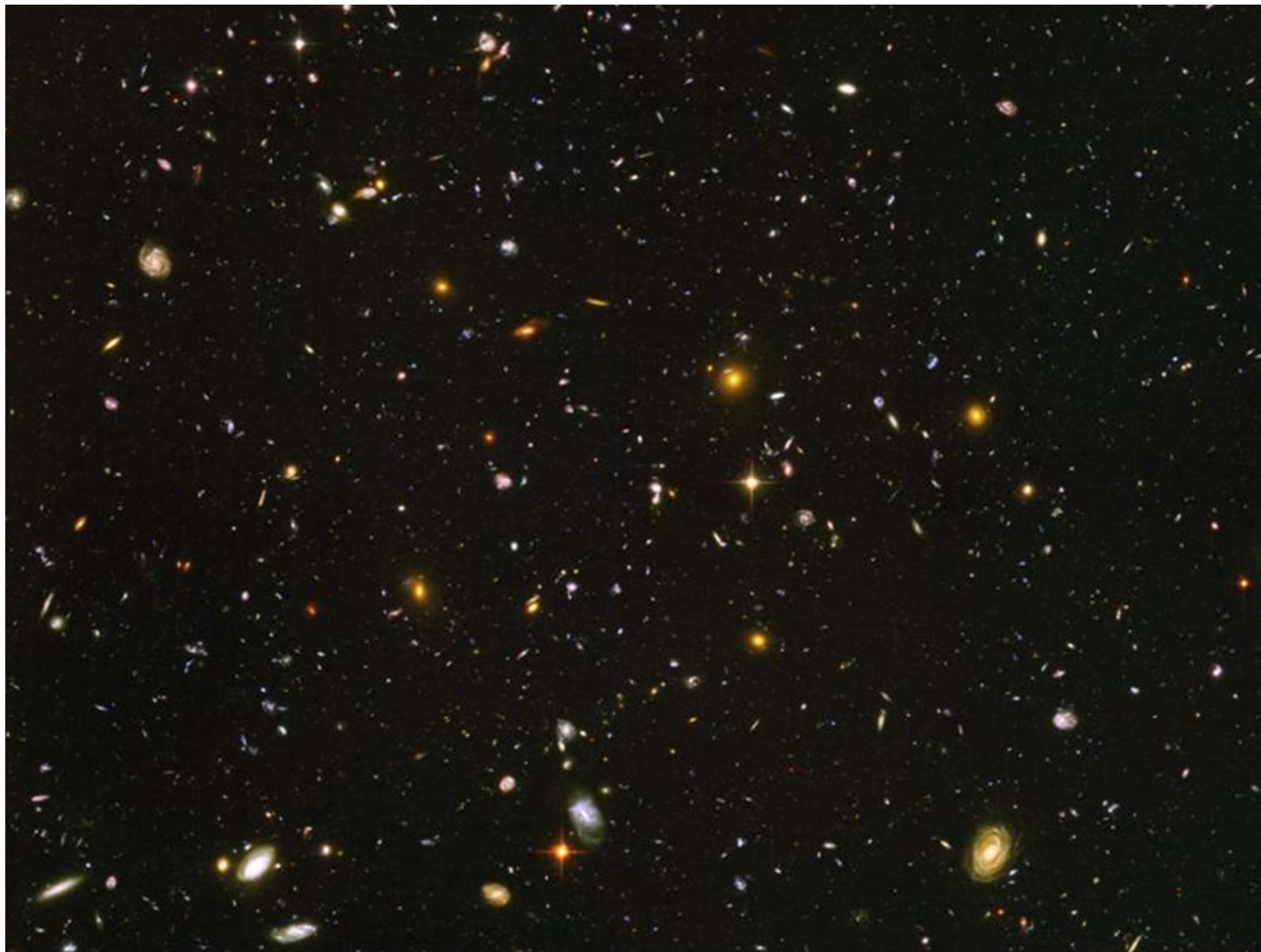


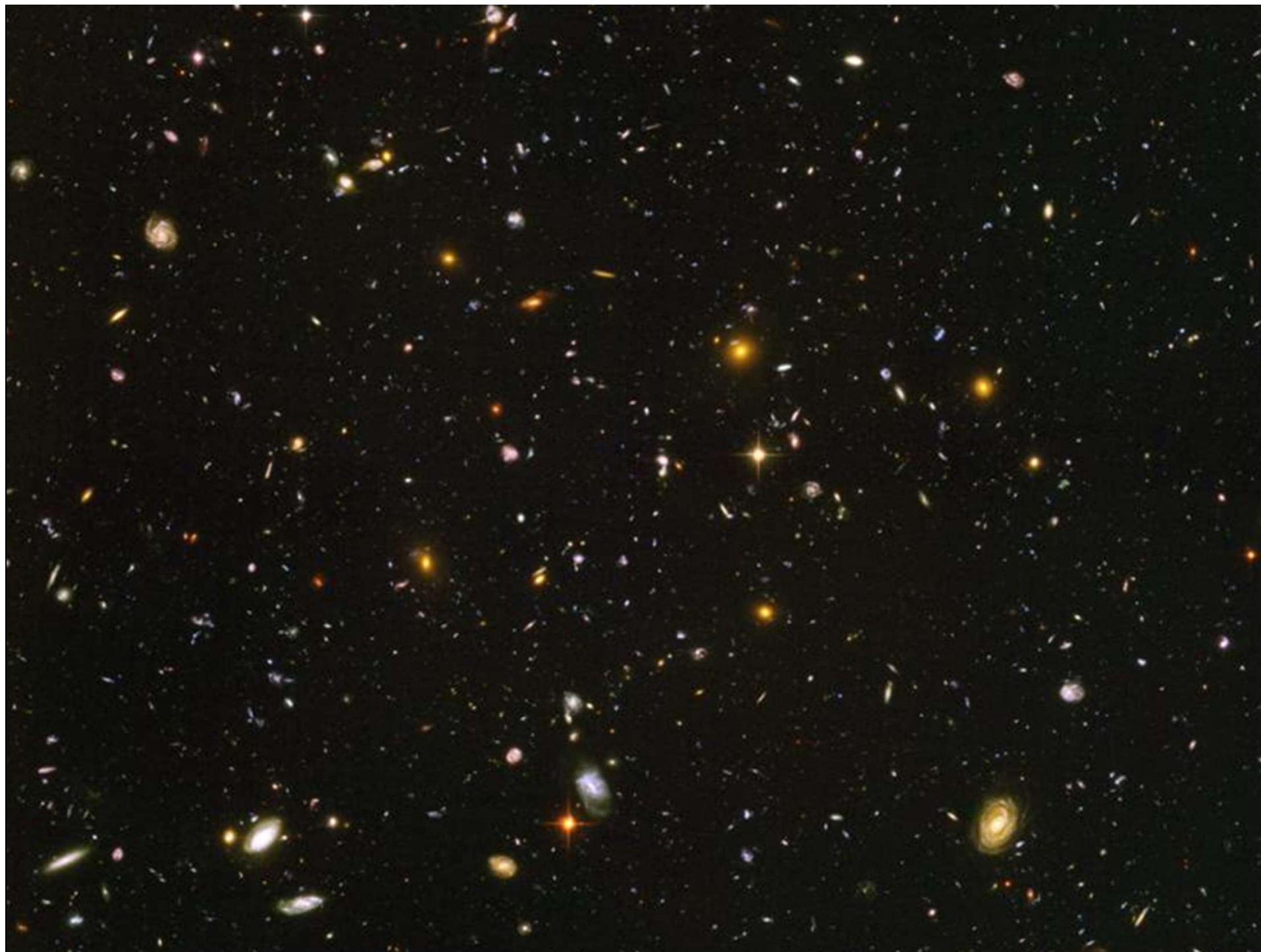


A deep space photograph showing a vast field of galaxies and stars against a black background. The galaxies are of various shapes and sizes, some appearing as bright, diffuse clouds, others as more compact, elongated structures. The stars are small, bright points of light, some with visible diffraction patterns. The overall scene is a dense, colorful mosaic of cosmic objects.

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

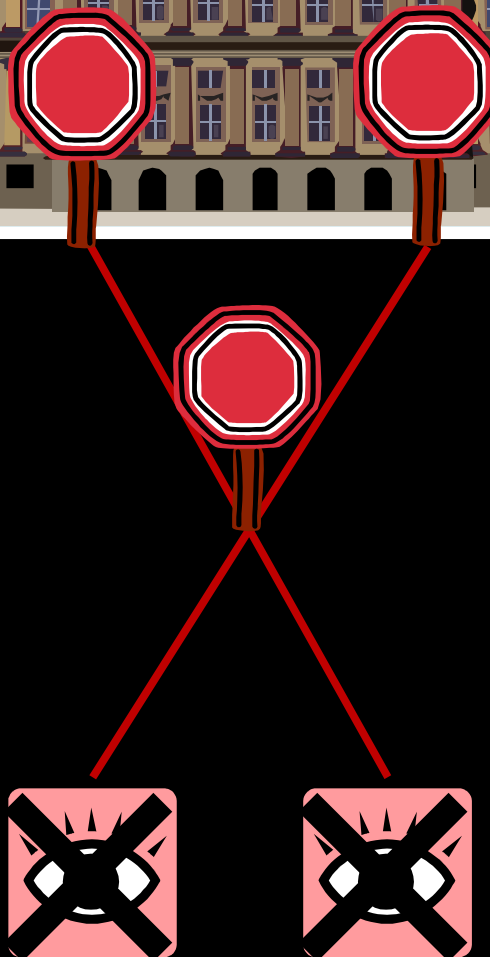
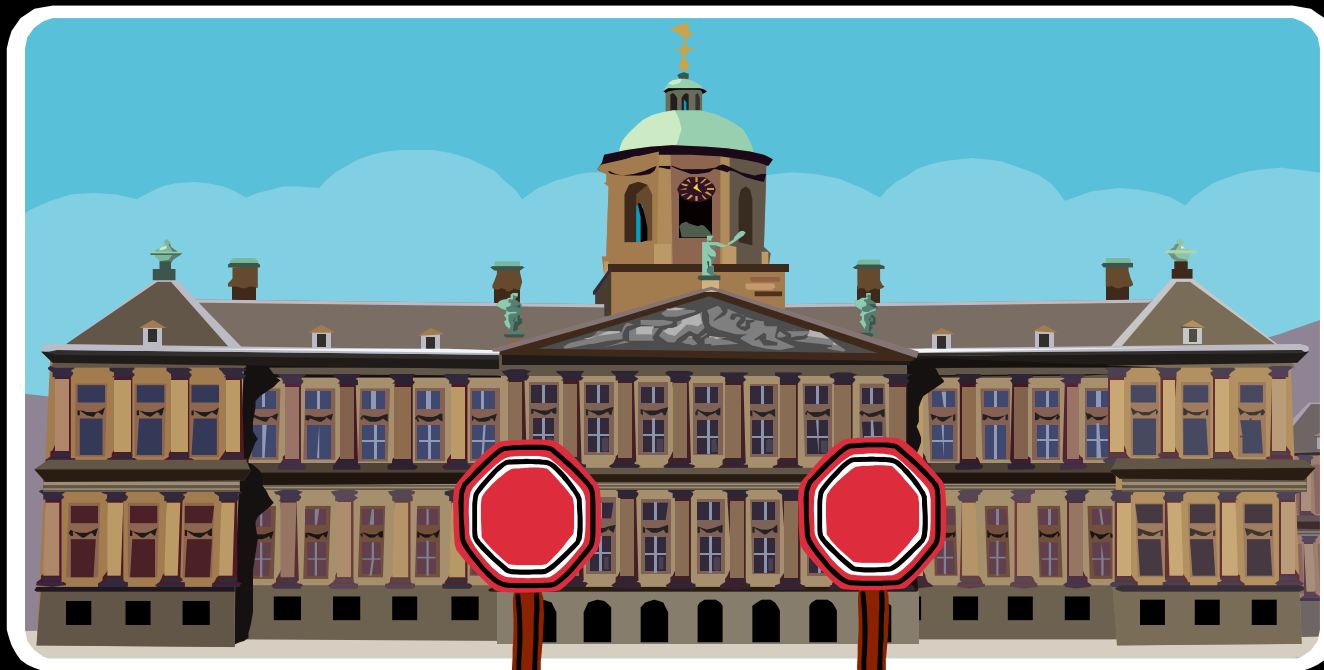
Blaise Pascal

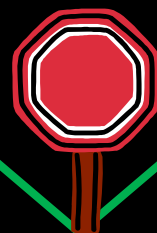
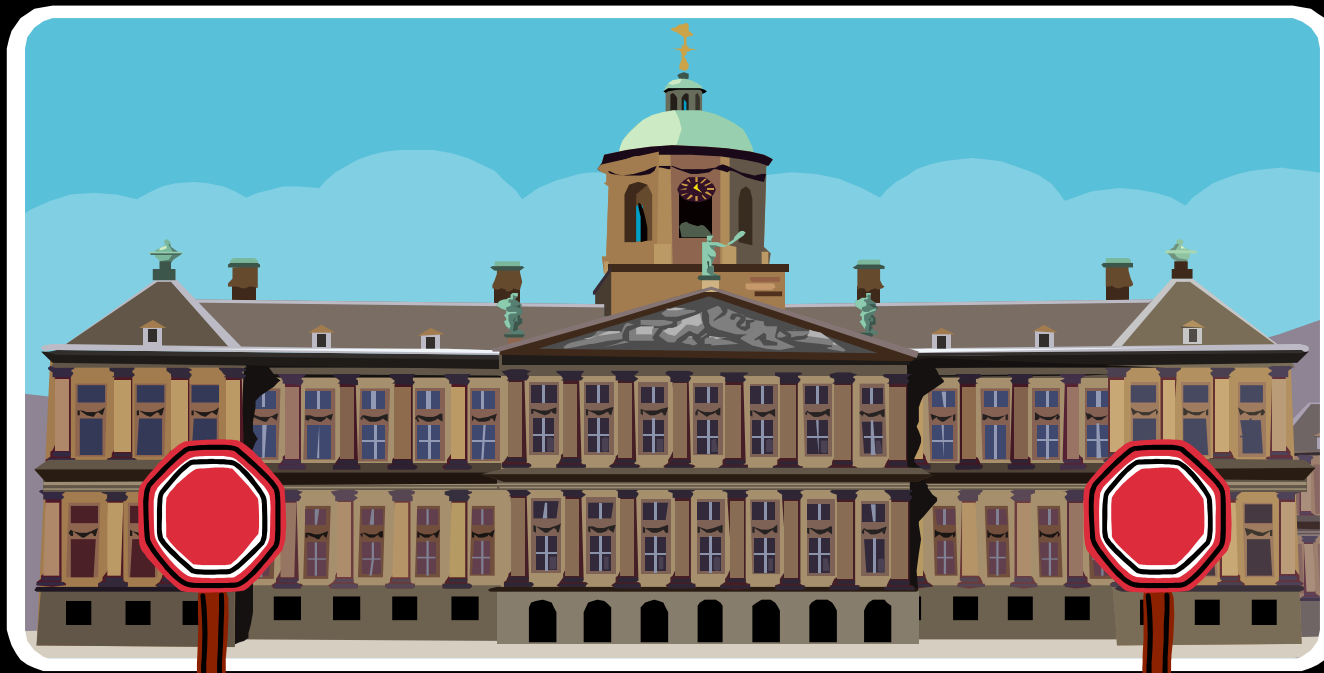


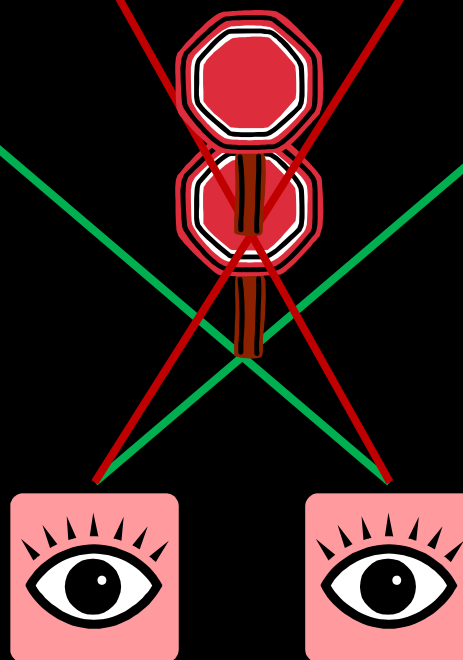
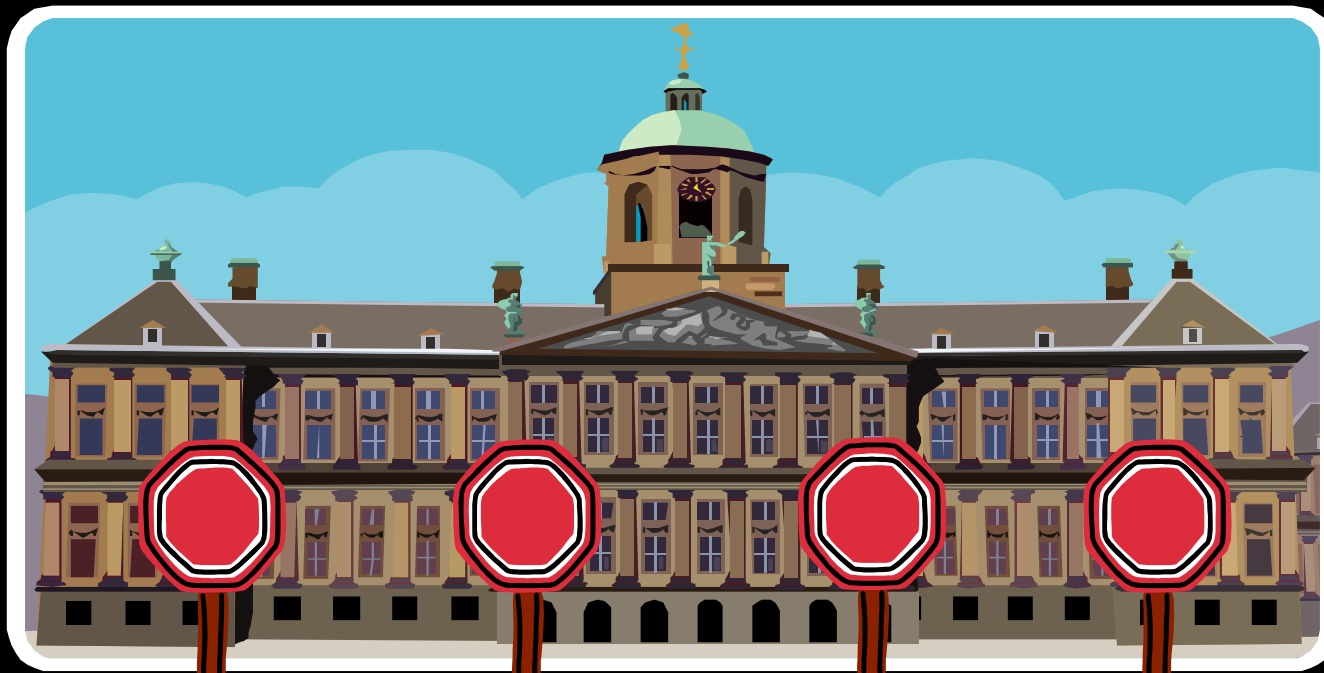


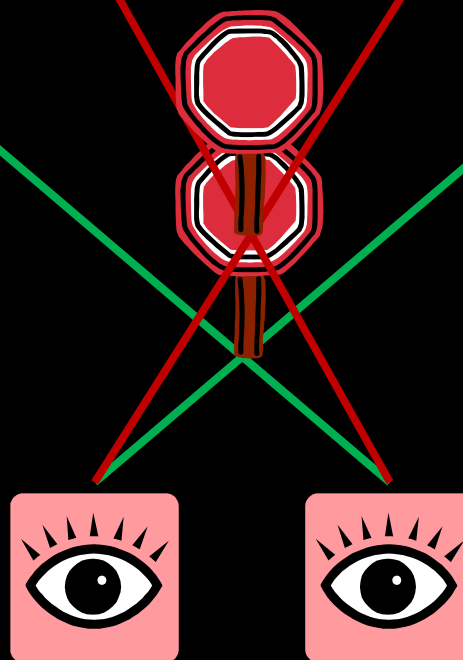
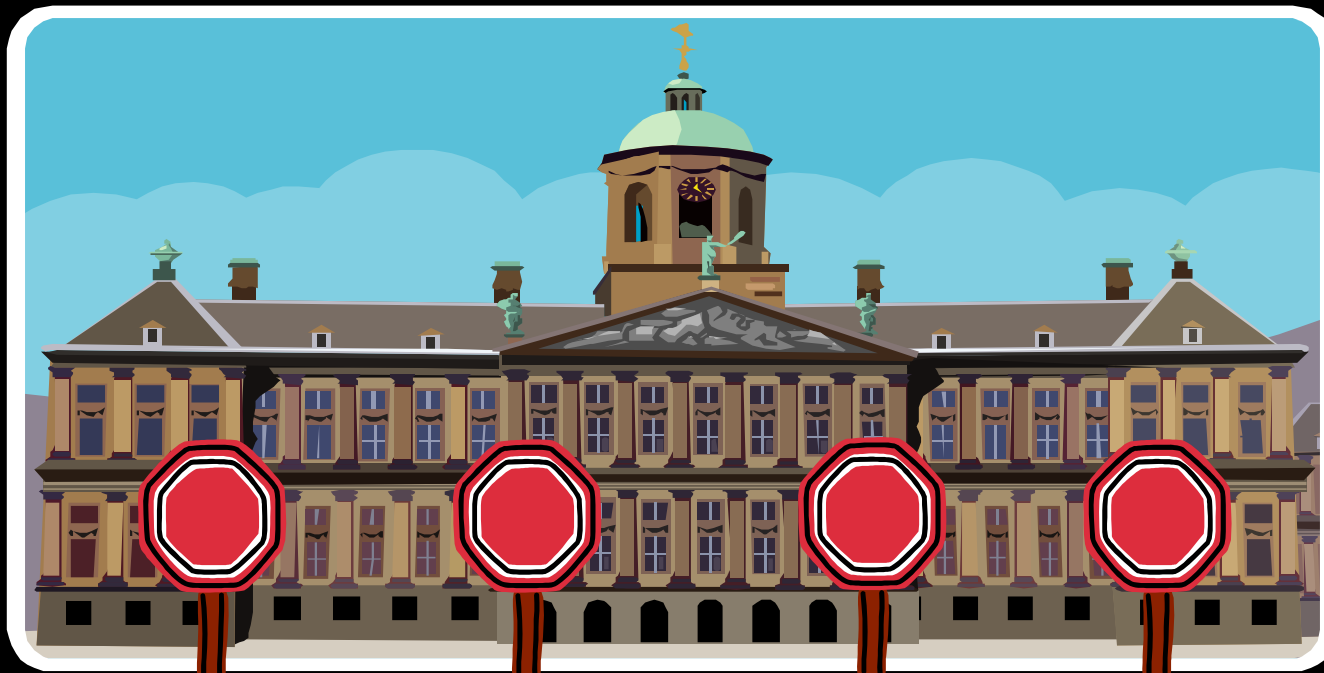
Se devo dire *dove* sono
(in termini di coordinate celesti)
non mi importa molto della distanza
ma se devo dire come sono sì...

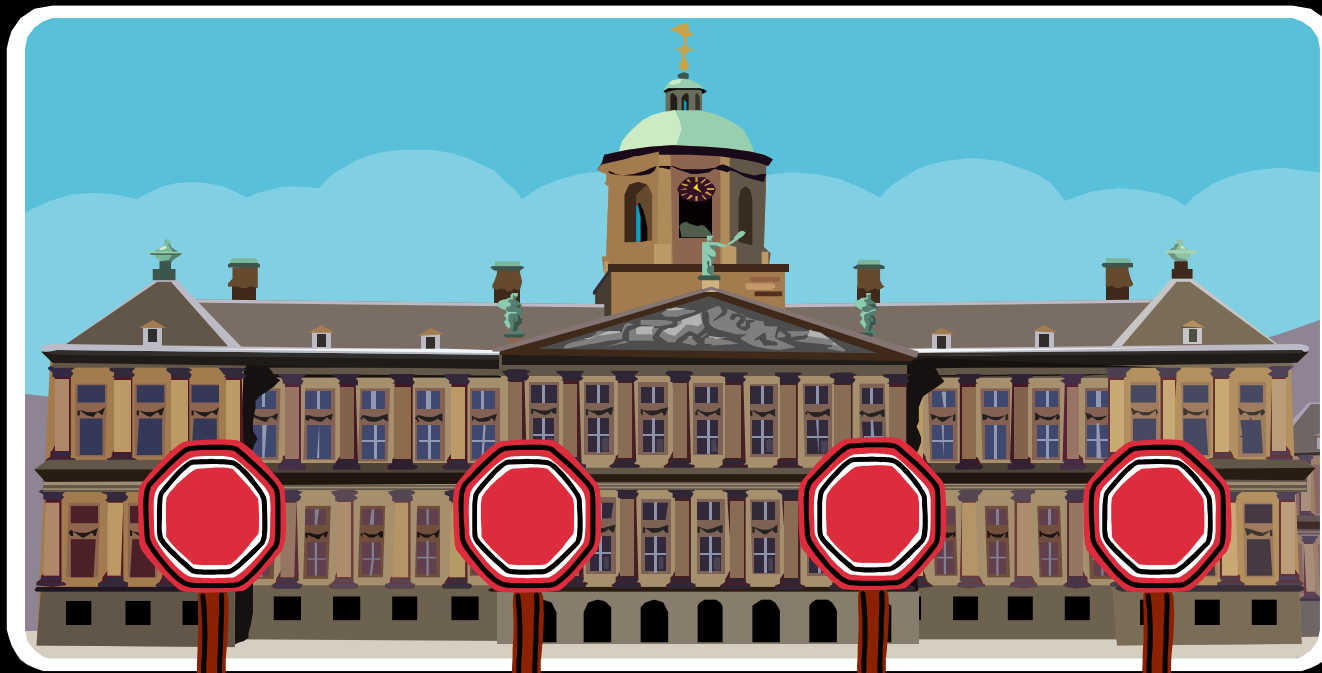




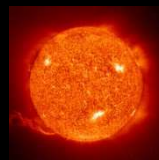




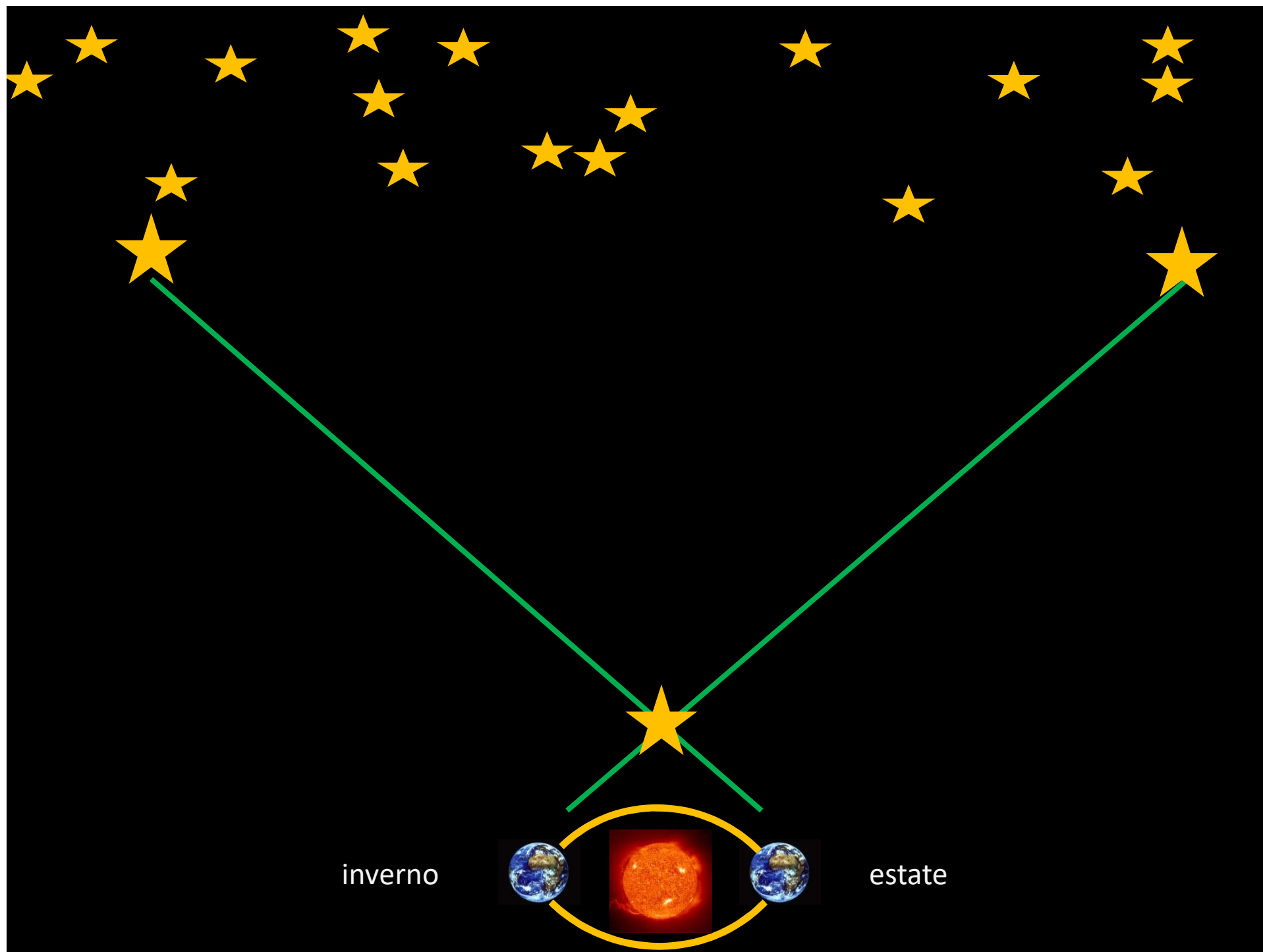


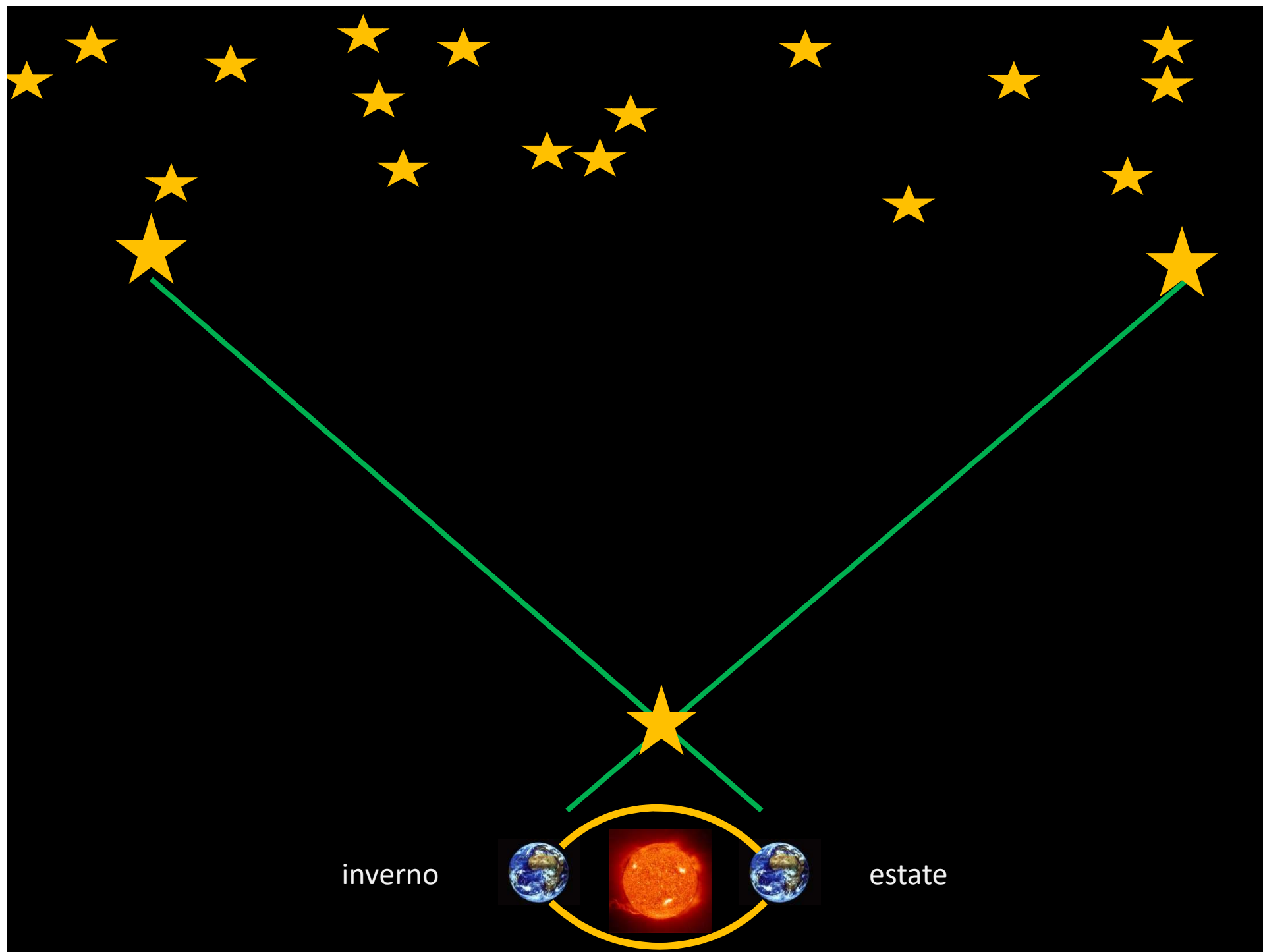


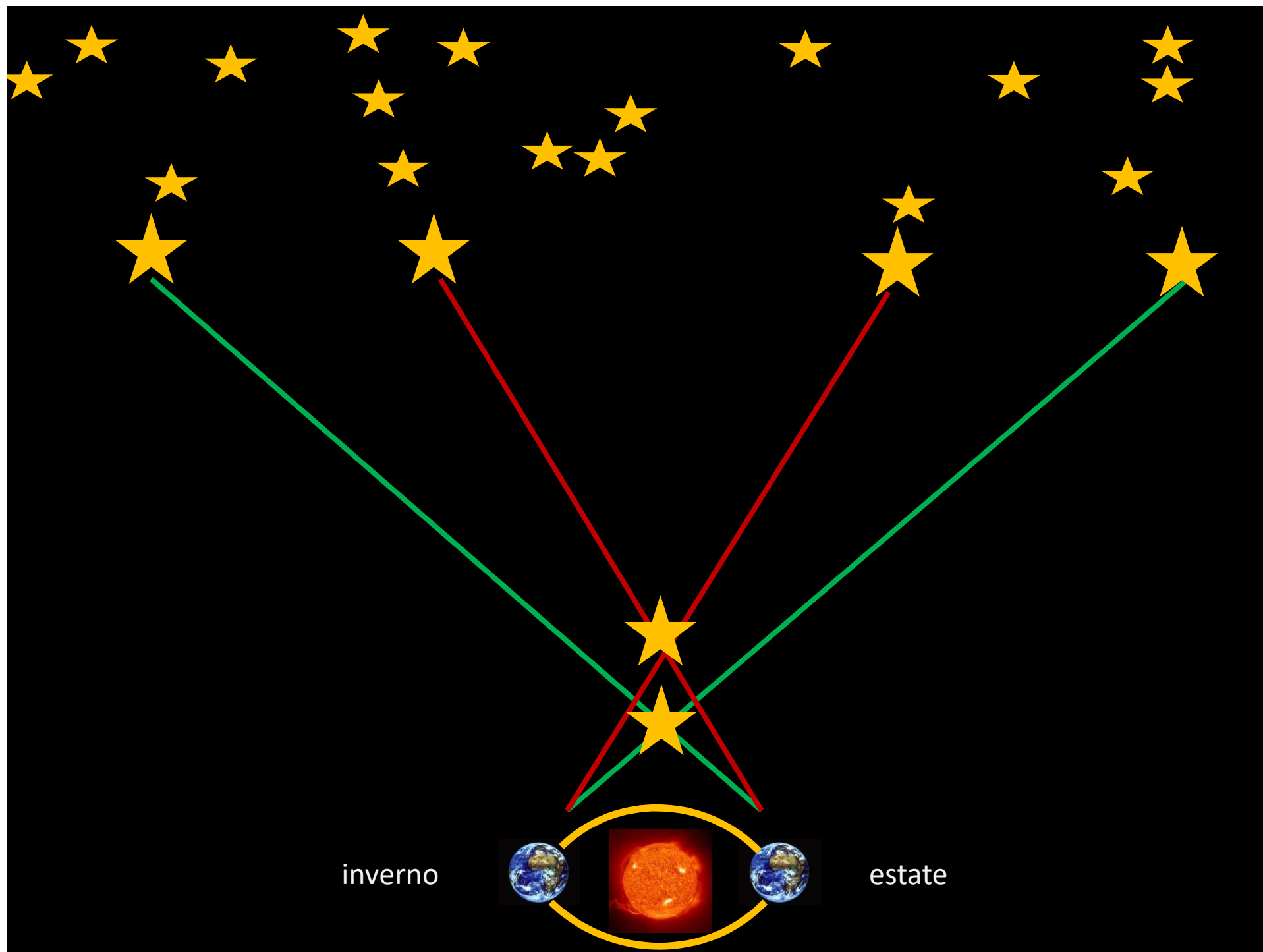
inverno

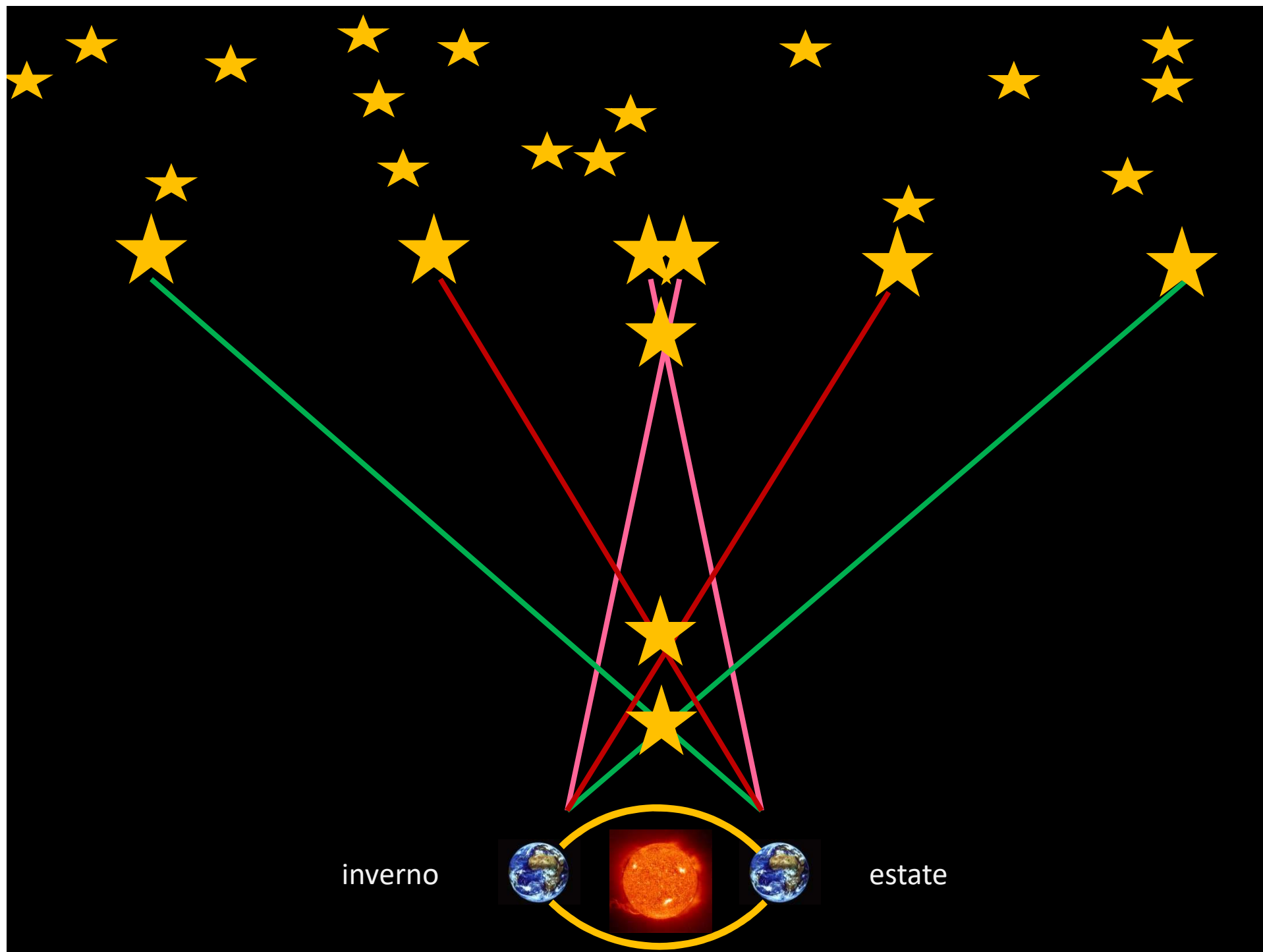


estate









SISTEMA PLANETARIO



Anno luce:

la distanza che la luce percorre in un anno

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

$$Vt = s$$

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

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

Google

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

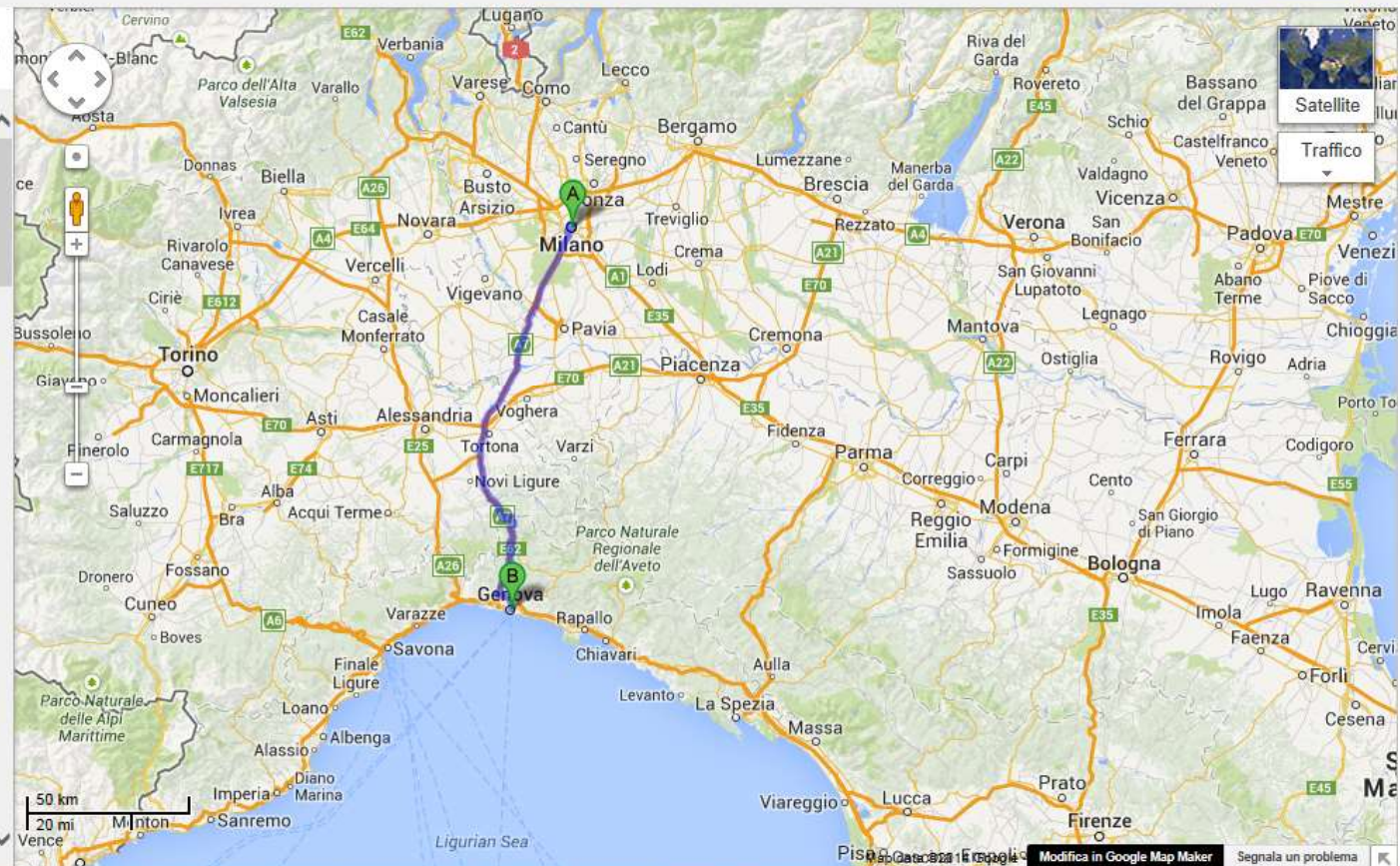
Oppure con Trasporto pubblico 2 ore 40 min
(Treno, un trasbordo)

Indicazioni stradali per Genova

Il percorso prevede il pagamento di pedaggi.

A Milano

1. Procedi in direzione est da Via Tommaso



SISTEMA SOLARE

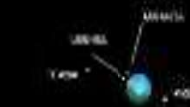


778 412 027 Km



SATURNO

1 426 725 413 km



URANO

2 870 972 220 km

NETTUNO

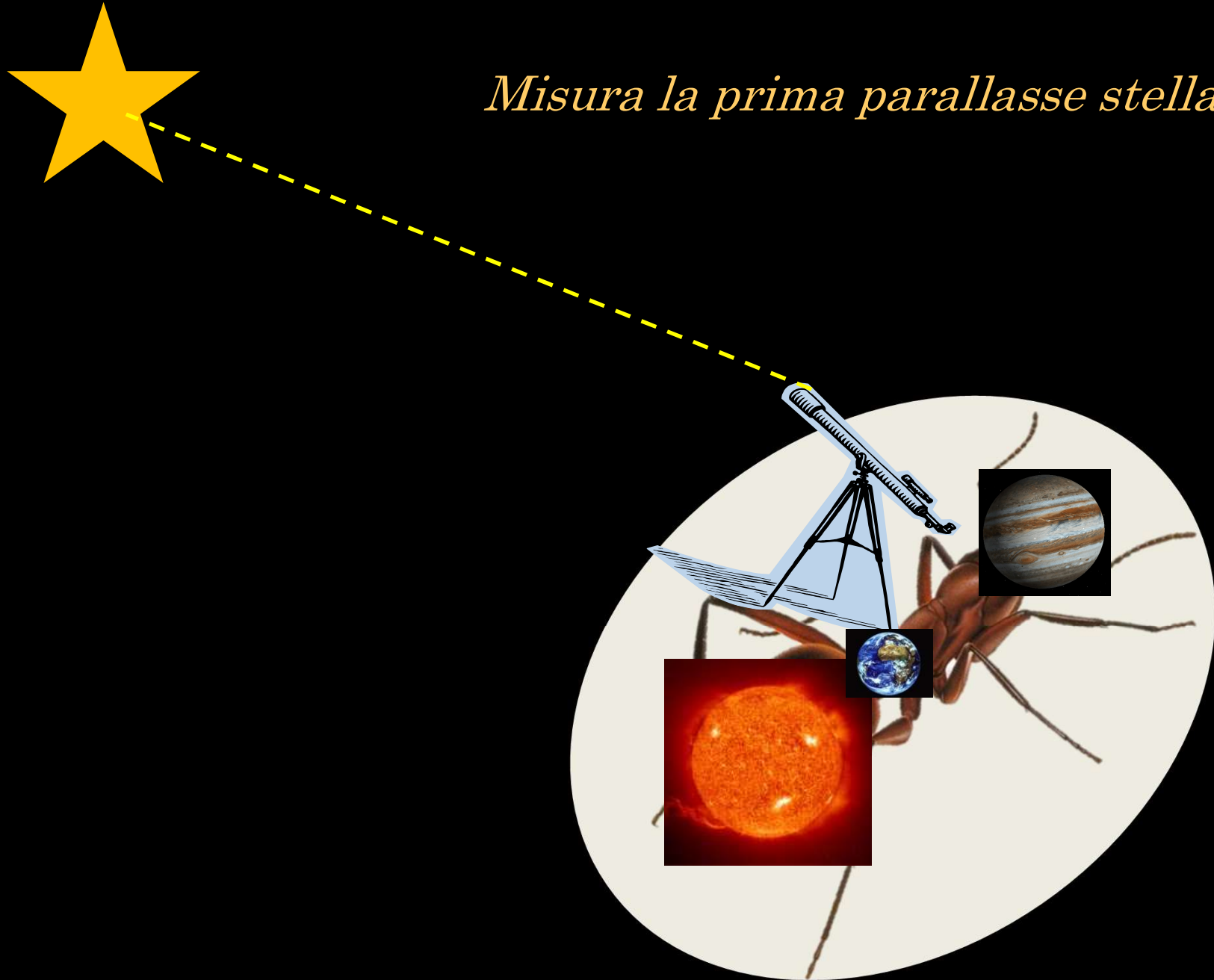
4 498 252 900 km

5 906 376 272 km

PLUTONE

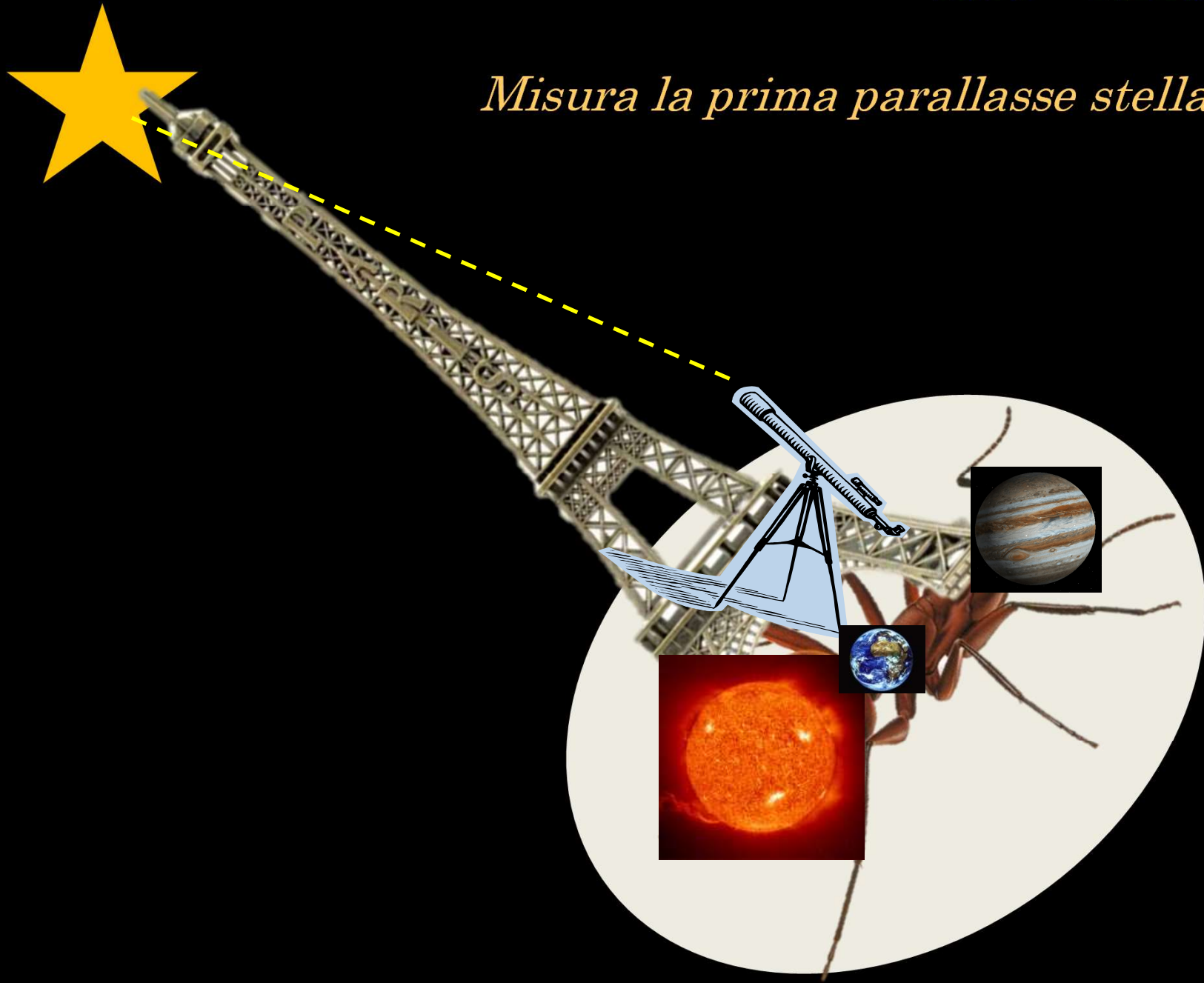
1838 – F. Bessel

Misura la prima parallasse stellare:



1838 – F. Bessel

Misura la prima parallasse stellare:





1838 – F.Bessel

Misura la prima parallasse stellare

61 Cigny



È una delle più vicine!

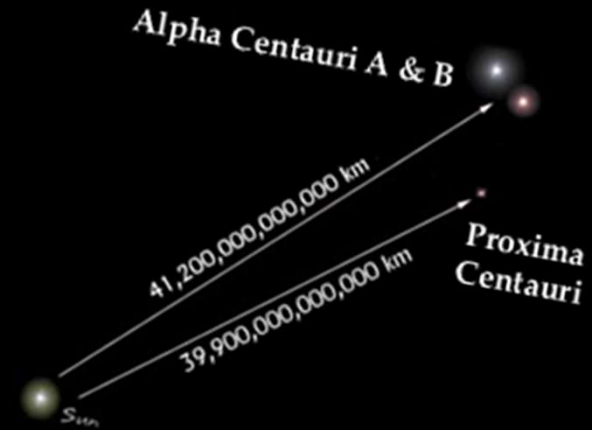
...da significa
distinguere
dimensioni angolari di
una moneta vista da 16
Km di distanza

La stella sta a circa **11 anni luce**

$\approx 100.000.000.000.000$ Km

4,2 anni luce

≈ 40.000.000.000.000 Km



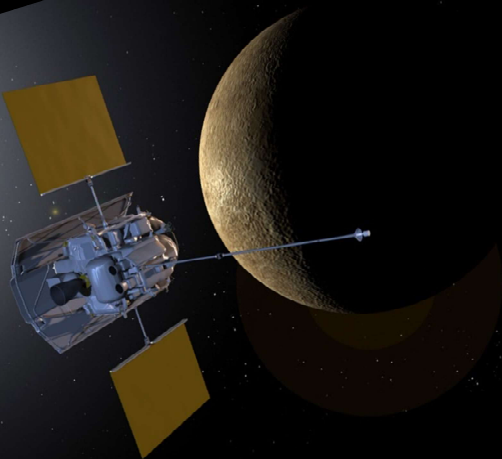
... a piedi , senza fermarsi mai, ma... Mai, mai, mai...

a 6 km/h

Circa 760 milioni di anni

...con una moderna sonda
(es. Exomars a 95000 km/h)

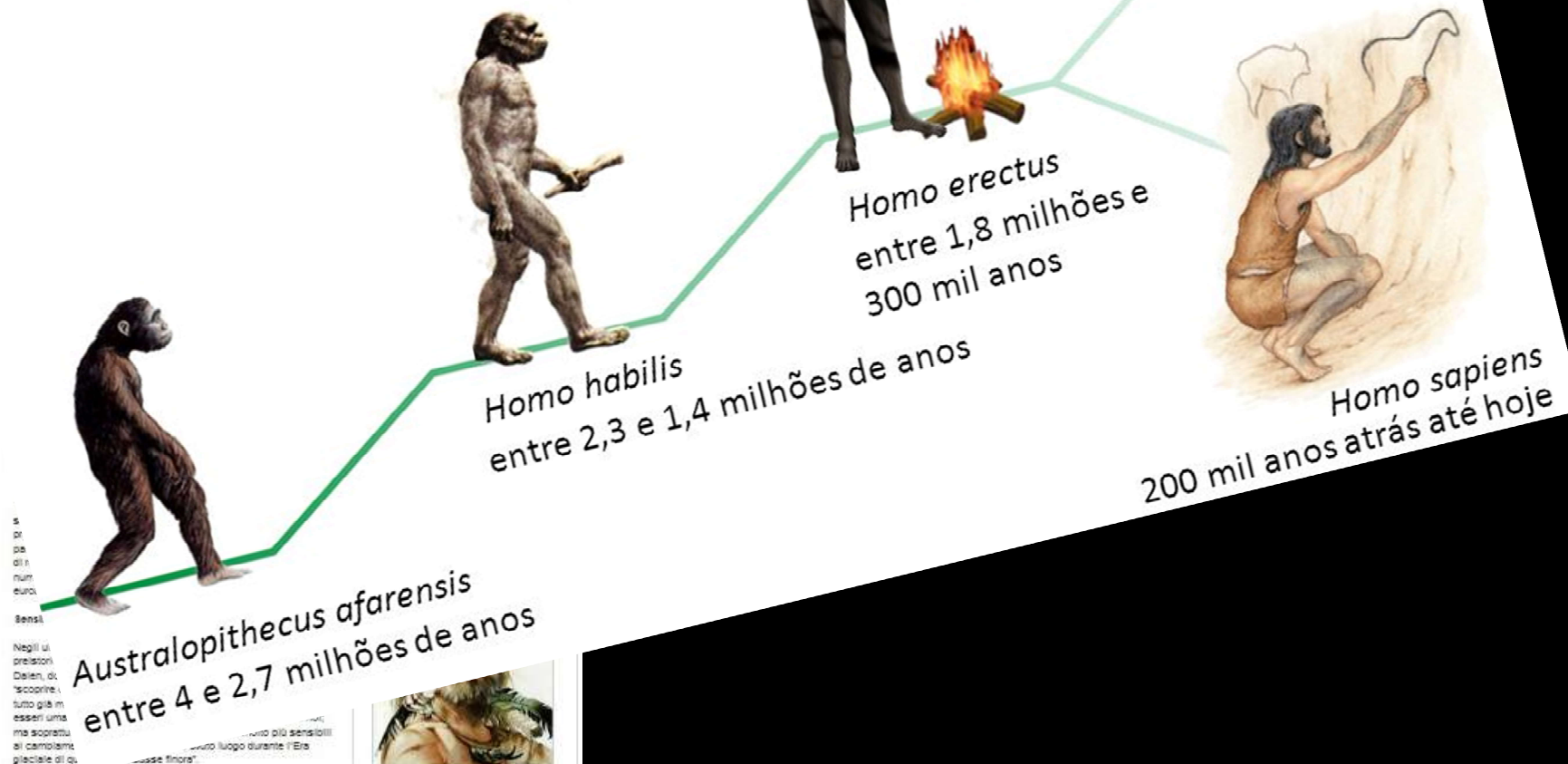
48.000 anni



Fu l'Era glaciale a far estinguere i Neandertal?

Circa 50 mila anni fa i Neandertal si estinsero quasi del tutto. Il loro declino sarebbe quindi iniziato molto tempo prima dell'arrivo in Europa degli uomini moderni; lo rivela una nuova ricerca

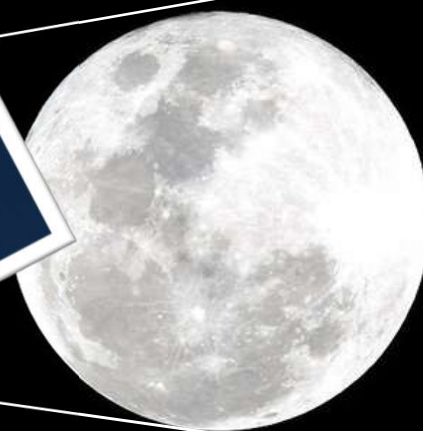
di Alice Danti



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:

La materia è composta da:

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

																		Noble gases 18 8A	
Alkaline earth metals 1A 2A												13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He		
1 H	2 He											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
Transition 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								
*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								

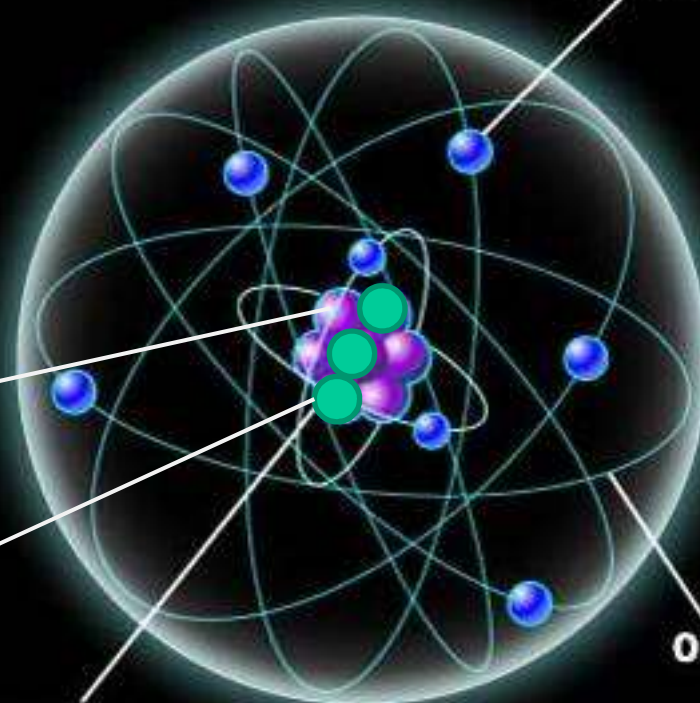
neutroni

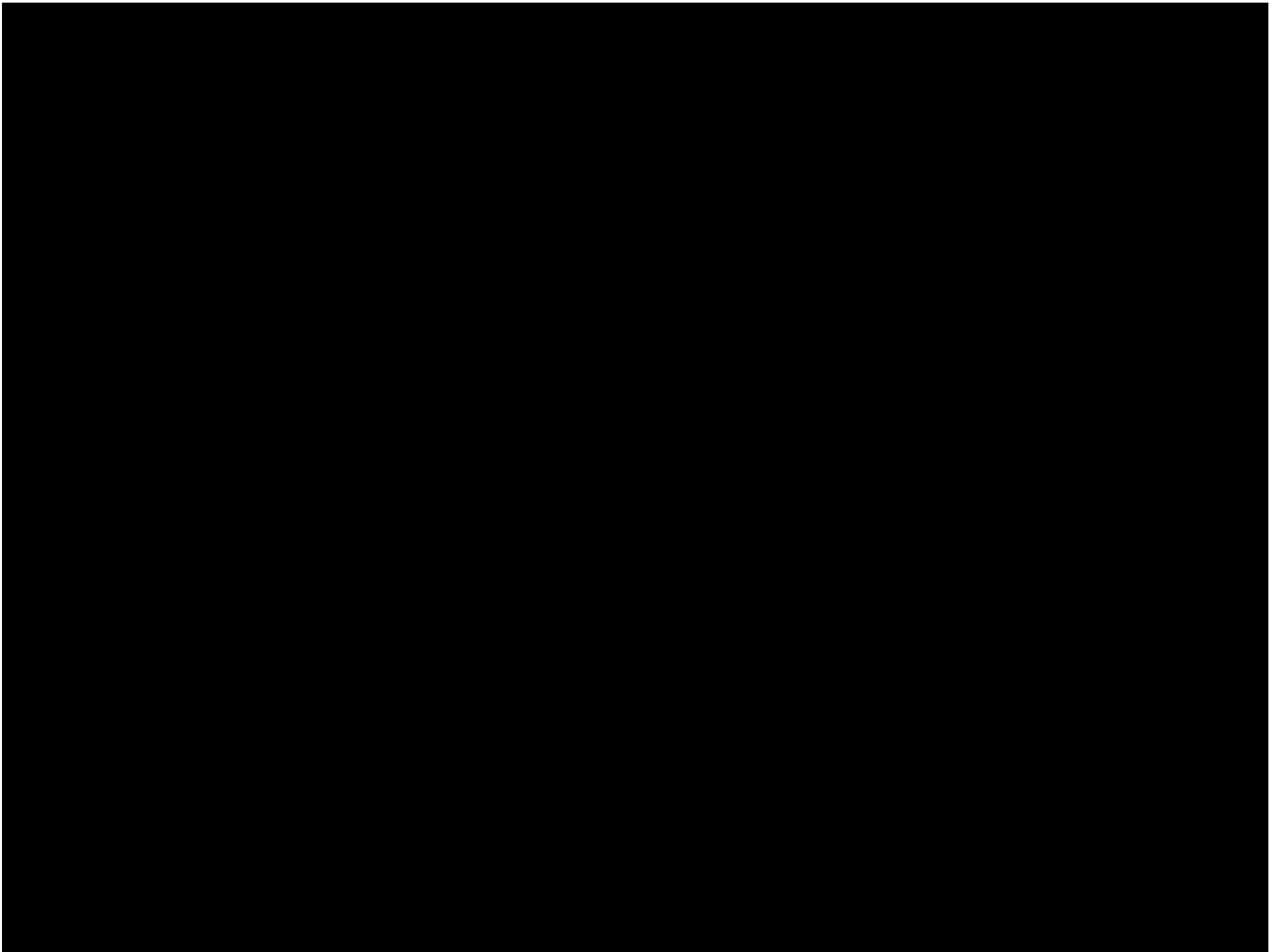
protoni

Nucleus

Electron

Orbit

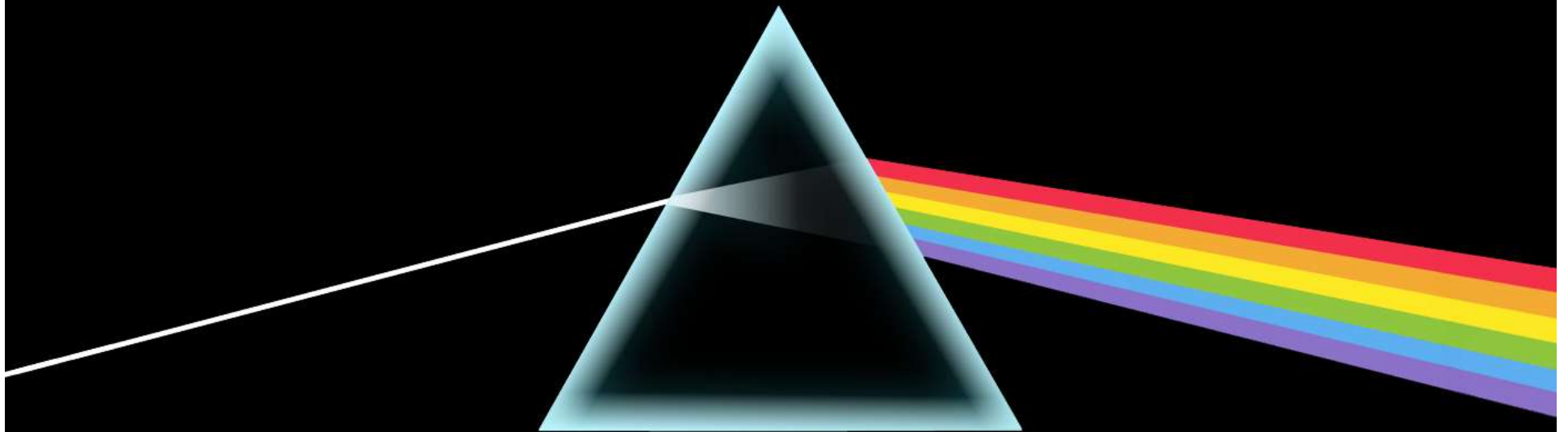




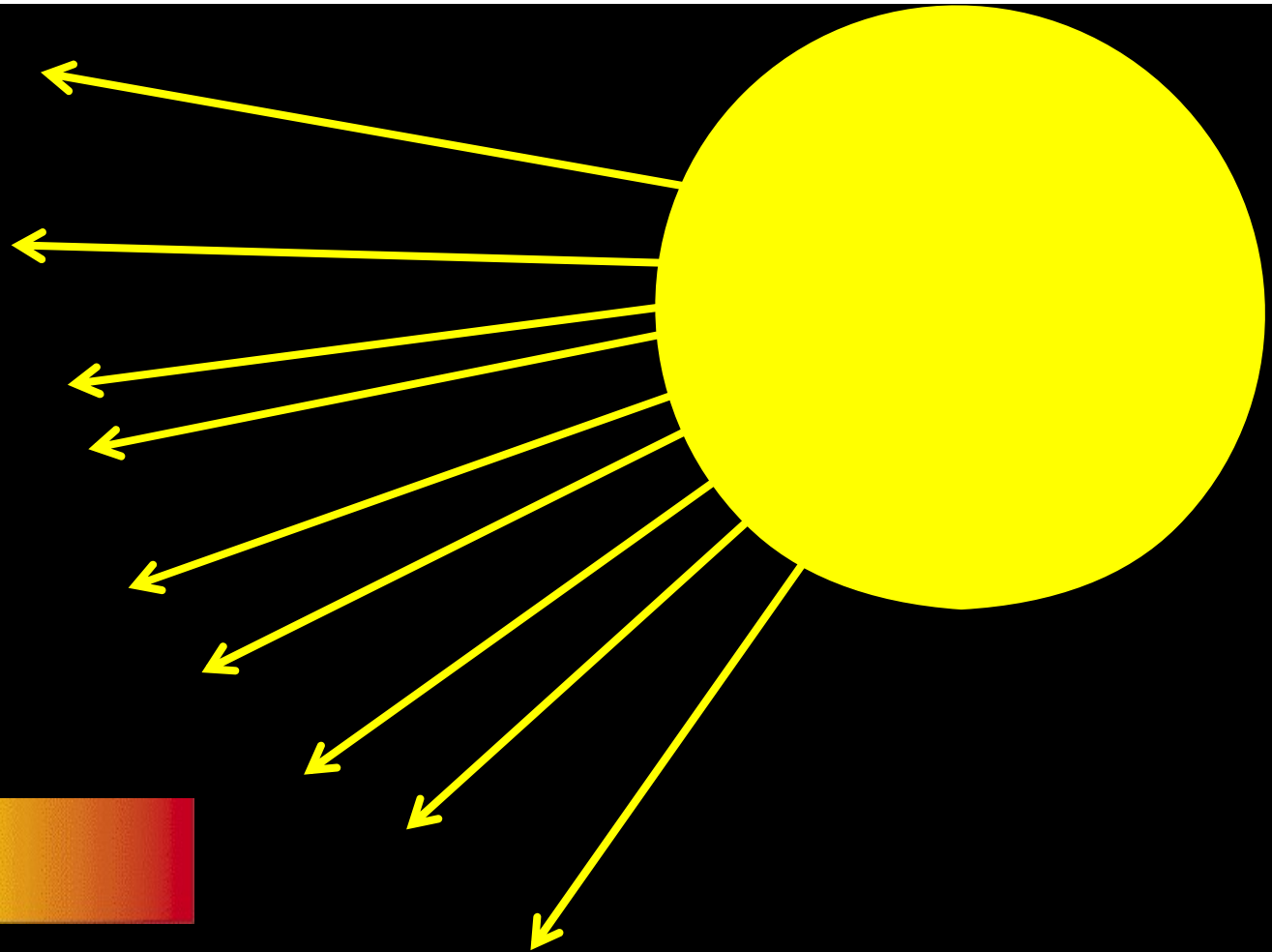
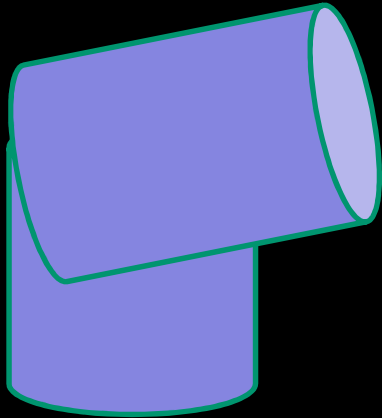


«Sei solo materia e radiazione!»
«Materia e radiazione!»
«Sei solo materia e radiazione!»

PINK
FLOYD
THE
DARK SIDE
OF THE
MOON

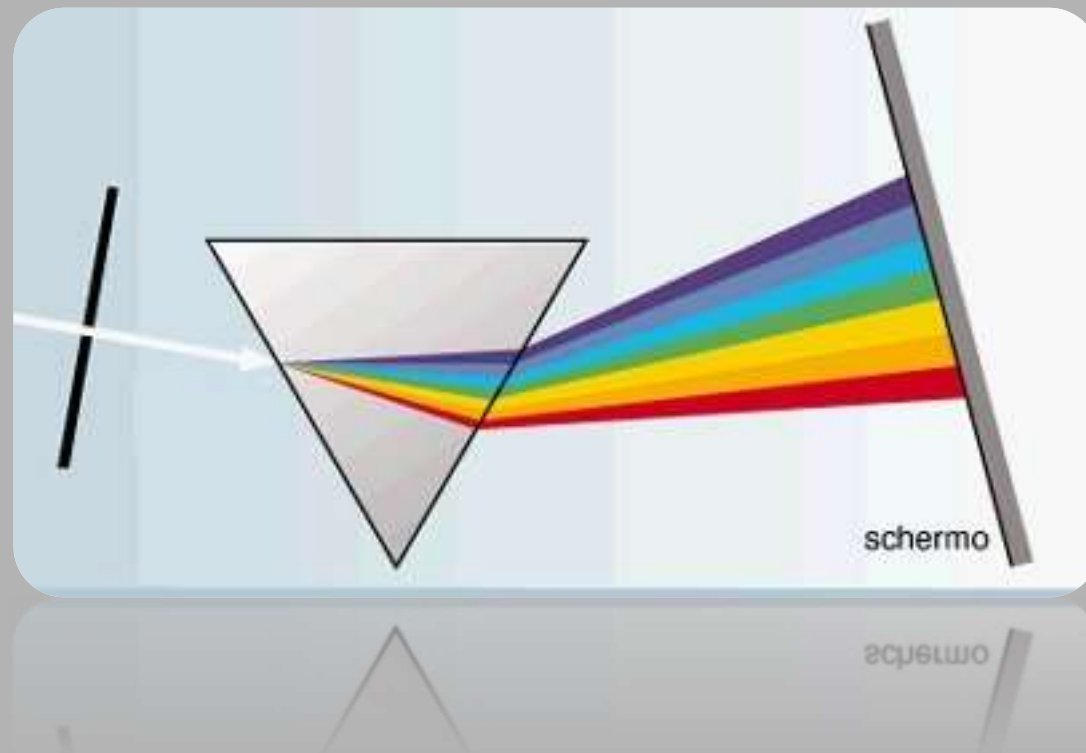


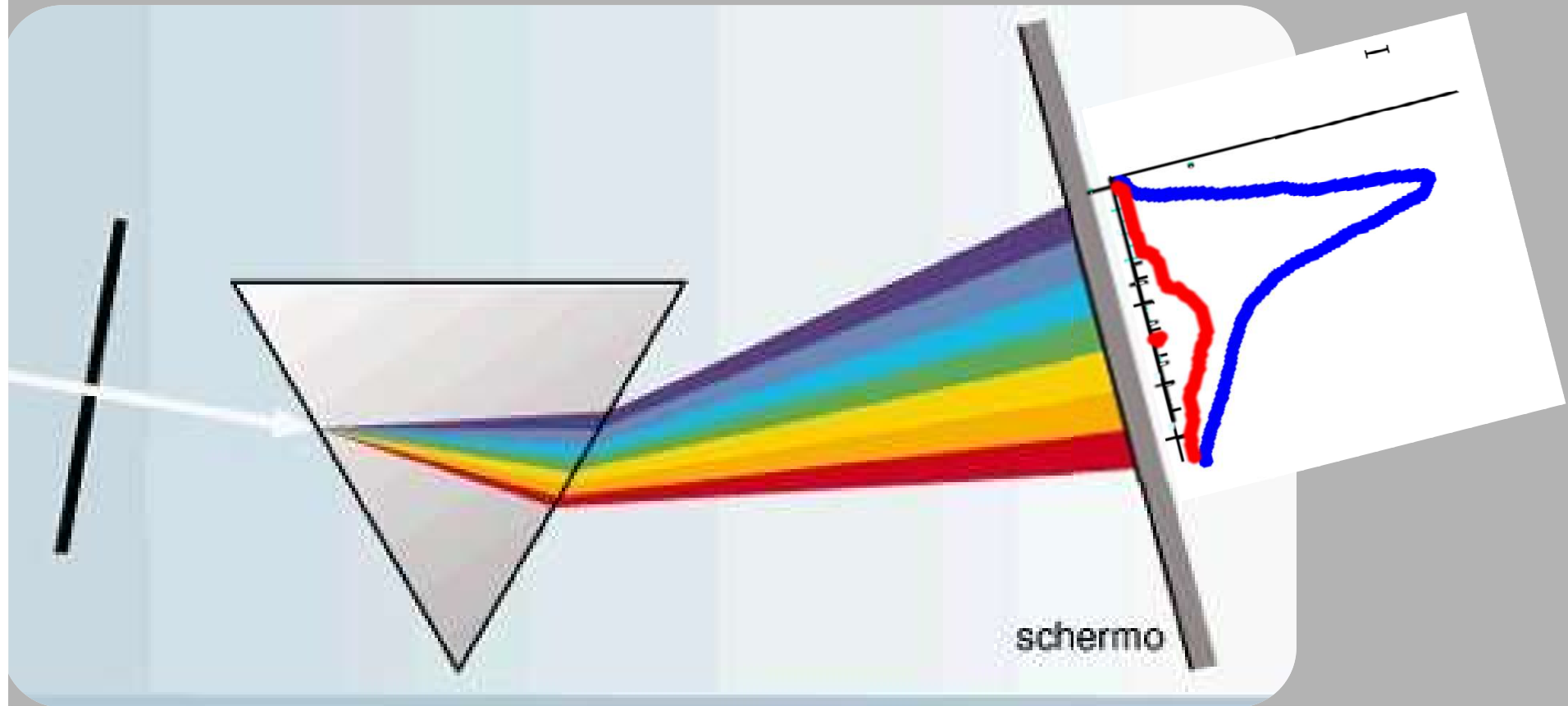
SPETTROSCOPIO



GAS CALDO E DENSO

sorgente
di
luce
bianca





schermo

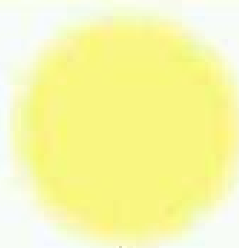
$T = 12,000 \text{ K}$

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



$T = 6000 \text{ K}$

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

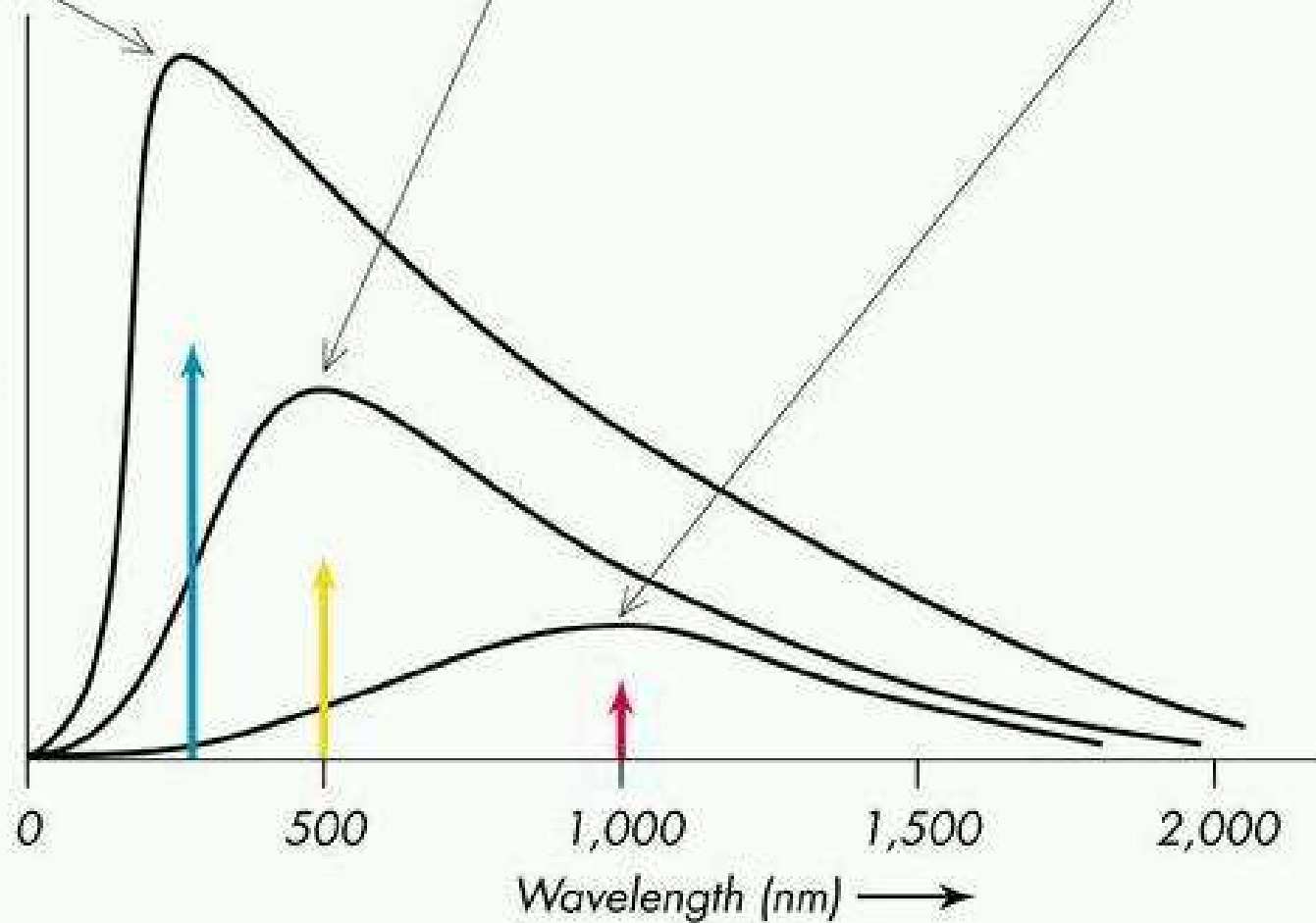


$T = 3000 \text{ K}$

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

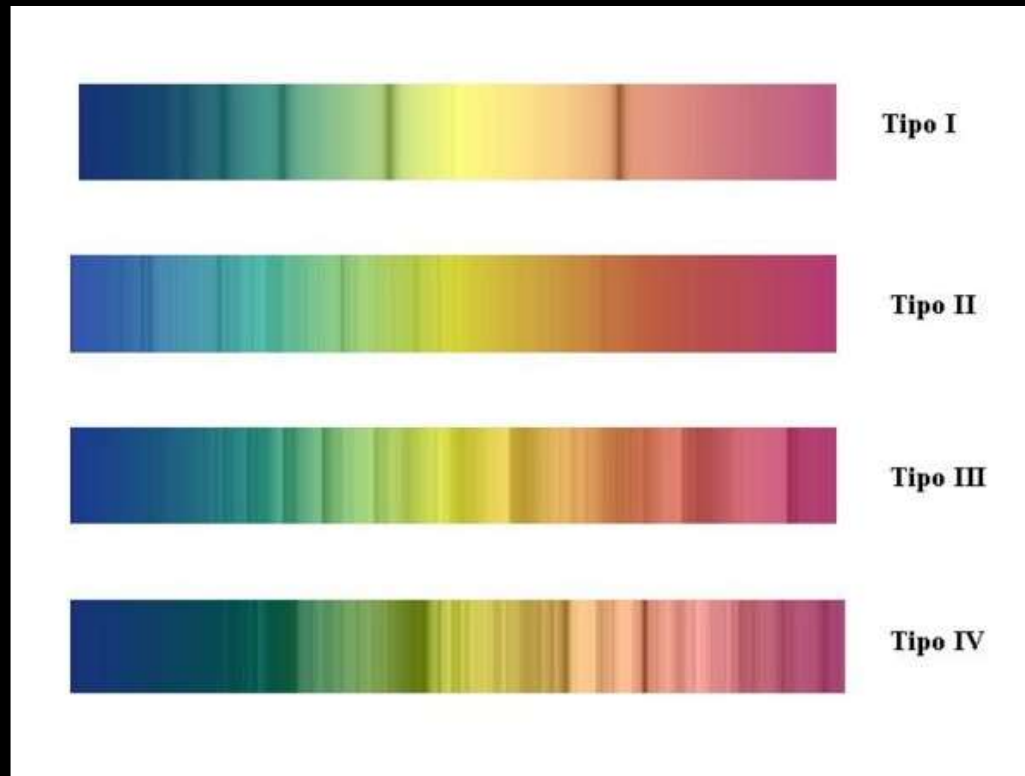


Brightness ↑



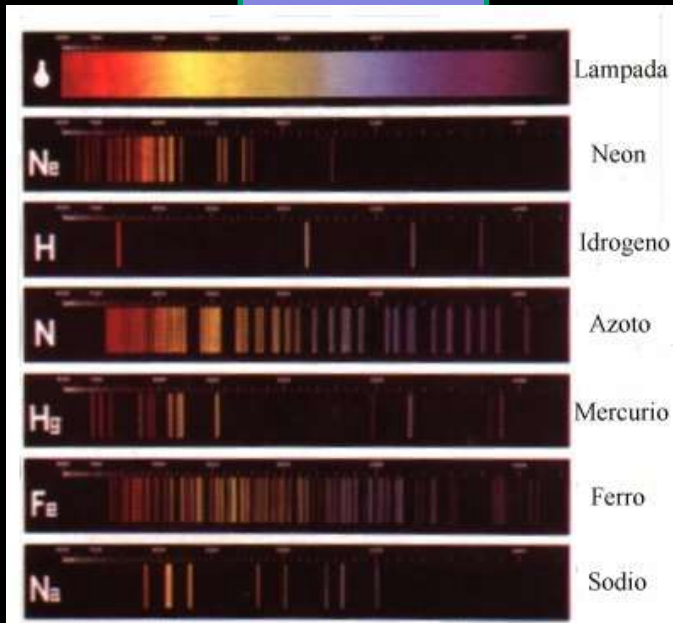
Angelo Secchi (1818 – 1878)

Padre **Angelo Secchi** è stato un gesuita e astronomo italiano, fondatore della spettroscopia astronomica. Fu direttore dell'Osservatorio Vaticano e si occupò per primo di classificare le stelle in classi spettrali.



SPETTROSCOPIO

LAMPADA
A GAS RAREFATTO

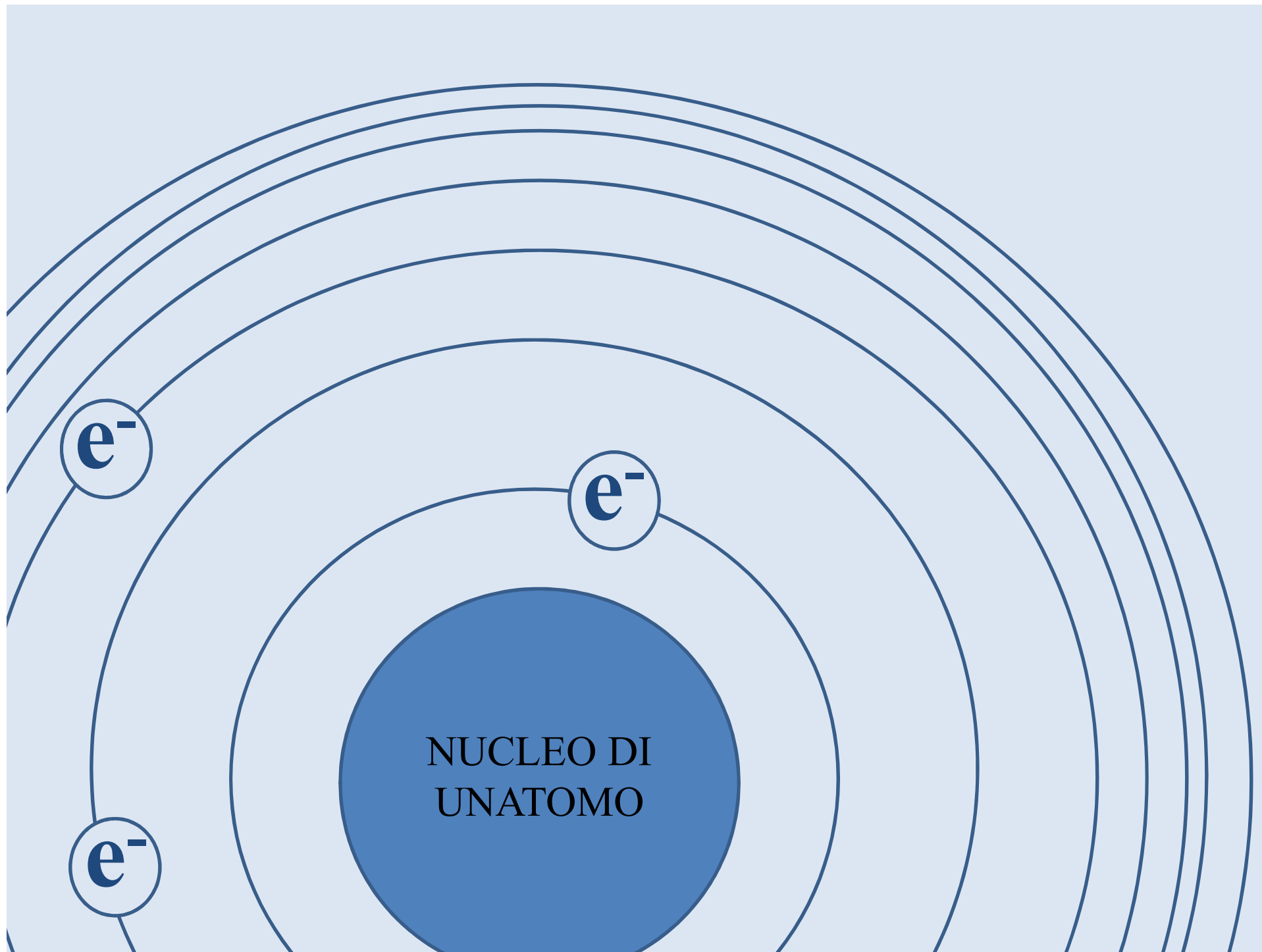


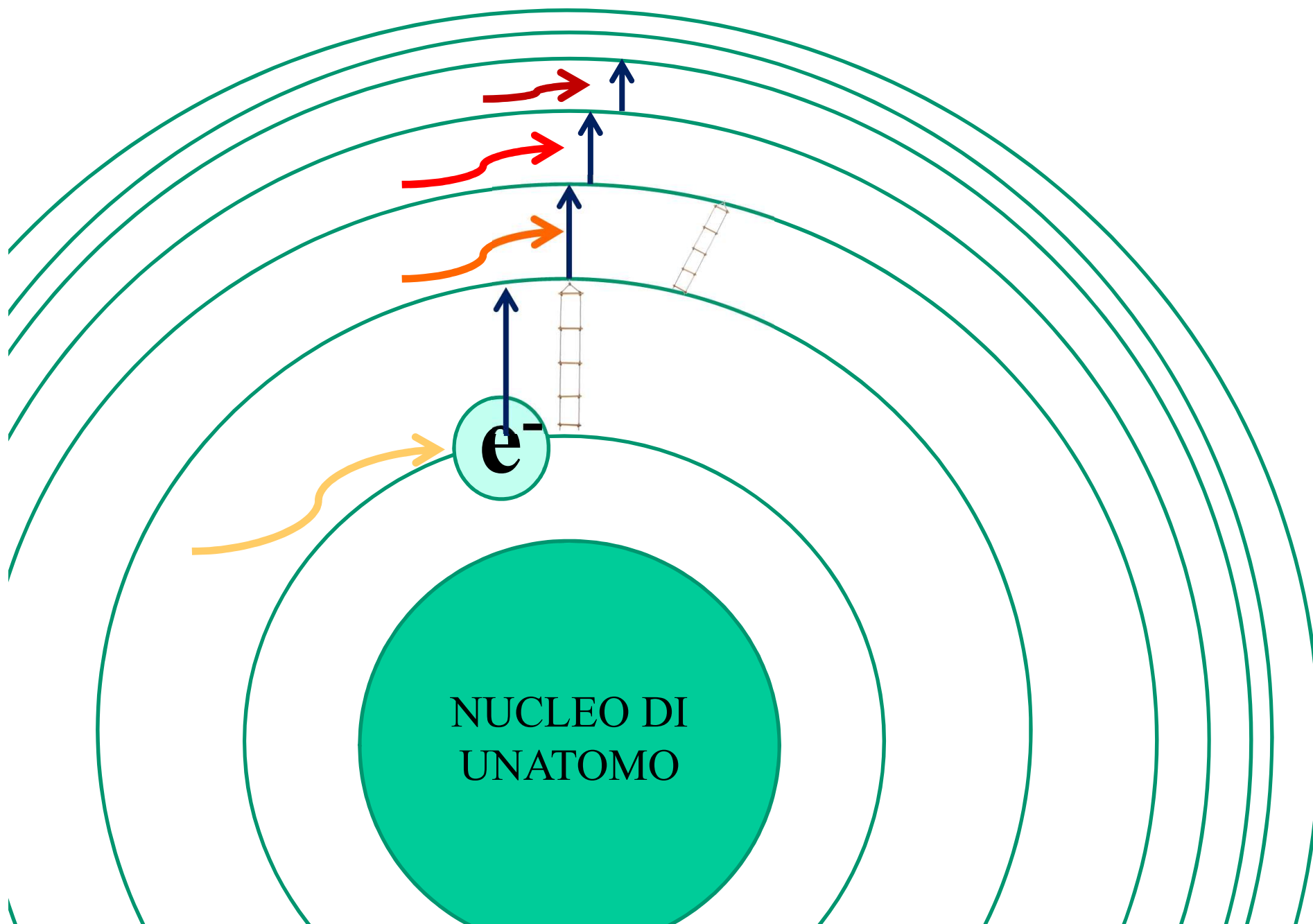
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

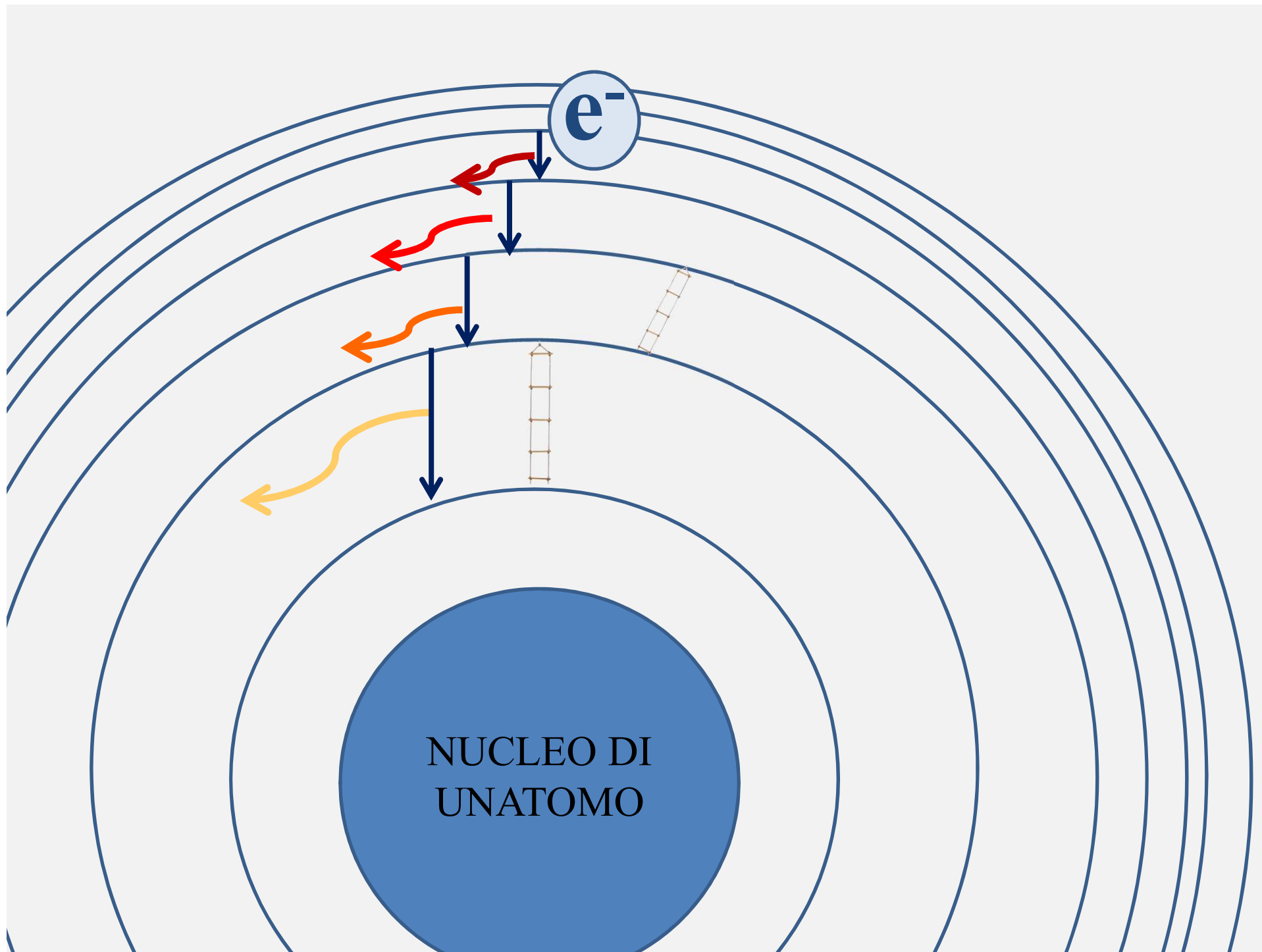
Nel 1860 gli stessi Bunsen e Kirchhoff identificarono il cesio e il rubidio dalle linee di emissione dei loro spettri atomici. Gli elementi presero il nome dal colore delle linee, rispettivamente celesti e rosse.

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.

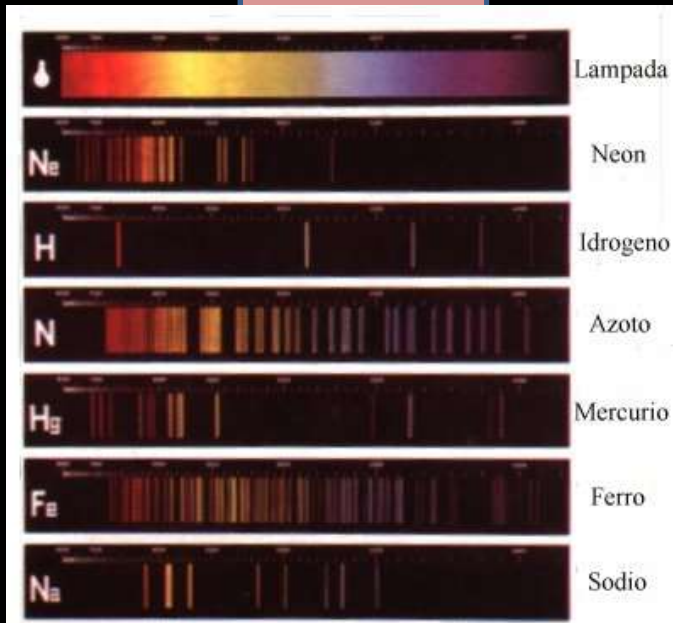






SPETTROSCOPIO

LAMPADA
A GAS RAREFATTO



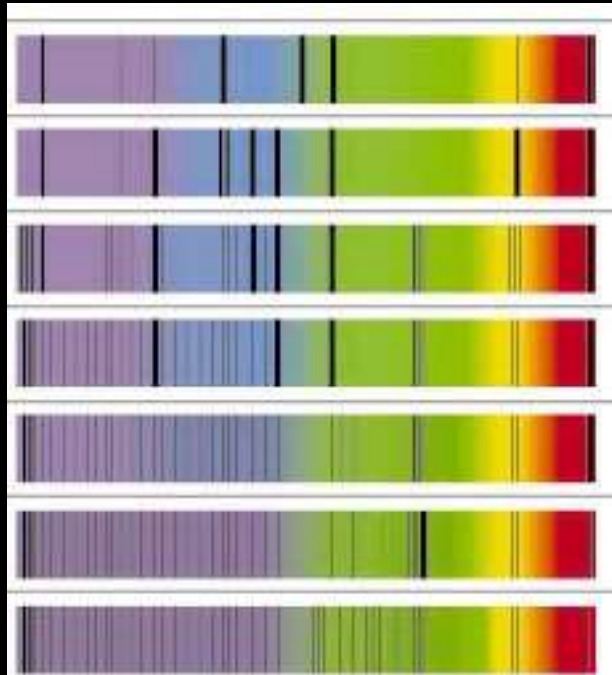
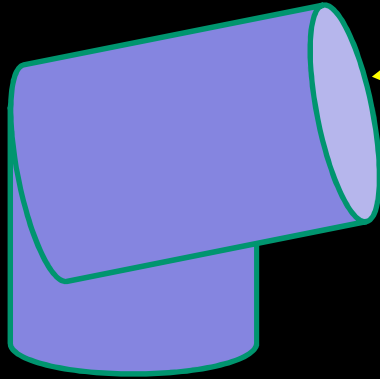
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

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.

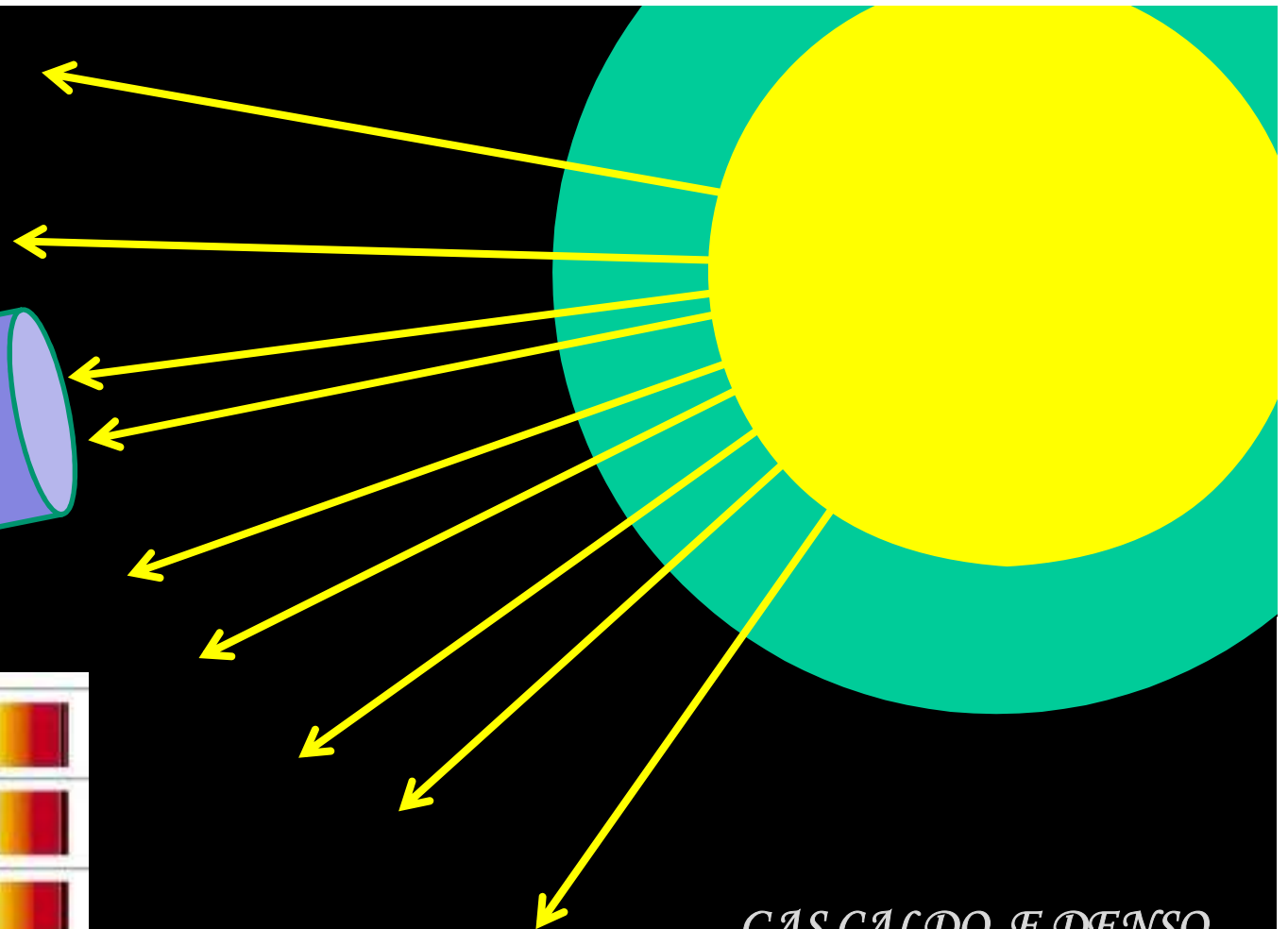
Per esempio l'elio fu rilevato nella corona solare nel 1868 prima ancora che sulla Terra.

SPETTROSCOPIO

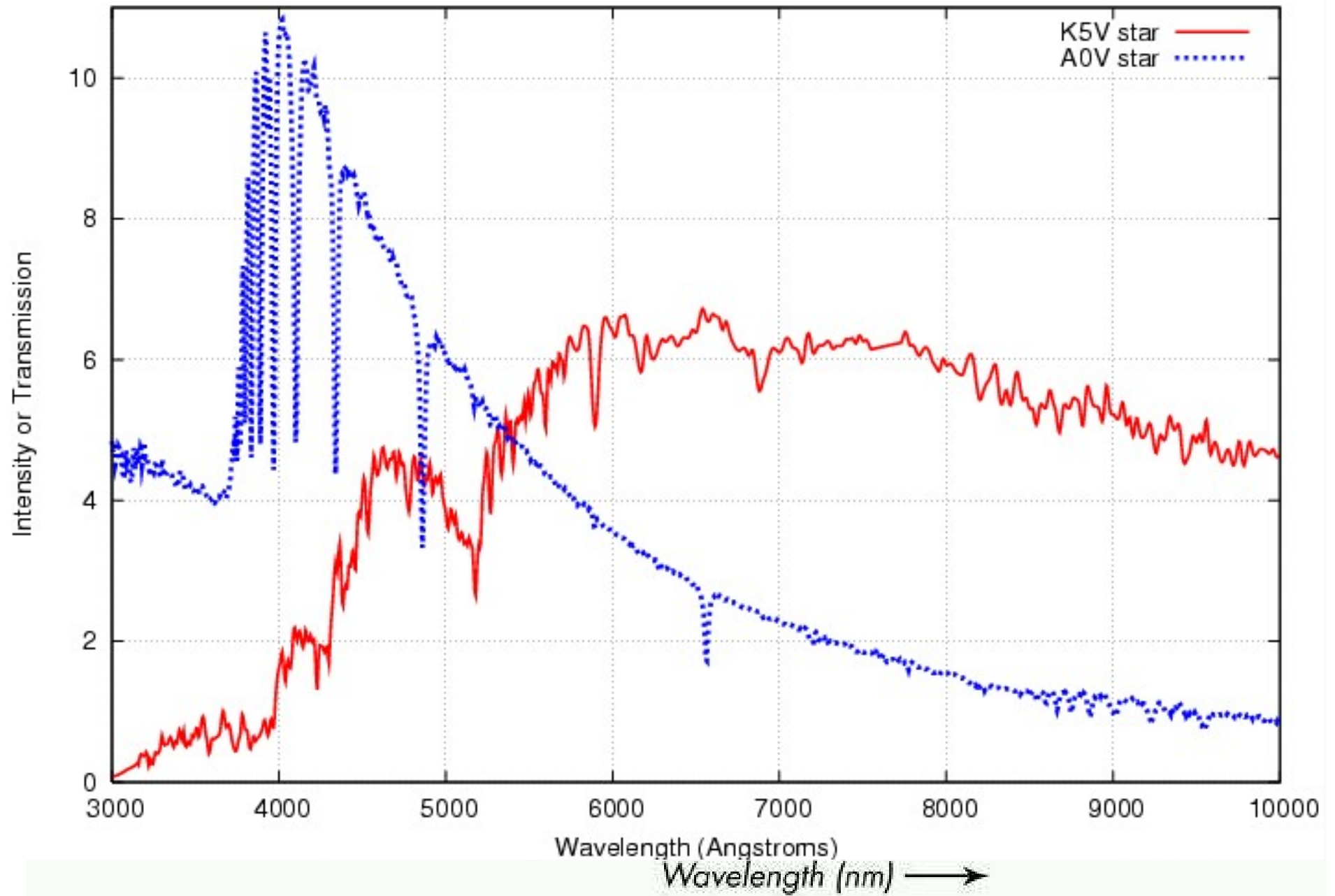


*GAS
RAREFATTO
FREDDO*

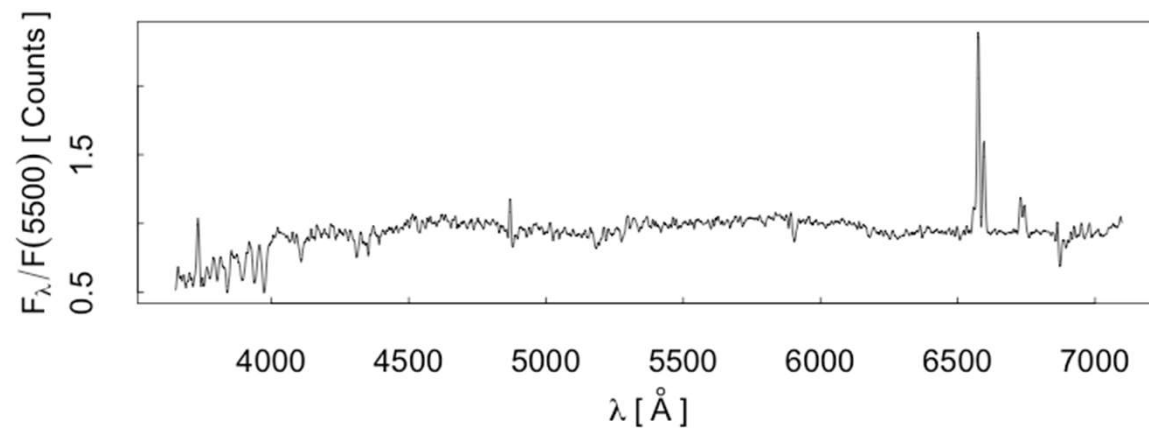
GAS CALDO E DENSO

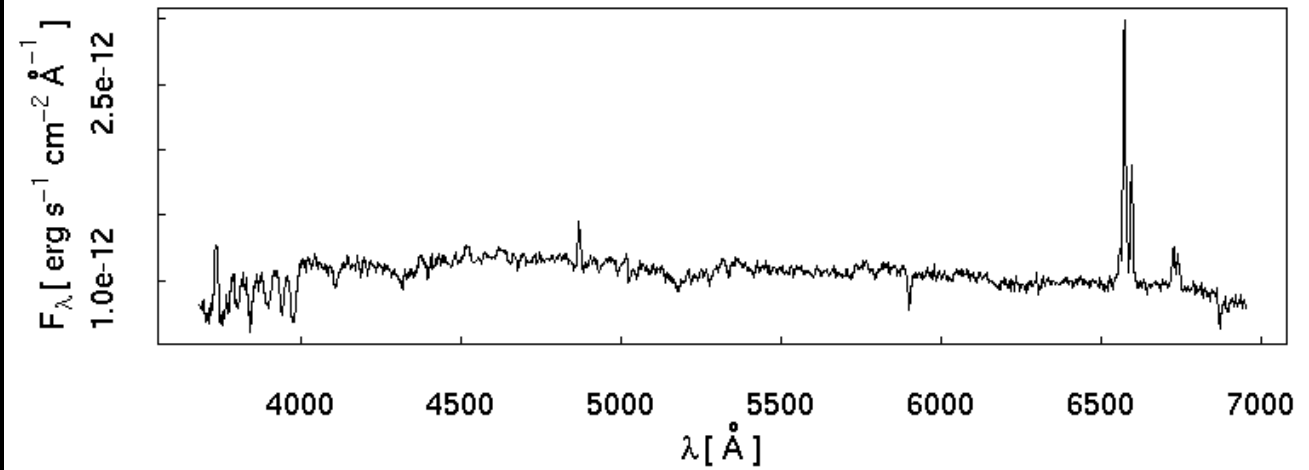


Spectra of ordinary stars



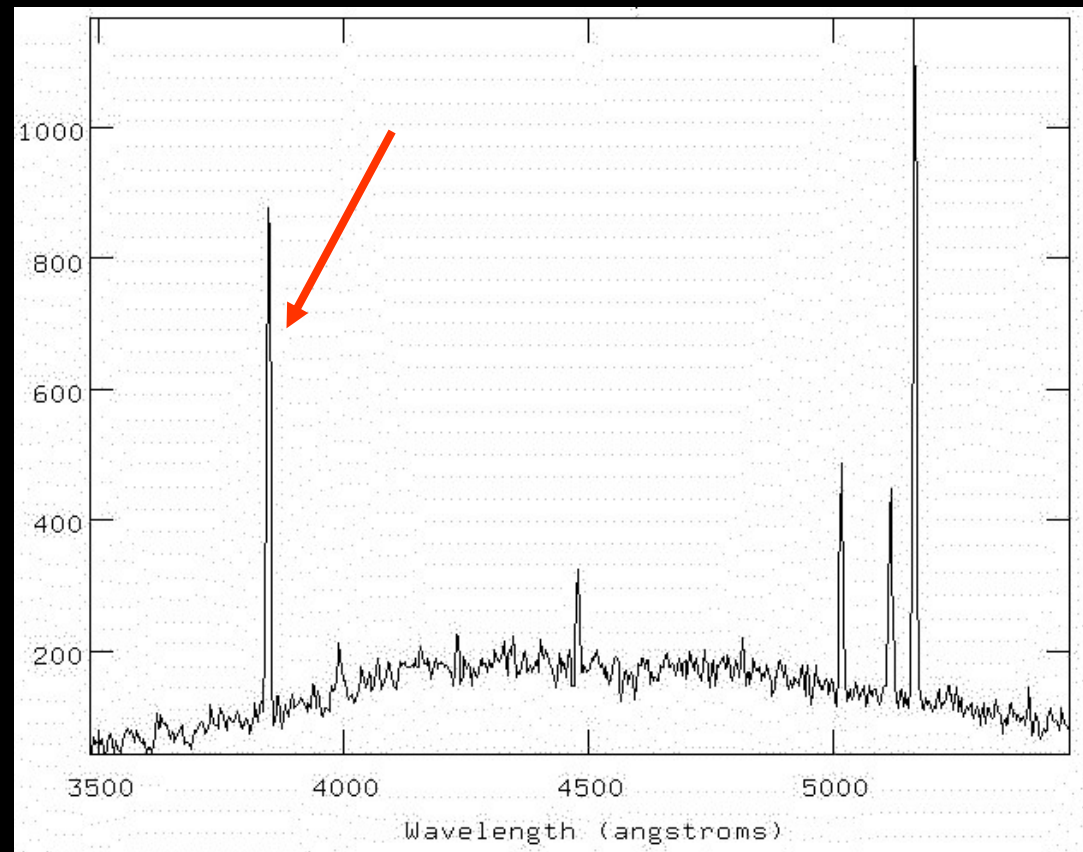
NGC 2903





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



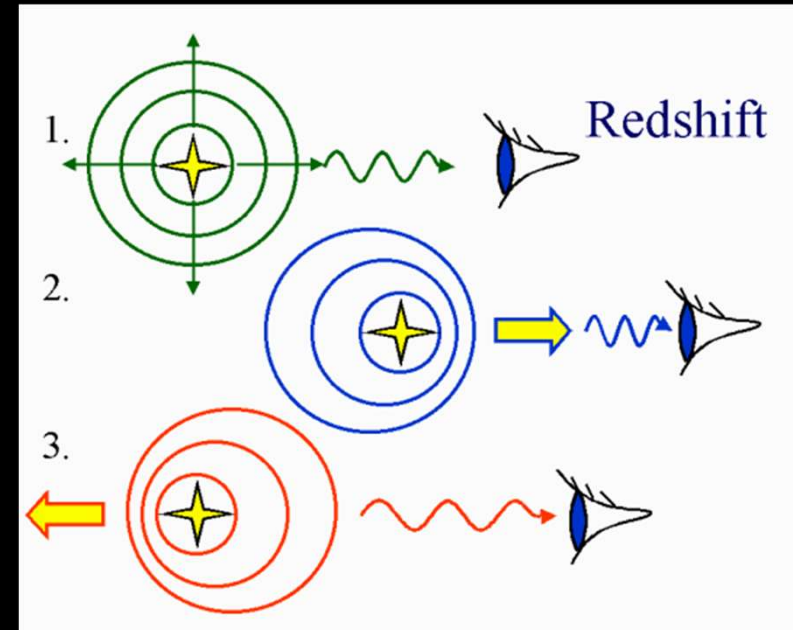
Gran premio di Formula 1



Effetto Doppler

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

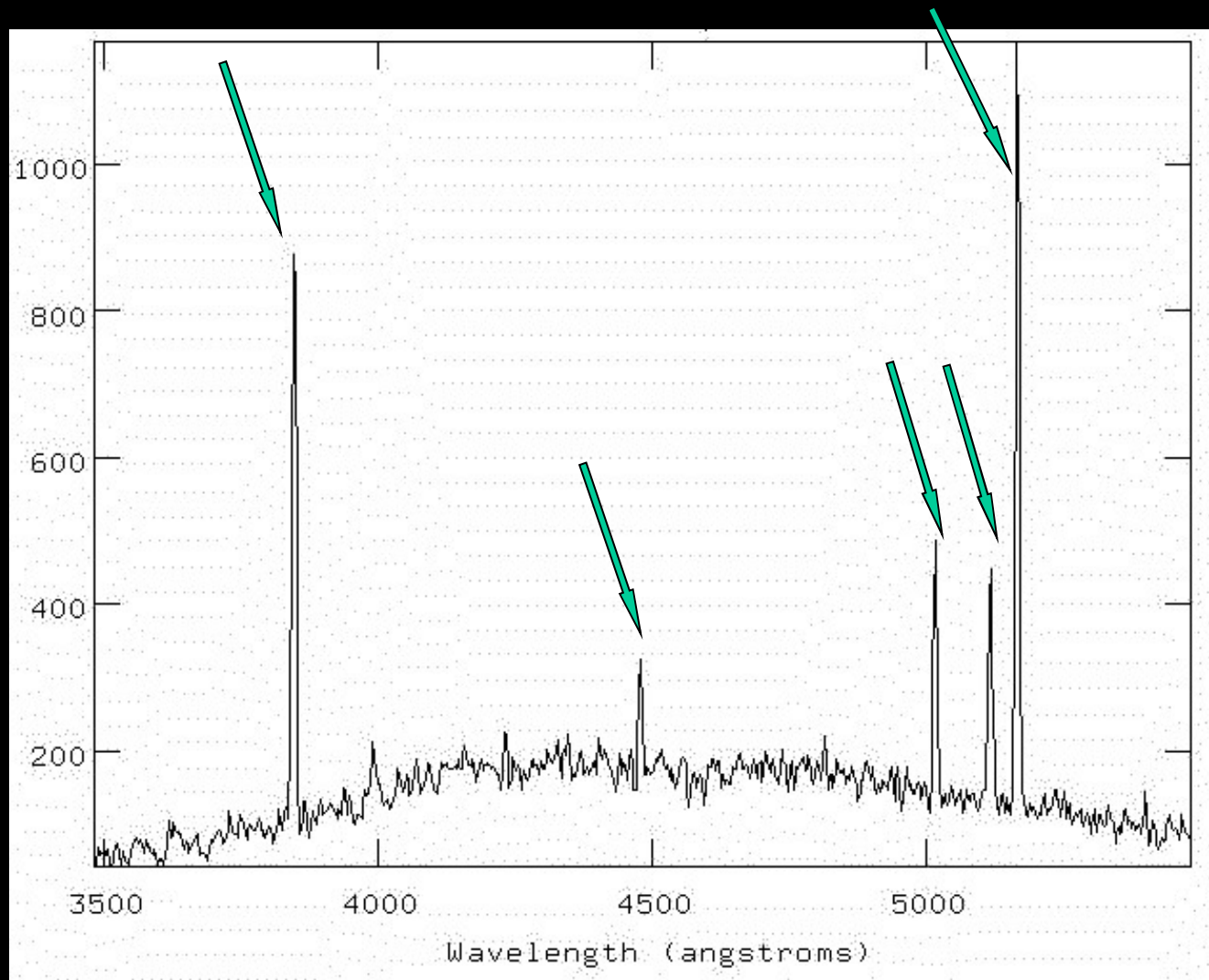
BLUE SHIFT



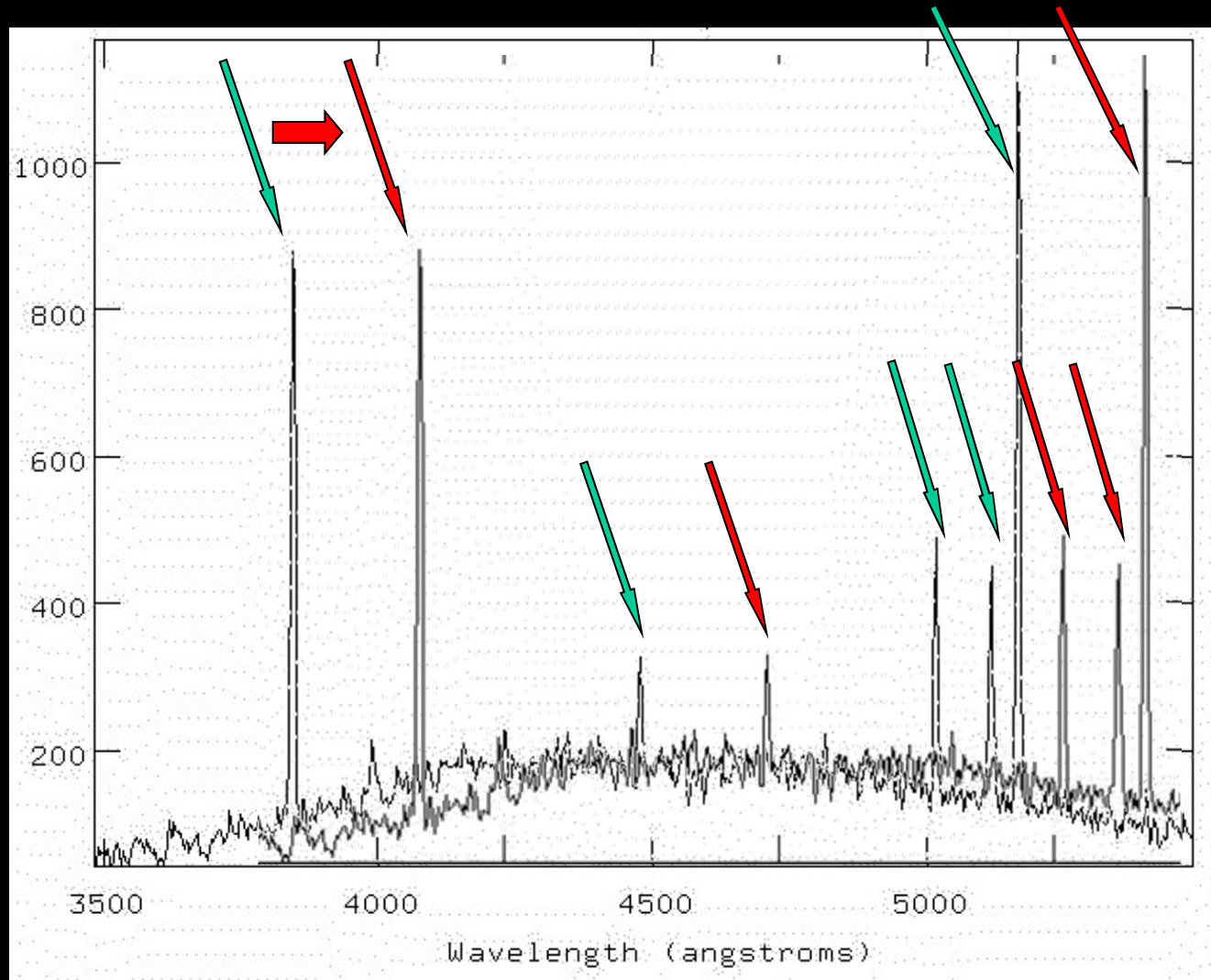
Se una sorgente luminosa si allontana le lunghezze d'onda della radiazione aumentano

REDSHIFT

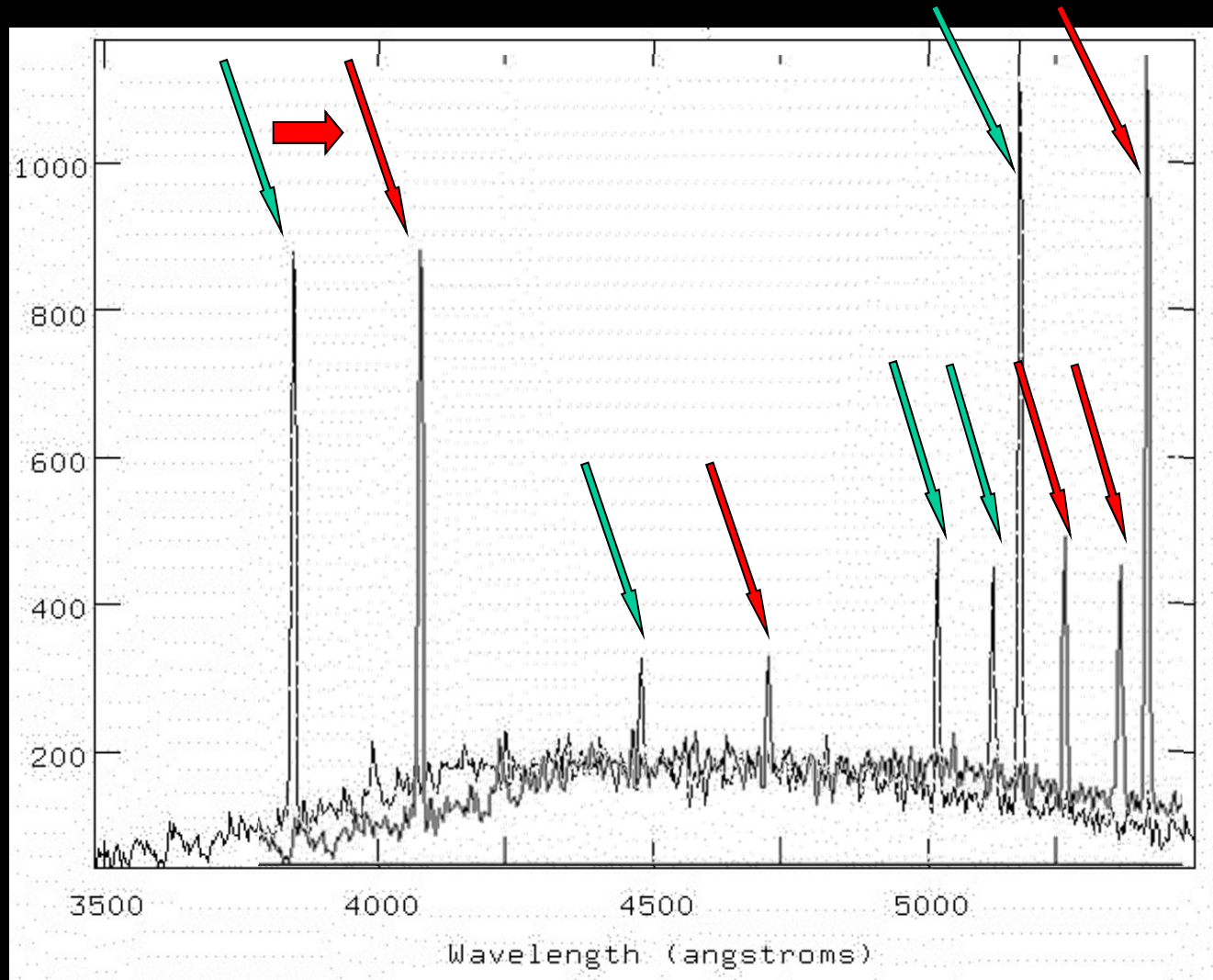
Sorgente “a riposo”



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento

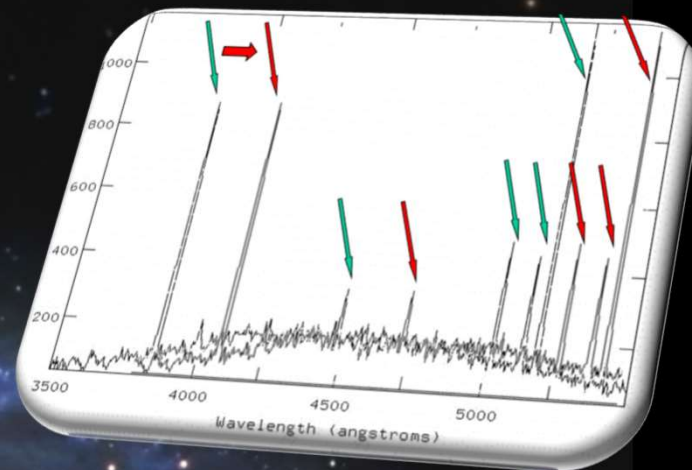


le righe si spostano quindi verso il rosso: **redshift**

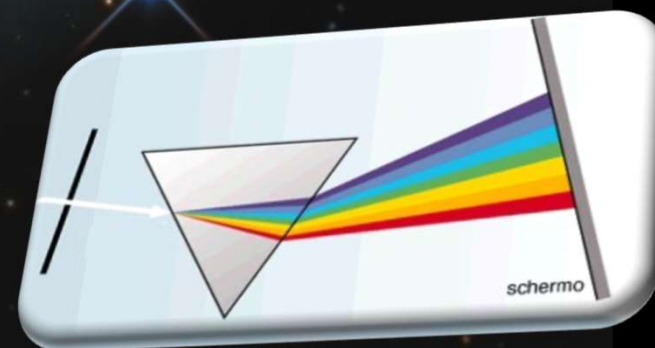
Effetto Doppler

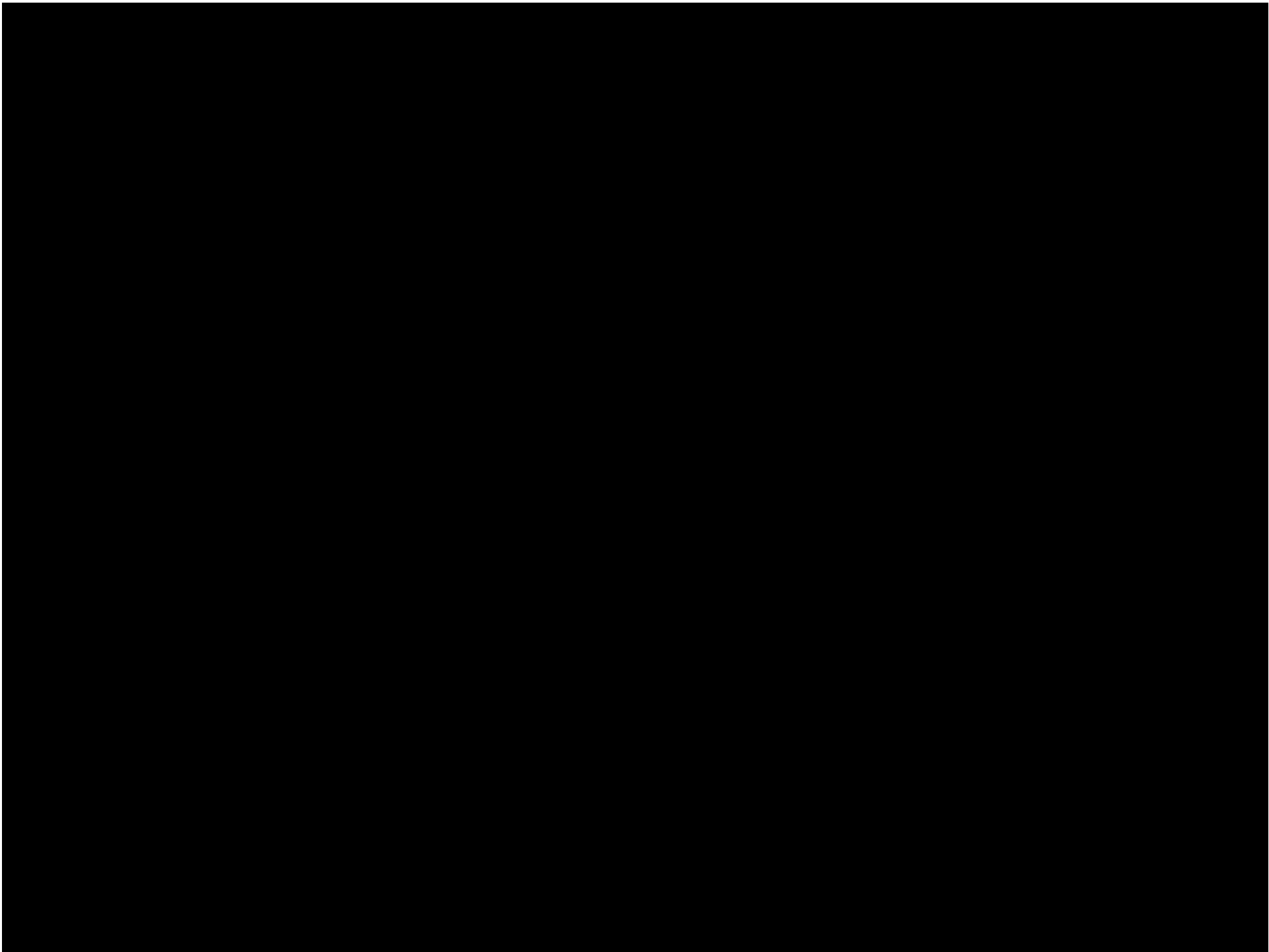
(non relativistico)

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



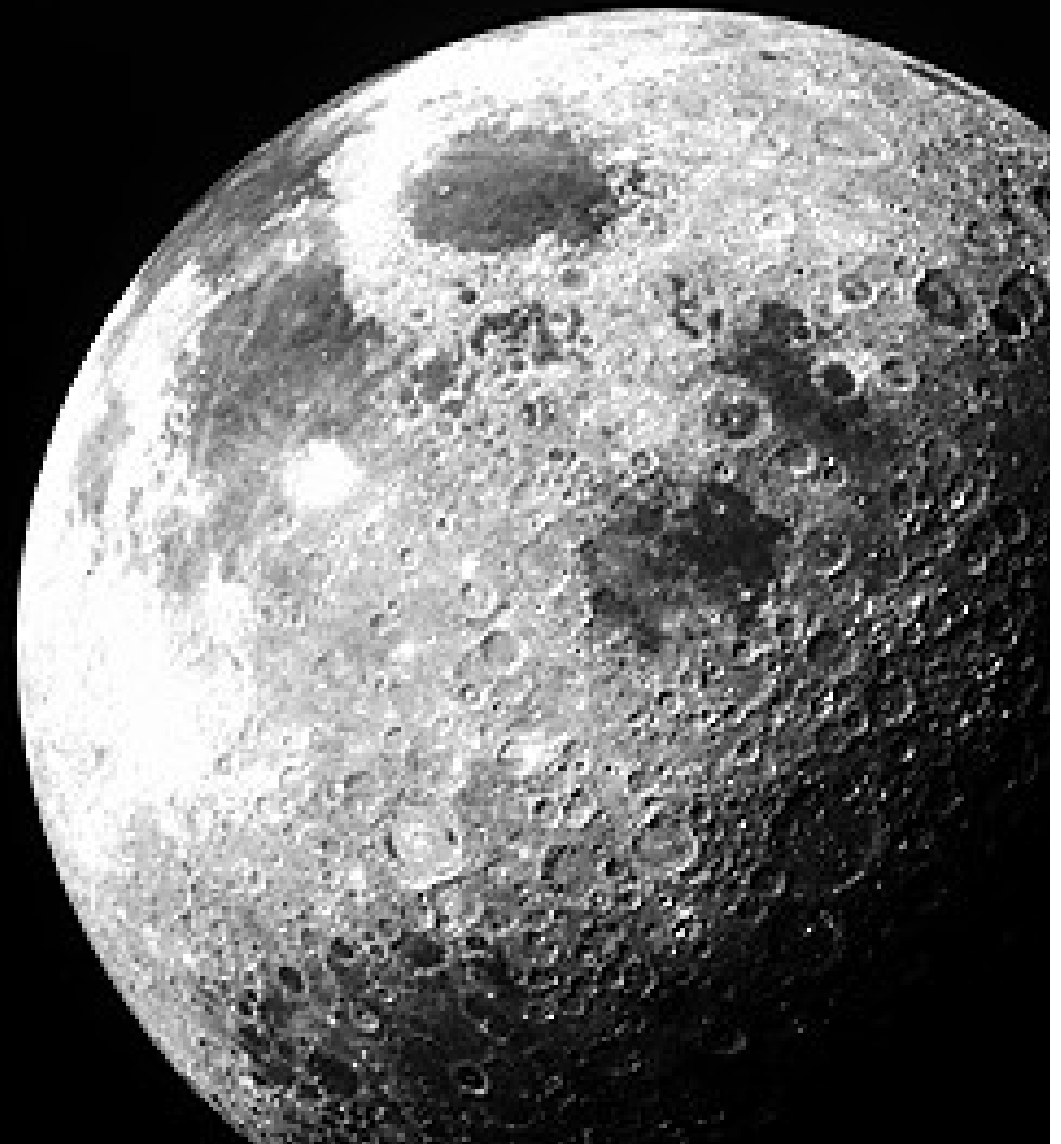
A periodic table of elements, color-coded by groups. The table includes elements from Hydrogen (1) to Oganesson (118), with additional elements like Lanthanides and Actinides shown at the bottom.



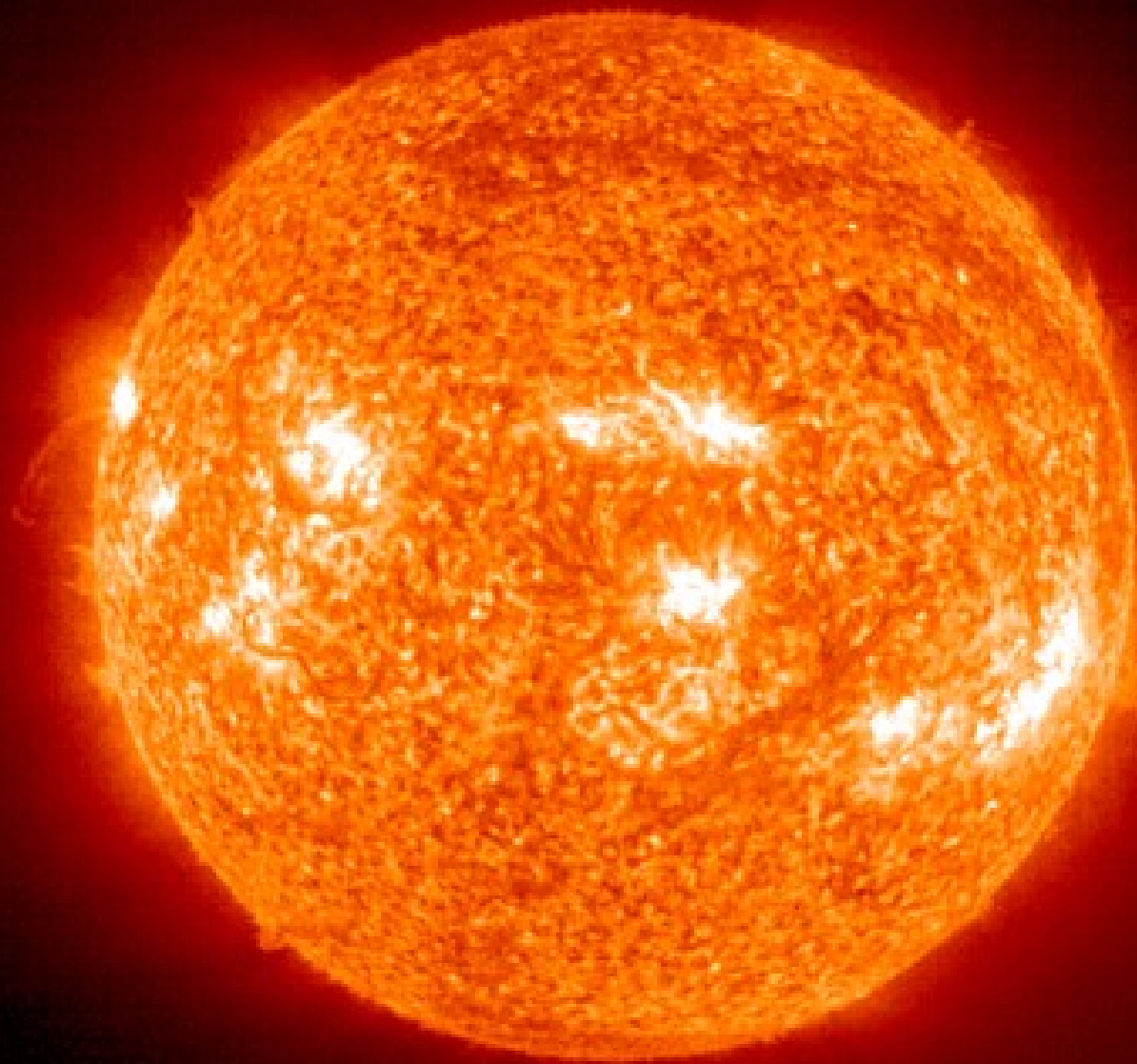


1,3 secondi luce

Luna

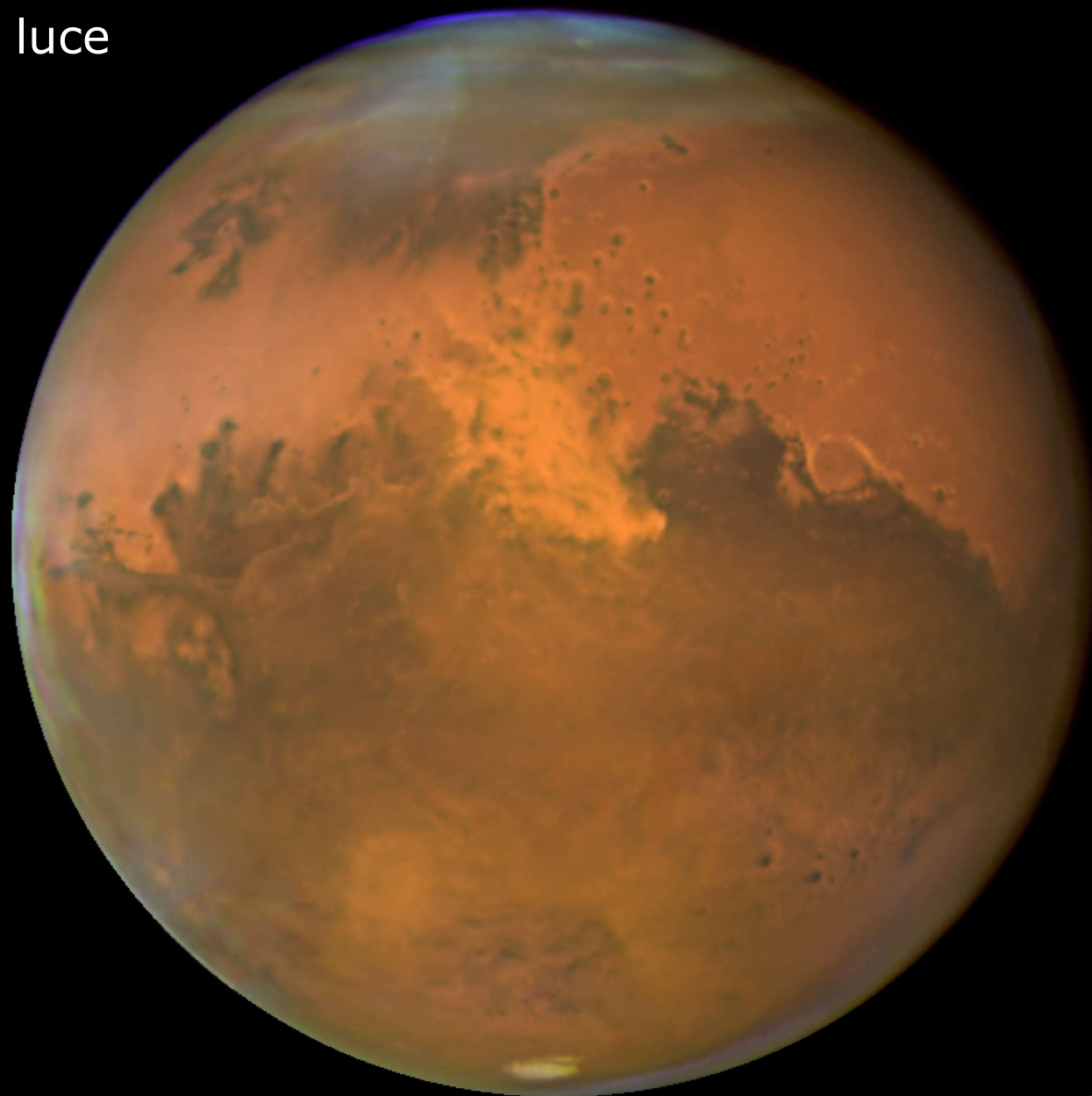


8 minuti luce



Sole

12 minuti luce



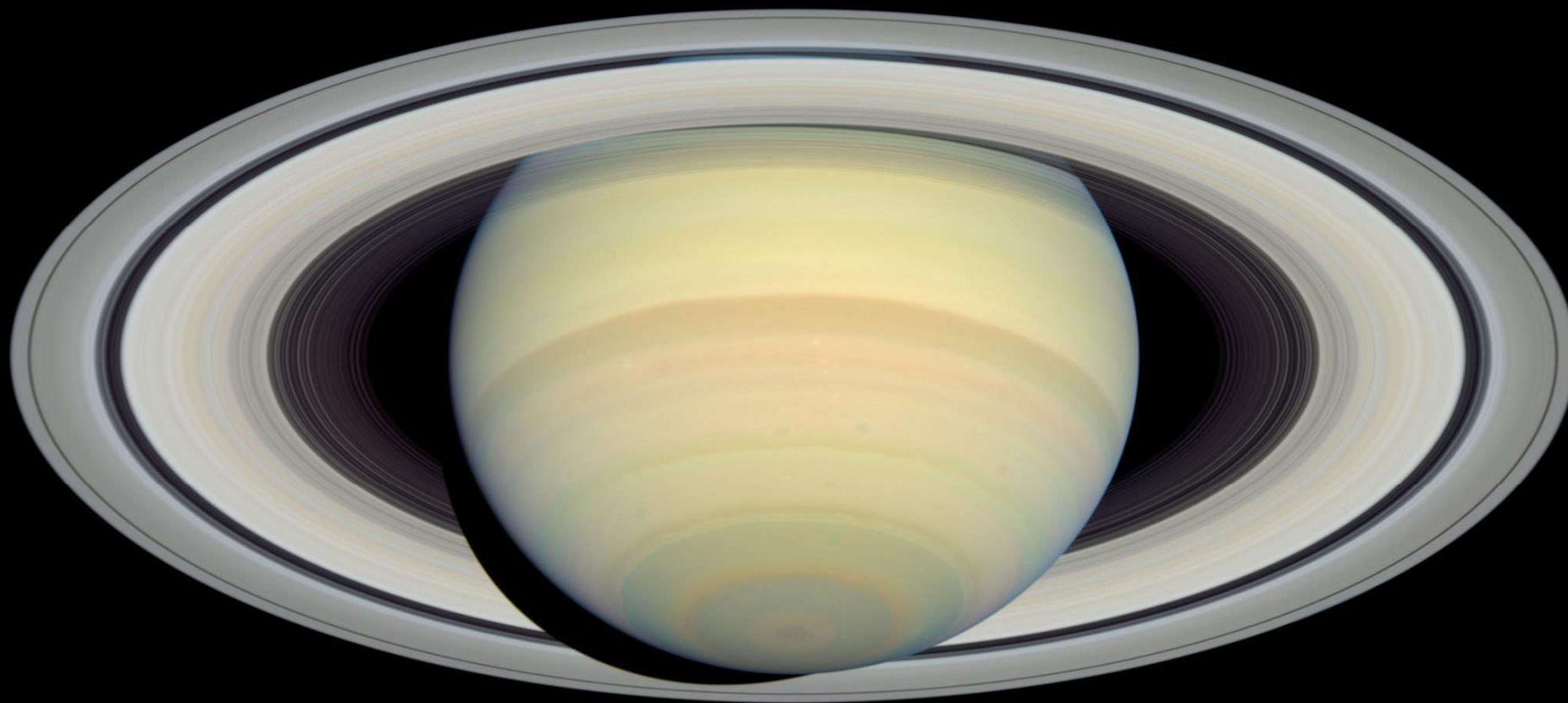
Marte

Marte

12 minuti luce



80 minuti luce



Saturno

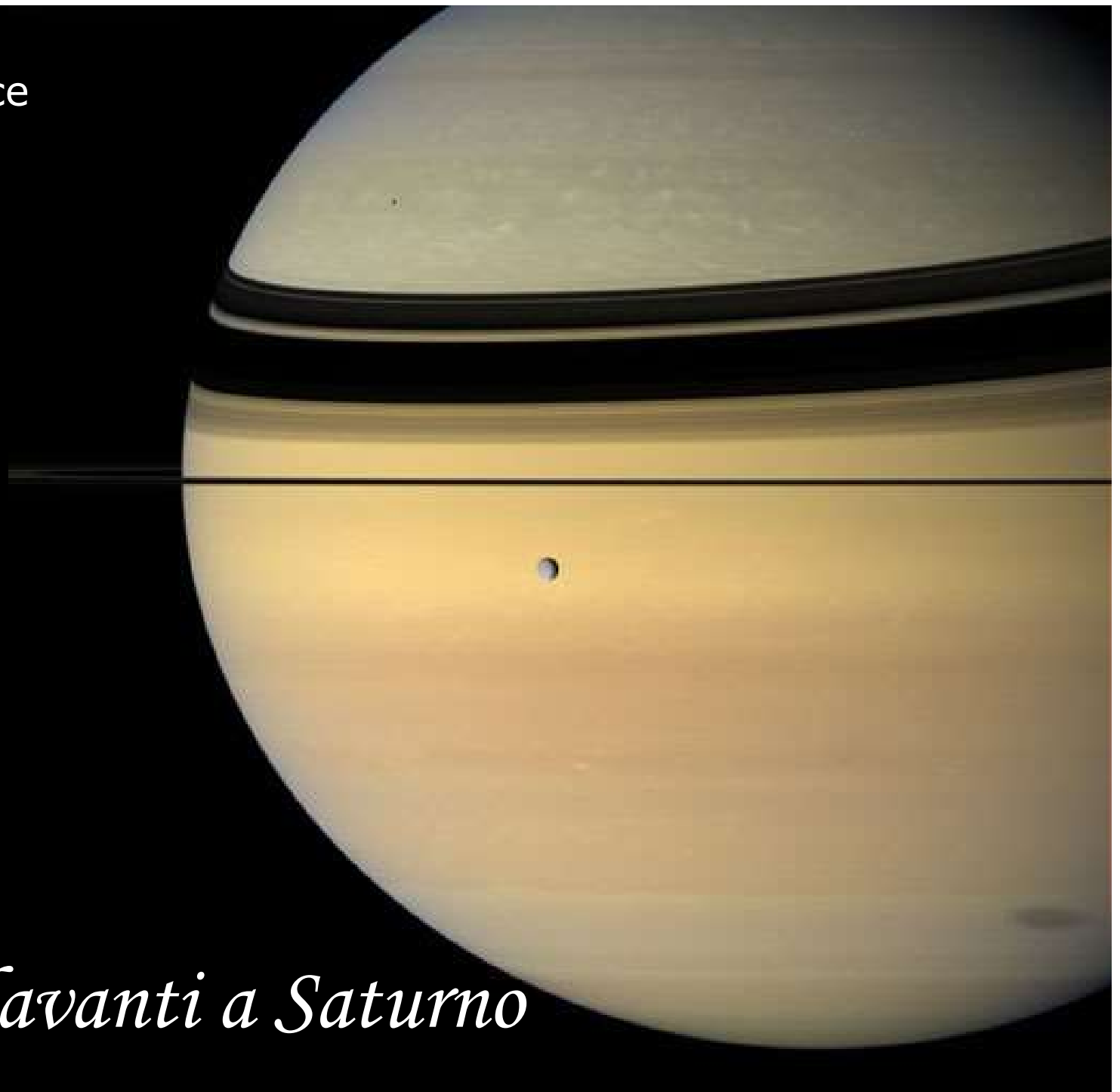
80 minuti luce



Giapeto

80 minuti luce

Giapeto davanti a Saturno

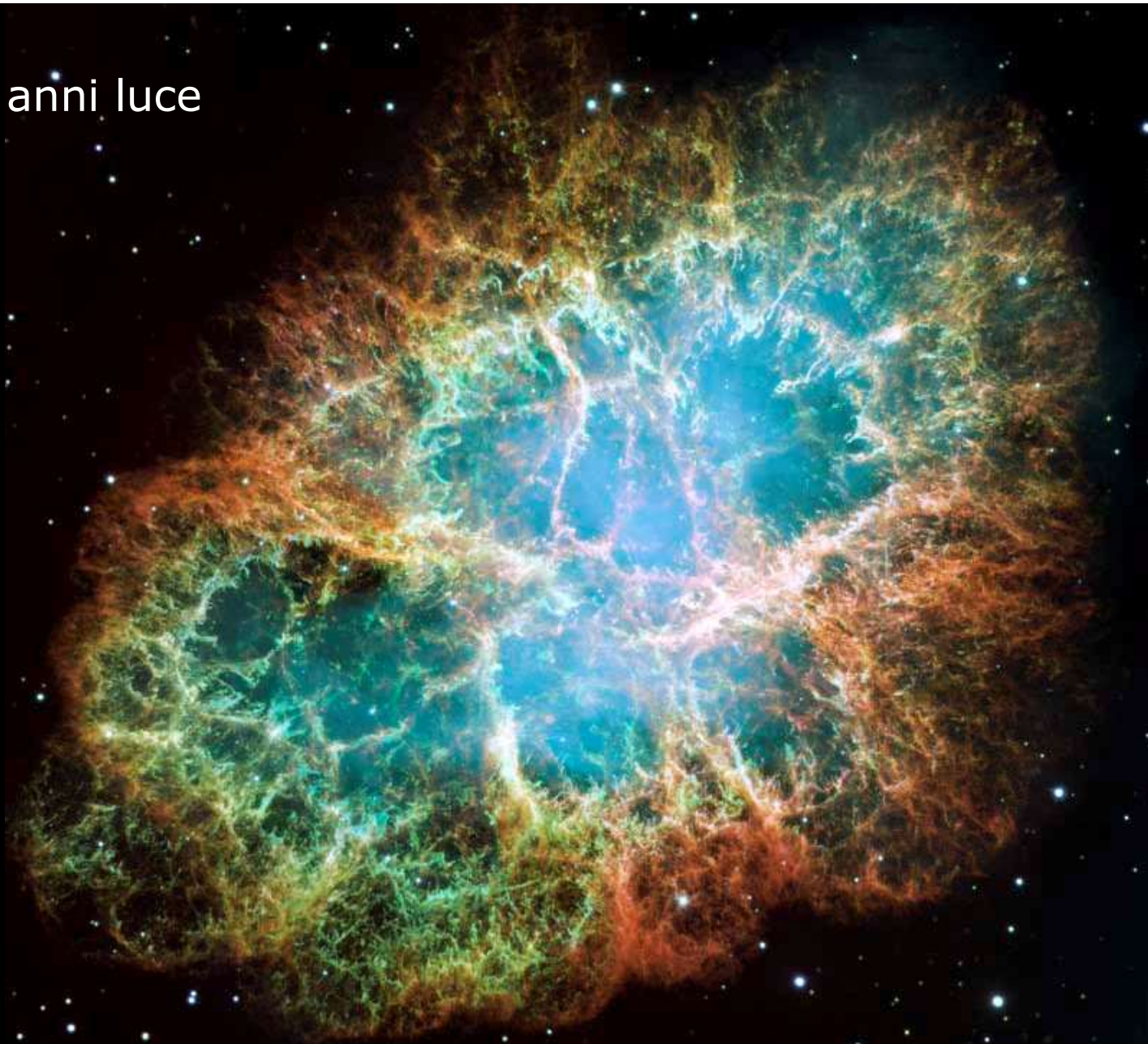


3300 anni luce



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



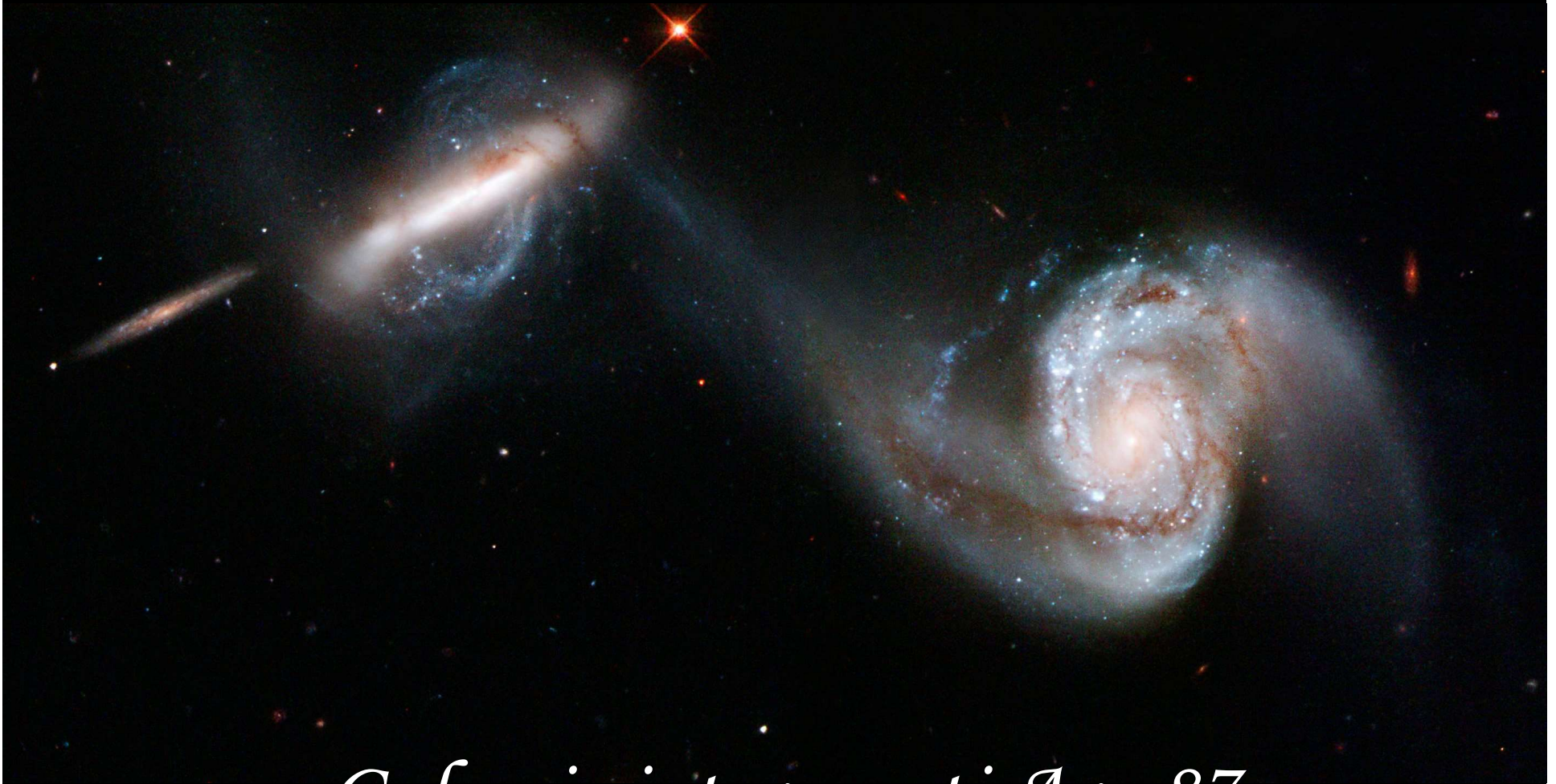
Galassia Anello – AM 0644-741

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

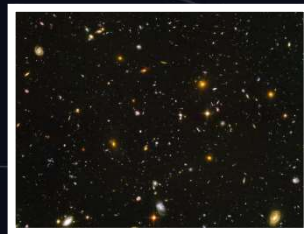
Ammasso di galassie Abell 1689



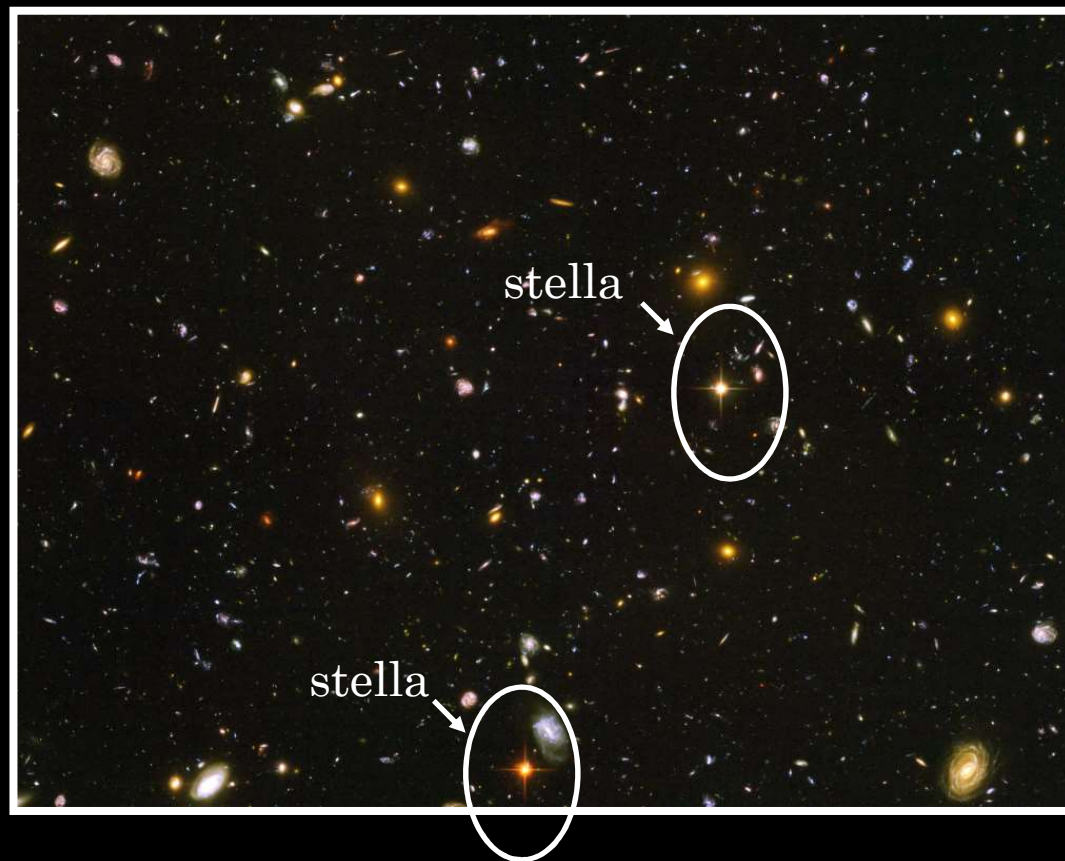


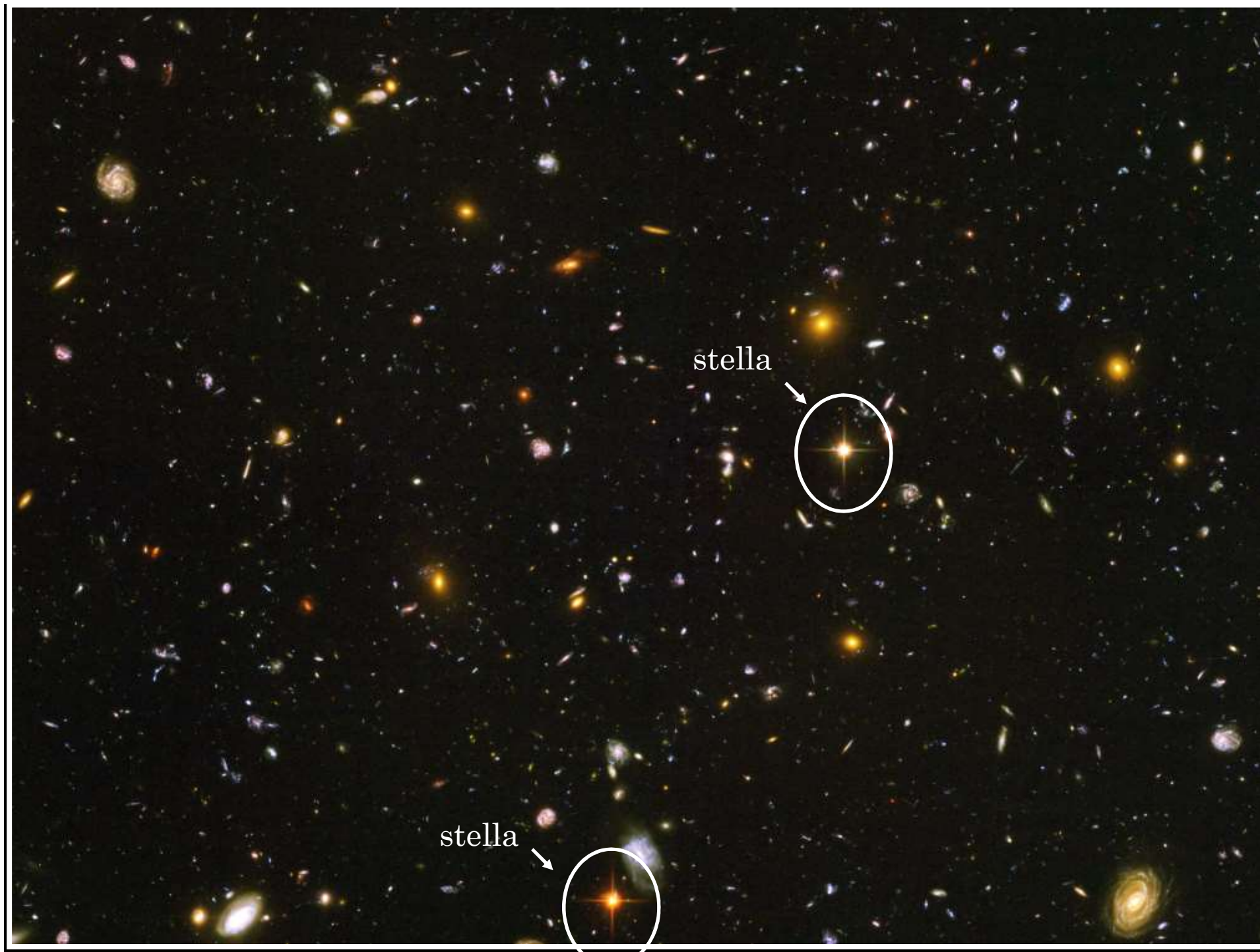
Hubble Ultra Deep Field:

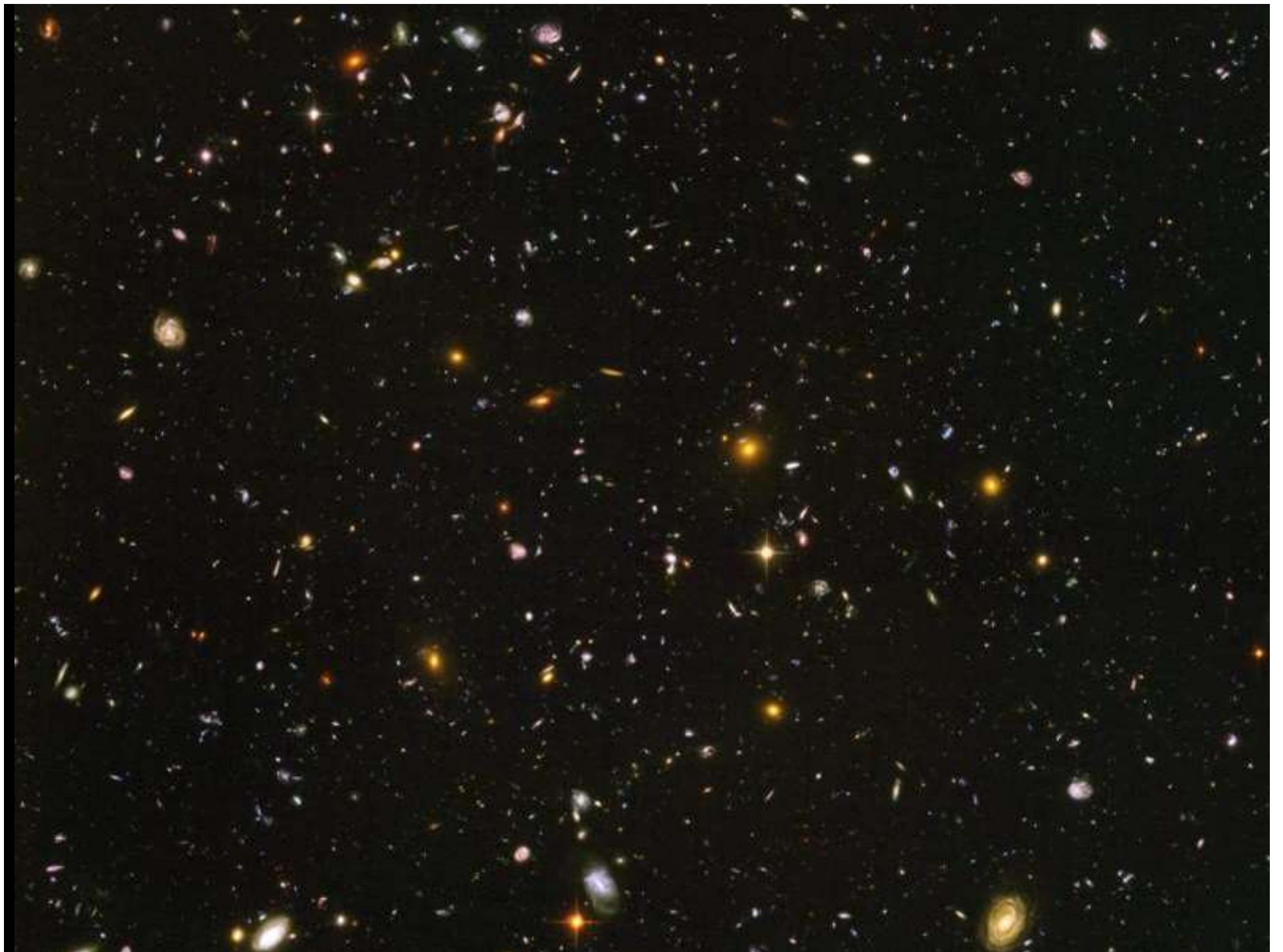
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena



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









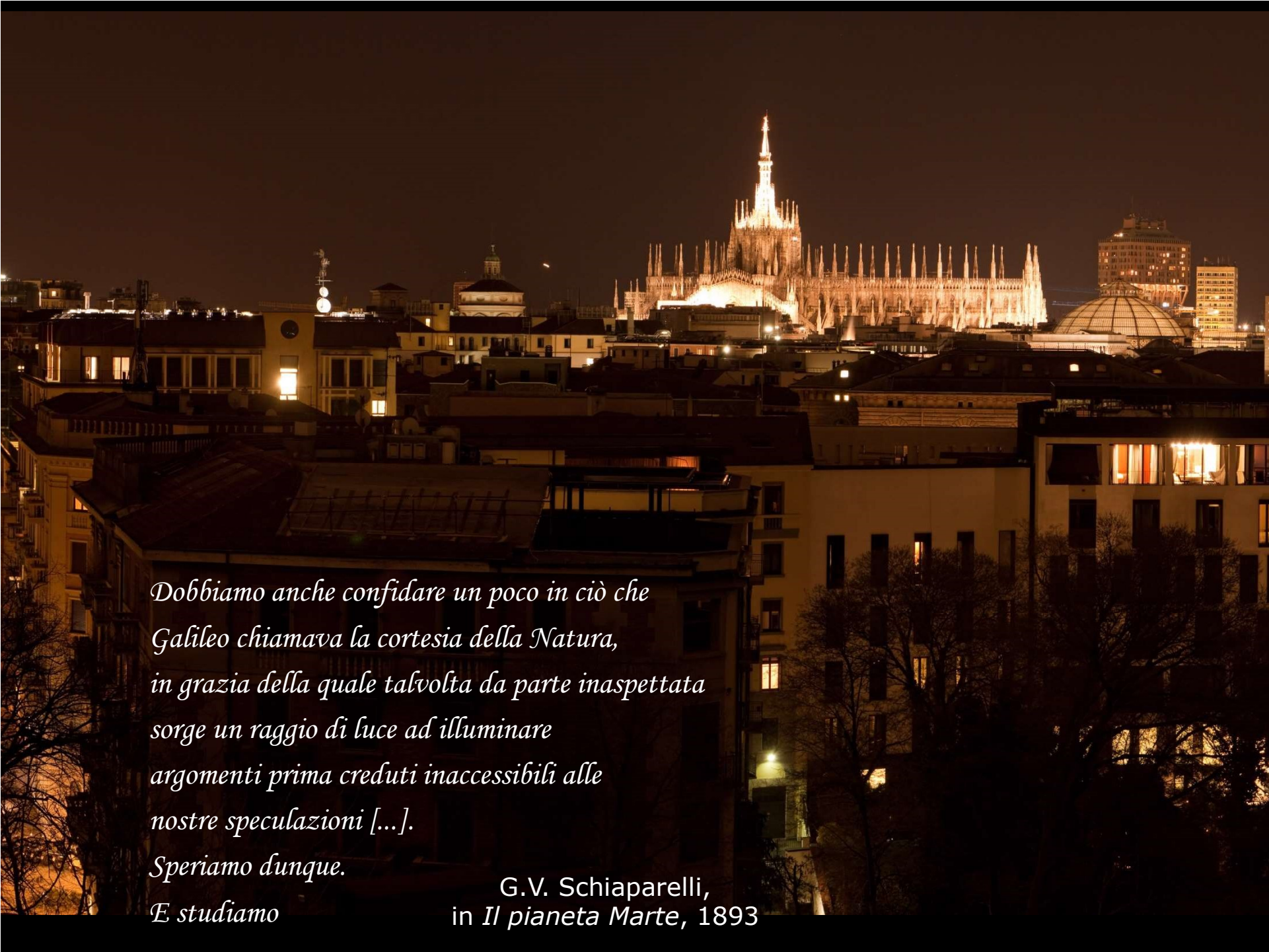
*«Equipaggiato dei suoi cinque sensi, l'uomo esplora l'universo attorno a lui
e chiama l'avventura Scienza.»*

Edwin Hubble

A deep space photograph showing a vast field of galaxies and stars. In the foreground, a large, bright, yellowish-white elliptical galaxy is prominent. To its left, a smaller, blue-tinted spiral galaxy is visible. The background is filled with numerous other galaxies of various shapes and sizes, along with many individual stars, some appearing as bright points of light with diffraction spikes. The overall scene is set against a dark, black cosmic background.

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