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

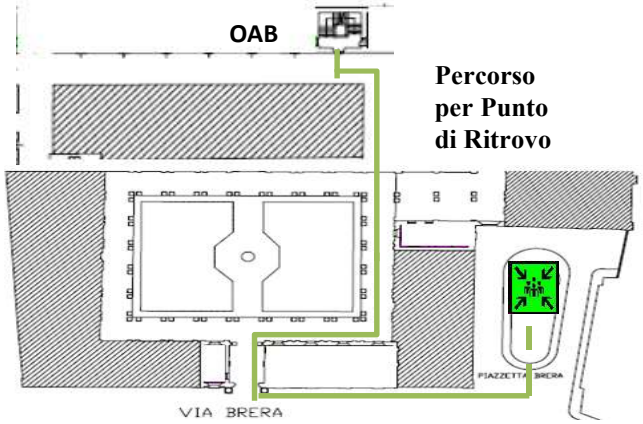
INAF-Osservatorio Astronomico di Brera

8 novembre 2016

Osservatorio Astronomico di Brera

INAF

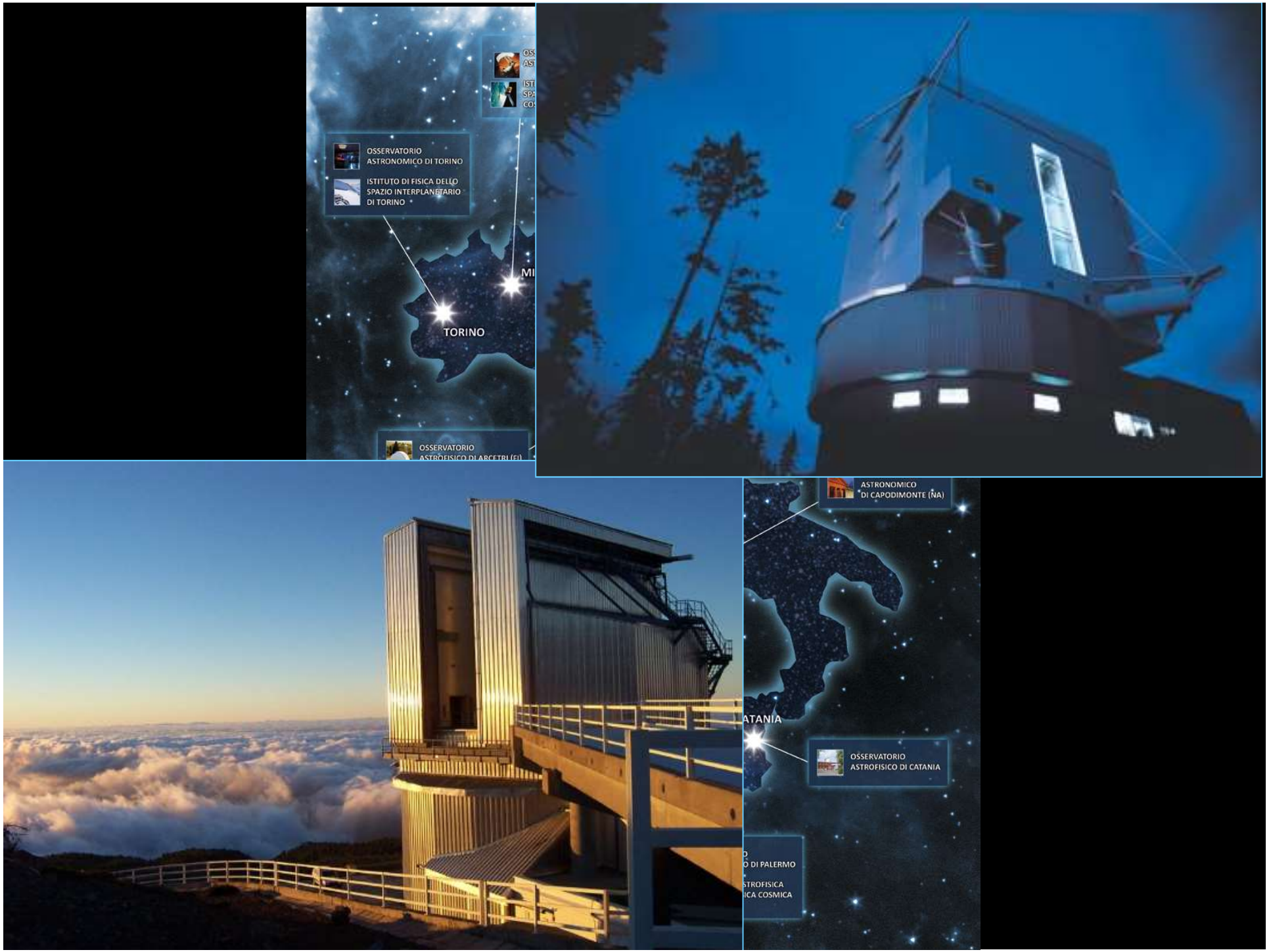
Uscite di Sicurezza
vie di fuga in caso di Emergenza



Punto di ritrovo

Piazzetta Brera

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


OSSERVATORIO
ASTRONOMICO DI TORINO
ISTITUTO DI FISICA DELLO
SPAZIO INTERPLANETARIO
DI TORINO *
TORINO
OSSERVATORIO
ASTRONOMICO
DI CAPODIMONTE (NA)
ATANIA
OSSERVATORIO
ASTROFISICO DI CATANIA
O DI PALERMO
STROFISICA
ICA COSMICA

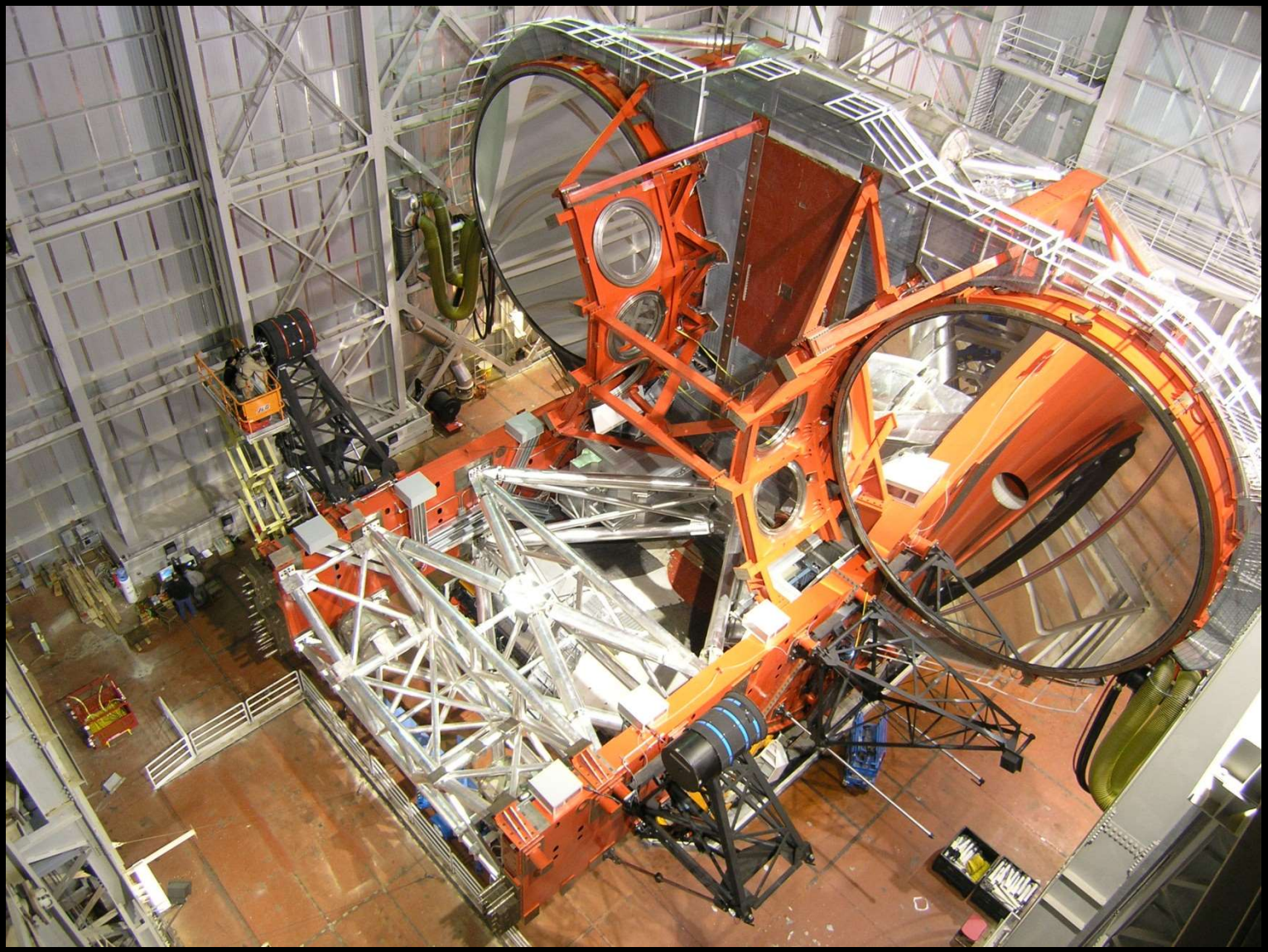
Subaru – Gia
Ø 8,2 m

Haw i

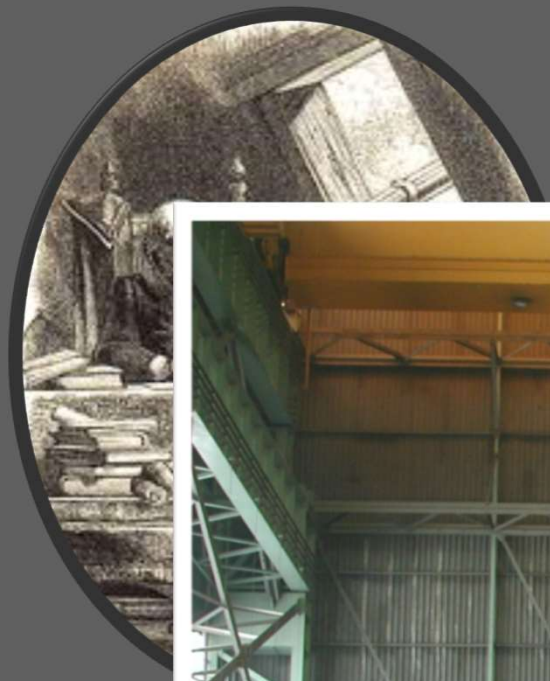
Keck I & I
Ø 1

a

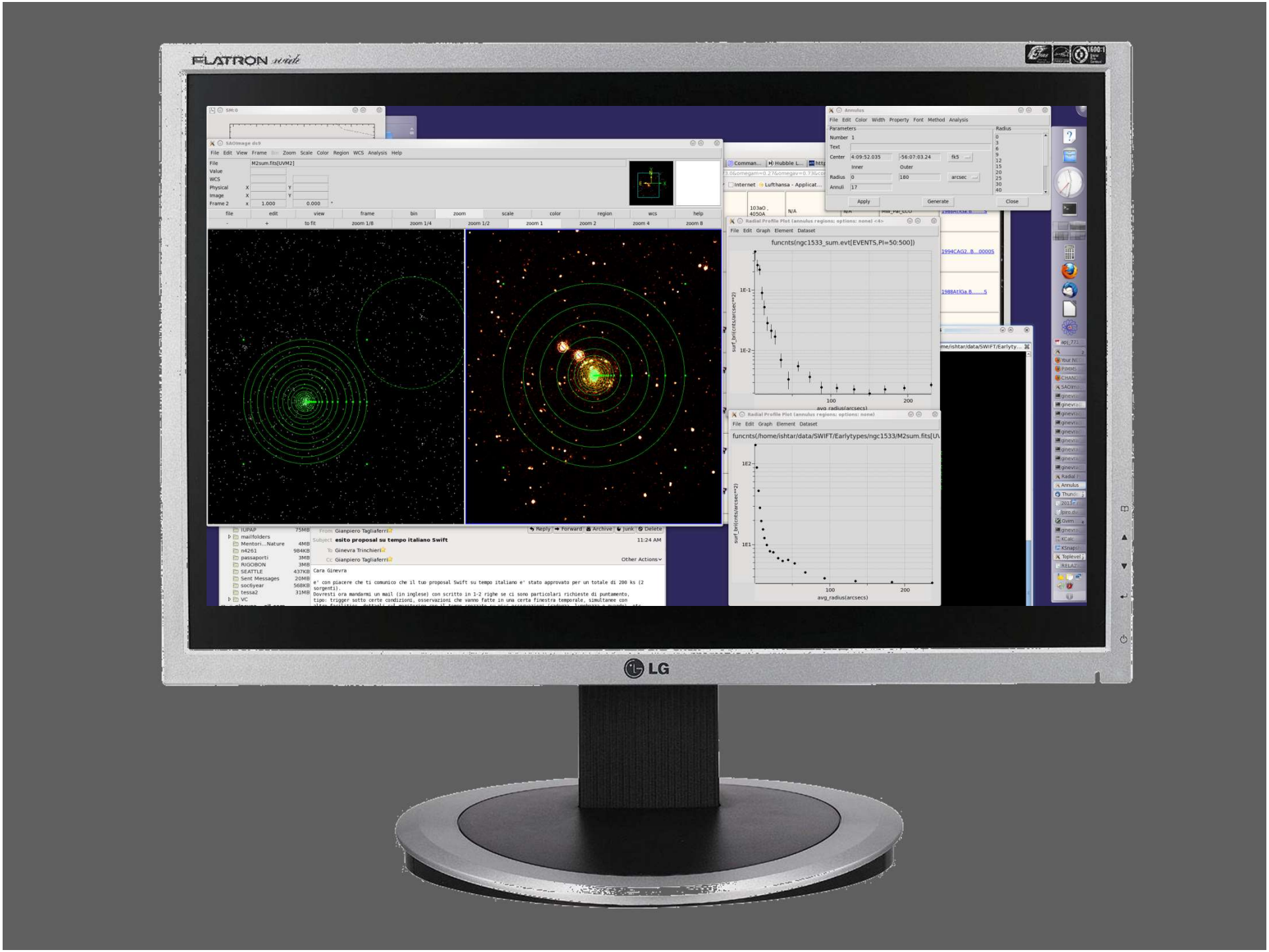
05 05 2000

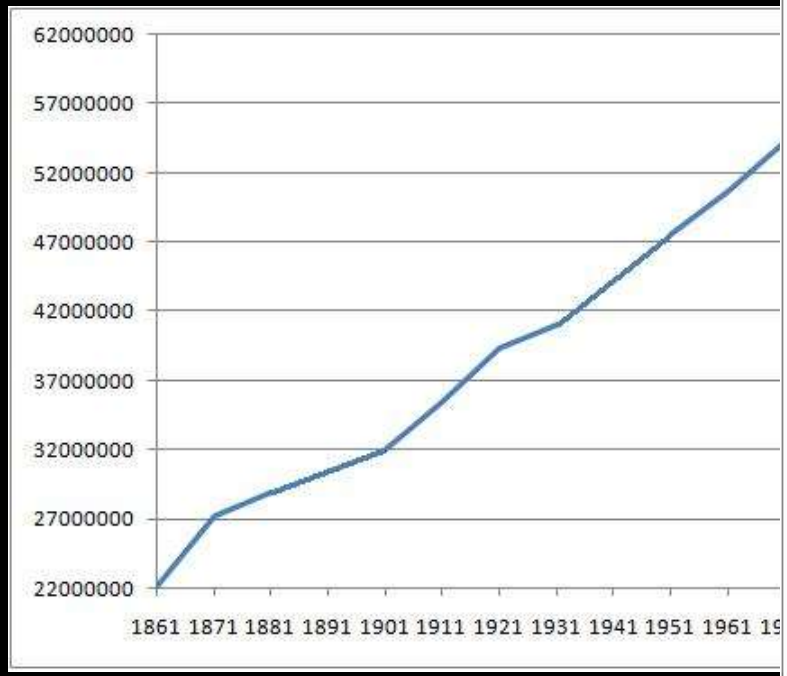


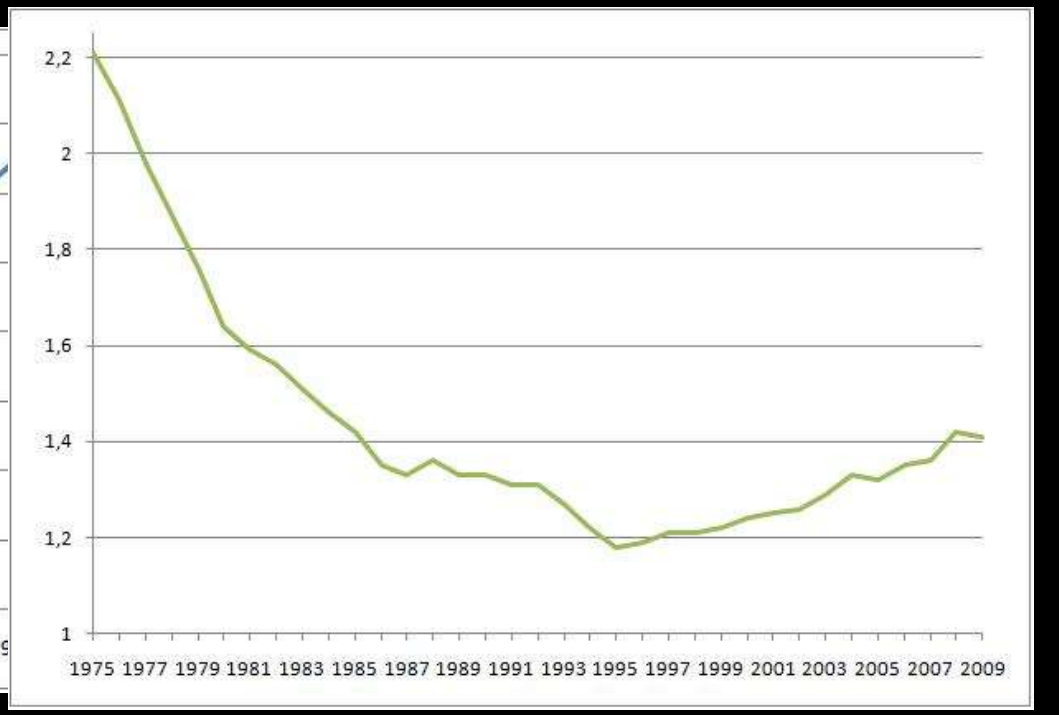
Cosa fa un astronomo?



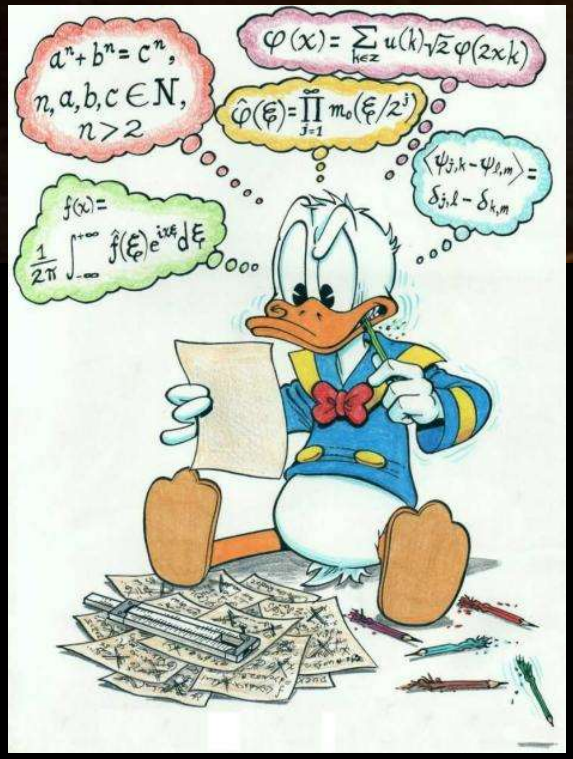
Cosa fa un astronomo?


FLATRON
LG
SAOimage ds9
M2sum.fits[UVM2]
Annulus
Parameters
Number 1
Center 4:09:52.035 -56:07:03.24 fk5
Radius 0 180 arcsec
Annuli 17
Apply
Generate
Close
Radial Profile Plot (annulus regions: options: none) <4>
funcnts(ngc1533_sum.evt[EVENTS,PI=50:500])
surf_bri(cnts/arcsec**2)
avg_radius(arcsecs)
Radial Profile Plot (annulus regions: options: none)
funcnts(/home/ishtar/data/SWIFT/Earlytypes/ngc1533/M2sum.fits[UV
esito proposal su tempo italiano Swift
Ginevra Trinchieri
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



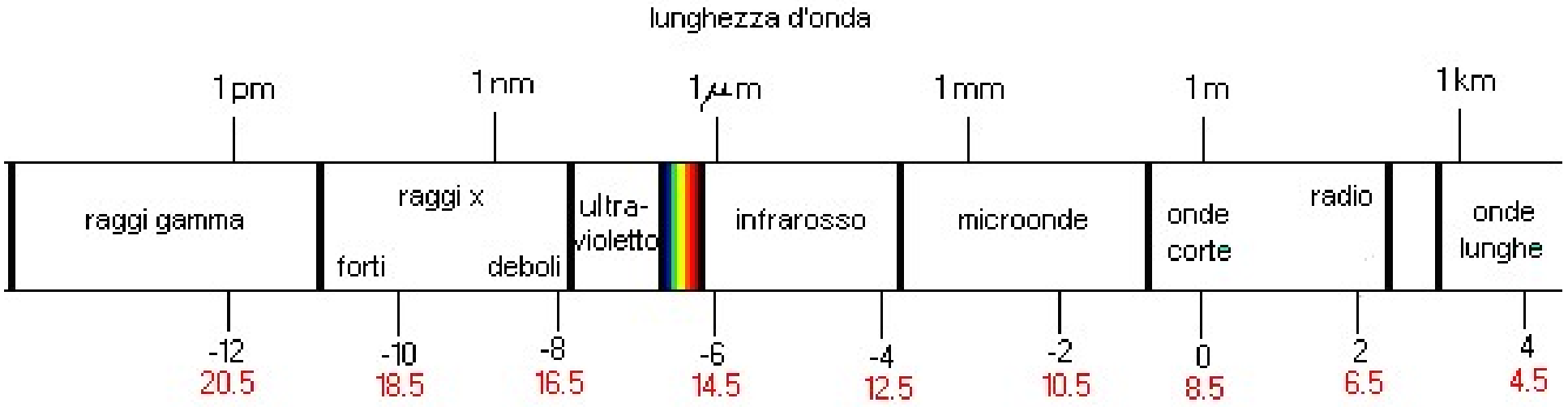


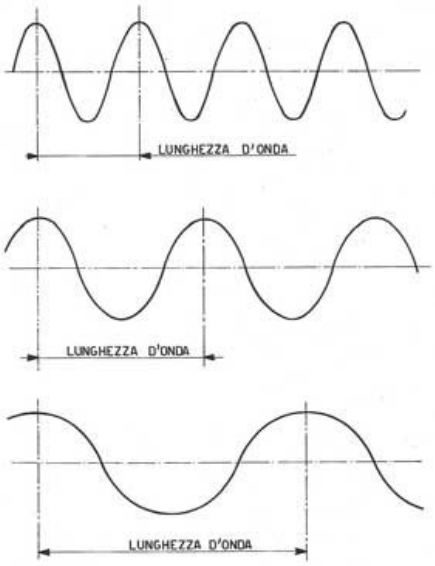
Anno	Popolazione 1º gennaio	Nascite	Tasso di natalità in ‰	Tasso di fecondità	Morti	Tasso di mortalità in ‰
1960	50.025.501	923.004	18,3	2,41	480.848	9,5
1970	53.685.301	917.496	17,0	2,43	528.622	9,8
1980	56.388.481	657.278	11,6	1,64	559.376	9,9
1990	56.694.360	580.761	10,2	1,33	544.397	9,5
2000	57.679.895	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 1º gennaio**	**Nascite**	**Tasso di natalità in ‰**	**Tasso di fecondità**	**Morti**	**Tasso di mortalità in ‰**


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

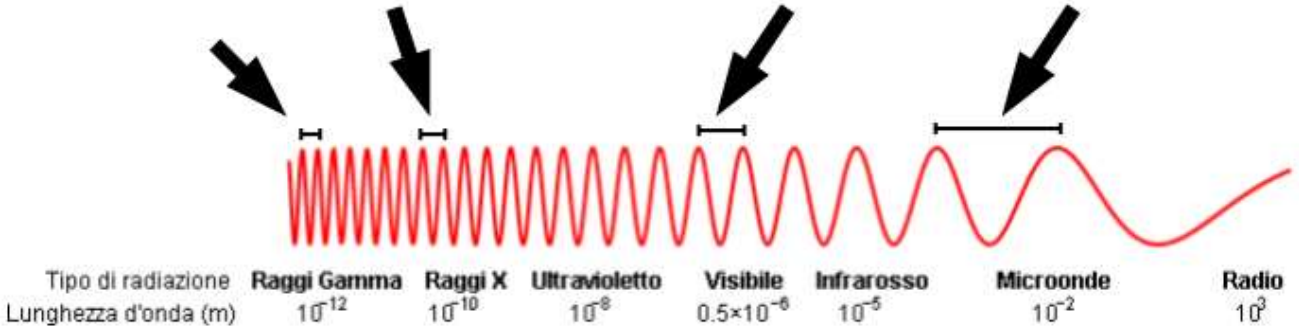
Proprietà della radiazione elettromagnetica

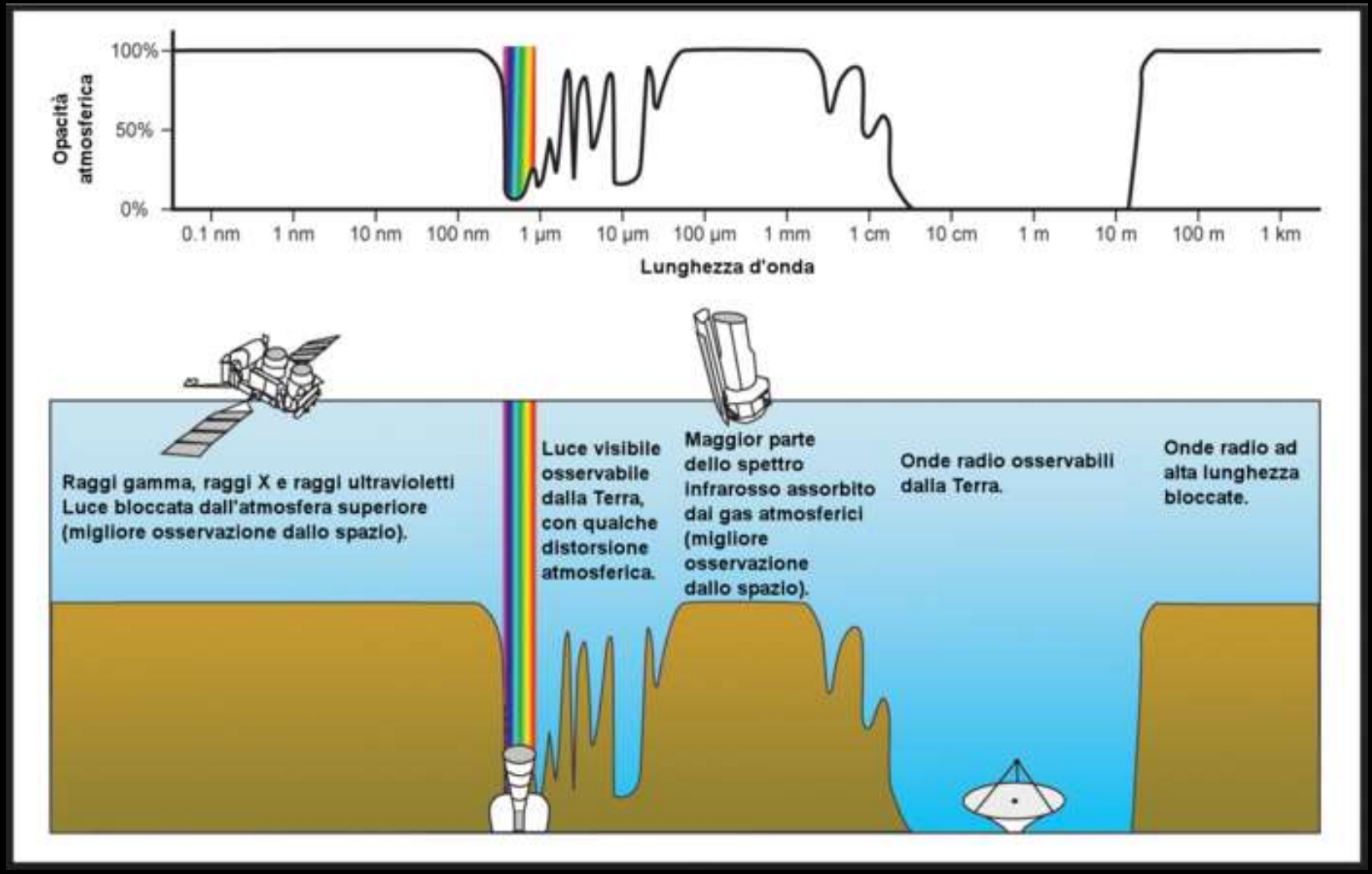
luce

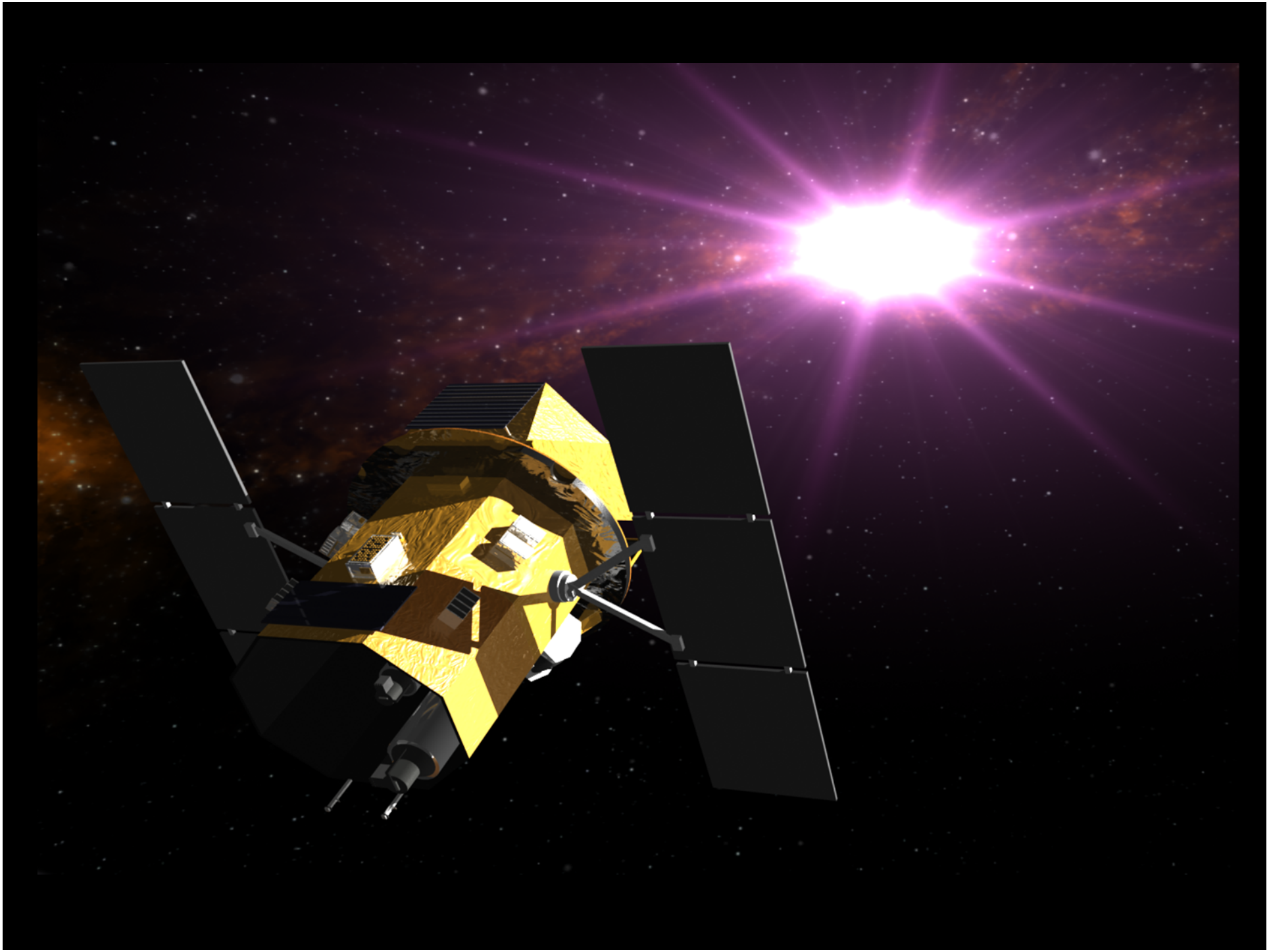




Schema 1
LUNGHEZZA D'ONDA




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.



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

settentrione

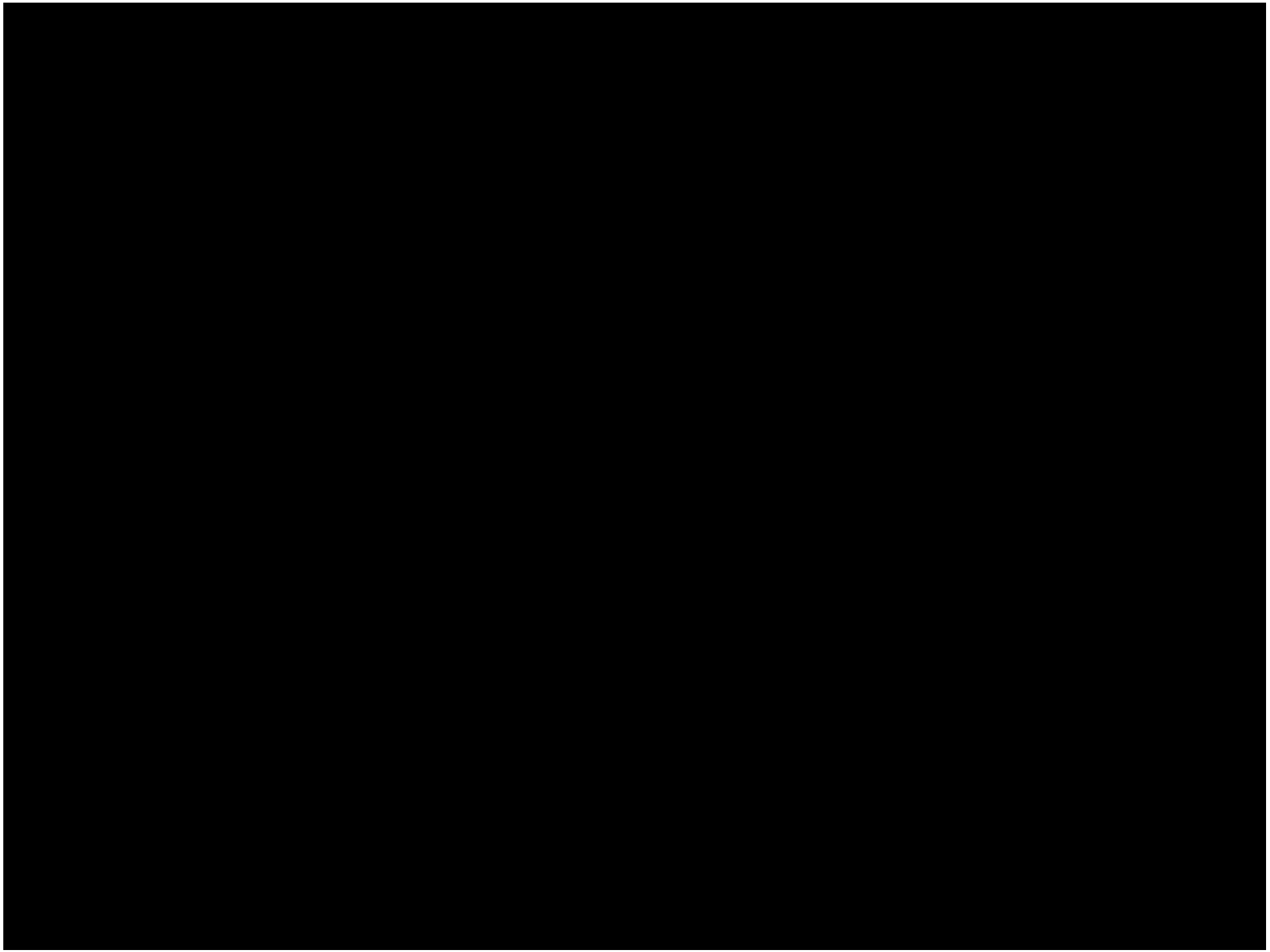
Sirio da 4000 a 2000 a.C

semina, straripamento Nilo, anno nuovo

Pleiadi nel I millennio a.C.

navigazione

levata eliaca inizio anno in Mesopotamia 2500 a.C.



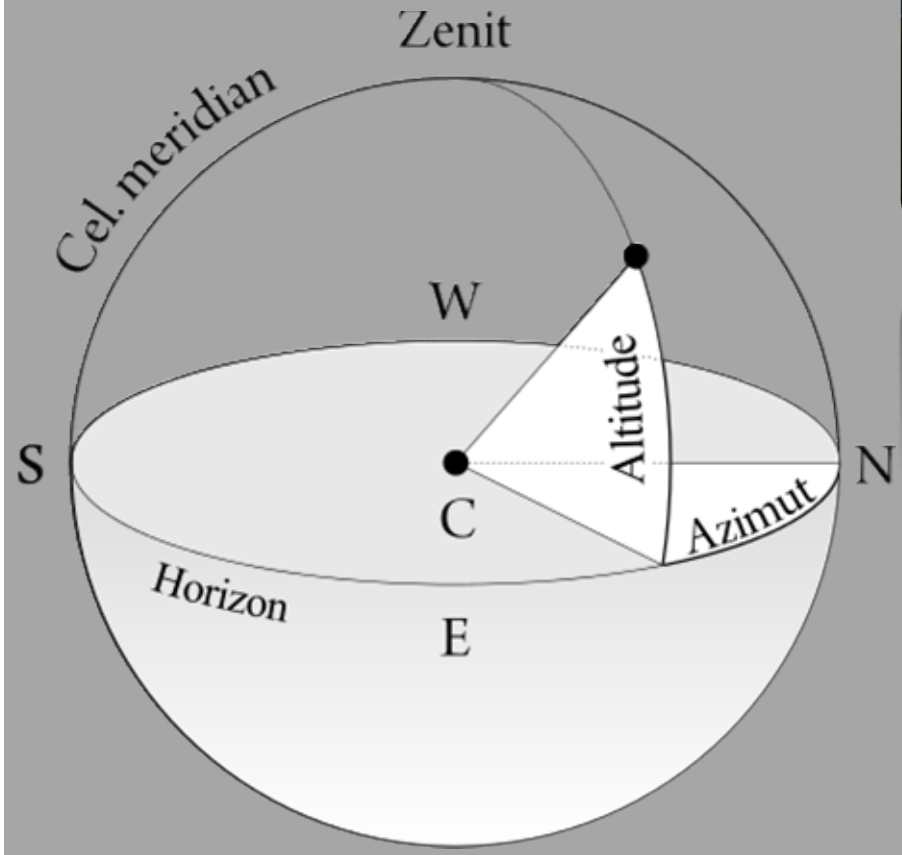
Capella
Betelgeuse
Rigel
Luna
S

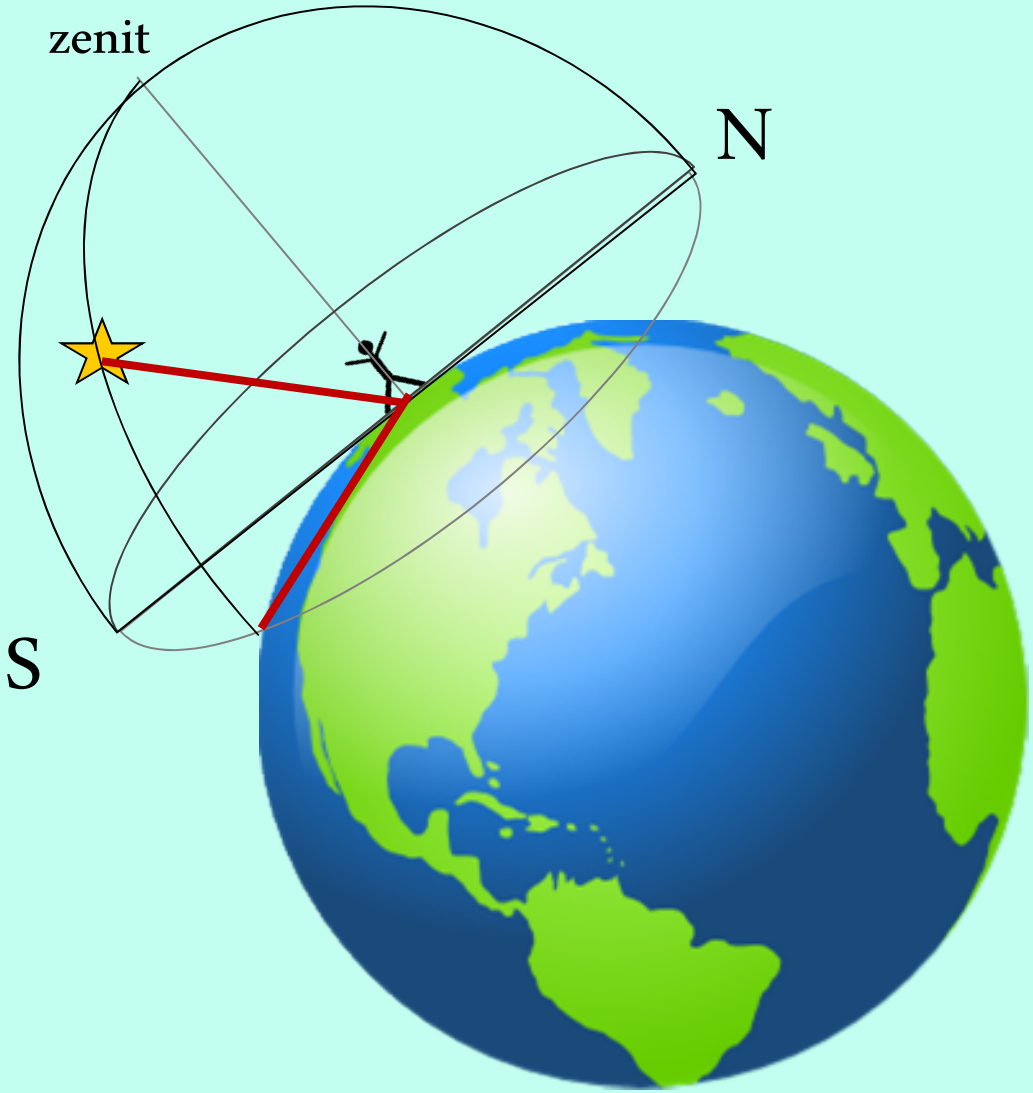
«Ehi! hai visto Orione stasera?»

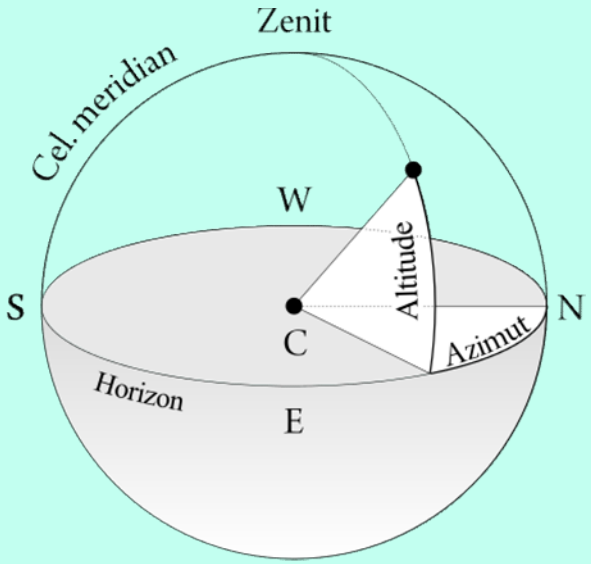
«No! Dove devo guardare?»

Capella
Betelgeuse
Rigel
Luna
S

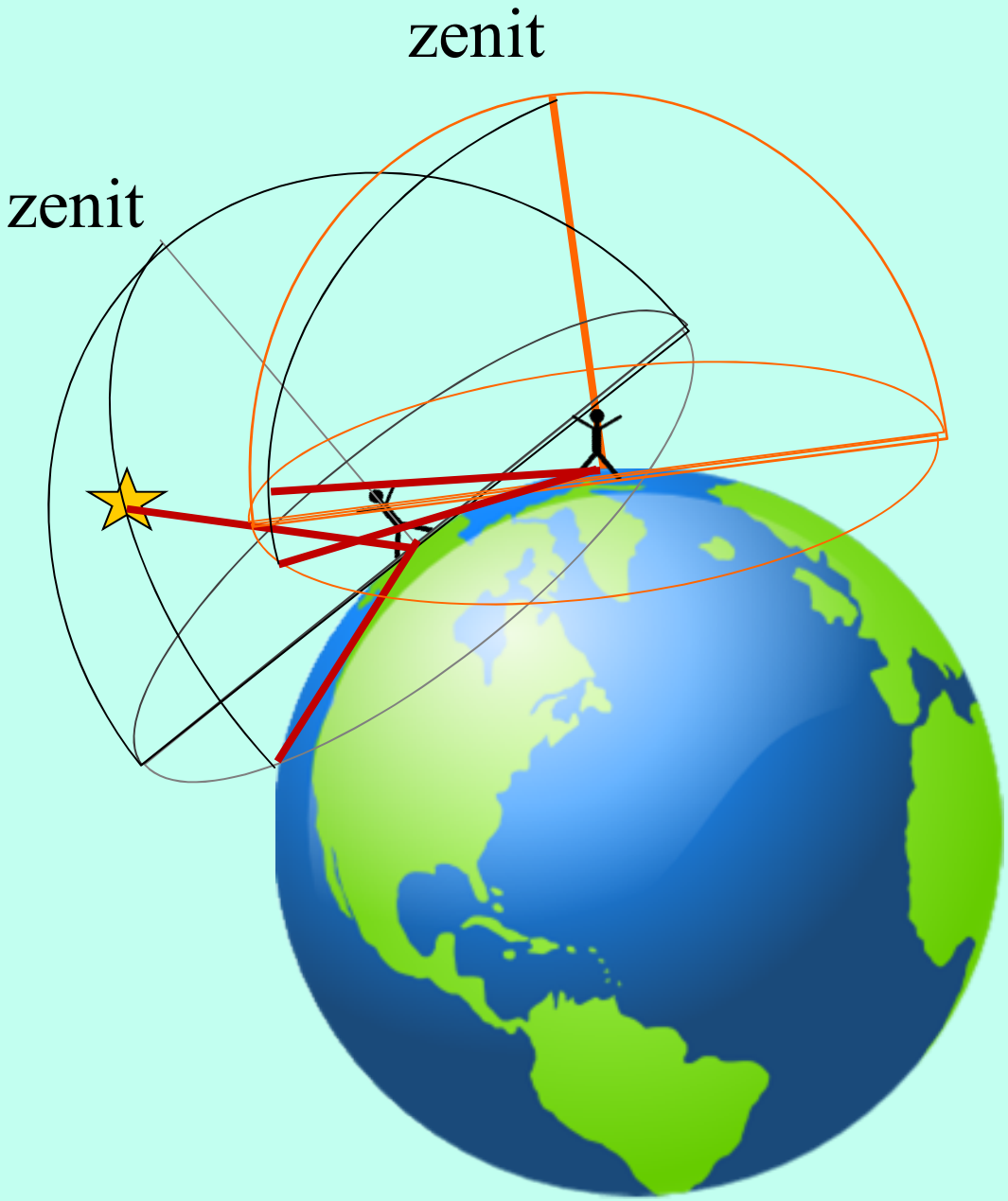
Capella
Betelgeuse
Rigel
Luna
S
Terra, Milano, 130m
FOV 130°
69.4 FPS
2016-11-08 23:02:39


Zenit
Cel. meridian
W
S
N
C
Altitude
Azimut
Horizon
E


zenit
N
S


Zenit
Cel. meridian
W
S
N
C
Altitude
Azimut
Horizon
E

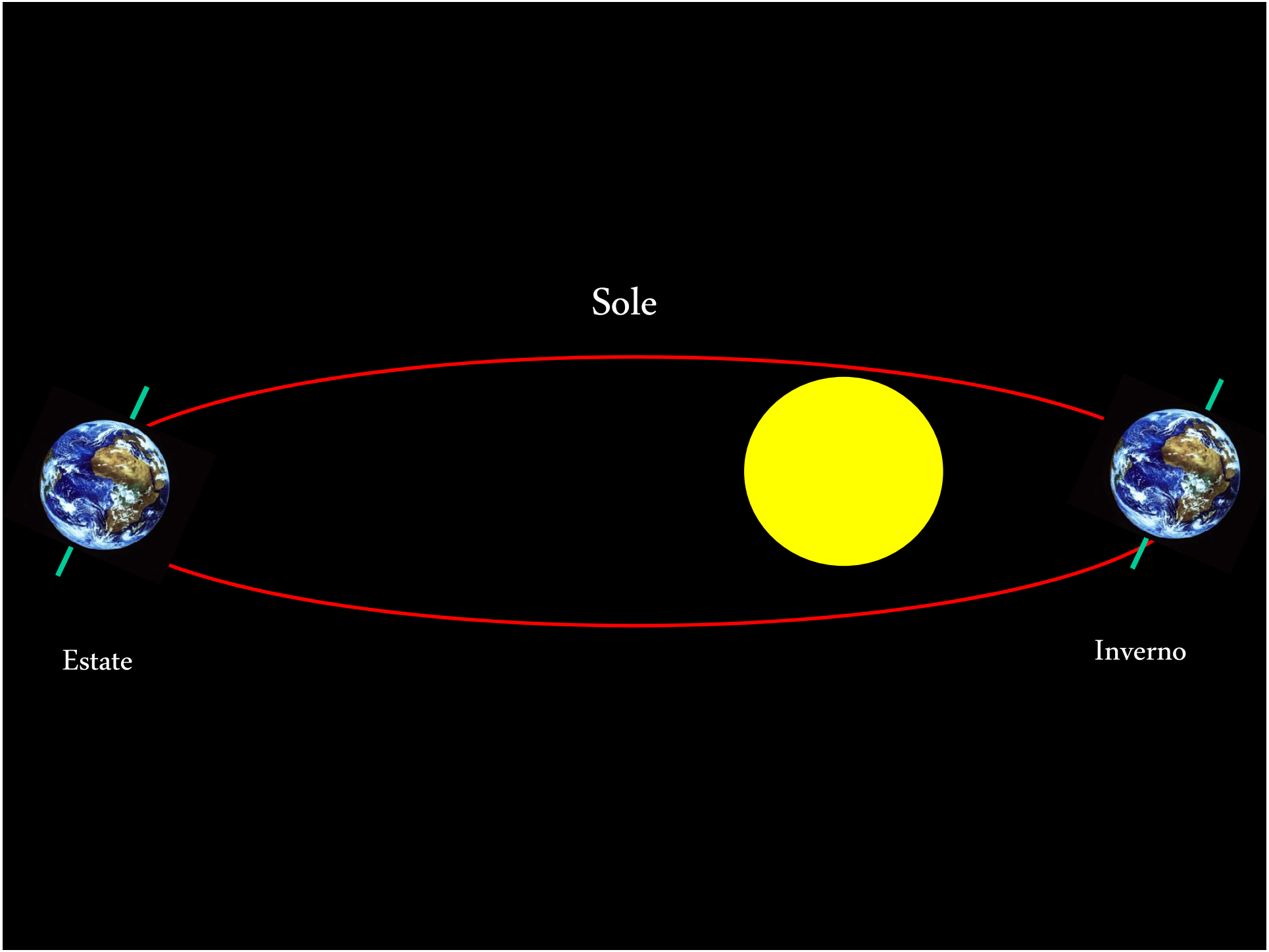
Capella
Betelgeuse
Rigel
Luna
S
N
Terra, Milano, 130m
FOV 130°
69.4 FPS
2016-11-08 23:02:39

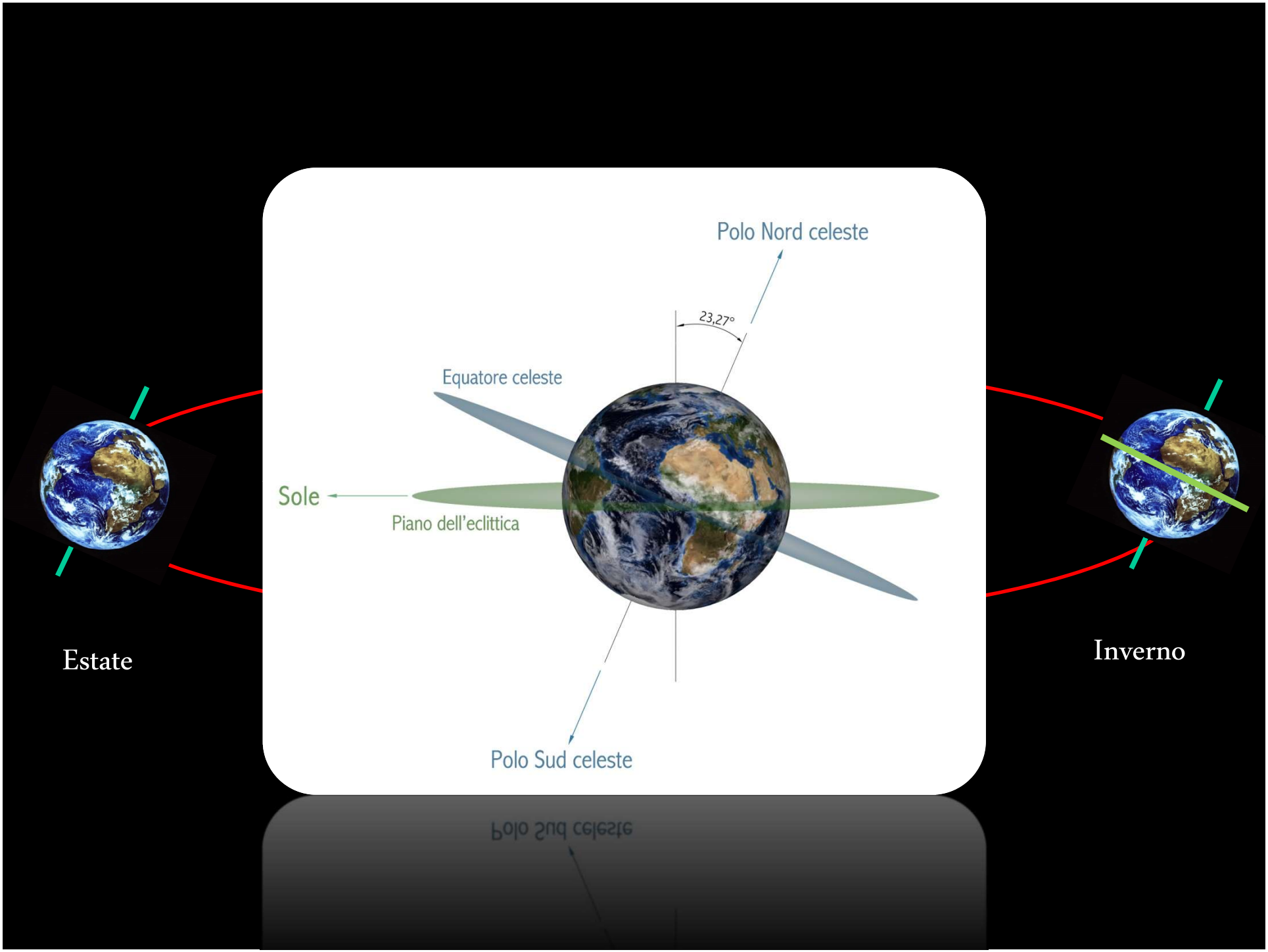

zenit
zenit

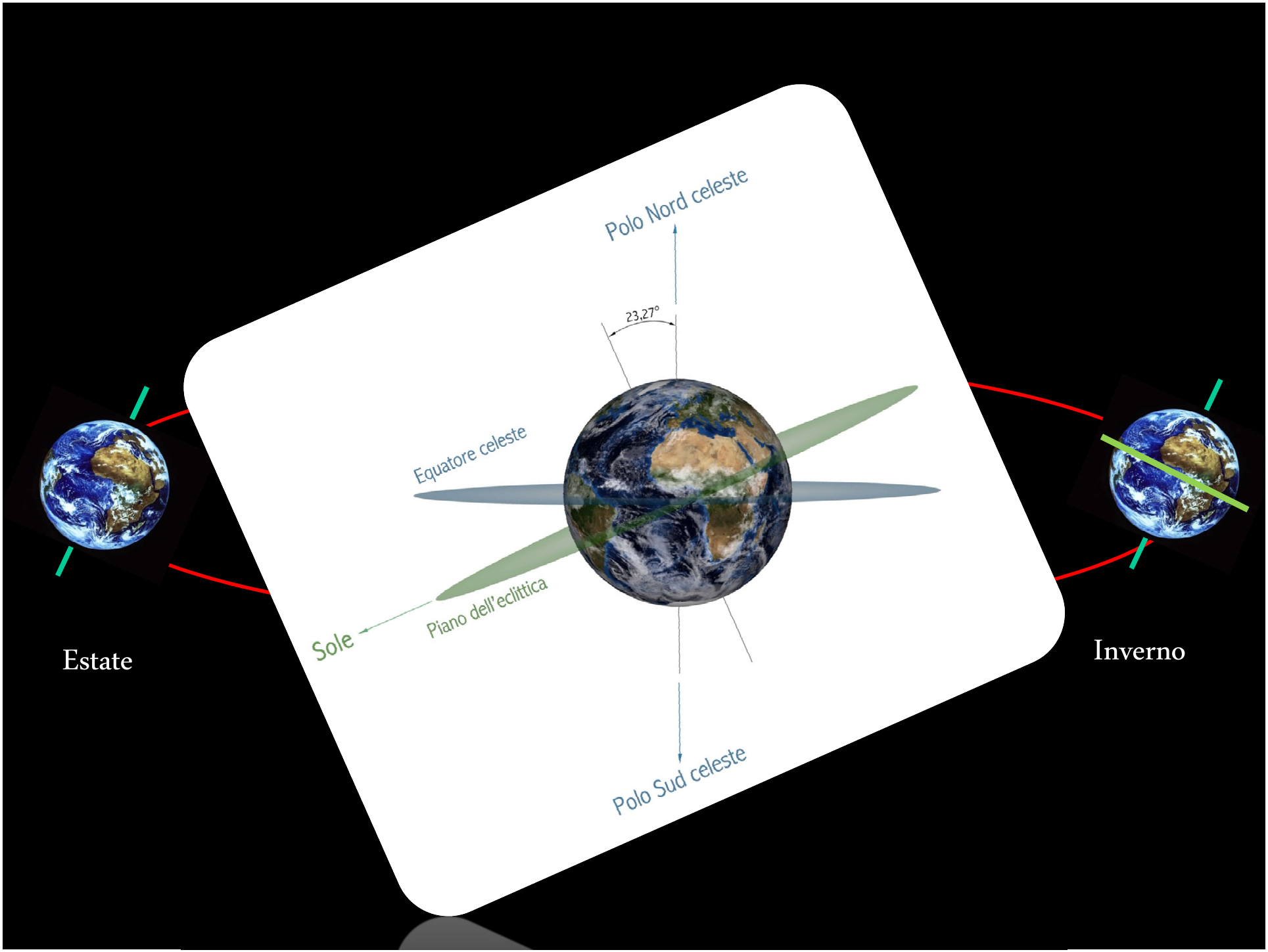
Capella
Betelgeuse
Rigel
Luna
S

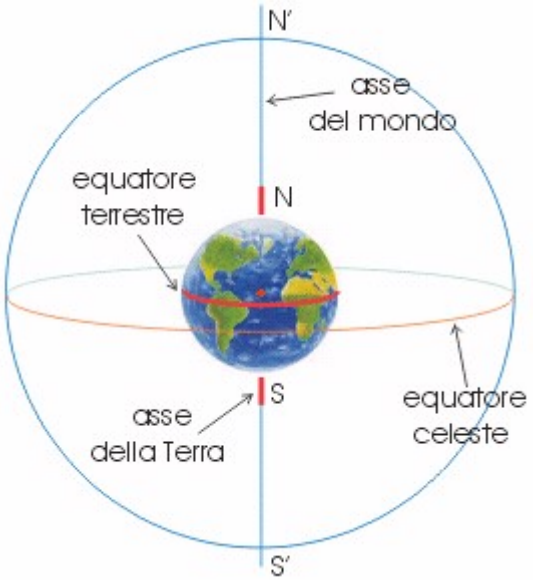
Perseo
Auriga
Andromeda
Triangolo
Gemelli
Ariete
Pegaso
Toro
Pesci
Betelgeuse
Orione
Cane Minore
Procione
Balena
Unicorno
Rigel
Lepre
Sirio
Eridano
Acquario
Cane Maggiore
Fornace
Colomba
Bulino
Scultore
Poppa
Fenice
Orologio
Pesce Aus
Canopus
Pittore
Achernar
Dorado
Reticolo
Idro
S

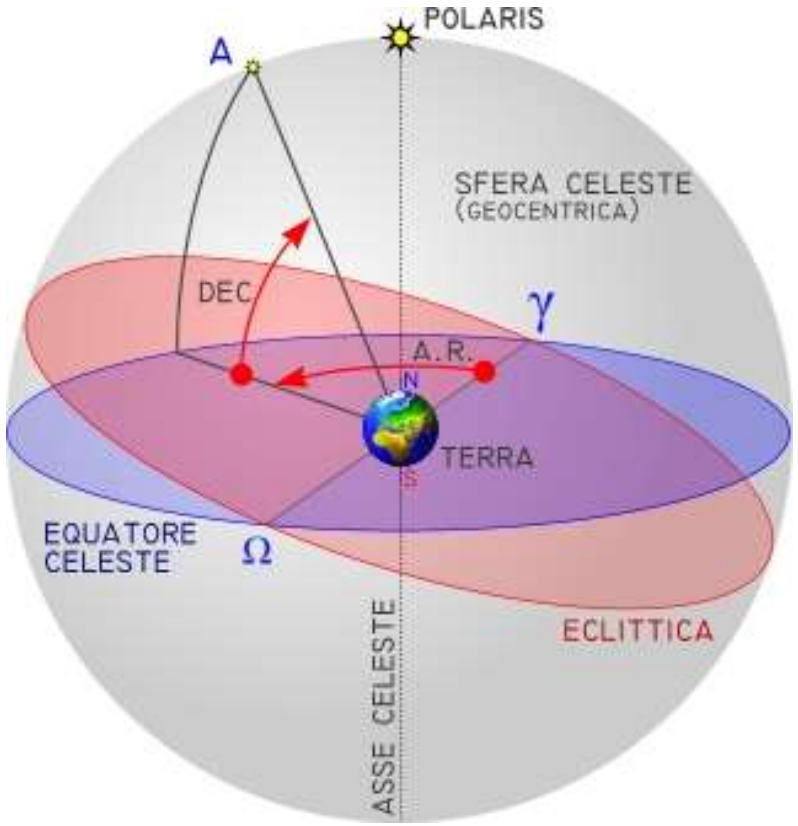
Lince
Lira
Cefeo
Giraffa
Cigno
Volpe
Cassiopea
Lucertola
Capella
Gemelli
Auriga
Perseo
Andromeda
Delfino
Triangolo
Pegaso
Toro
Ariete
Cavallino
Betelgeuse
Orione
Pesci
Rigel
Balena
Acquario
Luna
Lepre
Eridano
S


Sole
Estate
Inverno


Polo Nord celeste
23,27°
Equatore celeste
Sole
Piano dell'eclittica
Polo Sud celeste
Estate
Inverno

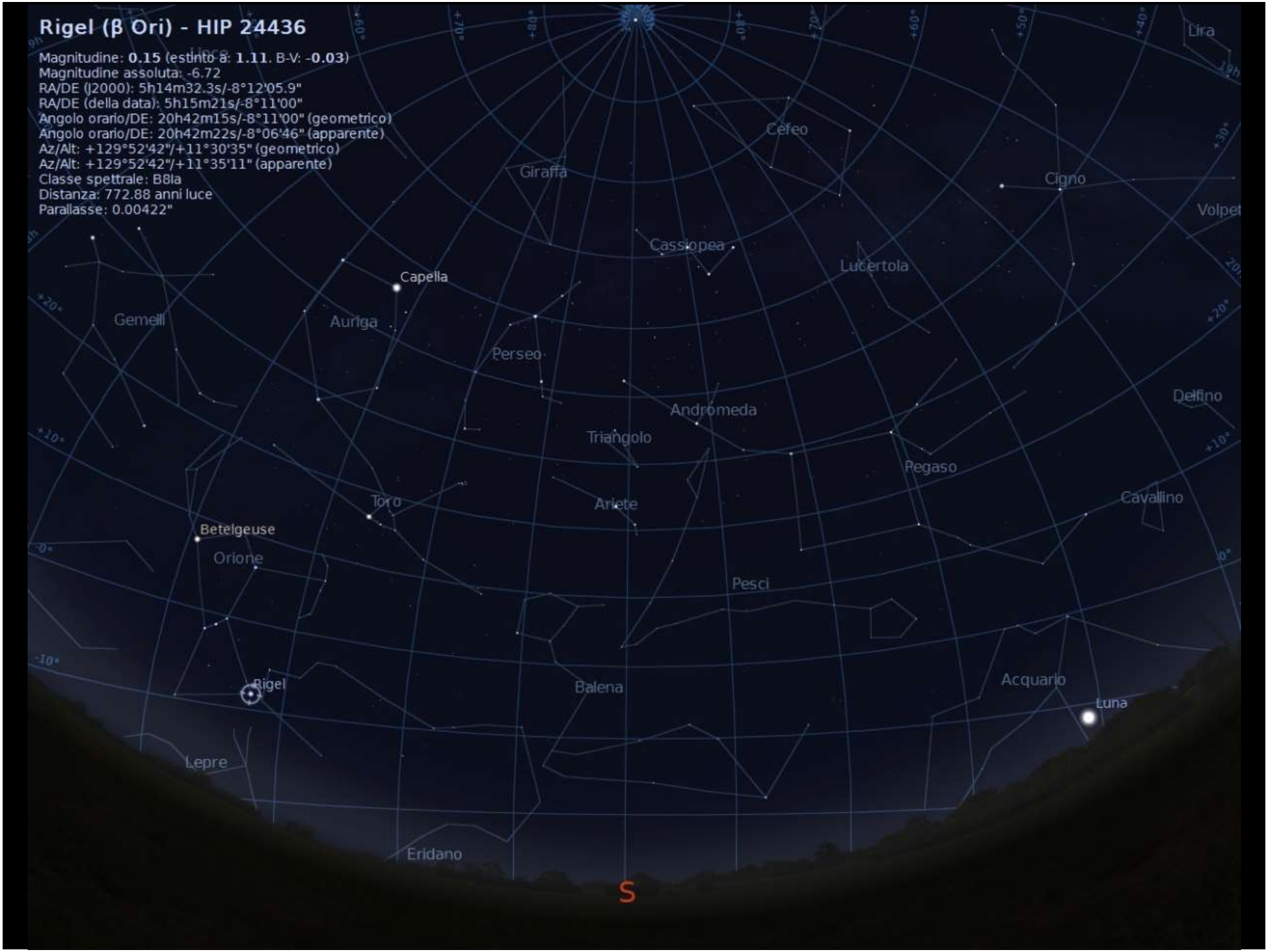

Polo Nord celeste
23,27°
Equatore celeste
Sole
Piano dell'eclittica
Polo Sud celeste
Estate
Inverno


N'
asse
del mondo
equatore
terrestre
N
S
asse
della Terra
equatore
celeste
S'


POLARIS
A
SFERA CELESTE
(GEOCENTRICA)
DEC
γ
A.R.
N
TERRA
S
EQUATORE
CELESTE
Ω
ECLITTICA
ASSE CELESTE

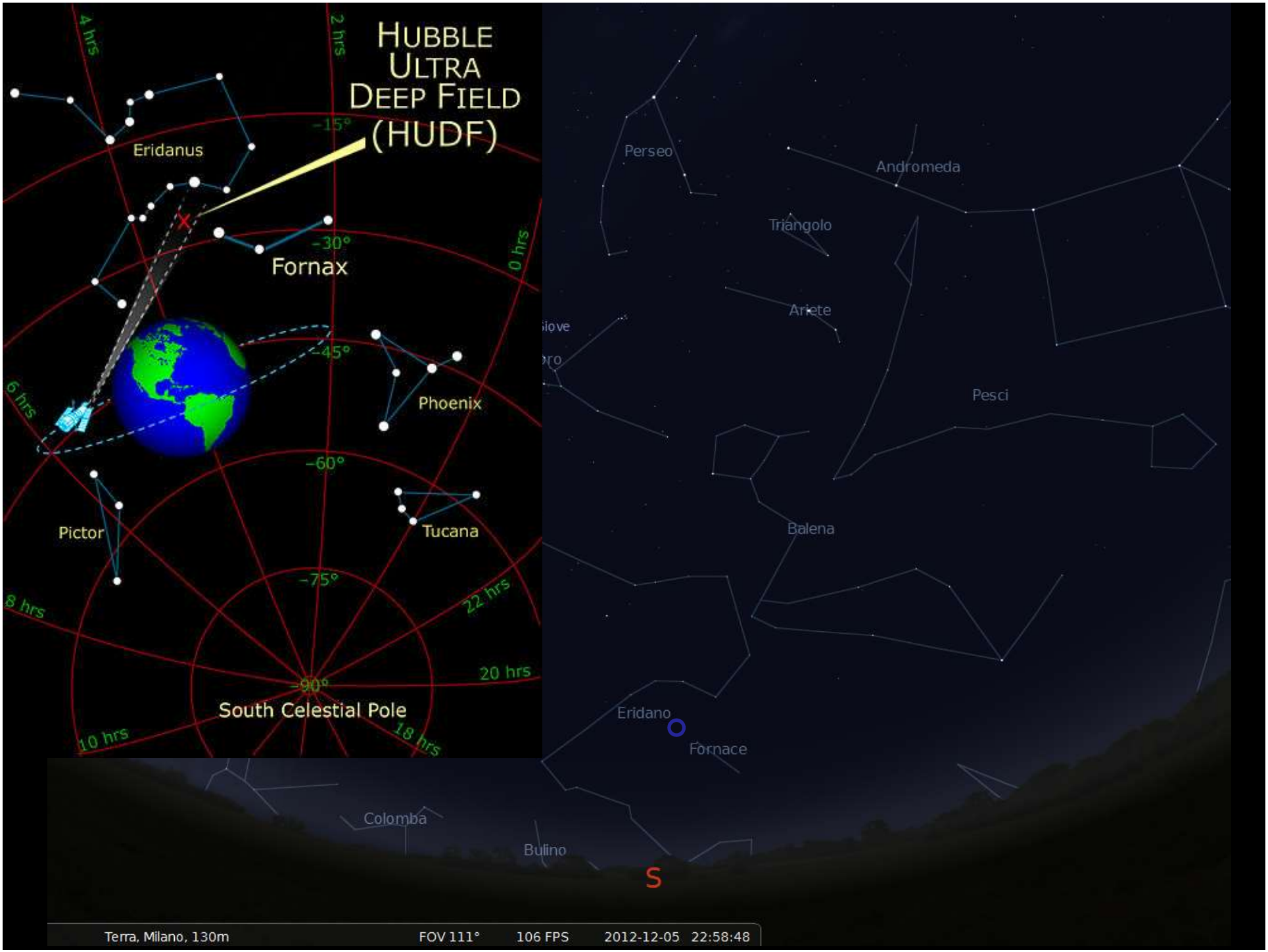
Rigel (β Ori) - HIP 24436
Magnitudine: 0.15 (estinto a: 0.72. B-V: -0.03)
Magnitudine assoluta: -6.72
RA/DE (J2000): 5h14m32.3s/-8°12'05.9"
RA/DE (della data): 5h15m21s/-8°11'00"
Angolo orario/DE: 20h38m12s/-8°11'00" (geometrico)
Angolo orario/DE: 20h38m18s/-8°08'57" (apparente)
Az/Alt: +125°44'22"/+19°54'14" (geometrico)
Az/Alt: +125°44'22"/+19°56'45" (apparente)
Classe spettrale: B8Ia
Distanza: 772.88 anni luce
Parallasse: 0.00422"
Capella
Betelgeuse
Rigel
Luna
S

Rigel (β Ori) - HIP 24436
Magnitudine: 0.15 (estinto a: 0.39, B-V: -0.03)
Magnitudine assoluta: -6.72
RA/DE (J2000): 5h14m32.3s/-8°12'05.9"
RA/DE (della data): 5h15m21s/-8°11'00"
Angolo orario/DE: 22h09m20s/-8°11'00" (geometrico)
Angolo orario/DE: 22h09m20s/-8°10'48" (apparente)
Az/Alt: +129°01'37"/+53°43'31" (geometrico)
Az/Alt: +129°01'37"/+53°43'49" (apparente)
Classe spettrale: B8Ia
Distanza: 772.88 anni luce
Parallasse: 0.00422"
Auriga
Perseo
Andromeda
Triangolo
Ariete
Toro
Pegaso
Betelgeuse
Orione
Cane Minore
Procione
Pesci
Unicorno
Balena
Rigel
Lepre
Sirio
Eridano
Acquario
Cane Maggiore
Fornace
Colomba
Bulino
Scultore
Poppa
Fenice
Orologio
Canopus
Pittore
Achernar
Dorado
Reticolo
Idro
S


Rigel (β Ori) - HIP 24436
Magnitudine: 0.15 (estinto a: 1.11. B-V: -0.03)
Magnitudine assoluta: -6.72
RA/DE (J2000): 5h14m32.3s/-8°12'05.9"
RA/DE (della data): 5h15m21s/-8°11'00"
Angolo orario/DE: 20h42m15s/-8°11'00" (geometrico)
Angolo orario/DE: 20h42m22s/-8°06'46" (apparente)
Az/Alt: +129°52'42"/+11°30'35" (geometrico)
Az/Alt: +129°52'42"/+11°35'11" (apparente)
Classe spettrale: B8Ia
Distanza: 772.88 anni luce
Parallasse: 0.00422"
Lira
Cefeo
Giraffa
Cigno
Volpet
Cassiopea
Lucertola
Capella
Gemelli
Auriga
Perseo
Andromeda
Delfino
Triangolo
Pegaso
Toro
Ariete
Cavallino
Betelgeuse
Orione
Pesci
Rigel
Balena
Acquario
Luna
Lepre
Eridano
S

ESA

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


HUBBLE ULTRA DEEP FIELD (HUDF)
4 hrs
2 hrs
0 hrs
6 hrs
8 hrs
22 hrs
20 hrs
10 hrs
18 hrs
-15°
-30°
-45°
-60°
-75°
-90°
Eridanus
Fornax
Phoenix
Pictor
Tucana
South Celestial Pole
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:

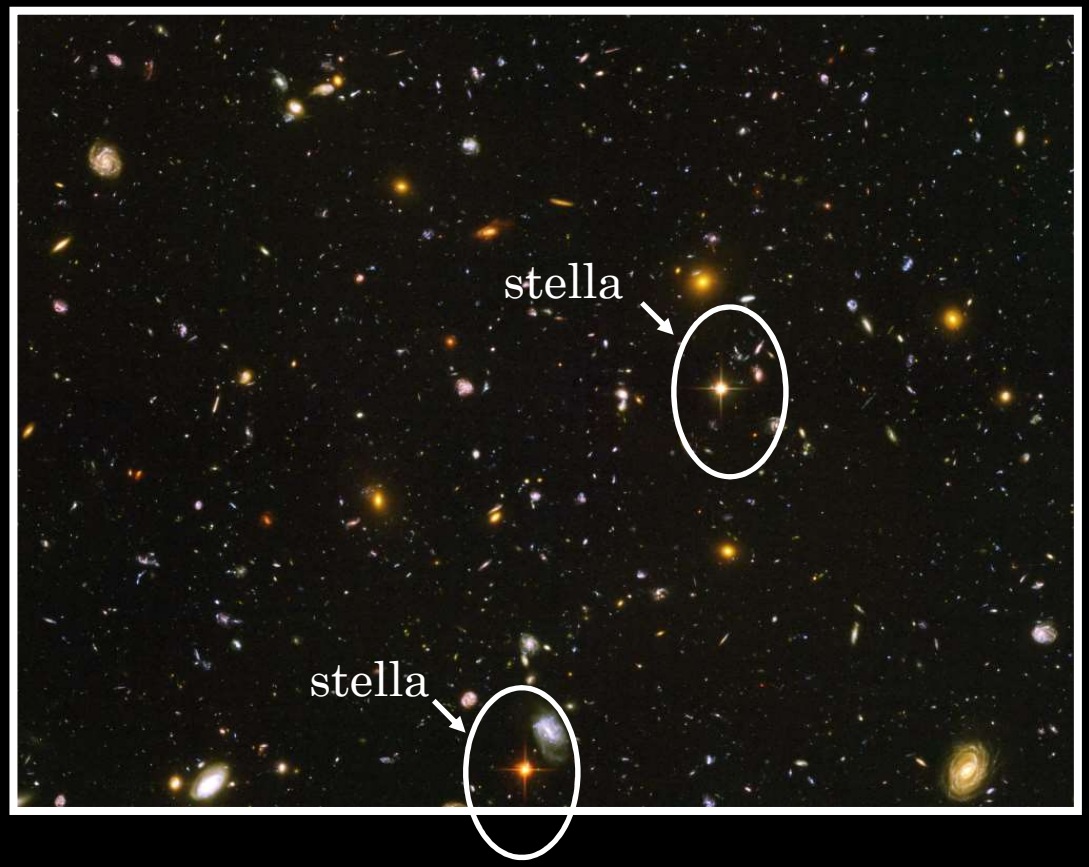
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

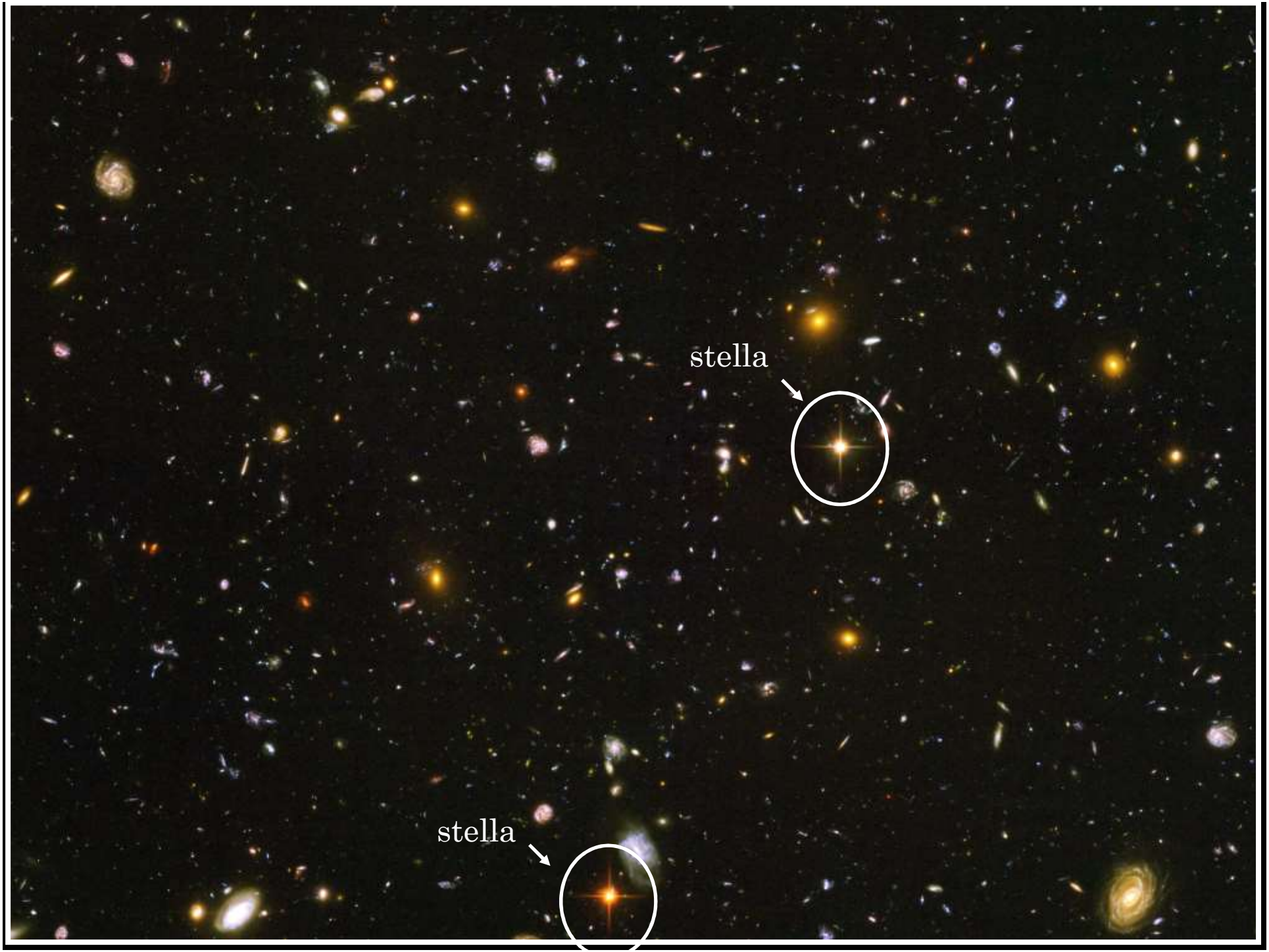
Hubble Ultra Deep Field:

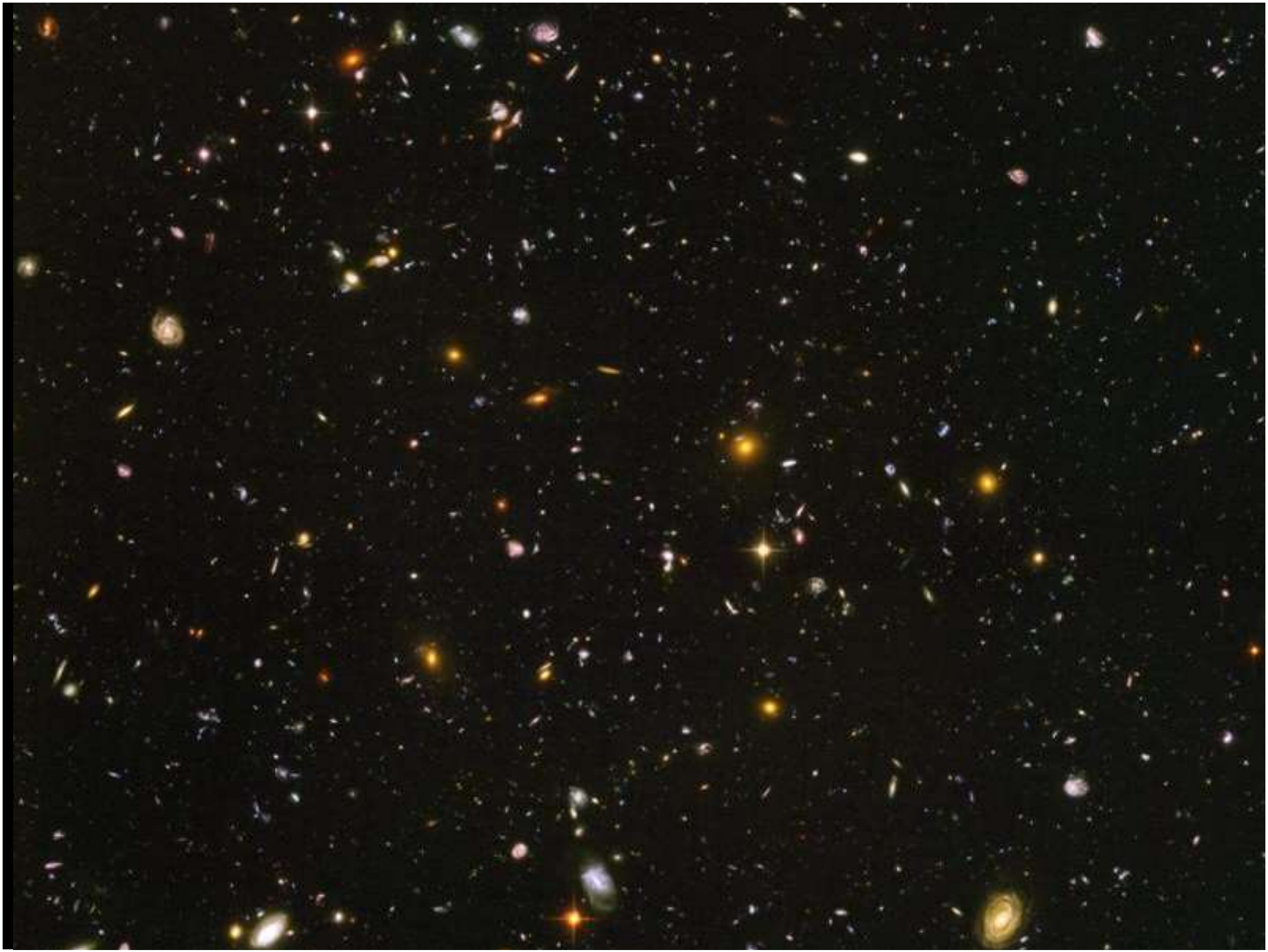
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena

Ogni singolo punto luminoso in questo angolo di cielo

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

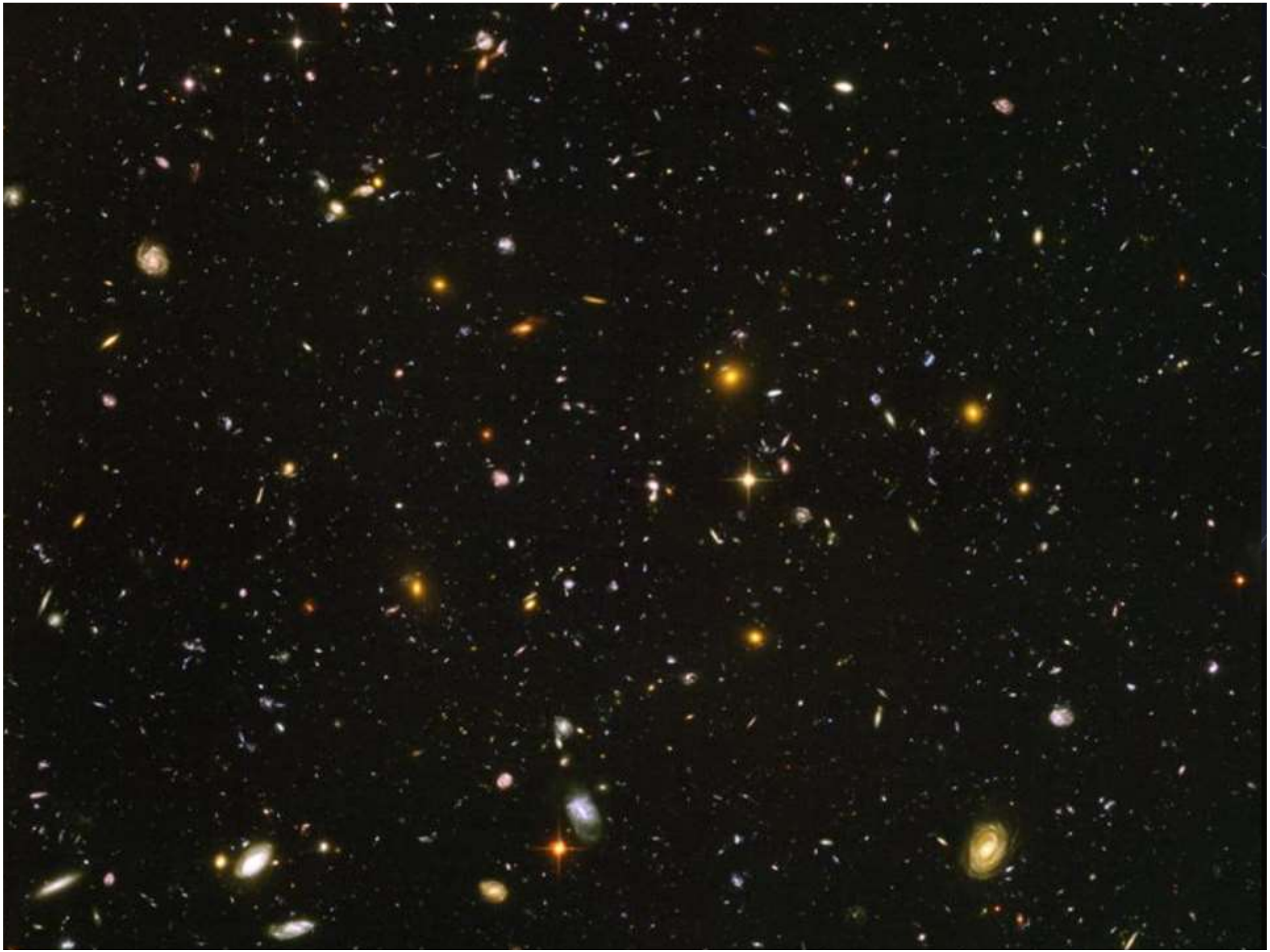


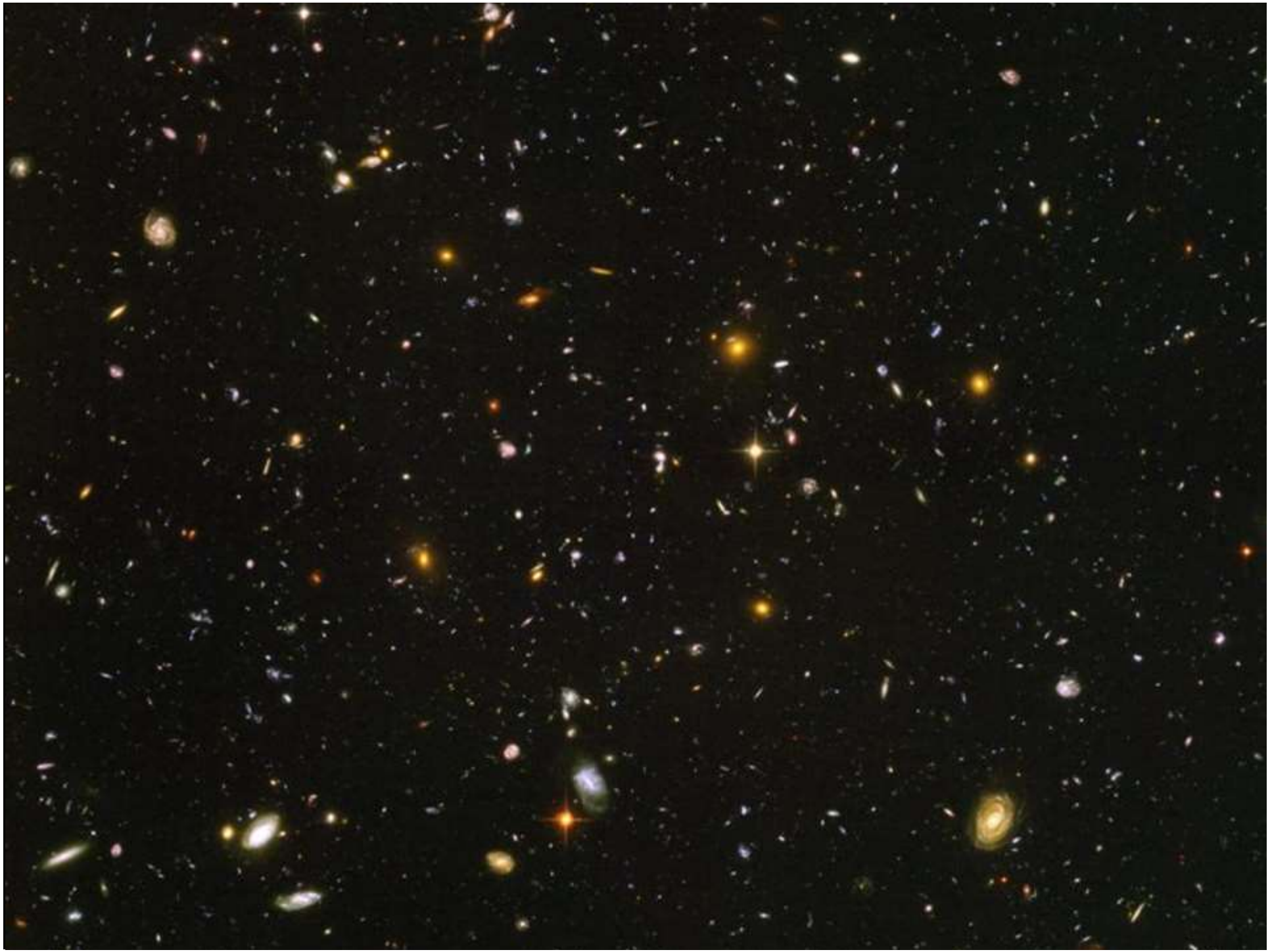

stella
stella



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

Blaise Pascal



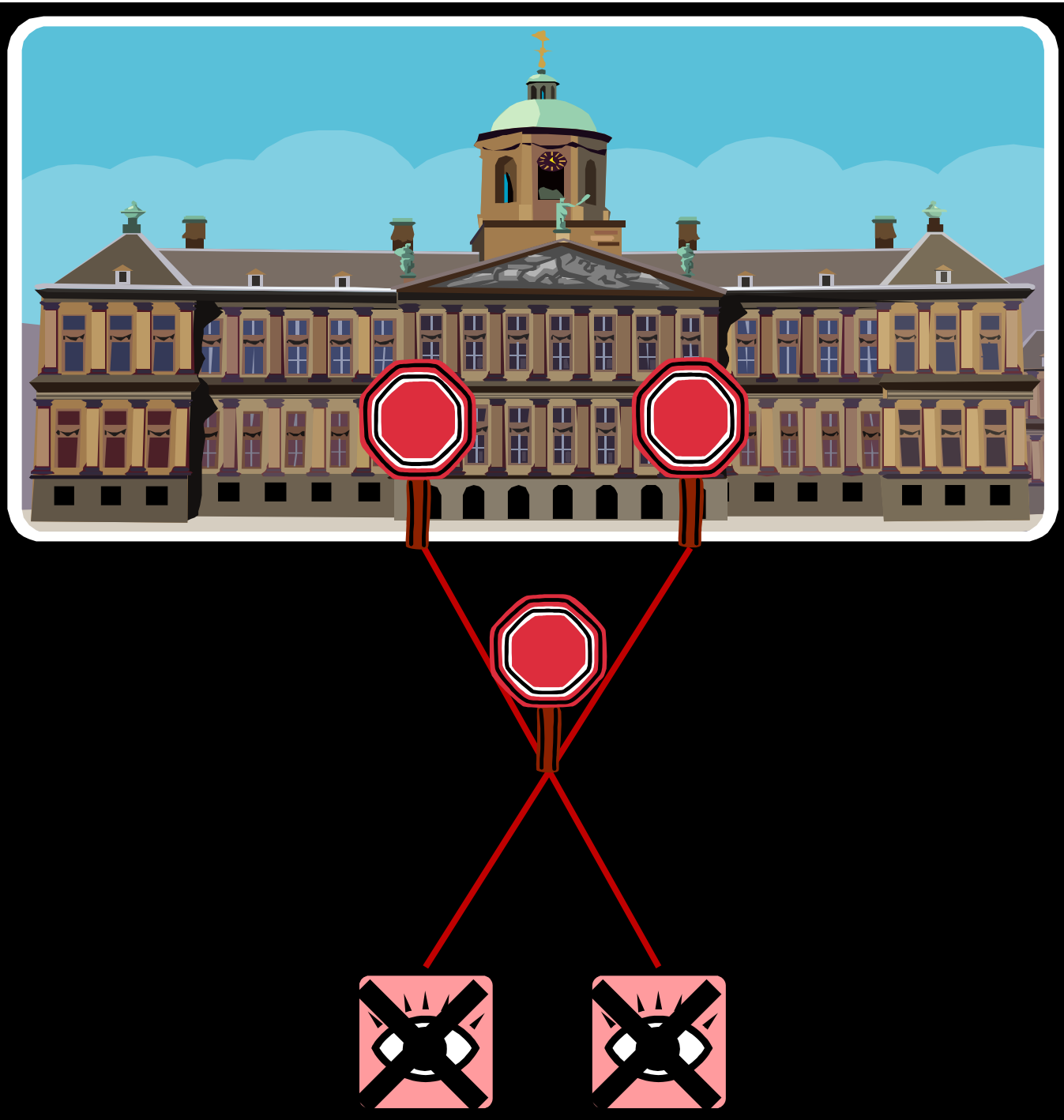


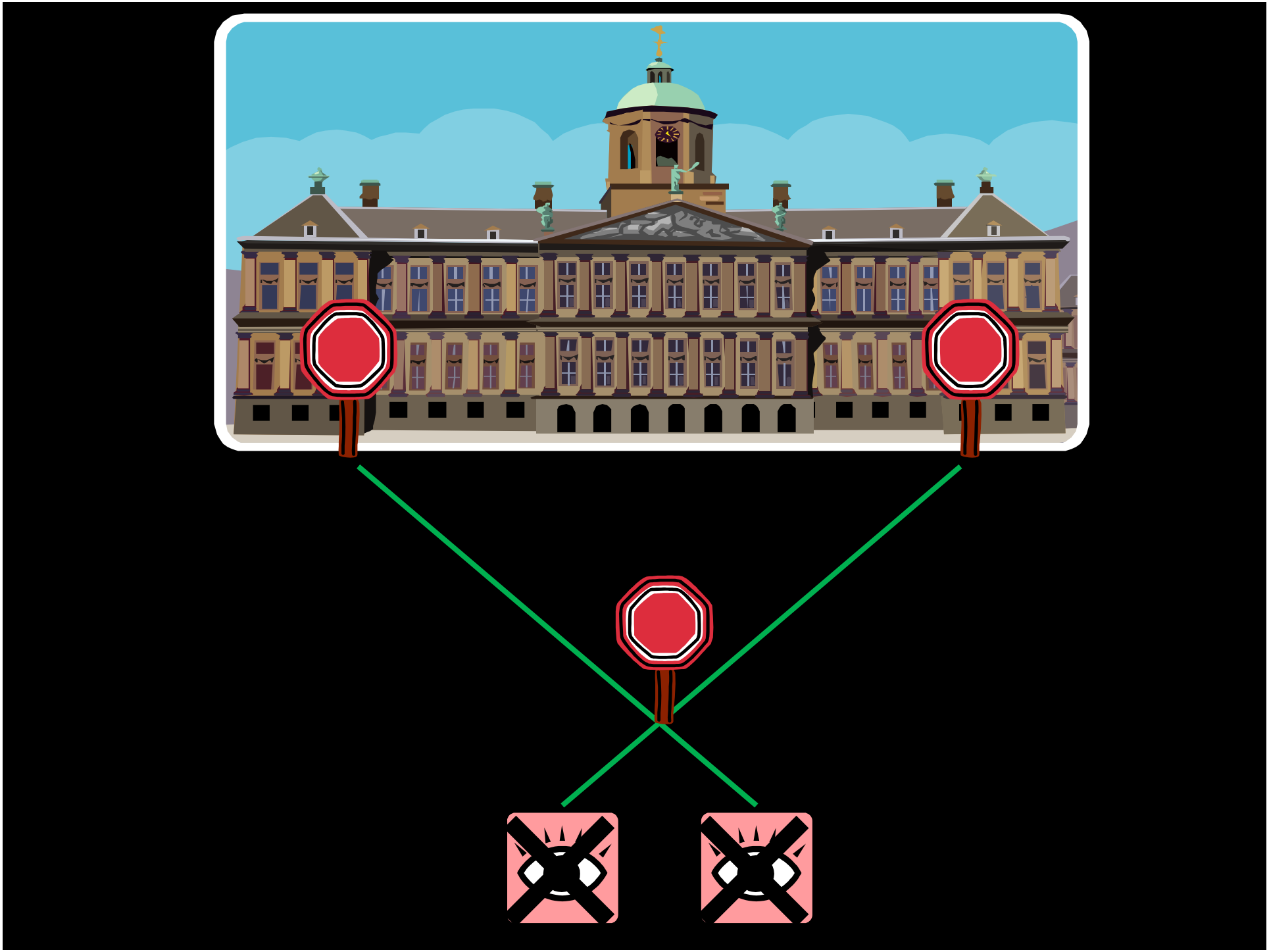
Se devo dire *dove* sono

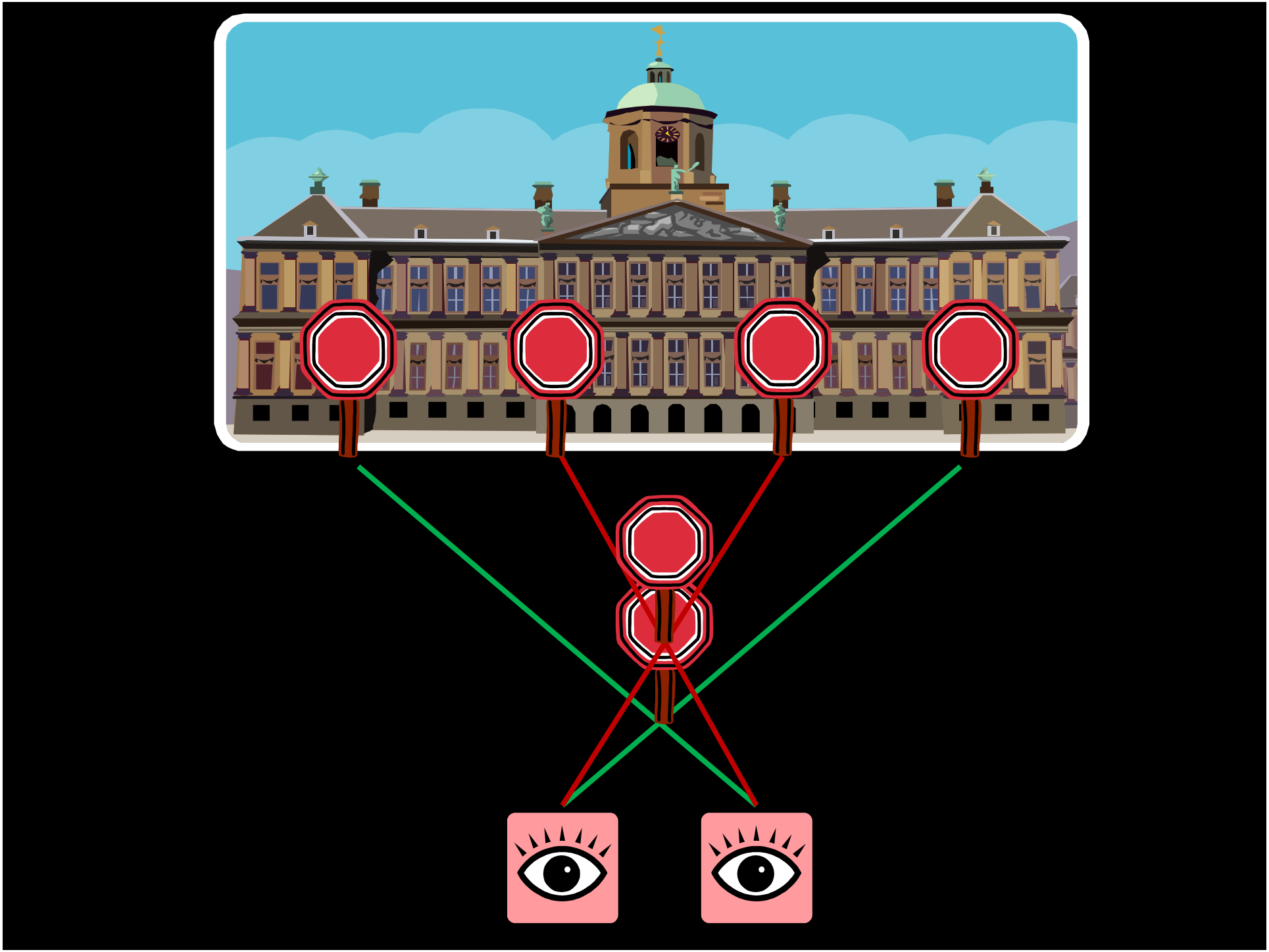
(in termini di coodinate celesti)

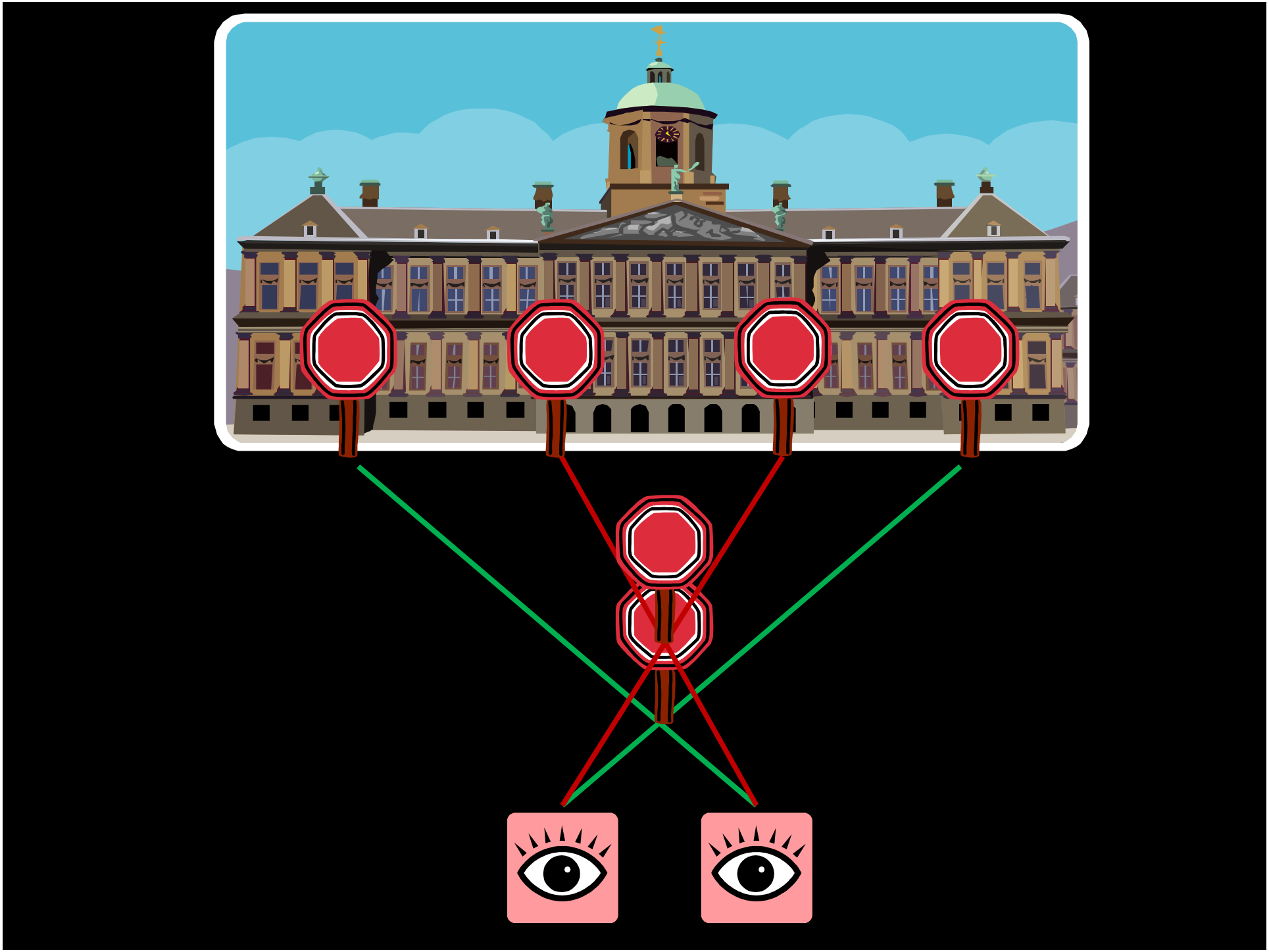
non mi importa molto della distanza

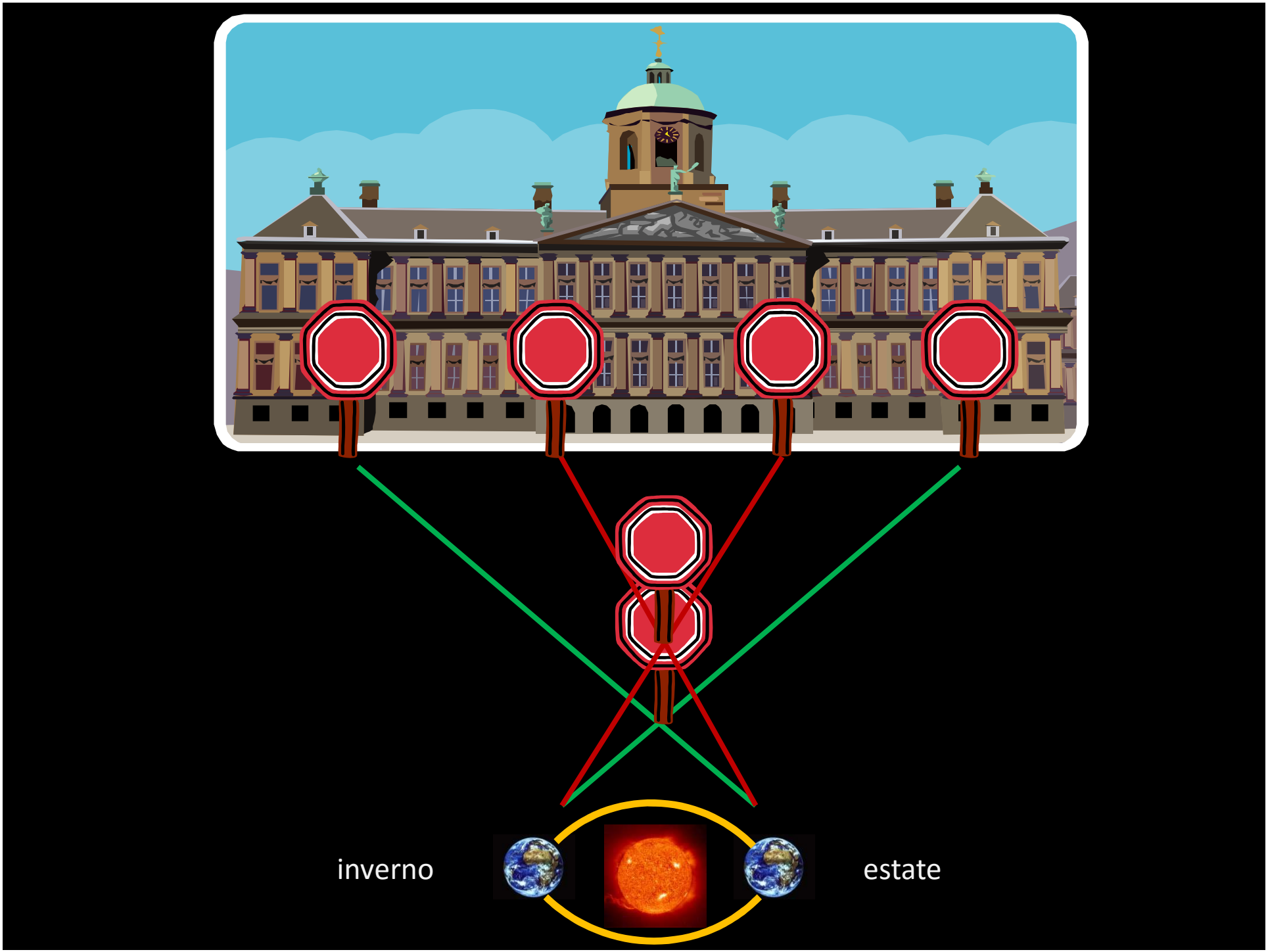
ma se devo dire come sono sì…

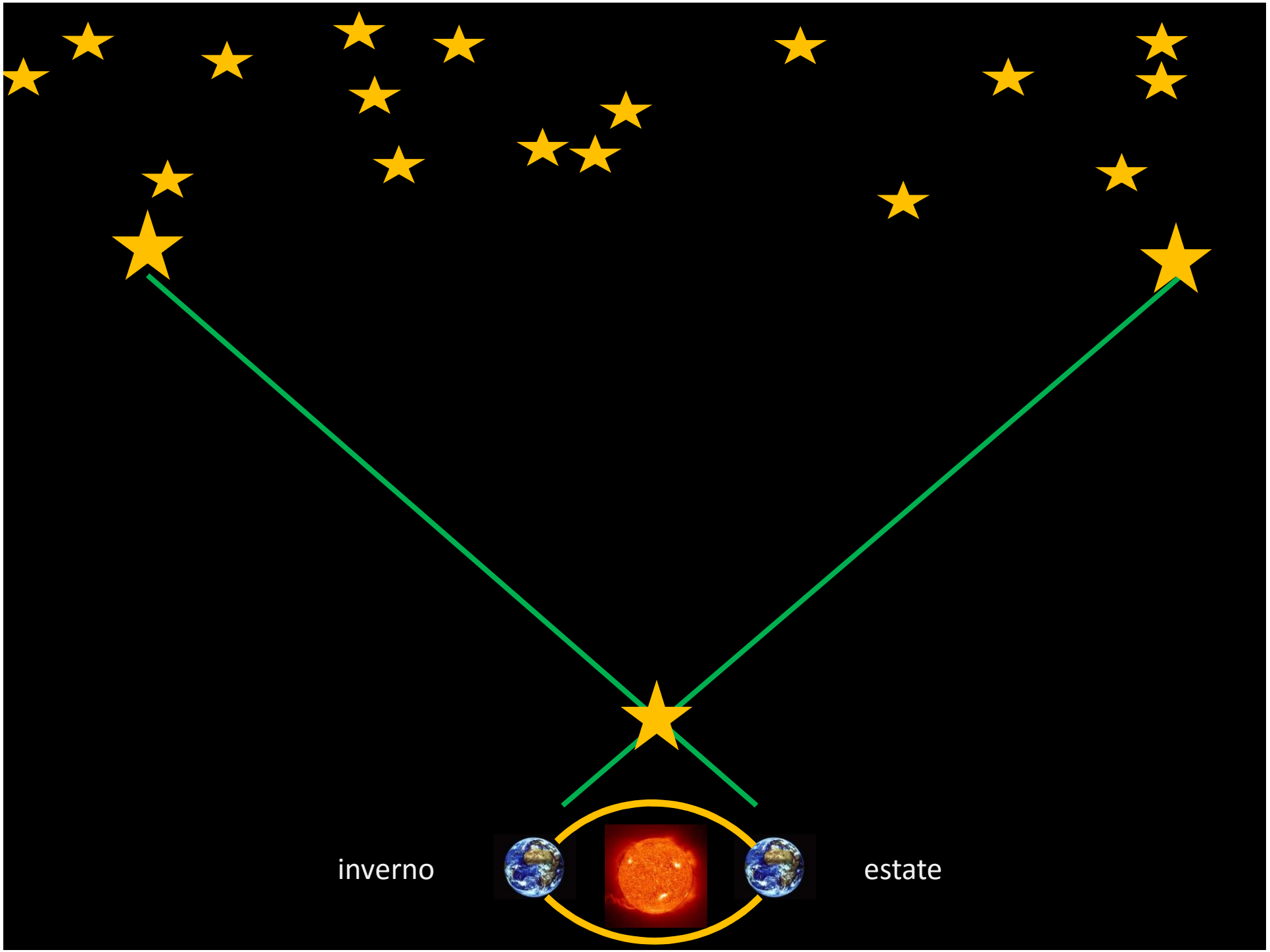


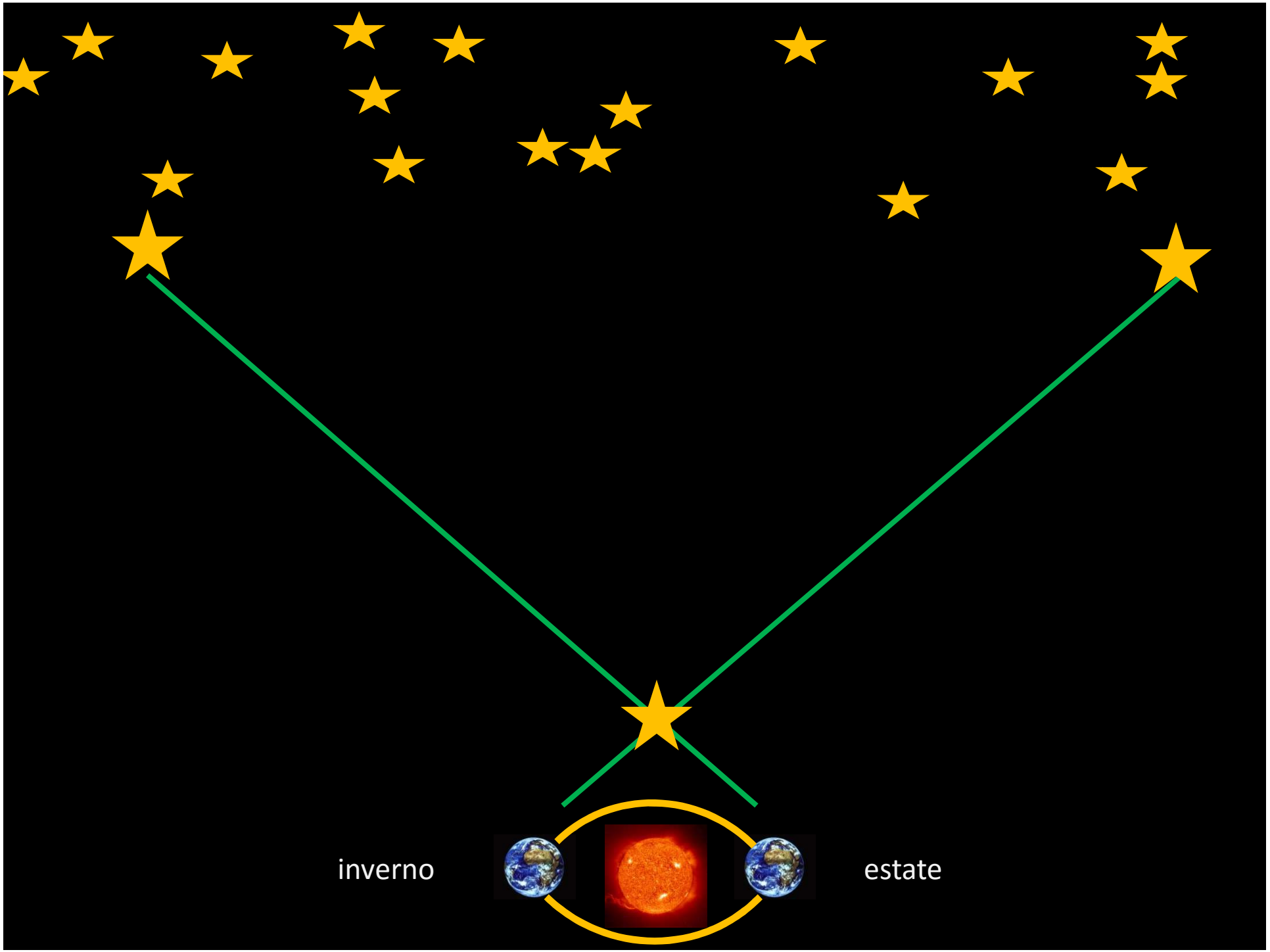


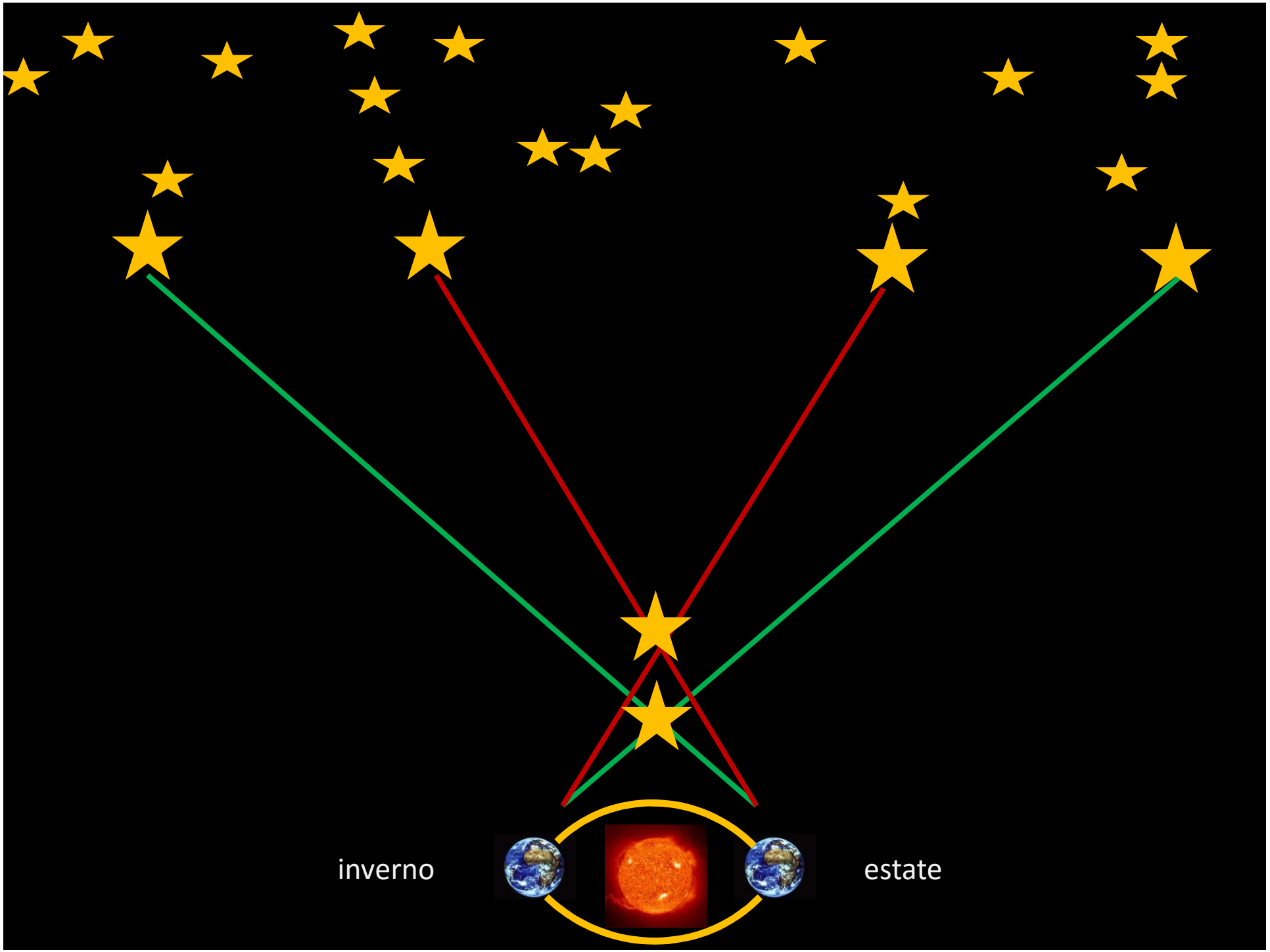


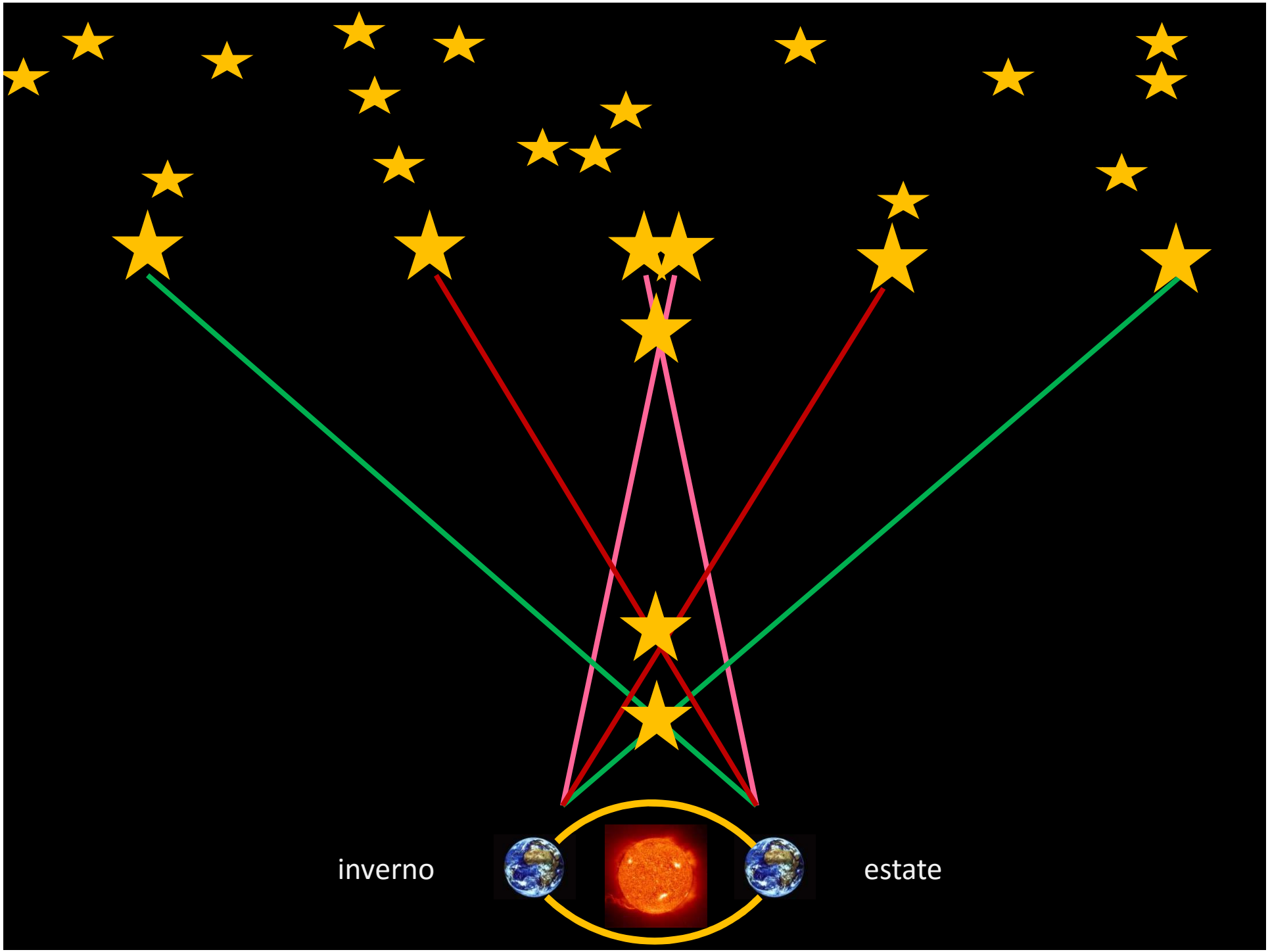


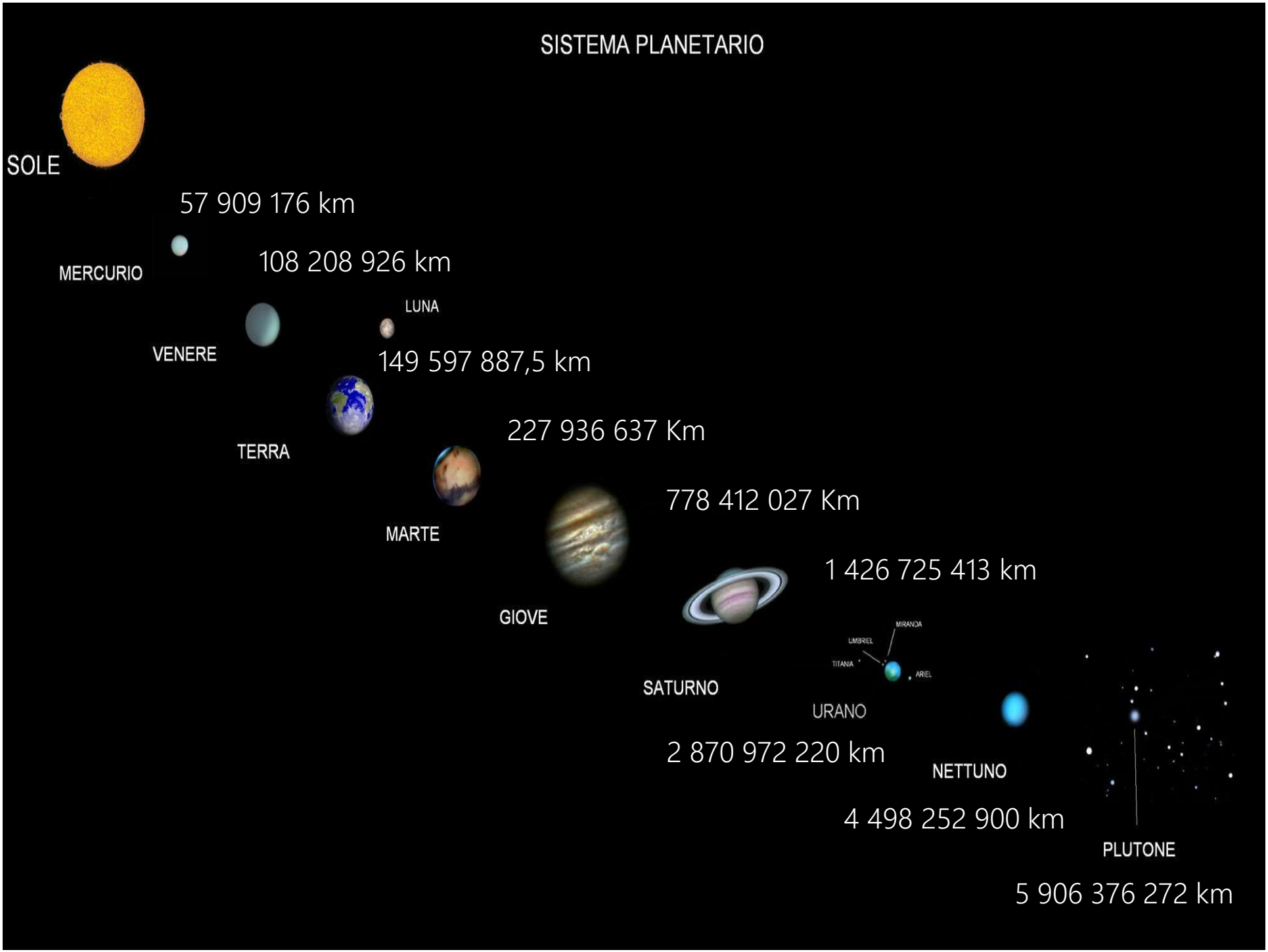

inverno
estate


inverno
estate


inverno
estate


inverno
estate


inverno
estate


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
MIRANDA
UMBRIEL
TITANIA
ARIEL
SATURNO
URANO
2 870 972 220 km
NETTUNO
4 498 252 900 km
PLUTONE
5 906 376 272 km

Anno luce:

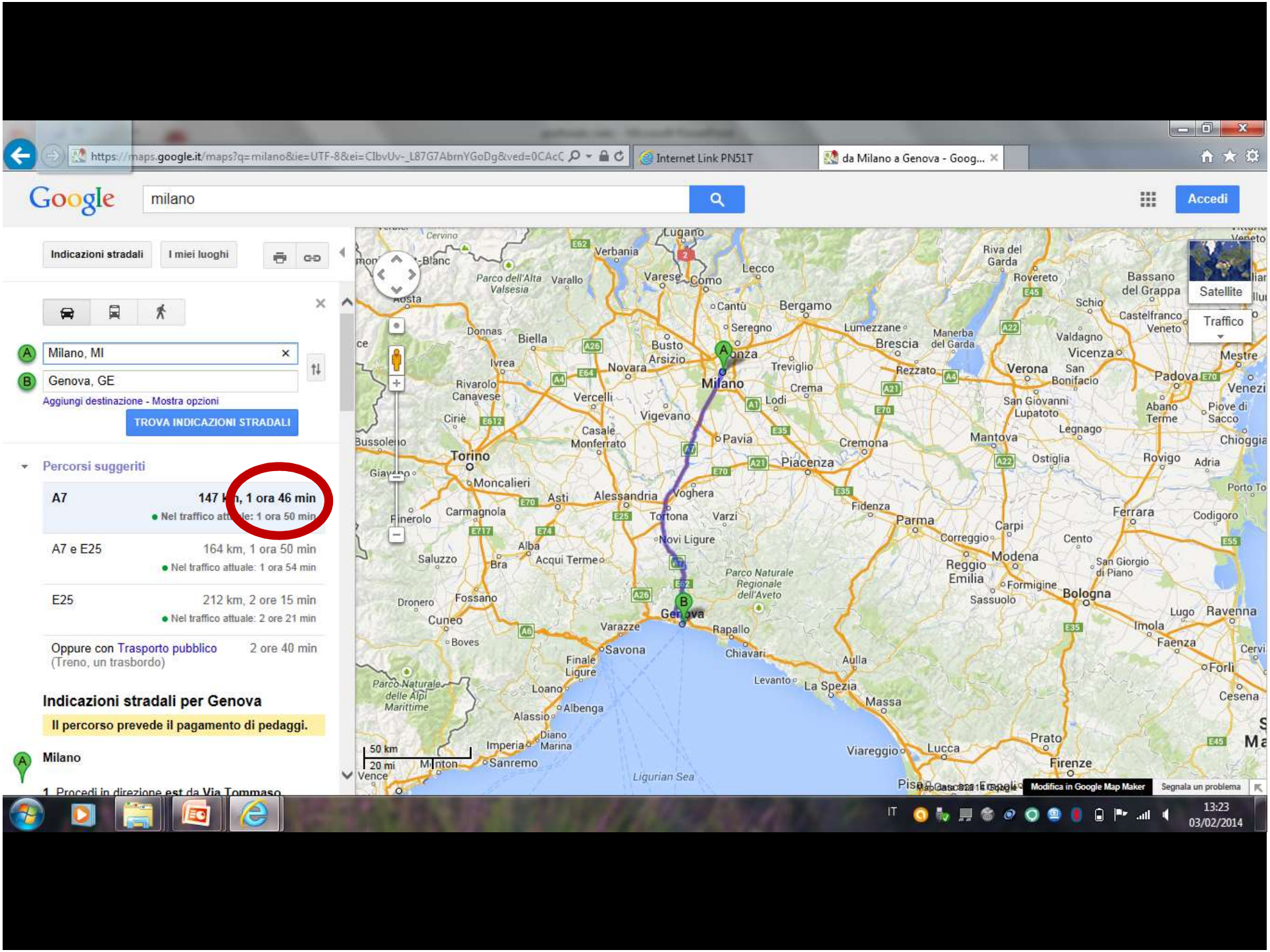
la distanza che la luce percorre in un anno

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

$$Vt = s$$

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

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


https://maps.google.it/maps?q=milano&ie=UTF-8&ei=CIbvUv-_L87G7AbrnYGoDg&ved=0CAcQ
Internet Link PN51T
da Milano a Genova - Goog...
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 (Treno, un trasbordo) 2 ore 40 min
Indicazioni stradali per Genova
Il percorso prevede il pagamento di pedaggi.
Milano
1. Procedi in direzione est da Via Tommaso
Satellite
Traffico
Milano
Genova
Torino
Ligurian Sea
Modifica in Google Map Maker
Segnala un problema
IT
13:23
03/02/2014

SISTEMA SOLARE

7 887,5 km

227 936 637 Km

MARTE

778 412 027 Km

GIOVE

1 426 725 413 km

SATURNO

URANO

2 870 972 220 km

NETTUNO

4 498 252 900 km

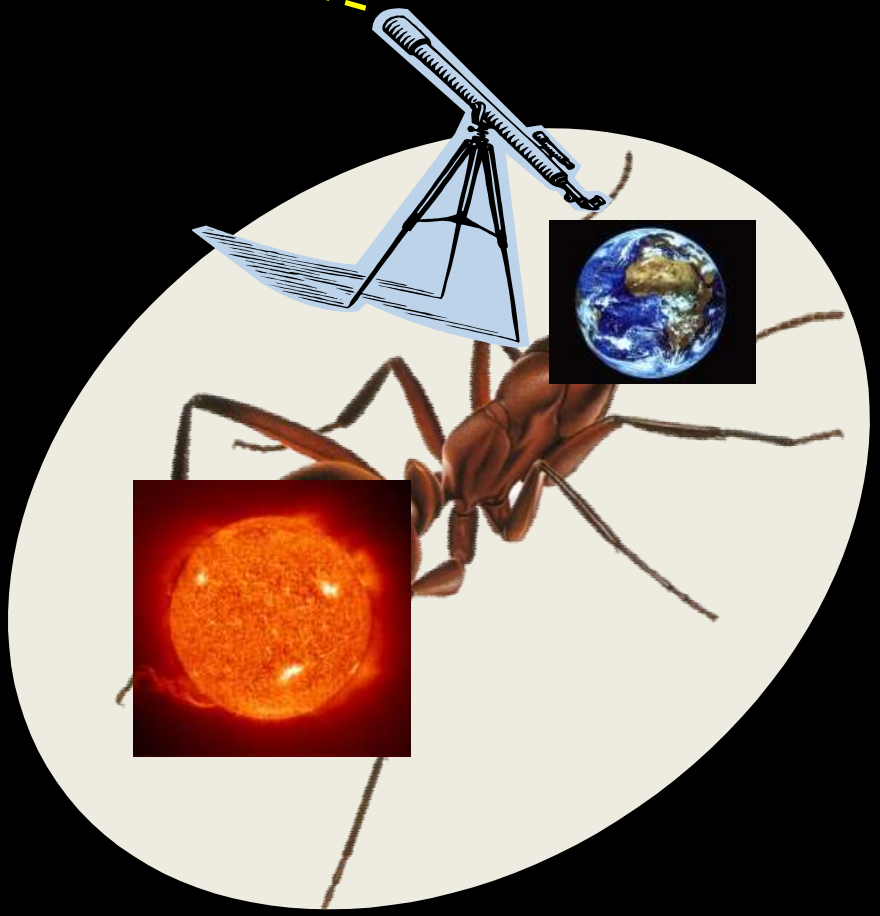
PLUTONE

5 906 376 272 km

ANGELO MOLINARI

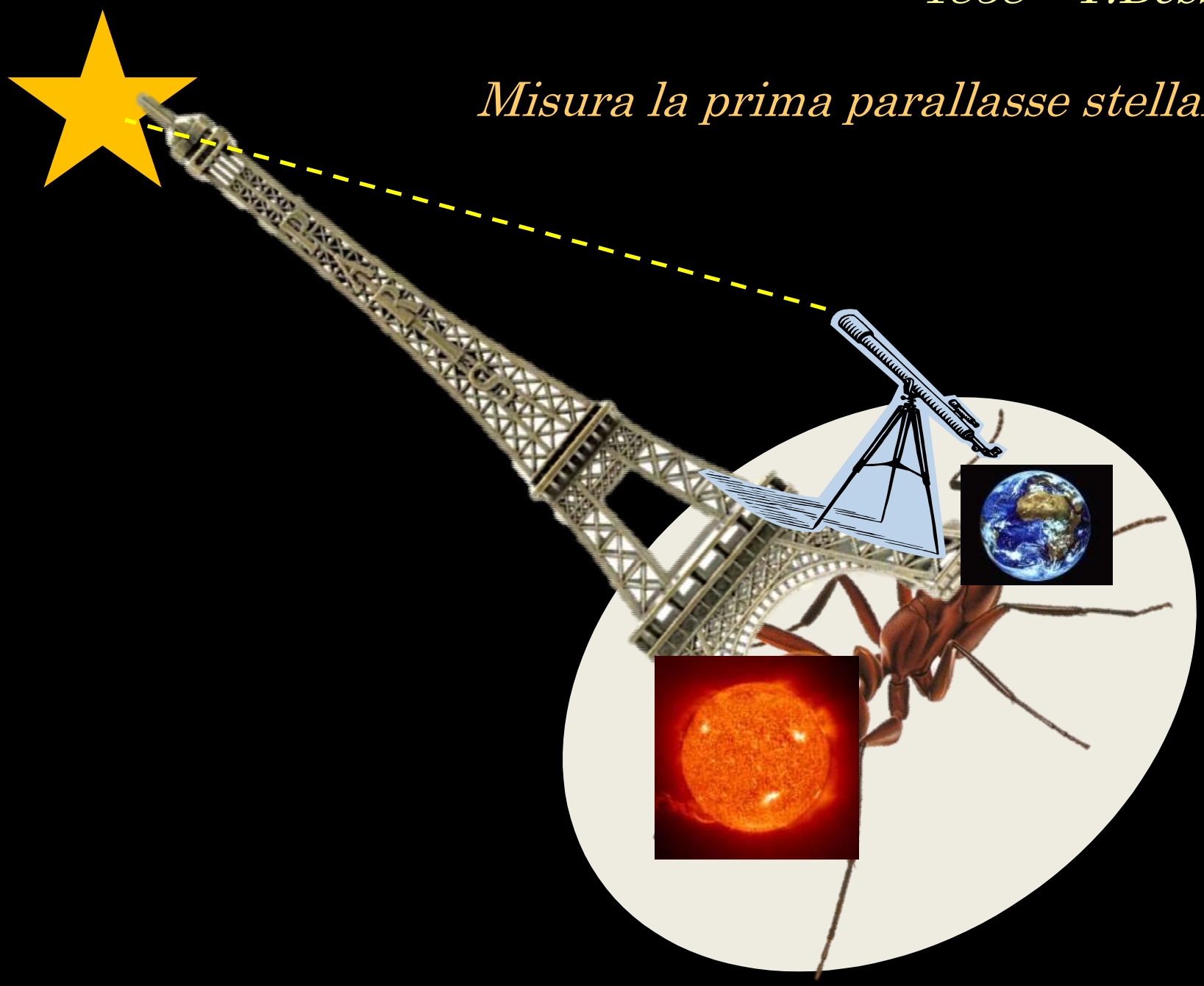
1838 – F.Bessel

Misura la prima parallasse stellare:



1838 – F.Bessel

Misura la prima parallasse stellare:



1838 – F.Bessel

Misura la prima parallasse ste

61 Cigny

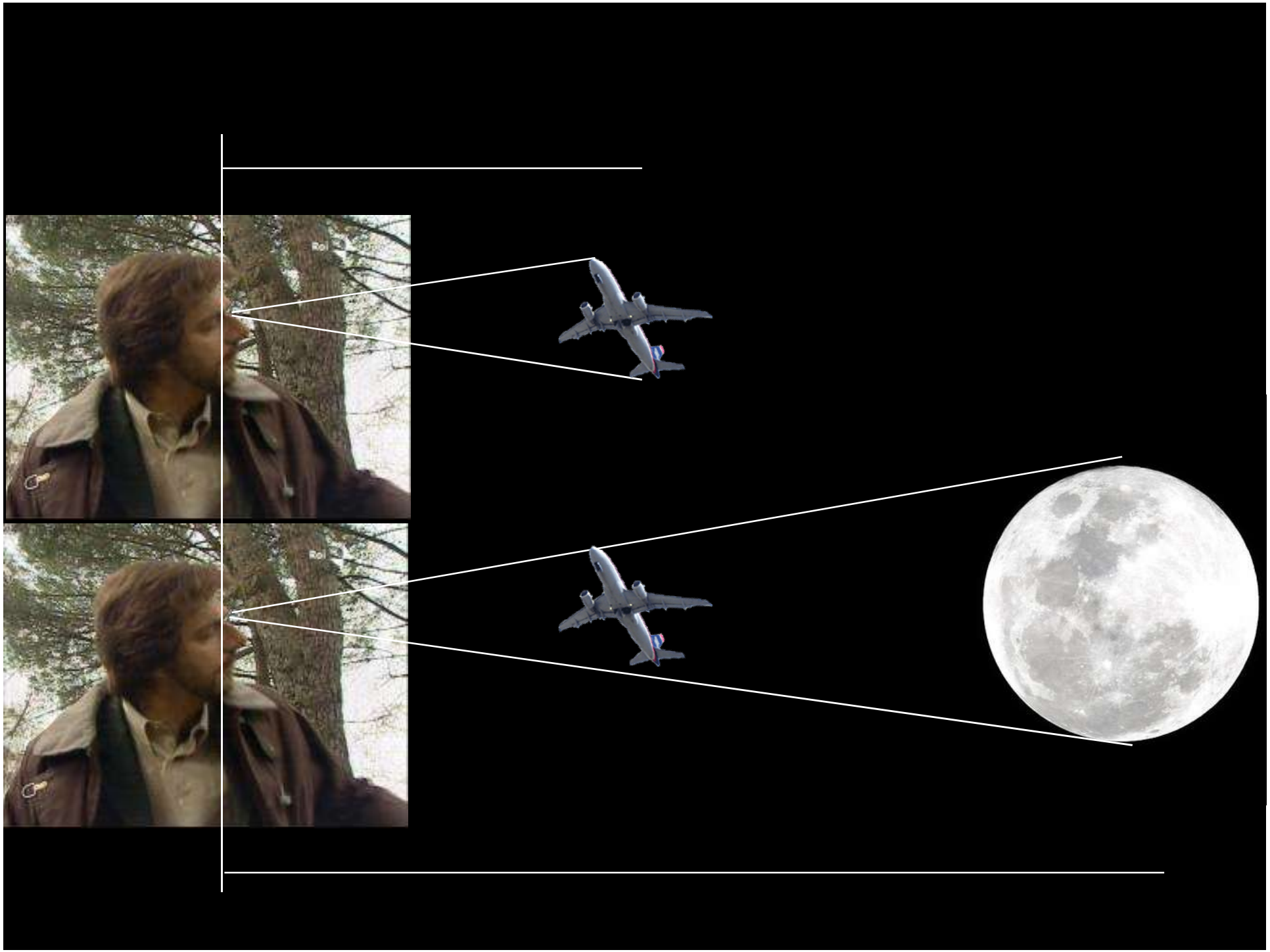
O da
da significa
distinguere
mensioni angolari di
una moneta vista da 16
Km di distanza

È una delle più vicine!

La stella sta a circa 11 anni luce

≈ **100.000.000.000.000** Km

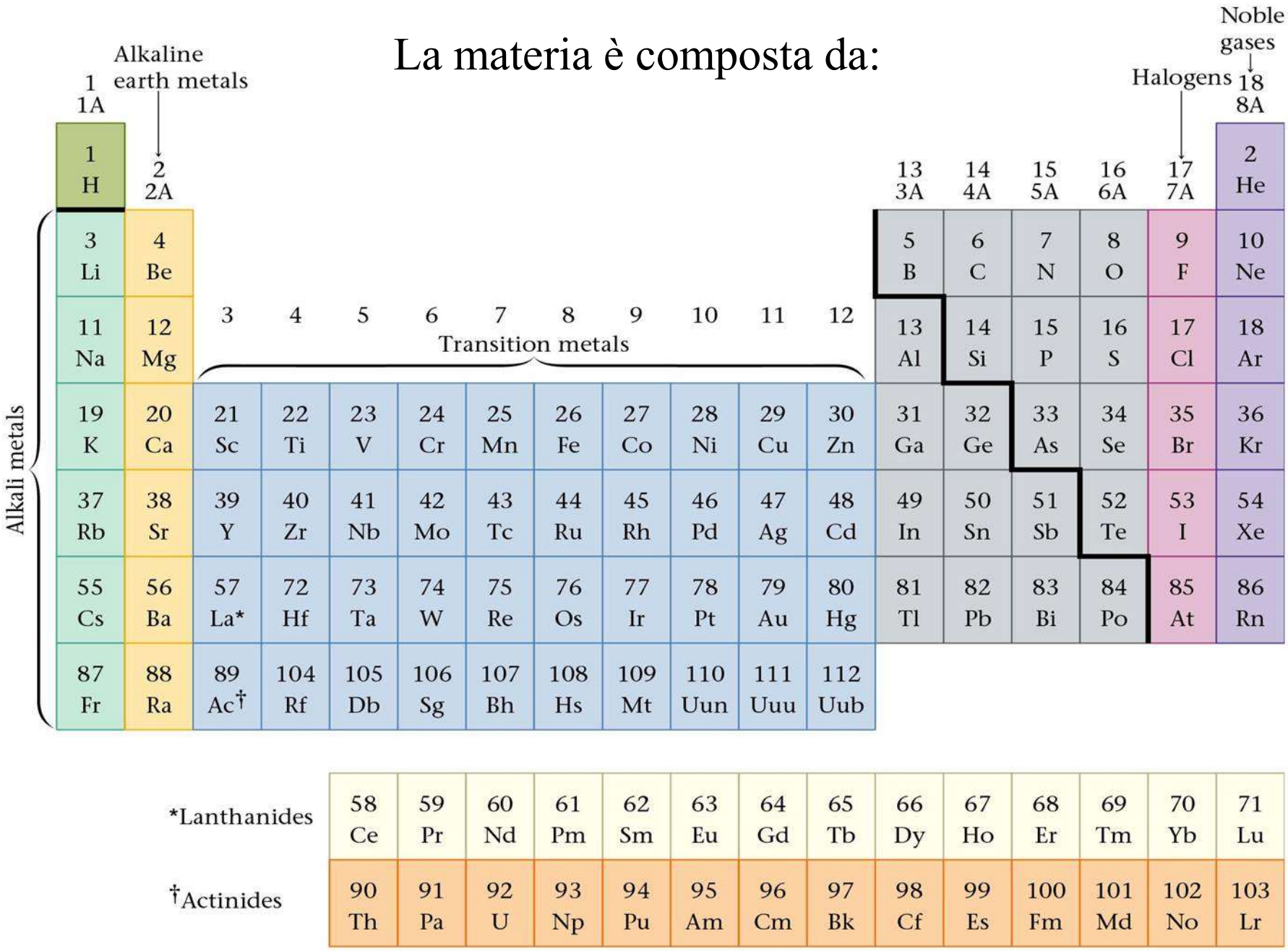
Perché è importante il concetto di distanza?

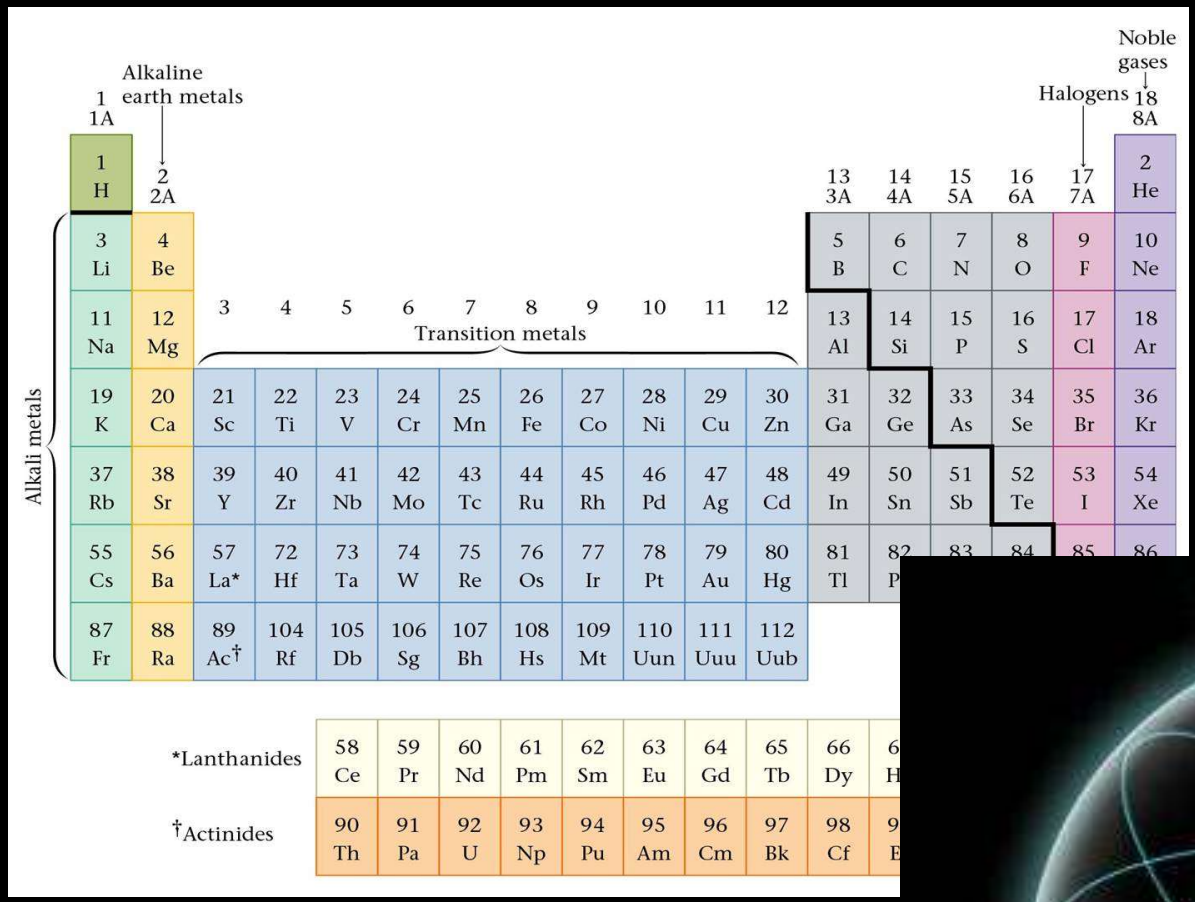

Roi
Roi

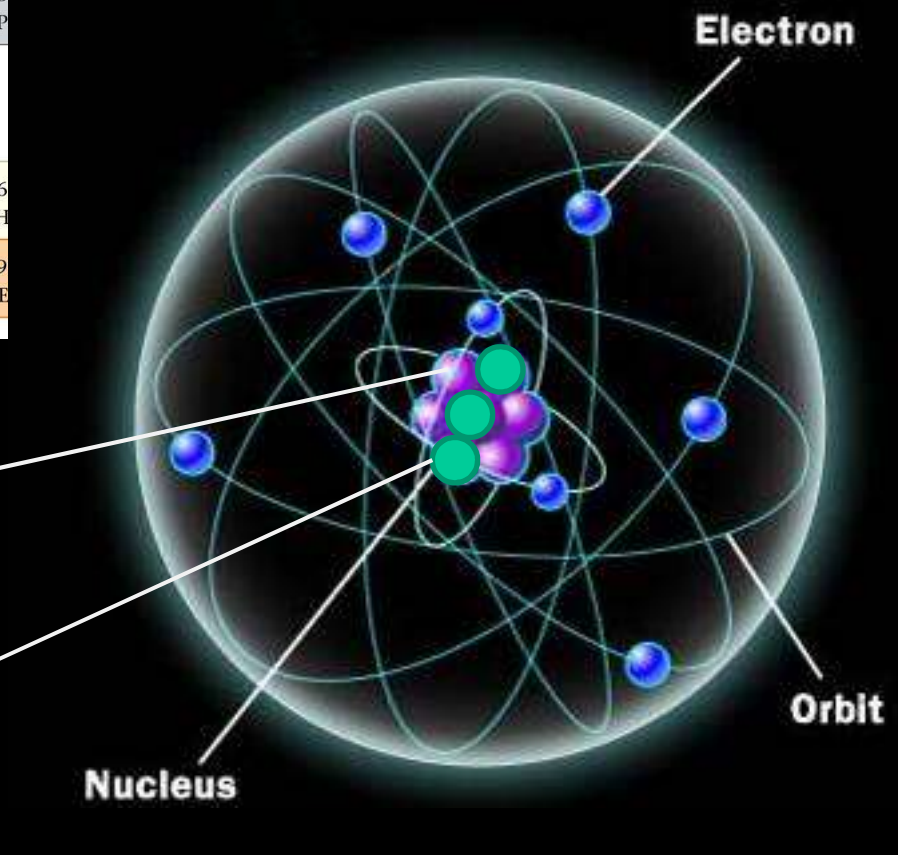
L'astrofisica

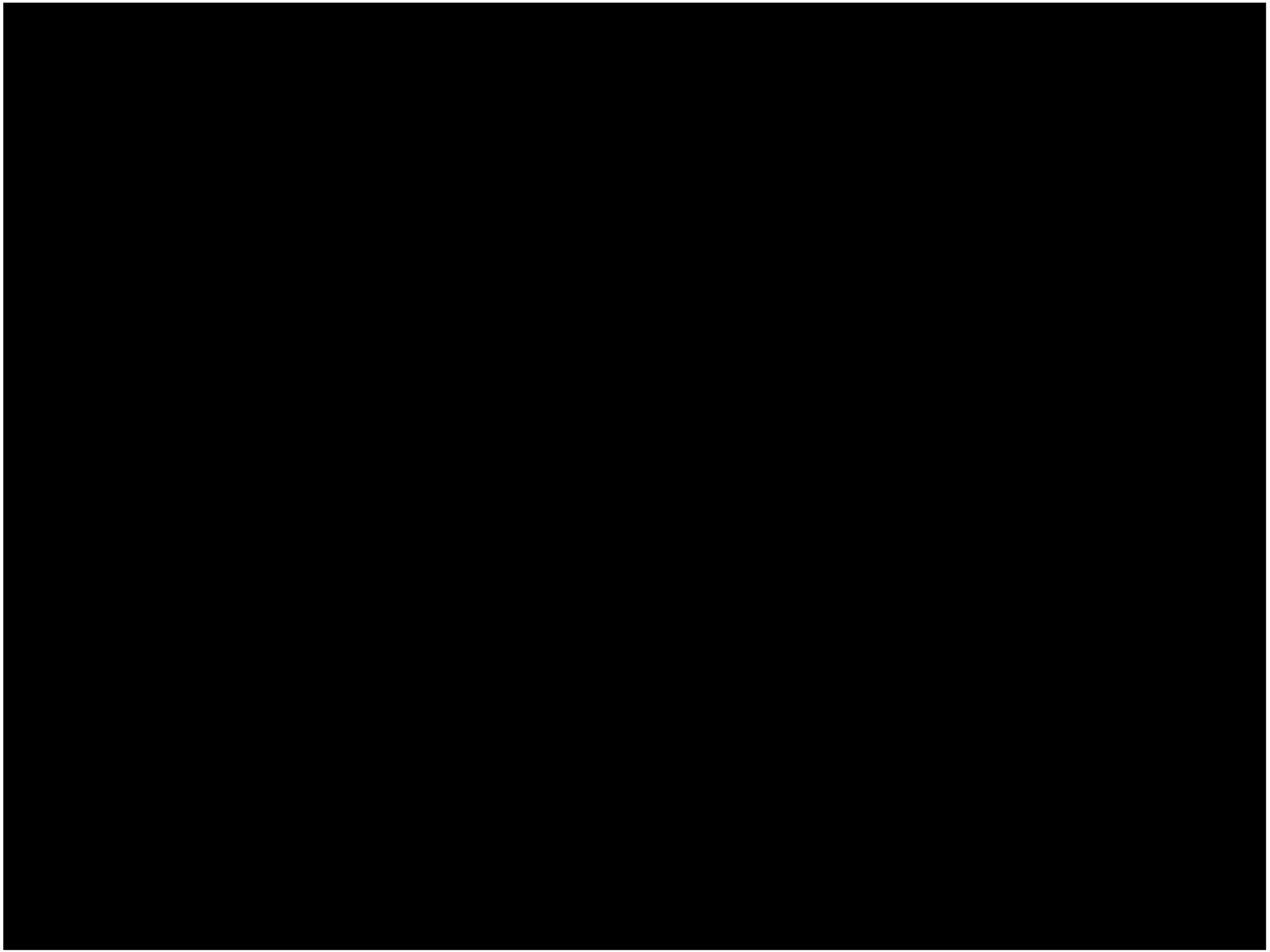
è quella branca dell'astronomia o della fisica che studia le proprietà fisiche, ovvero tutti i vari fenomeni, della materia celeste.

La materia è composta da:

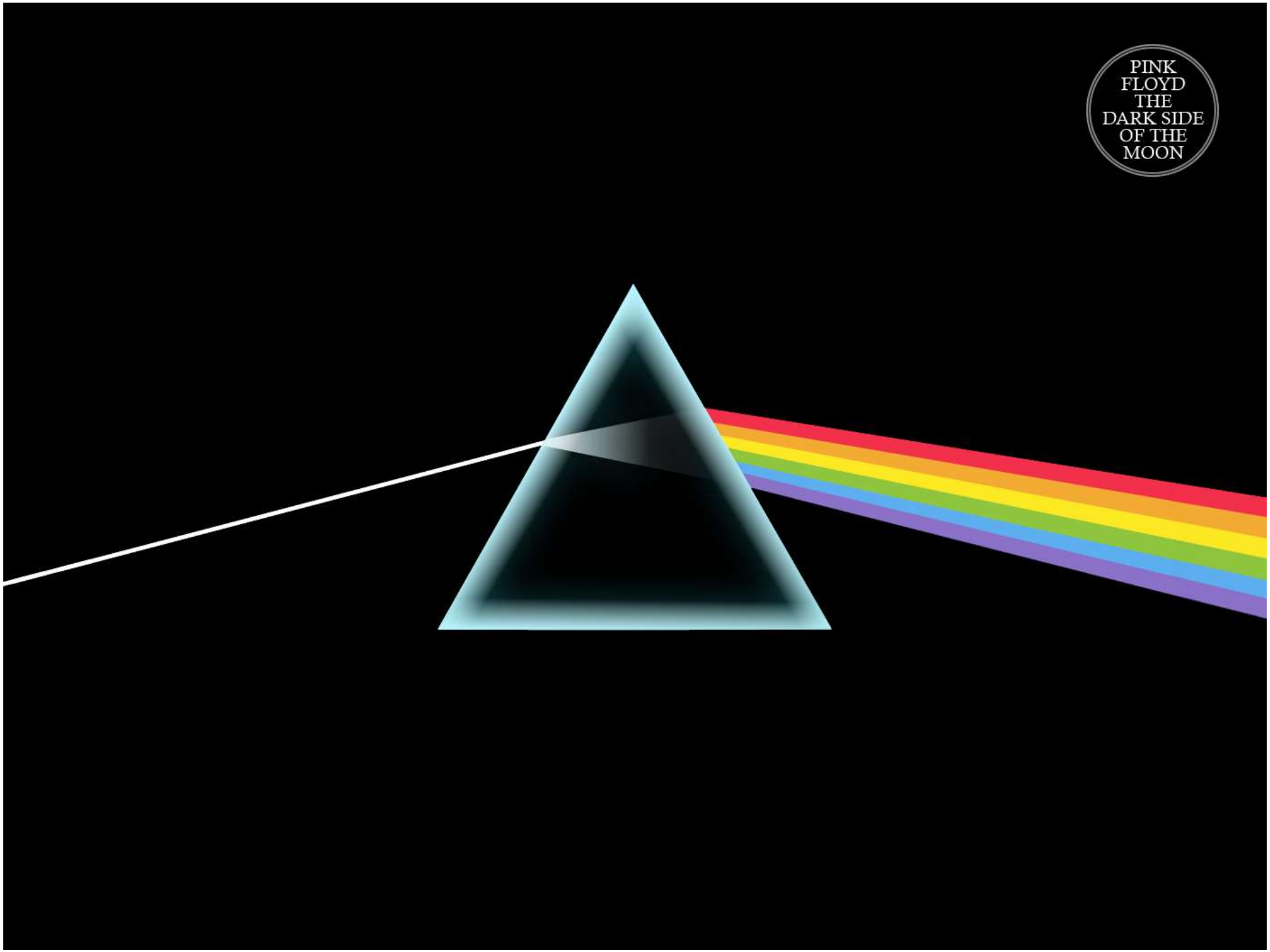


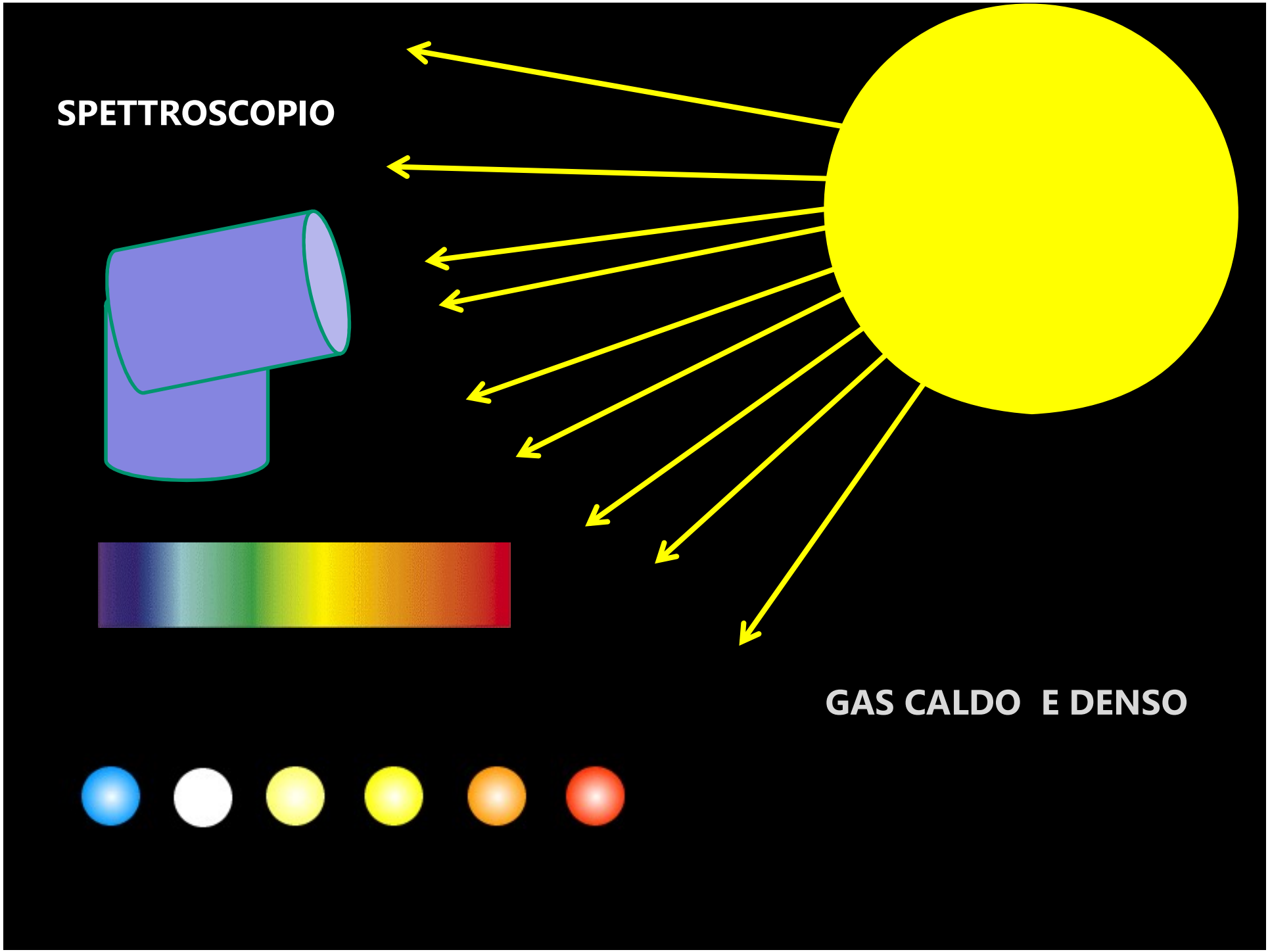

Alkaline earth metals
Noble gases
Halogens
1 1A
2 2A
13 3A
14 4A
15 5A
16 6A
17 7A
18 8A
Alkali metals
Transition metals
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1 H
2 He
3 Li
4 Be
5 B
6 C
7 N
8 O
9 F
10 Ne
11 Na
12 Mg
13 Al
14 Si
15 P
16 S
17 Cl
18 Ar
19 K
20 Ca
21 Sc
22 Ti
23 V
24 Cr
25 Mn
26 Fe
27 Co
28 Ni
29 Cu
30 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
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
†Actinides
90 Th
91 Pa
92 U
93 Np
94 Pu
95 Am
96 Cm
97 Bk
98 Cf


Electron
neutroni
protoni
Orbit
Nucleus

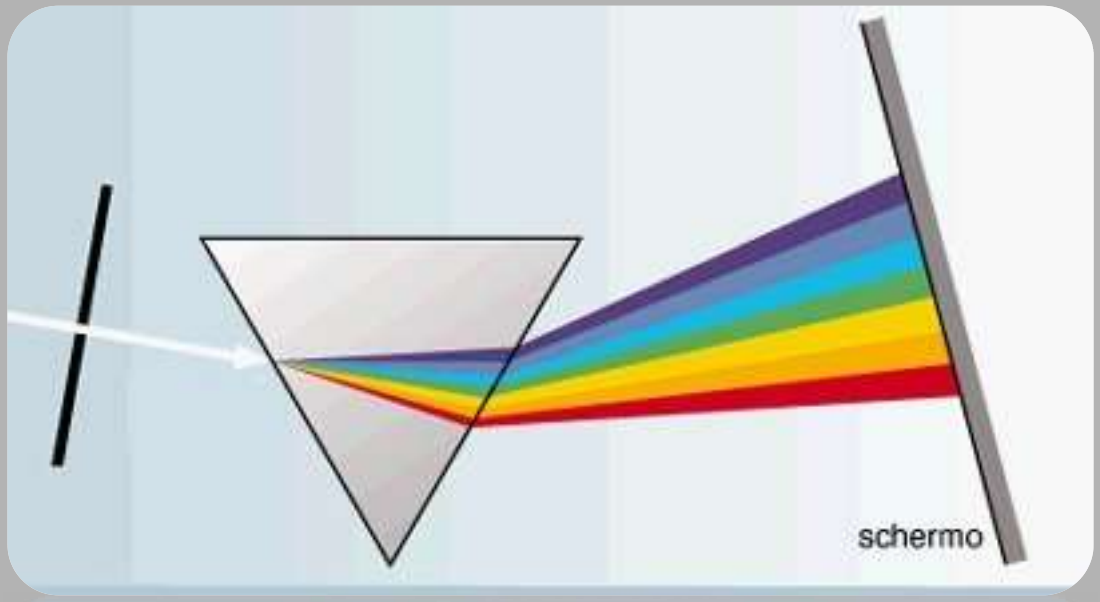


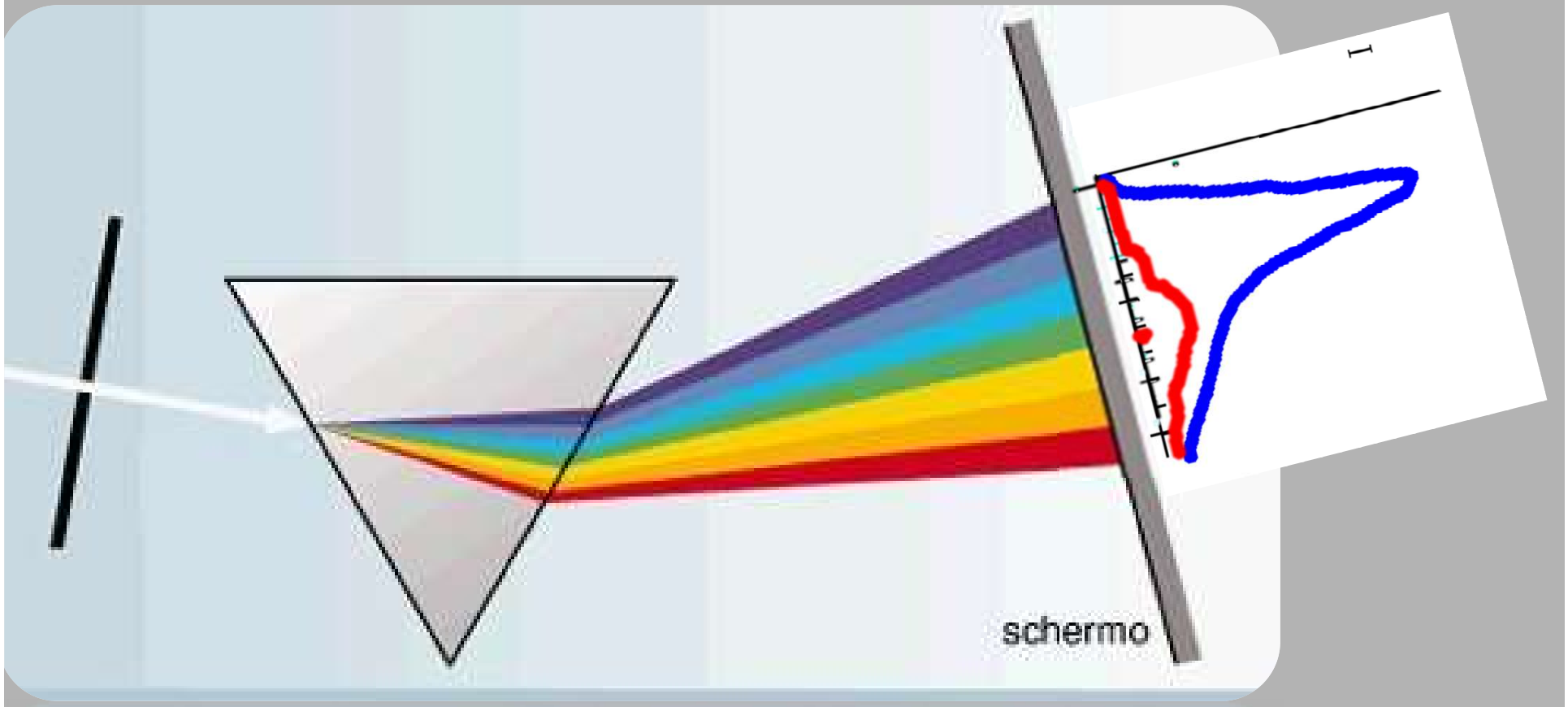
«Sei solo materia e radiazione!»
«Materia e radiazione!»
«Sei solo materia e radiazione!»

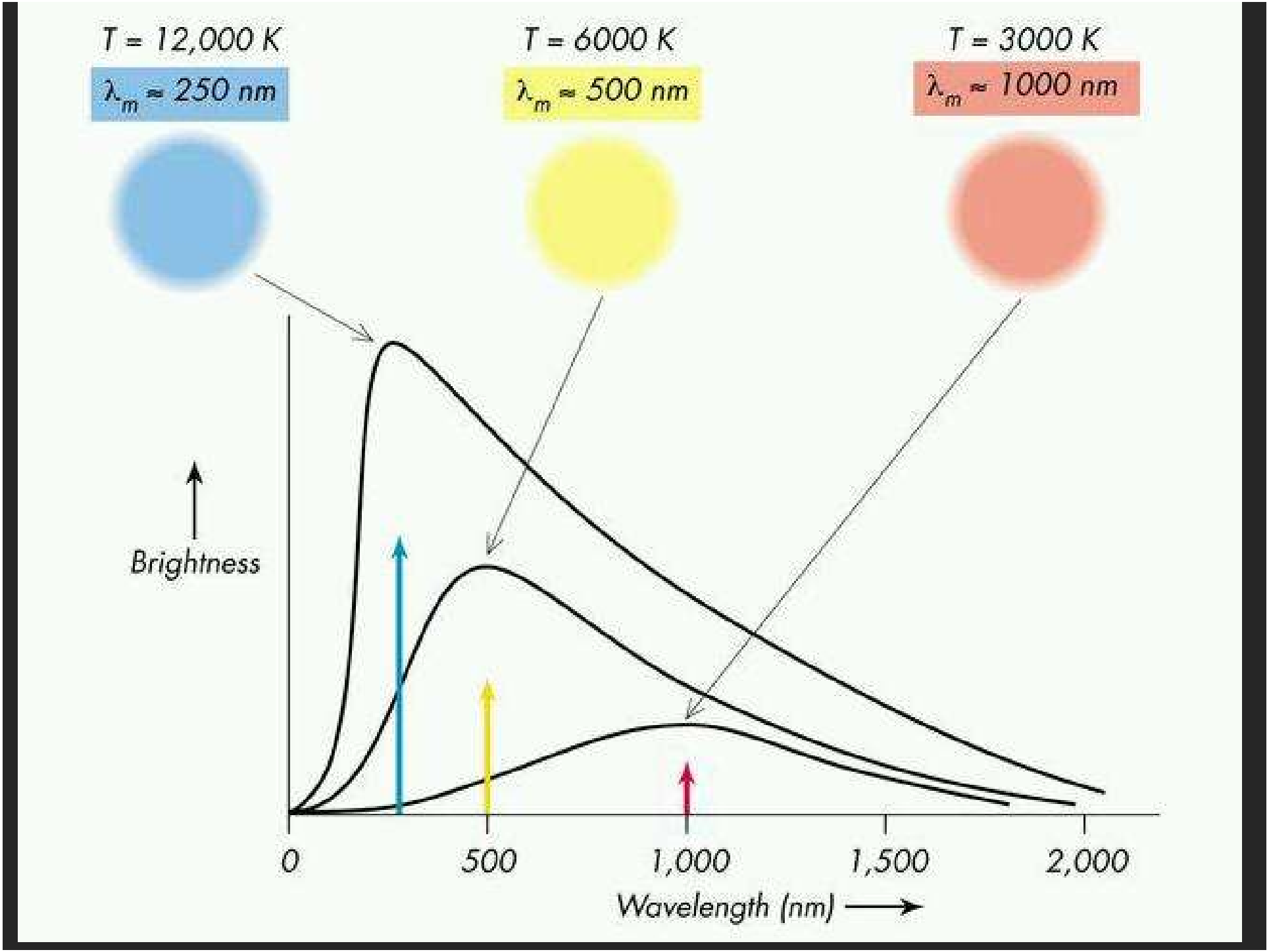

PINK
FLOYD
THE
DARK SIDE
OF THE
MOON


SPETTROSCOPIO
GAS CALDO E DENSO

sorgente
di
luce
bianca

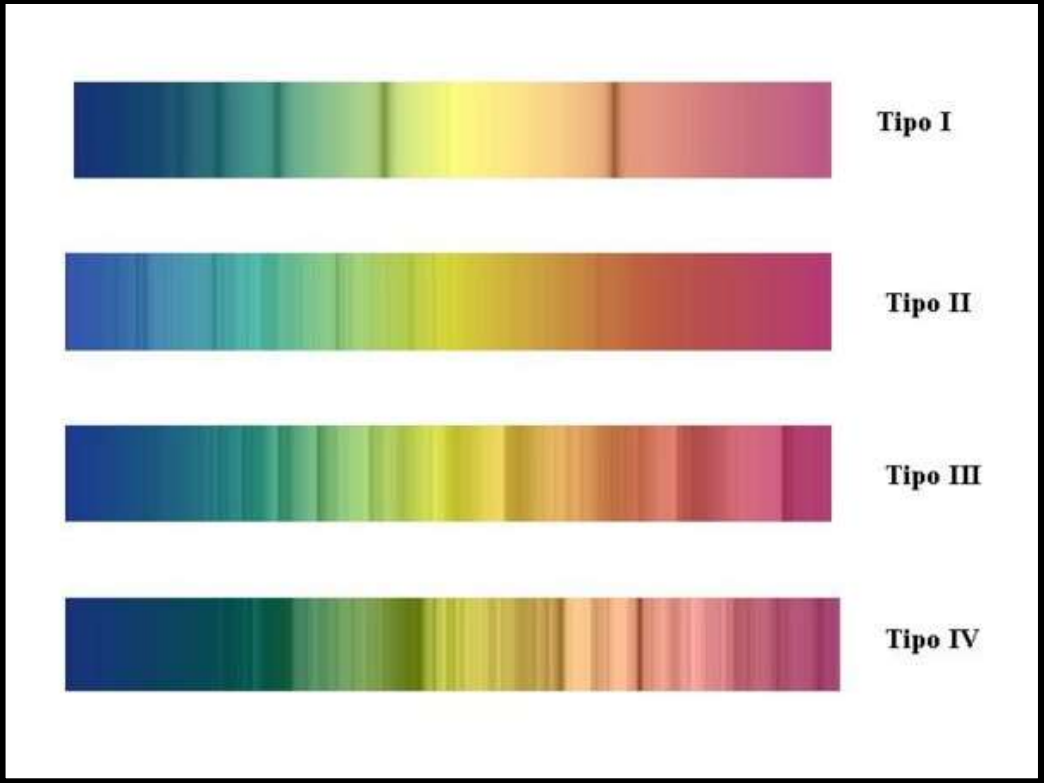



schermo


T = 12,000 K
λm ≈ 250 nm
T = 6000 K
λm ≈ 500 nm
T = 3000 K
λm ≈ 1000 nm
Brightness
0
500
1,000
1,500
2,000
Wavelength (nm)

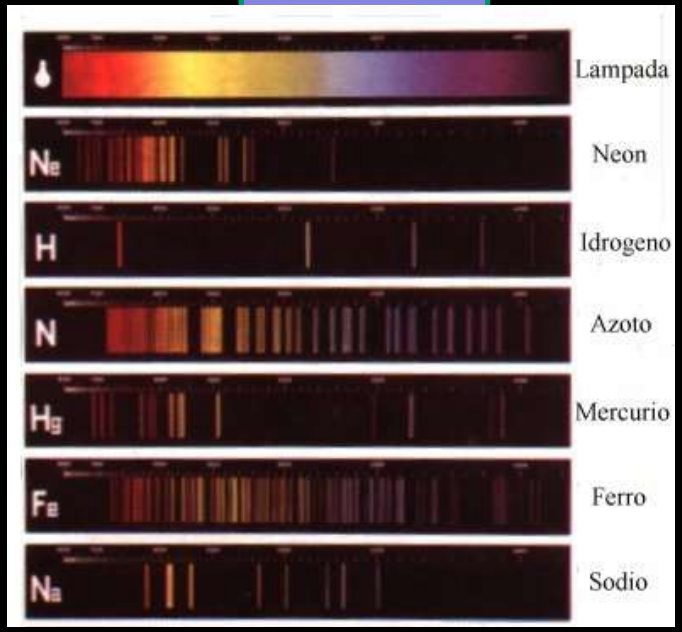
Angelo Secchi (1818 – 1878)

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.



LAMPADA
A GAS RAREFATTO

SPETTROSCOPIO

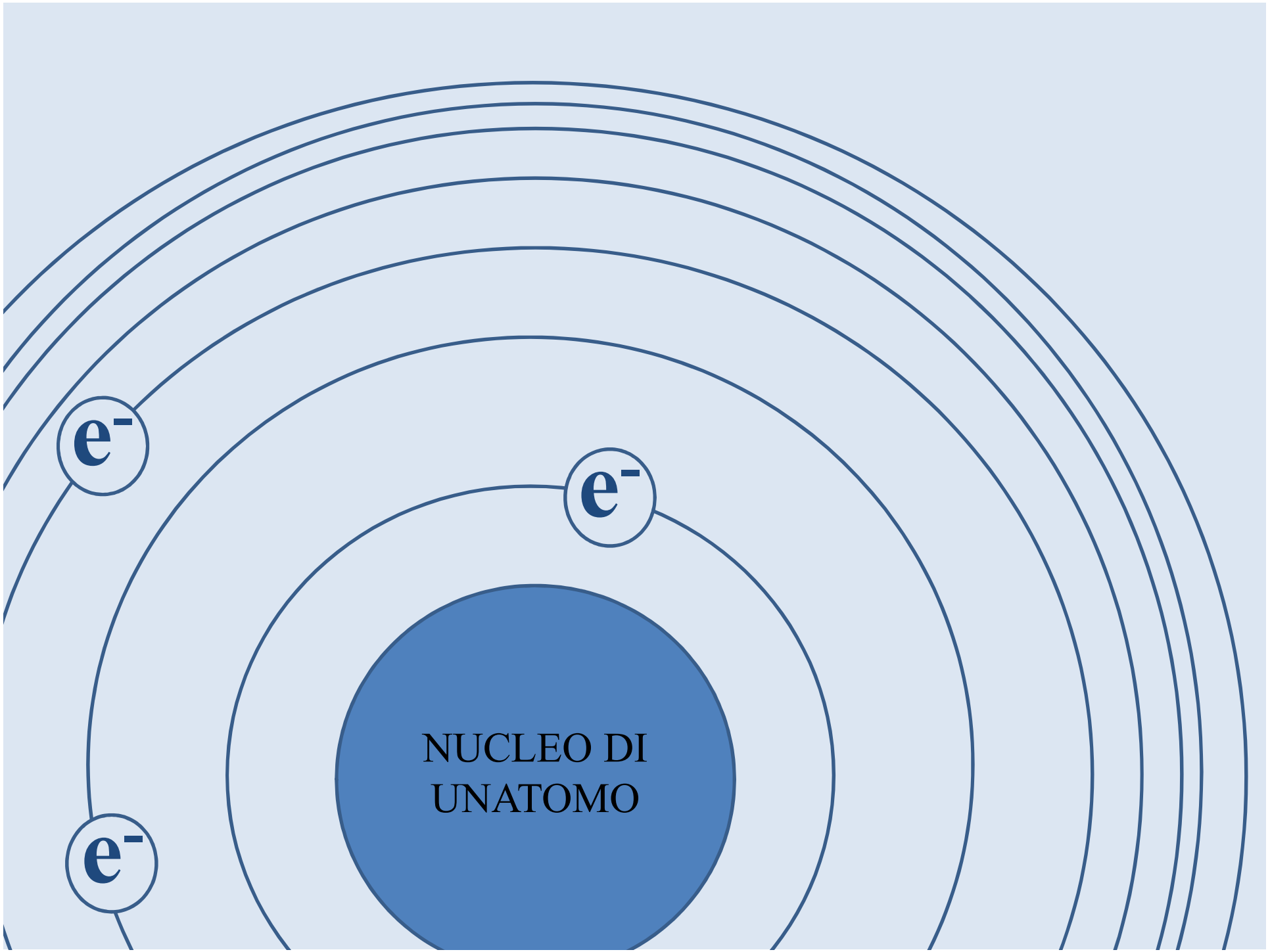


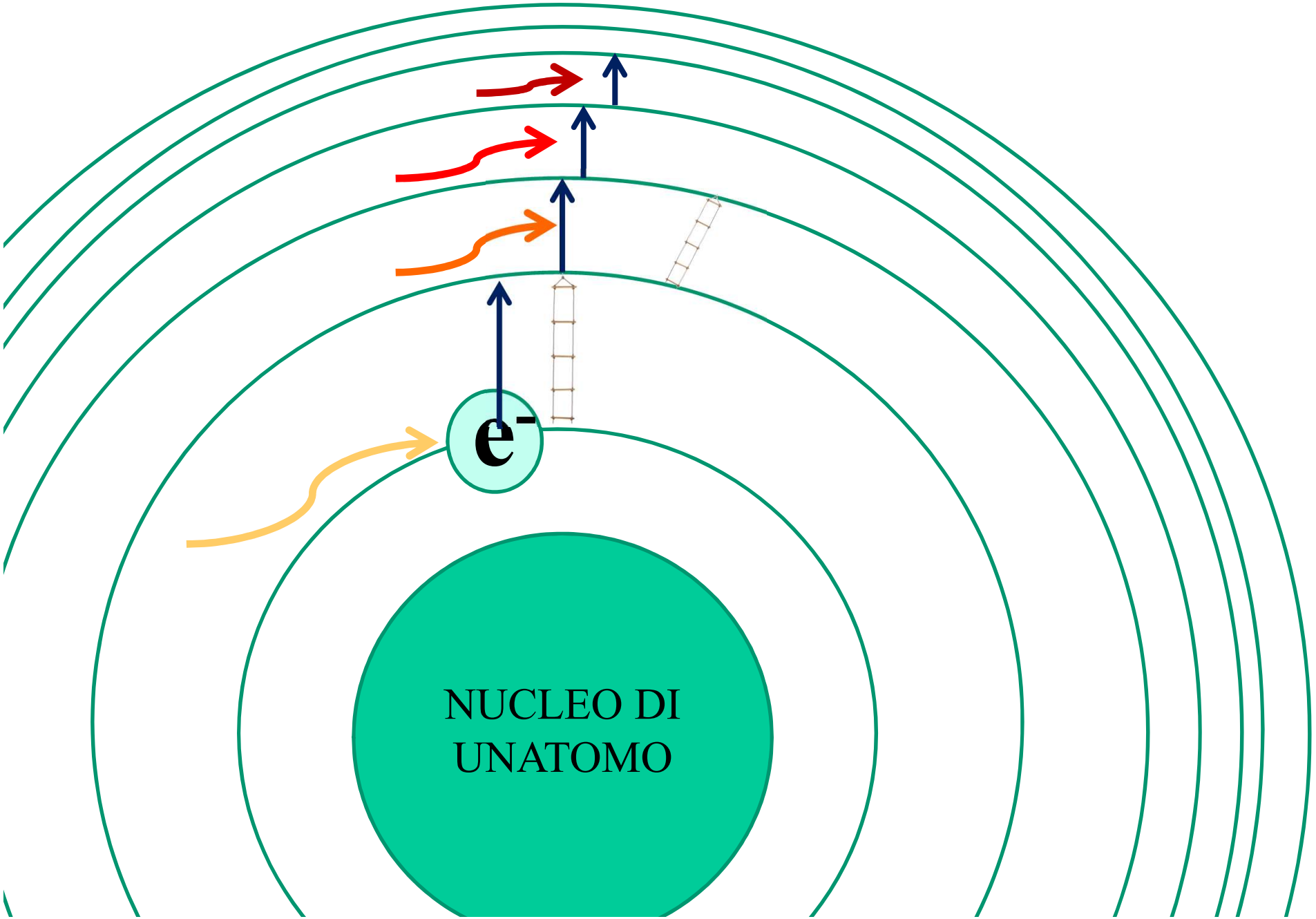
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

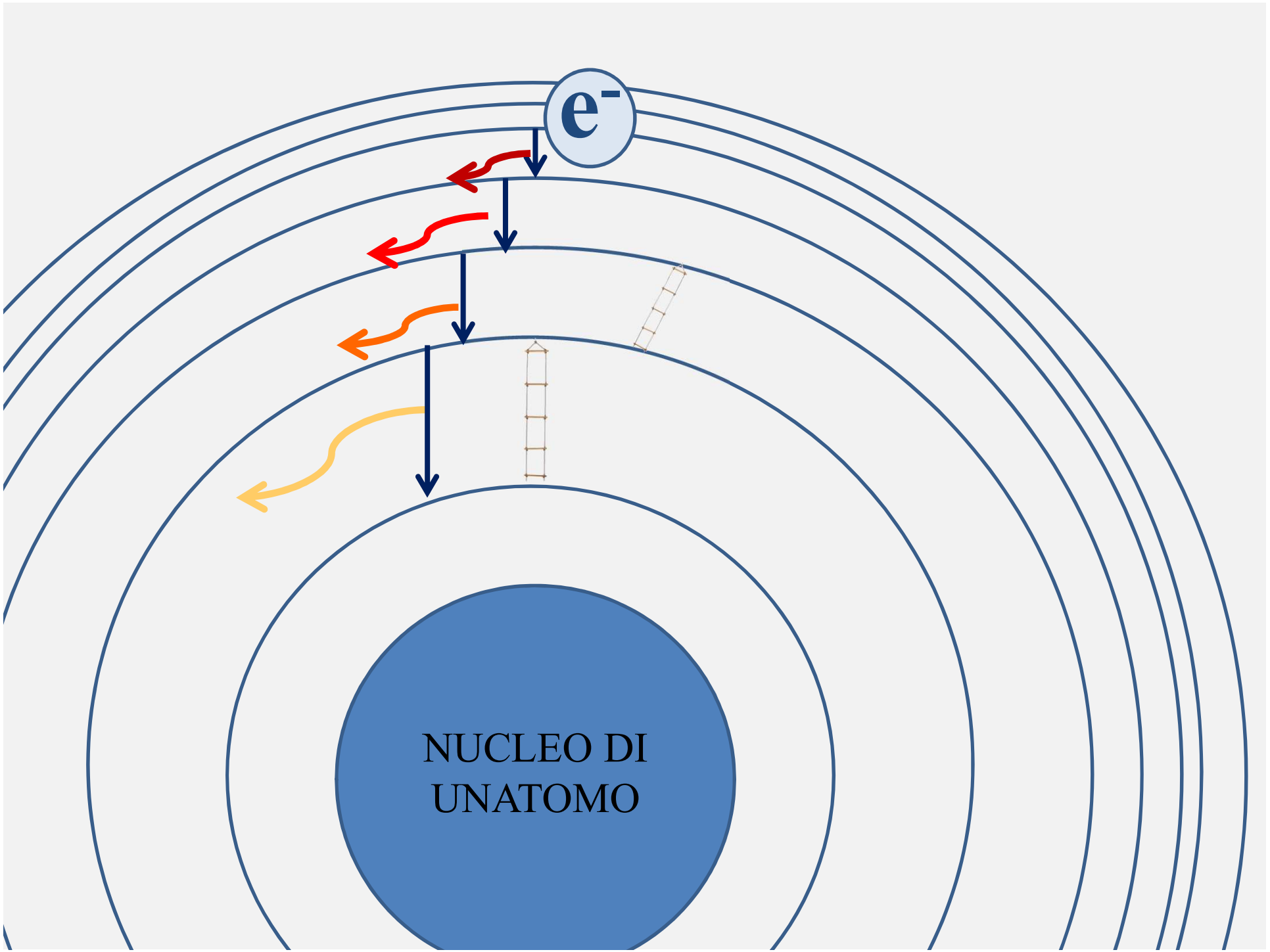
Nel 1860 gli stessi Bunsen e Kirchhoff identificaticarono il cesio e il rubidio dalle linee di emissione dei loro spettri atomici. Gli elementi presero il nome dal colore delle linee, rispettivamente celesti e rosse.

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.

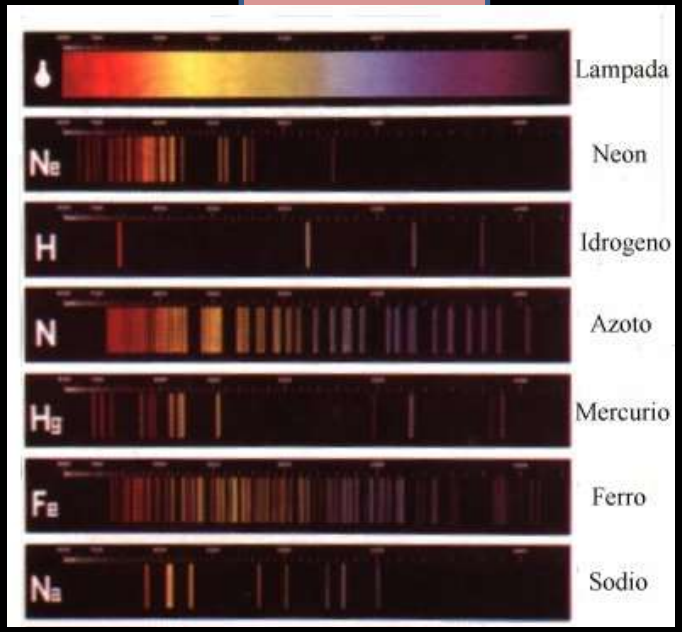

e-
e-
e-
NUCLEO DI
UNATOMO


e-
NUCLEO DI
UNATOMO


e-
NUCLEO DI
UNATOMO

LAMPADA
A GAS RAREFATTO

SPETTROSCOPIO

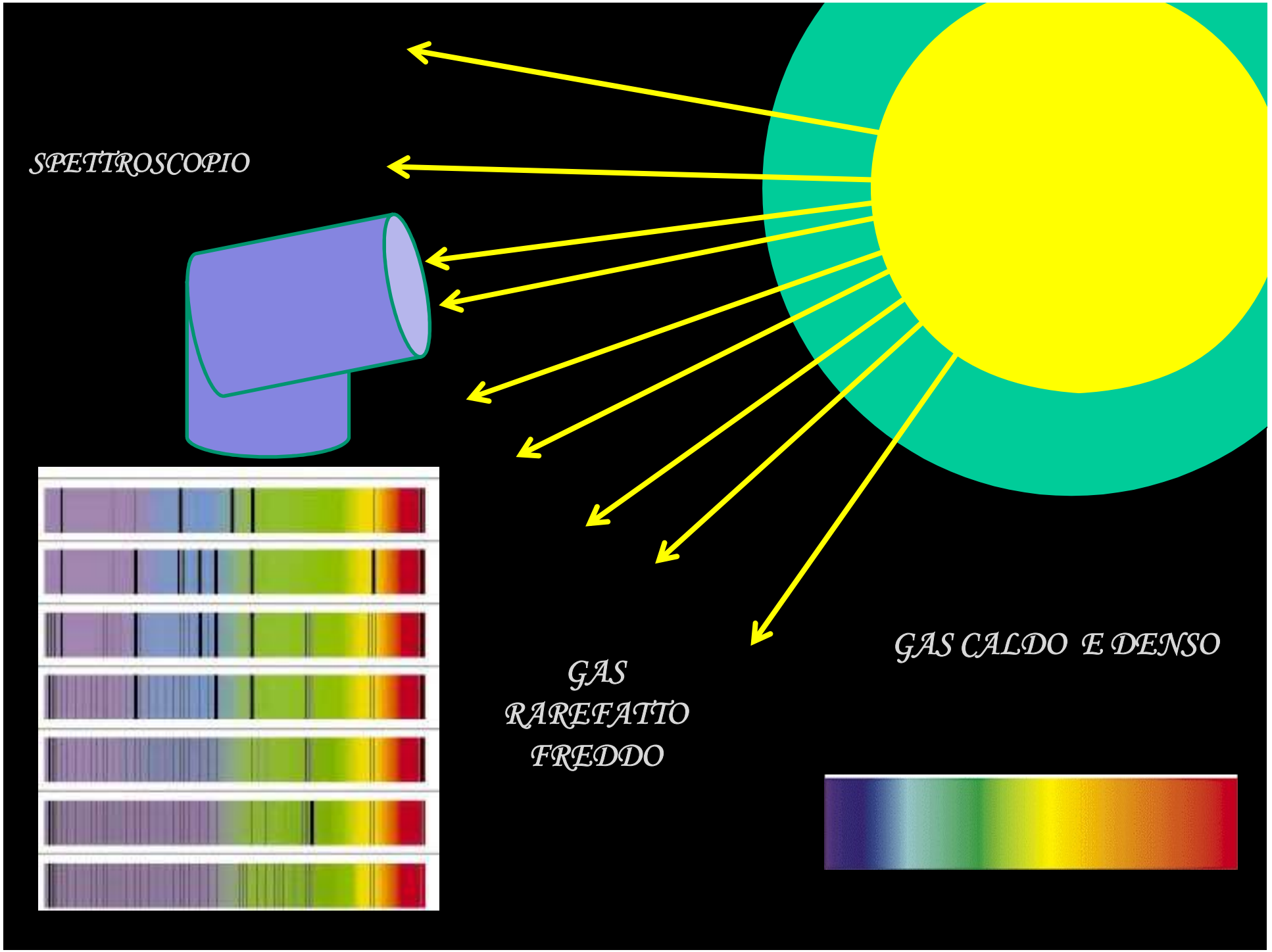


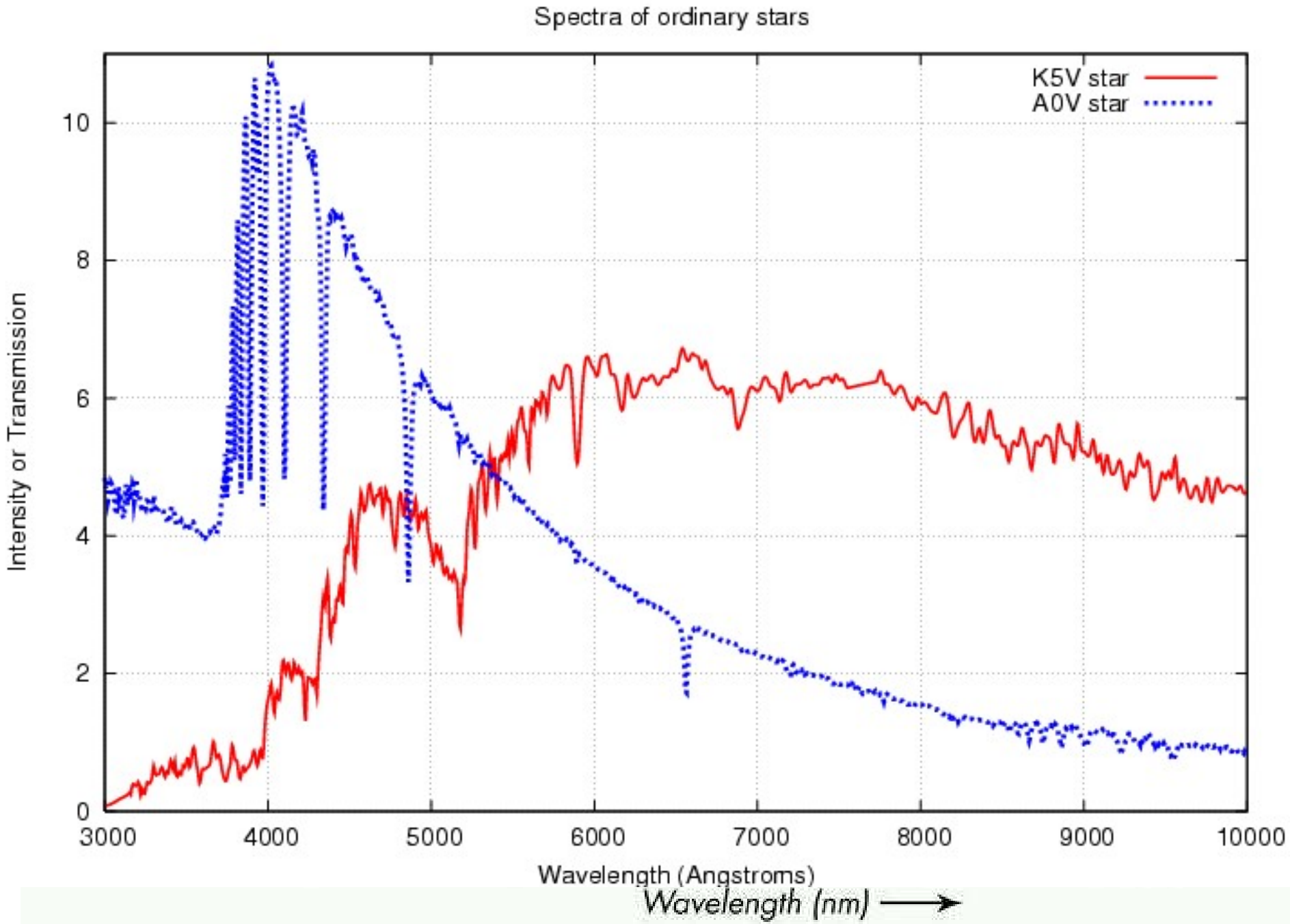
Nel 1859 Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff misero a punto il primo spettroscopio, uno strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento di nuovi elementi.

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.

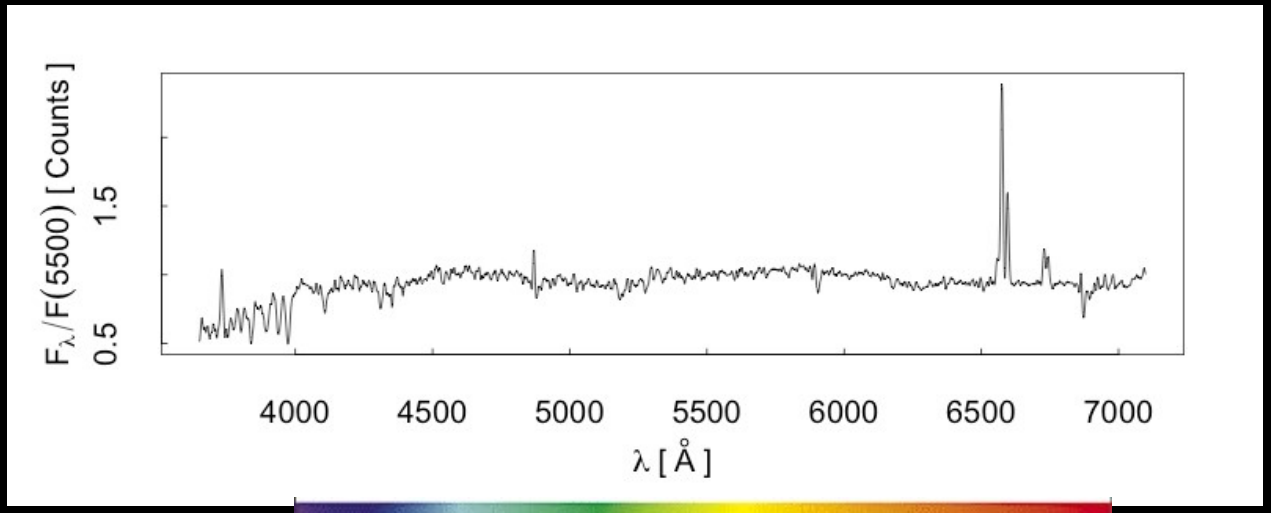
Il tallio e l'indio, il gallio e i gas nobili vennero riconosciuti grazie alle linee di emissione.

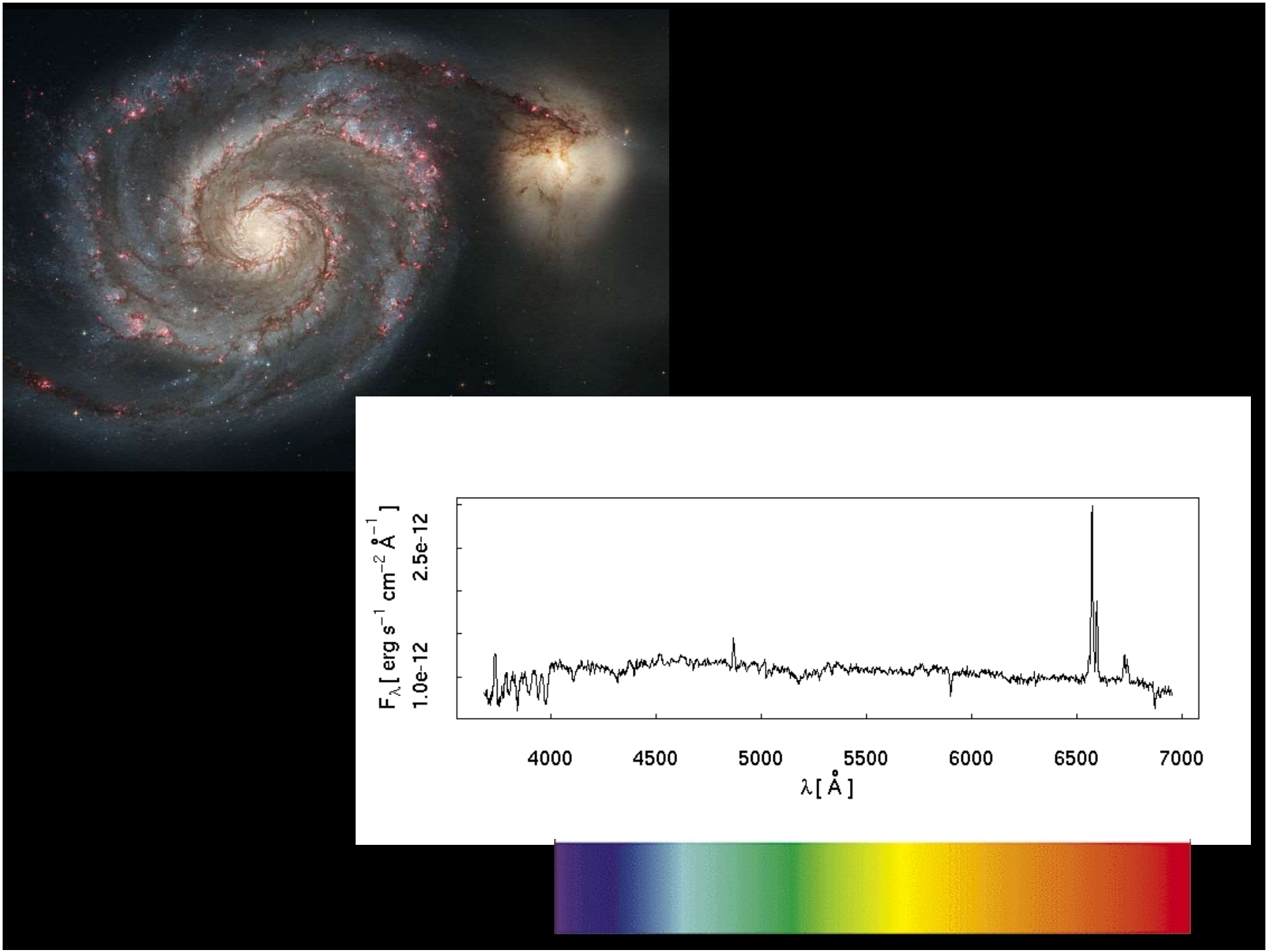
Per esempio l'elio fu rilevato nella corona solare nel 1868 prima ancora che sulla Terra.


SPETTROSCOPIO
GAS
RAREFATTO
FREDDO
GAS CALDO E DENSO


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)

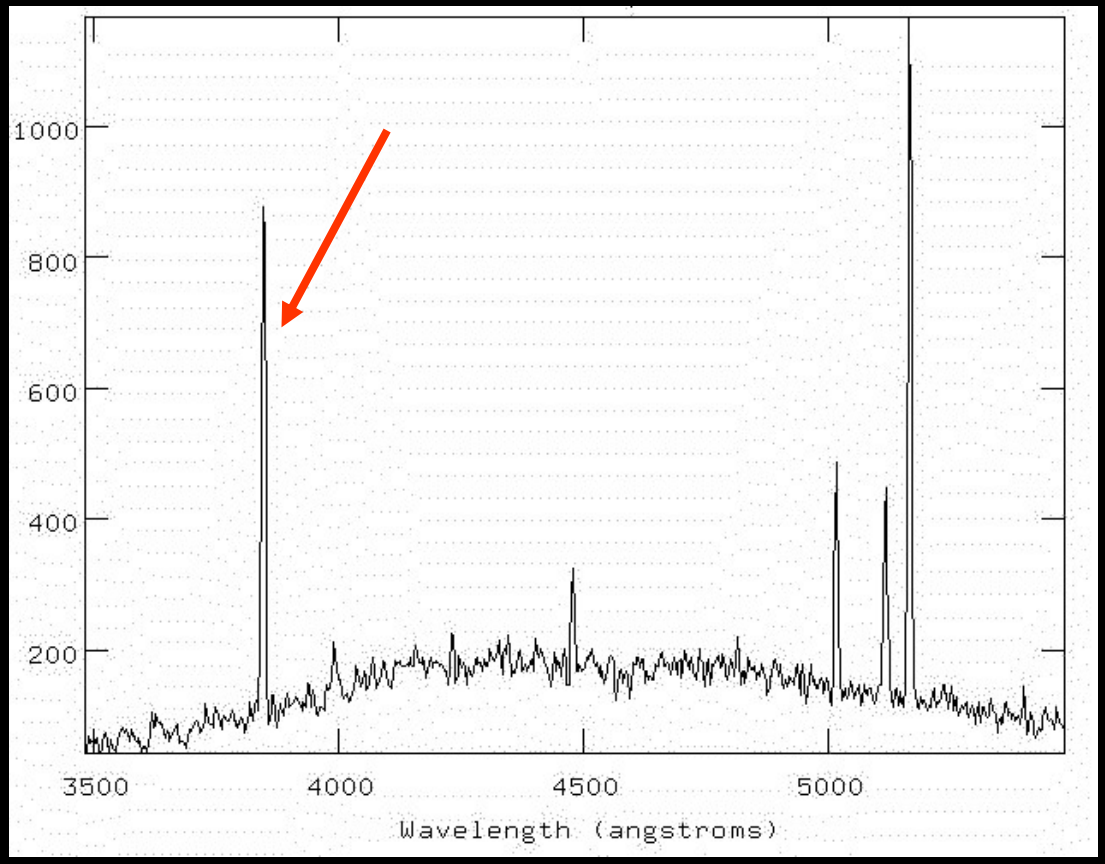
NGC 2903


$F_\lambda/F(5500)$ [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



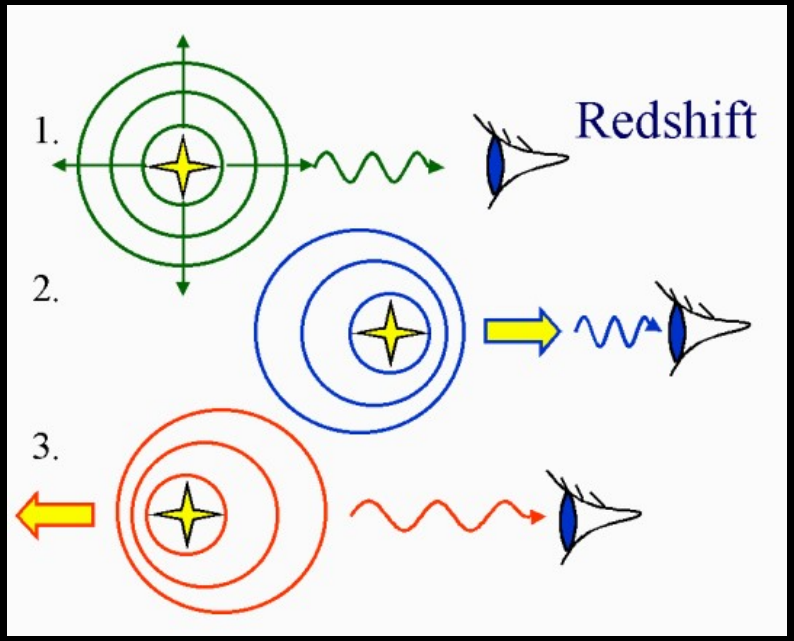
Radiazione prodotta da transizioni elettroniche all'interno degli atomi

Gran premio di Formula 1

Effetto Doppler

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

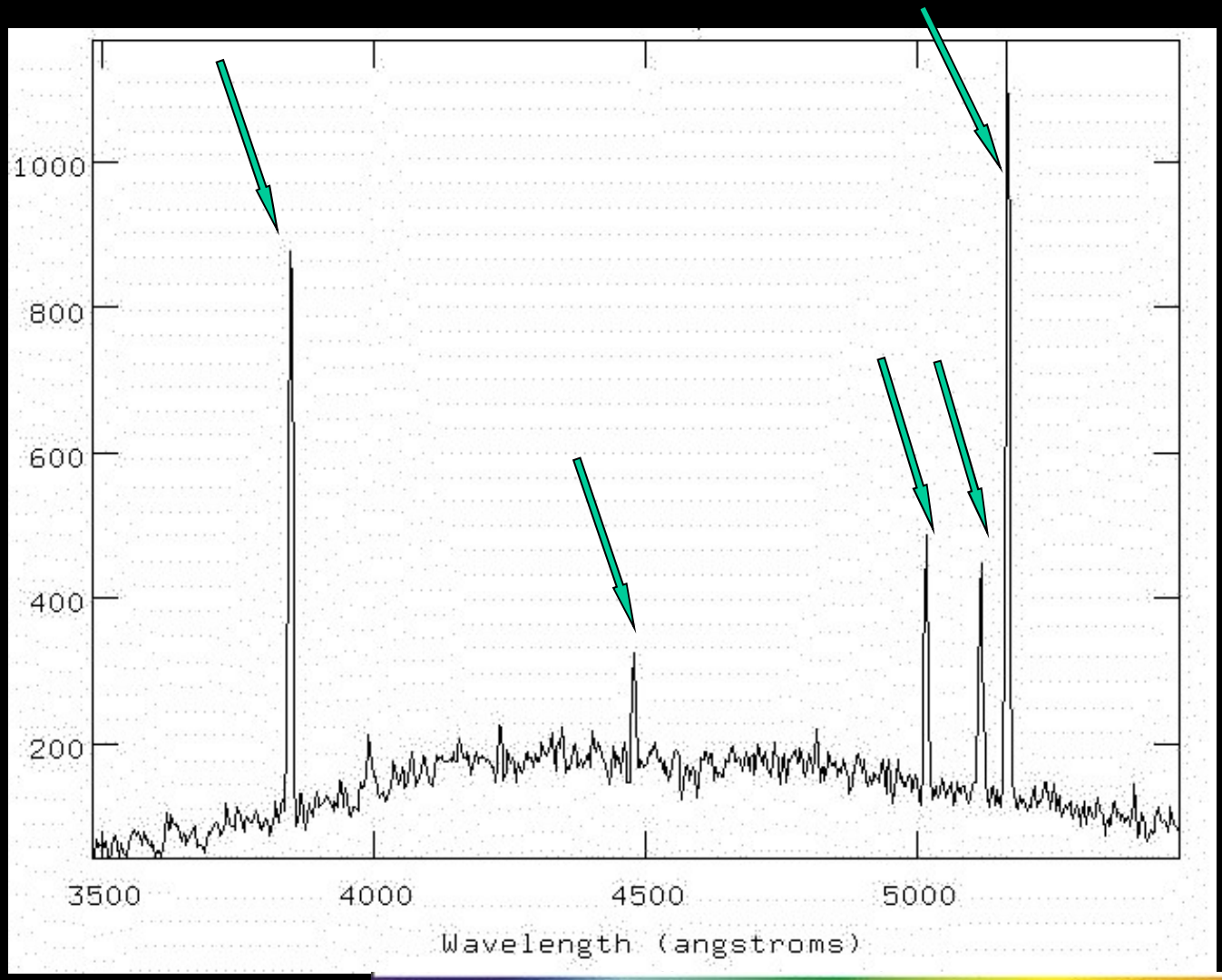
BLUE SHIFT



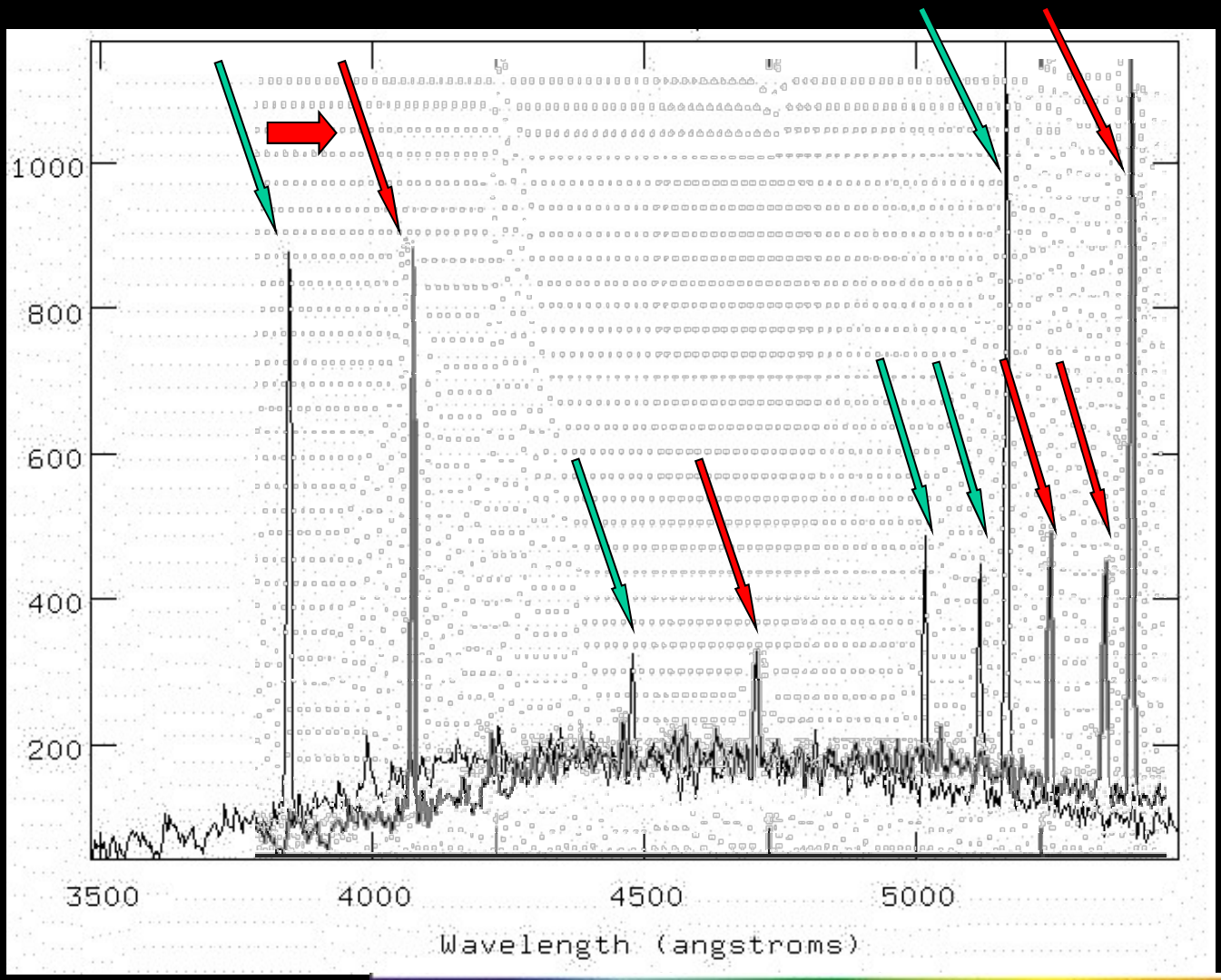
Se una sorgente luminosa si allontana le lunghezze d'onda della radiazione aumentano

REDSHIFT

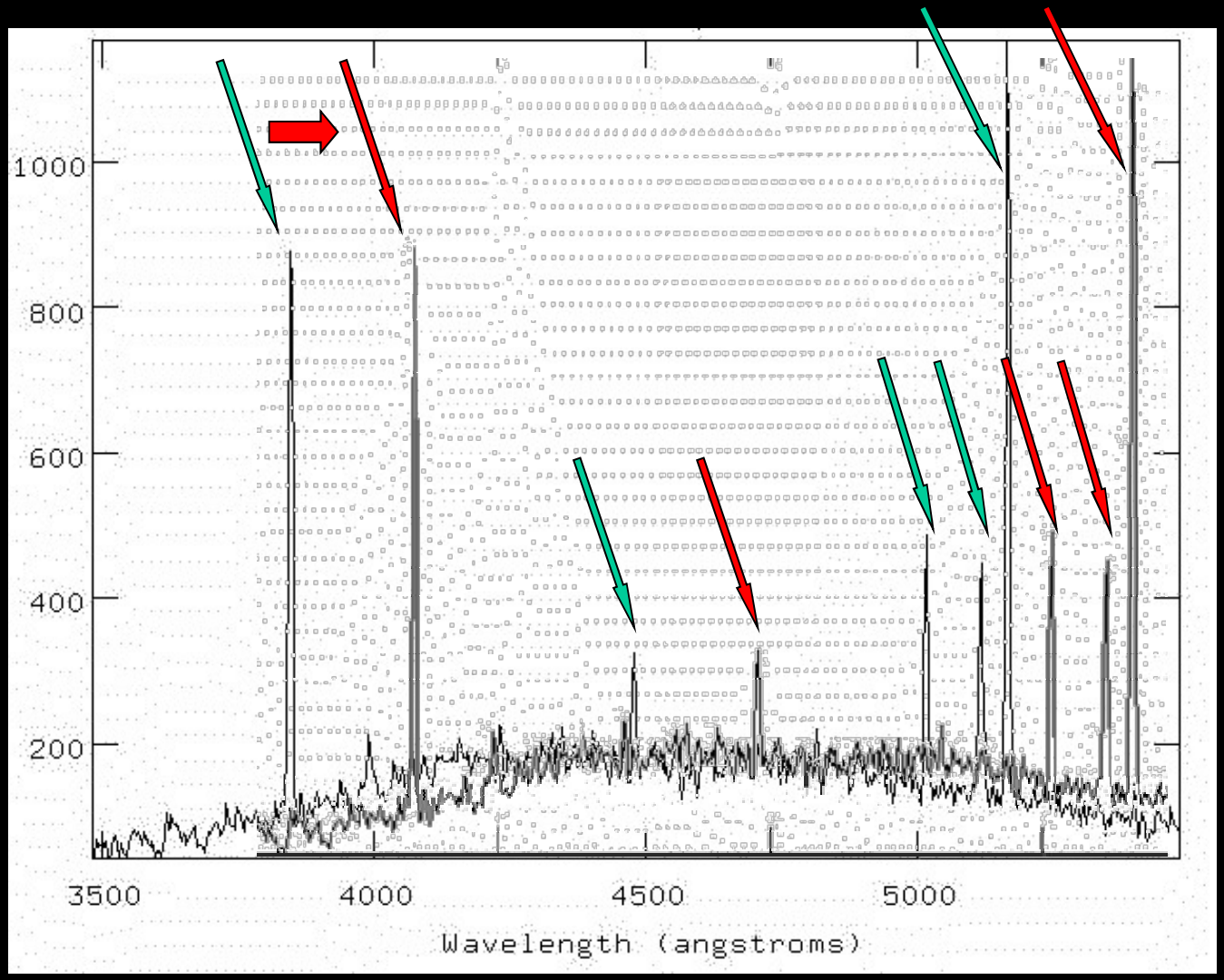
Sorgente “a riposo”



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento



Effetto Doppler – sorgente in allontanamento

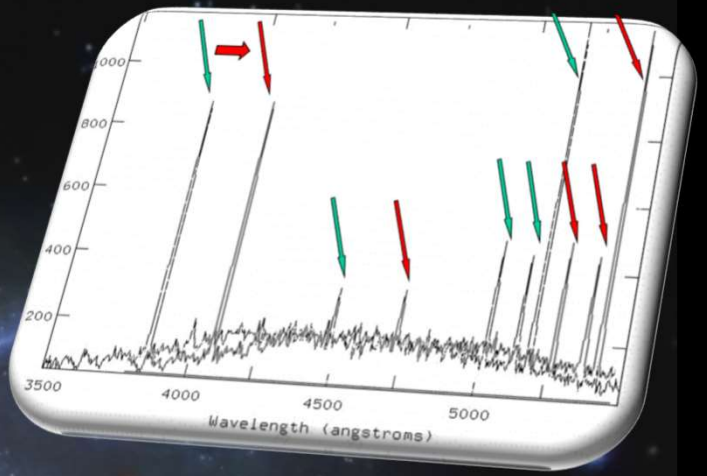


le righe si spostano quindi verso il rosso: **redshift**

Effetto Doppler

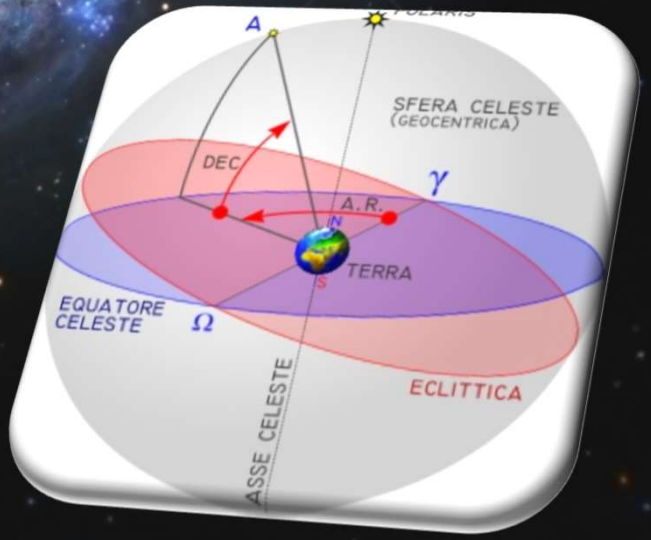
(non relativistico)

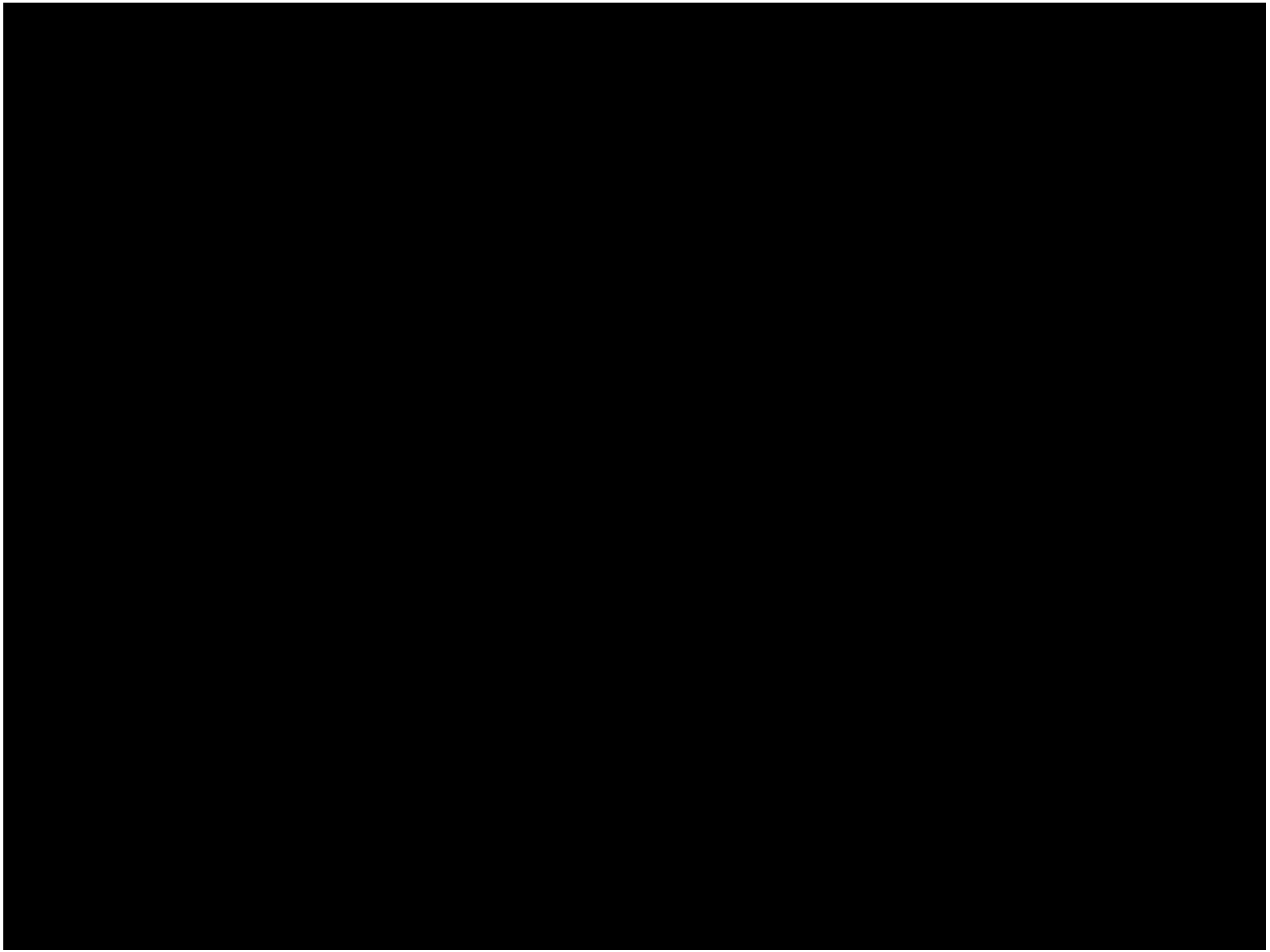
$$\frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda_0} = \frac{v_s}{c} \approx z$$


800
600
400
200
3500
4000
4500
5000
Wavelength (angstroms)

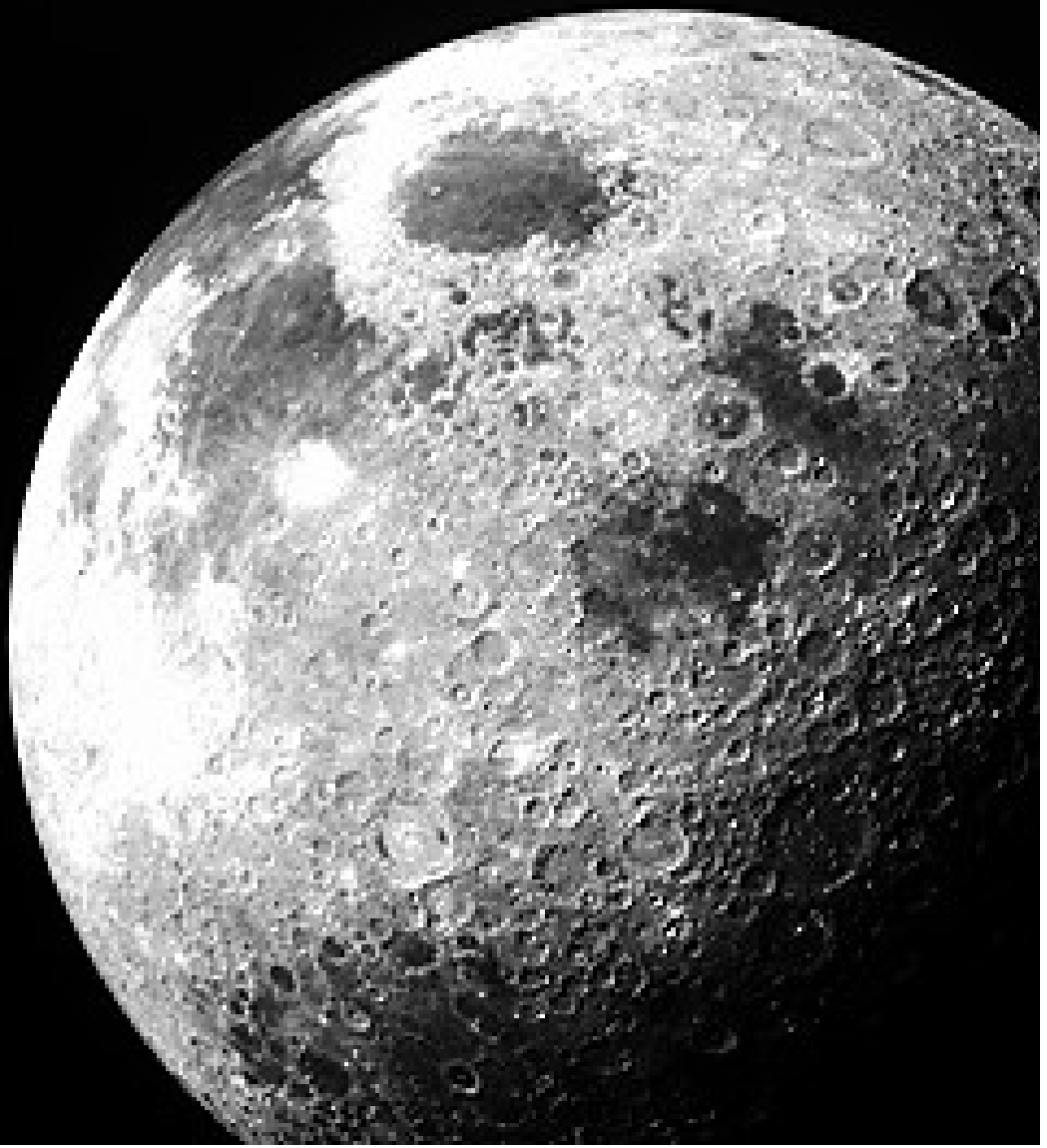
Alkaline earth metals
Transition metals
Halogens
Noble gases
*Lanthanides
†Actinides

schermo

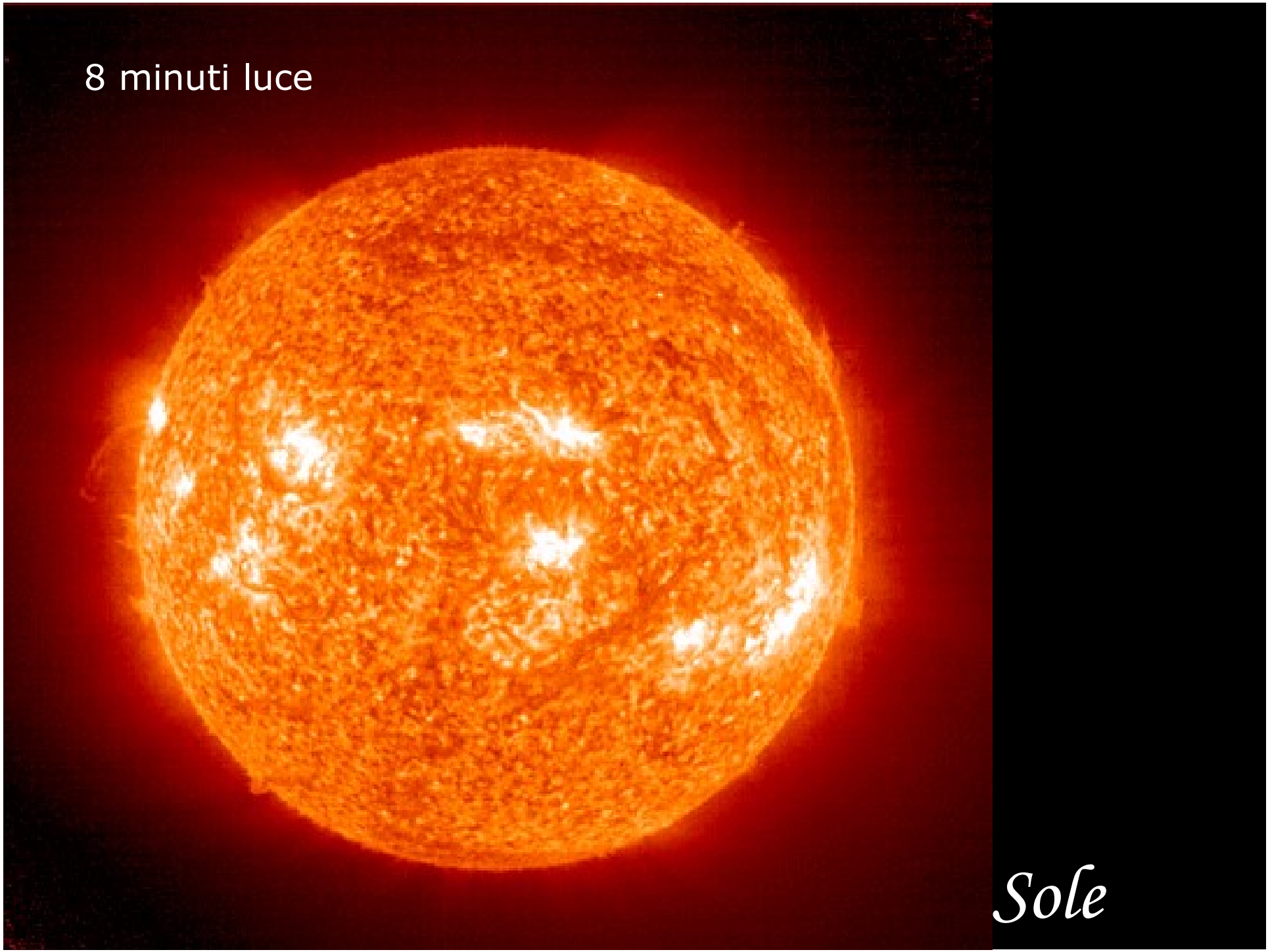

A
POLARIS
SFERA CELESTE
(GEOCENTRICA)
DEC
γ
A.R.
N
TERRA
S
EQUATORE
CELESTE
Ω
ECLITTICA
ASSE CELESTE



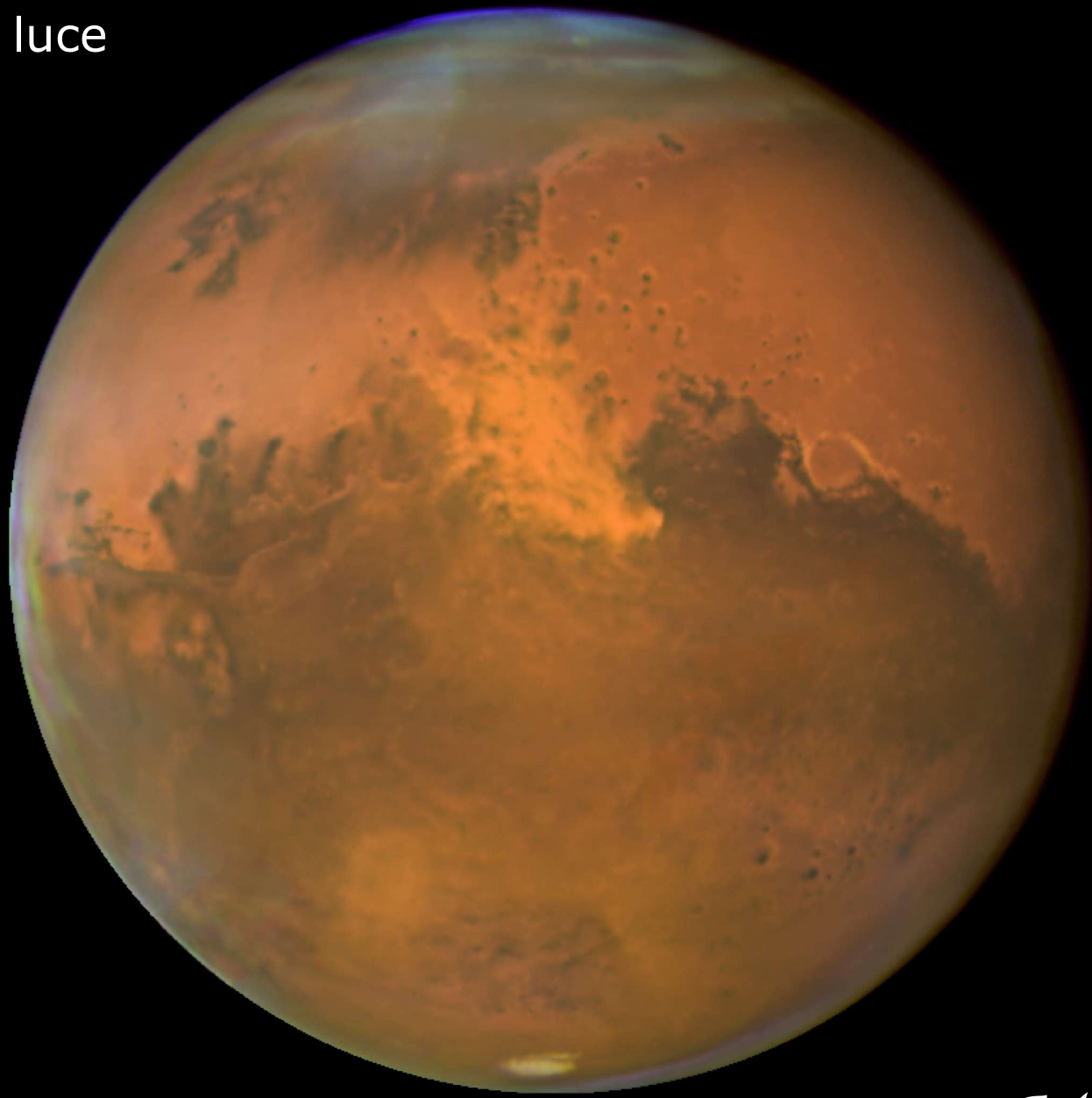
1,3 secondi luce



Luna


8 minuti luce
Sole

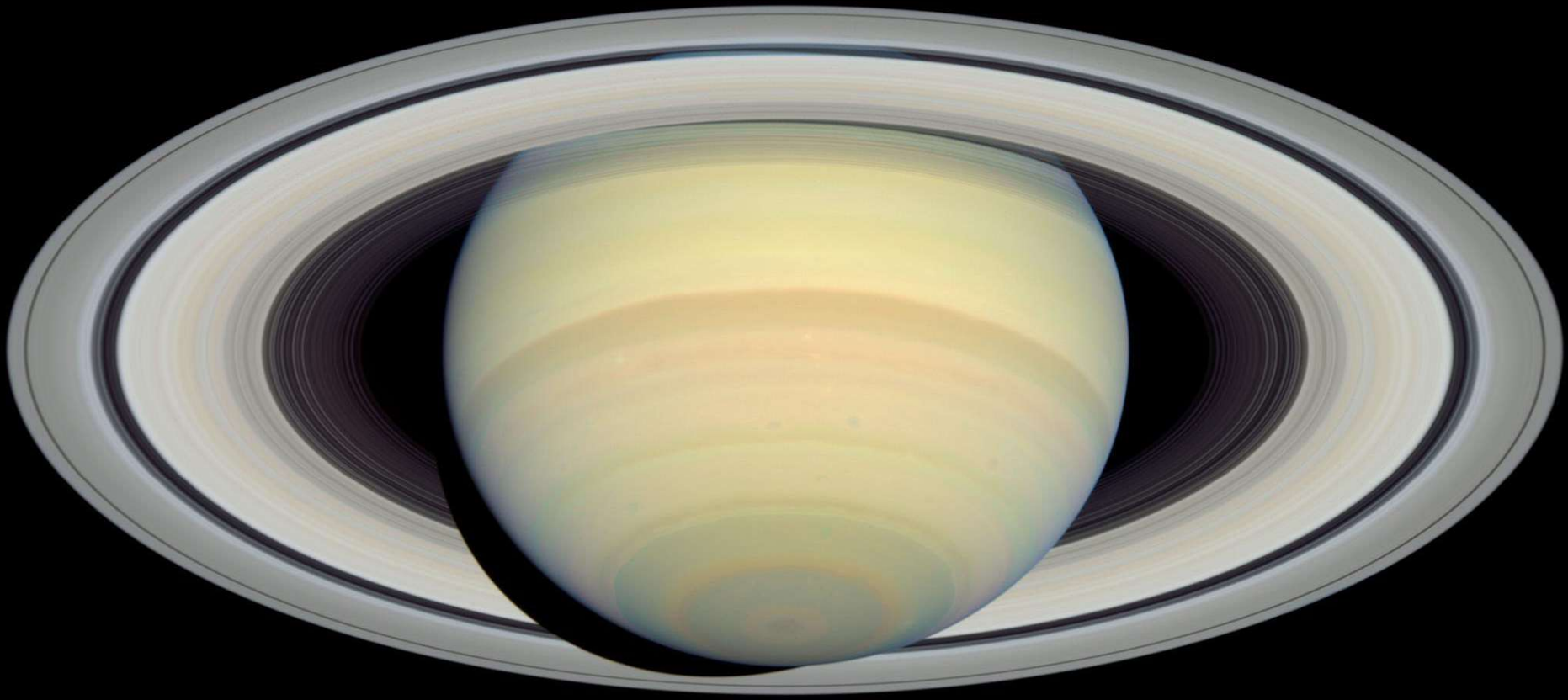
12 minuti luce



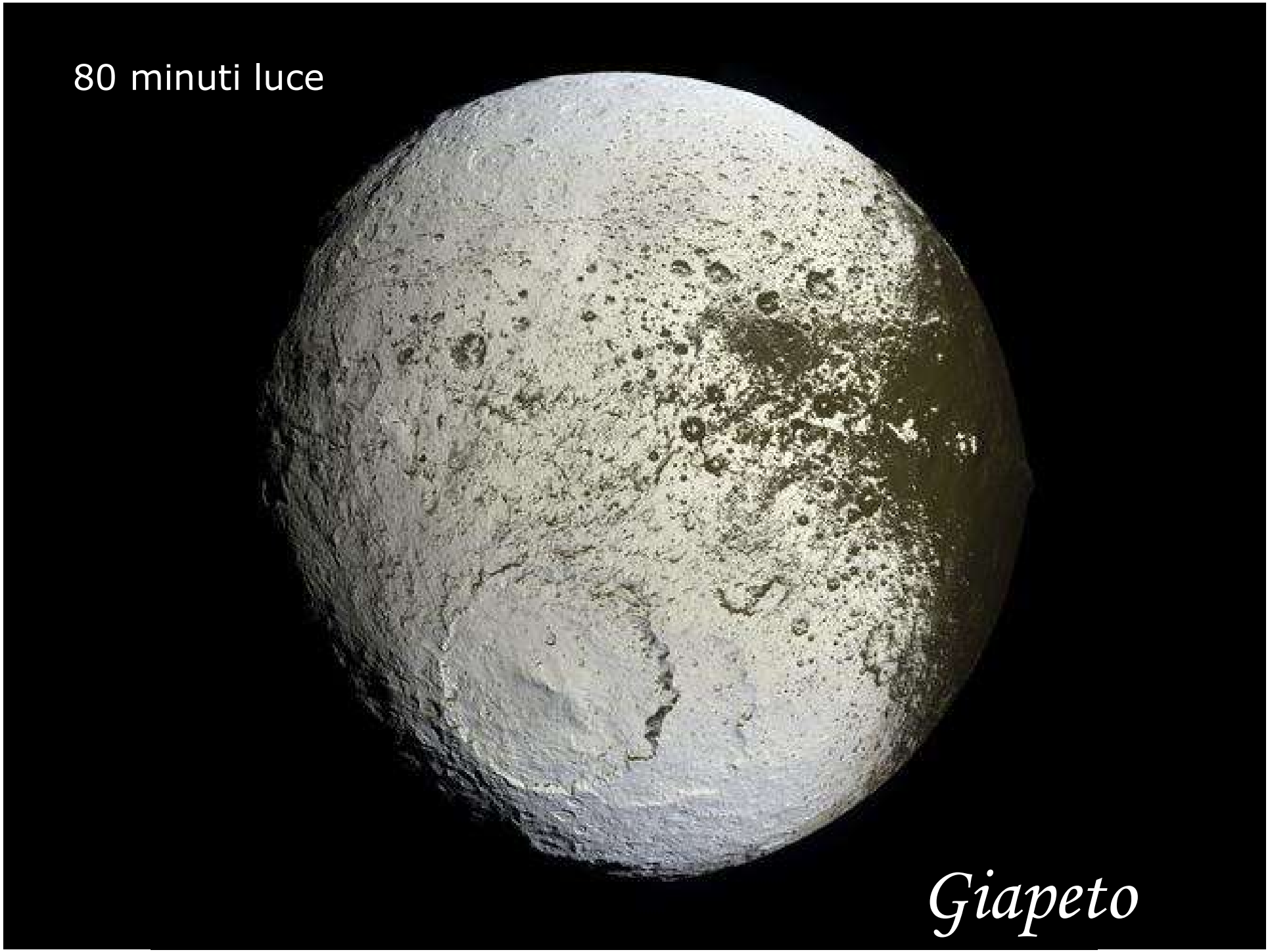
Marte

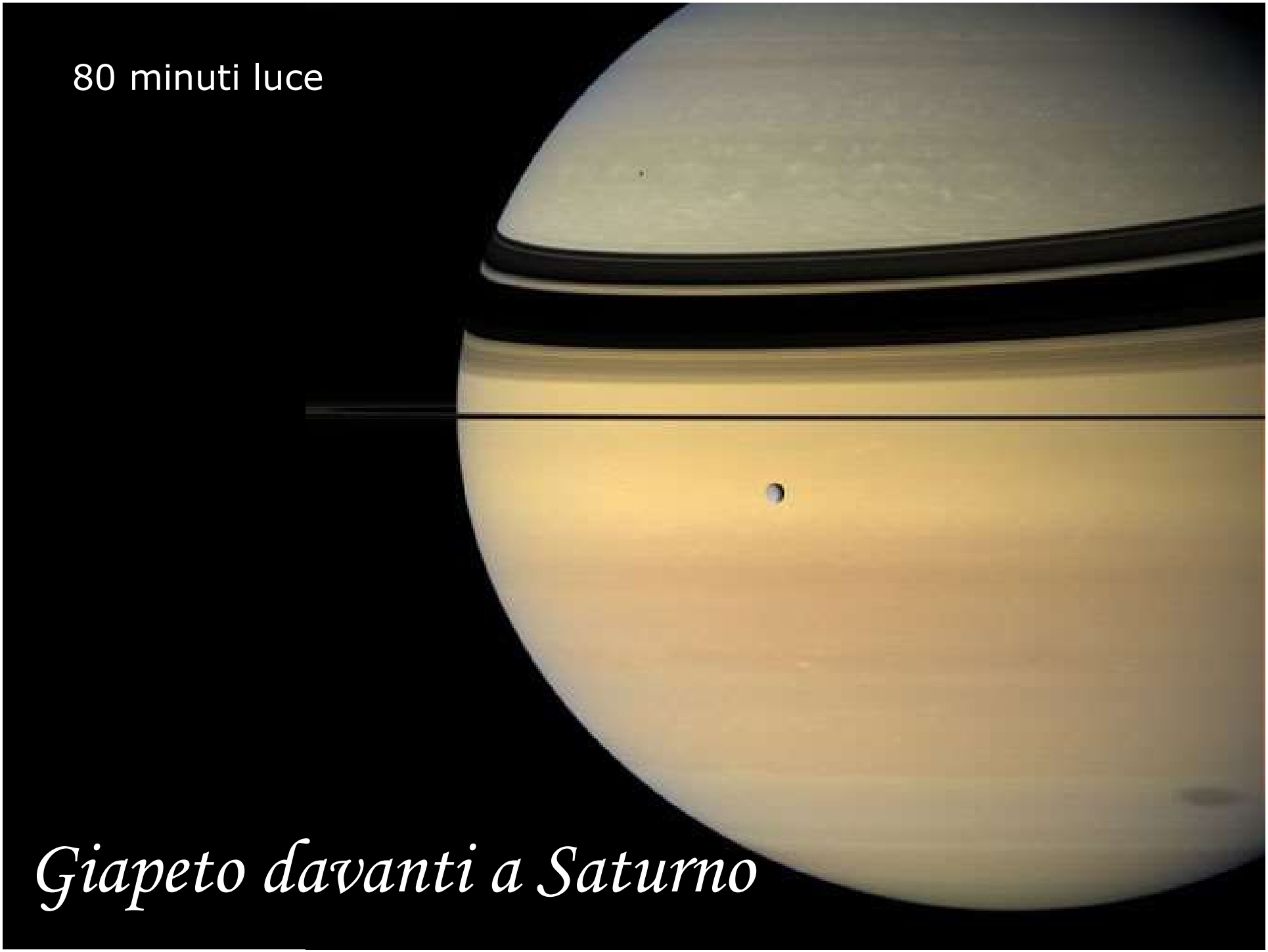
Marte
12 minuti luce

80 minuti luce



Saturno

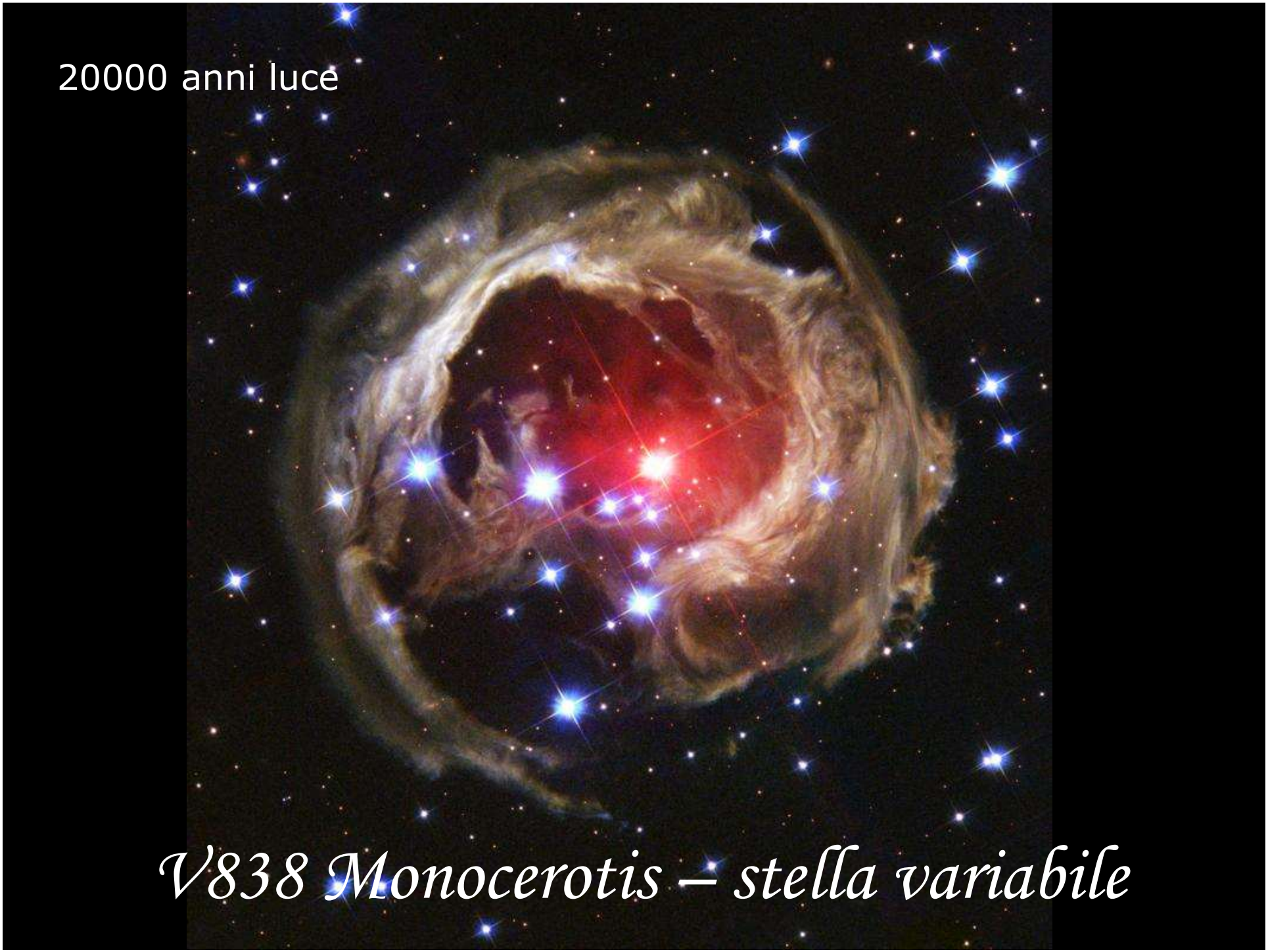

80 minuti luce
Giapeto


80 minuti luce
Giapeto davanti a Saturno

3300 anni luce

Nebulosa planetaria - Occhio di gatto

Nebulosa del granchio - Resto di supernova



V838 Monocerotis – stella variabile

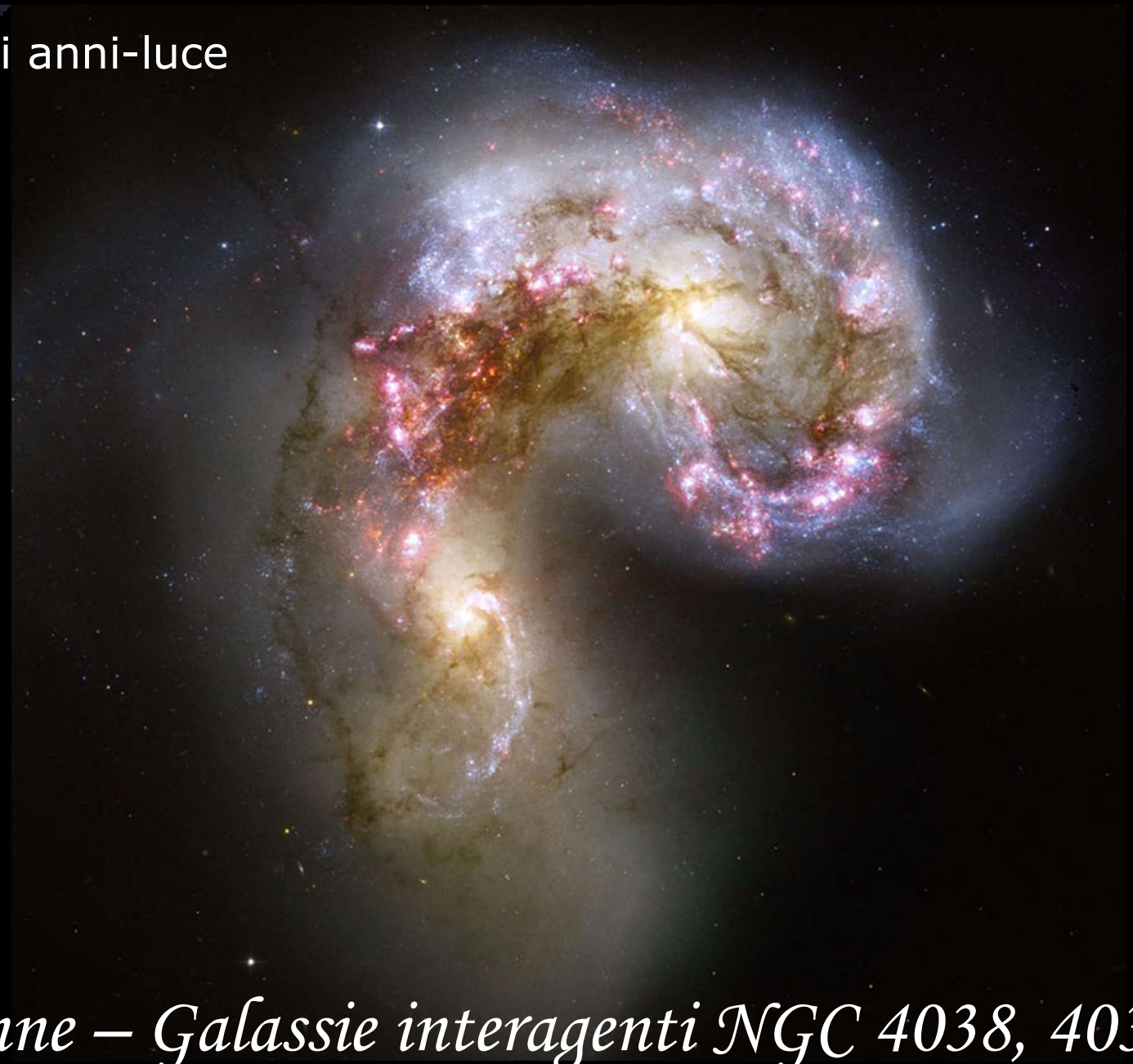
32600 anni luce
Ammasso di stelle M80

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

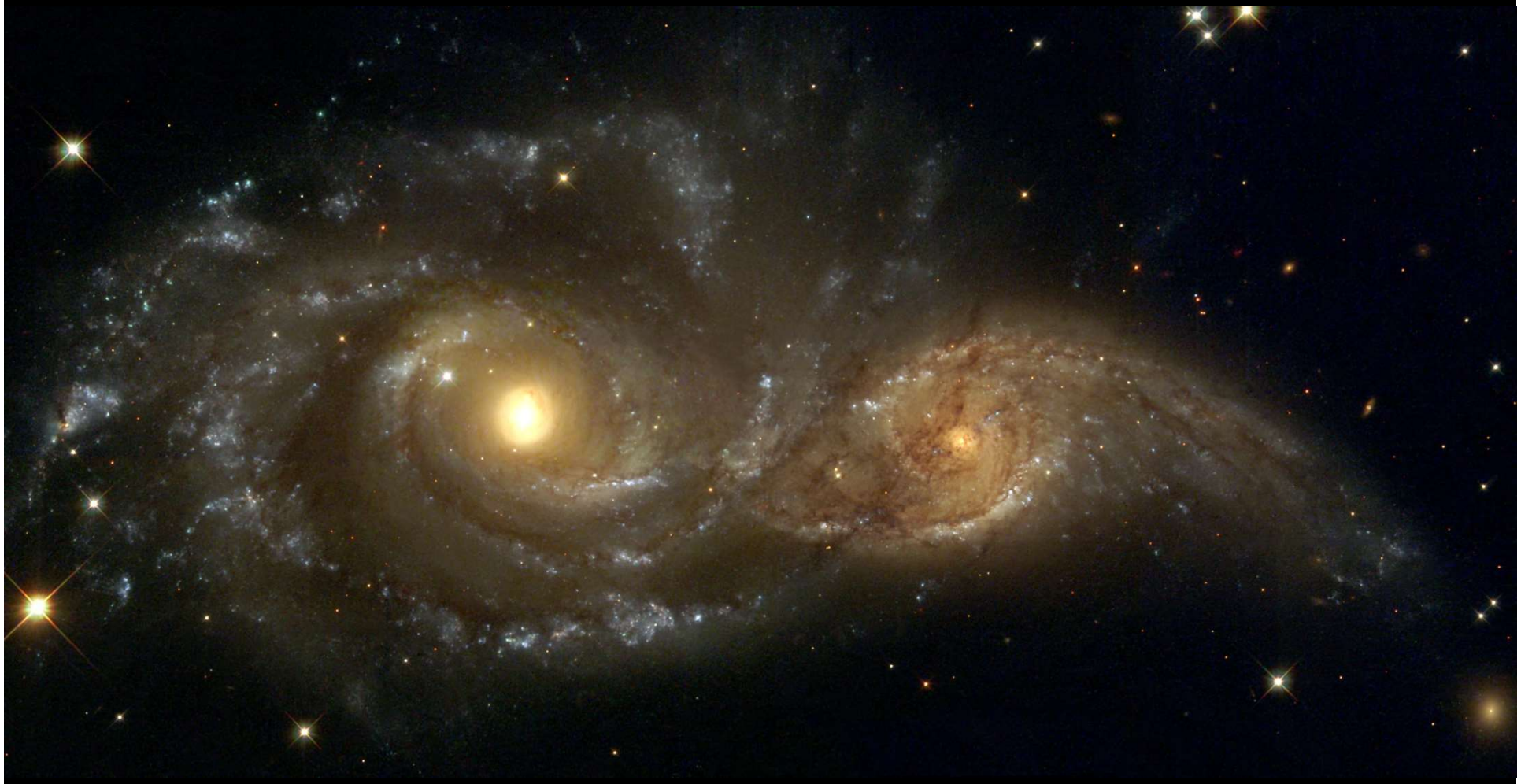


Le antenne – Galassie interagenti NGC 4038, 4039

69 milioni di anni-luce

Galassia barrata NGC 1300

129 milioni anni luce

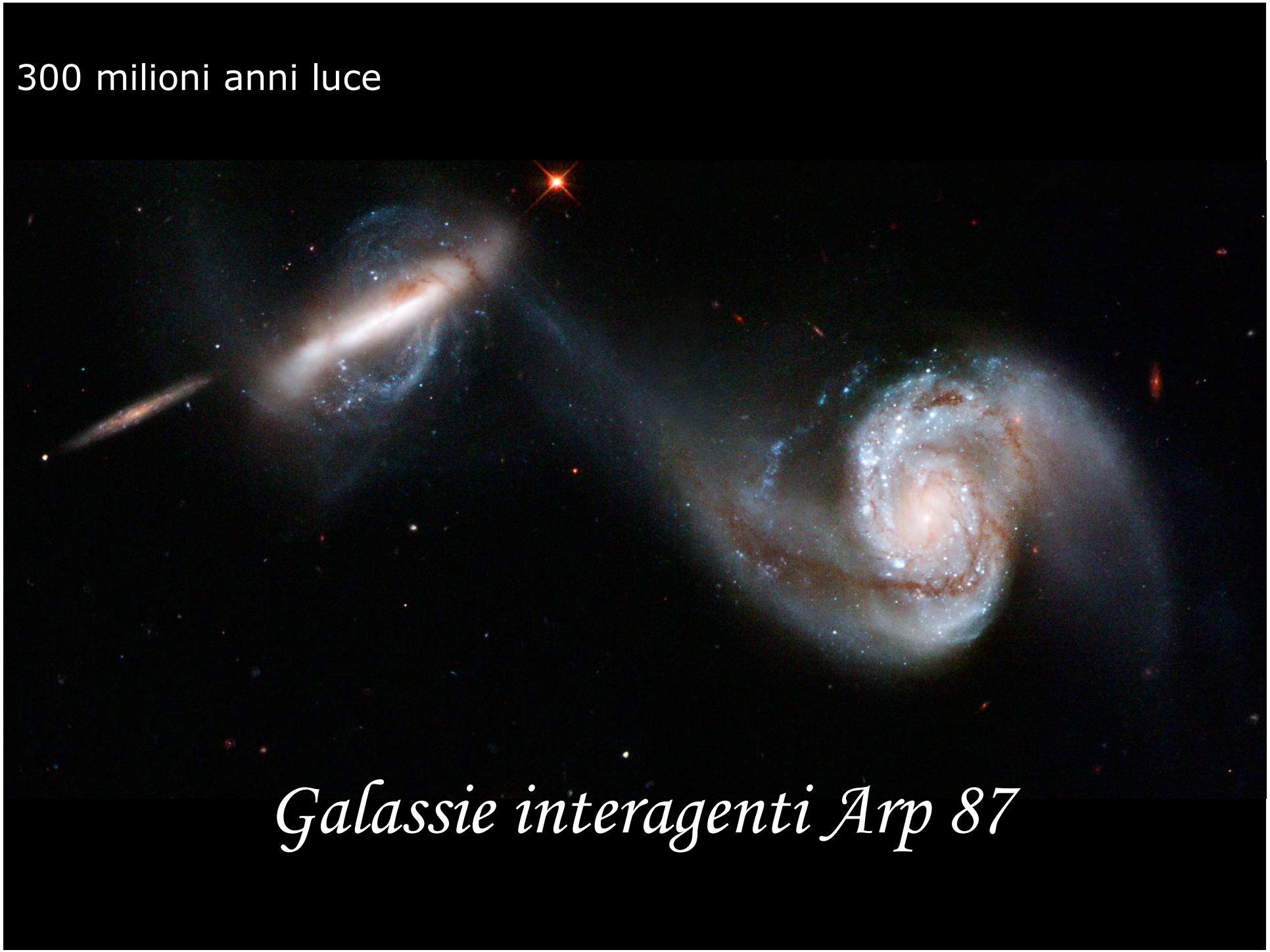


Galassie interagenti NGC 2207 e IC 2163

300 milioni di anni-luce
Galassia Anello – AM 0644-741

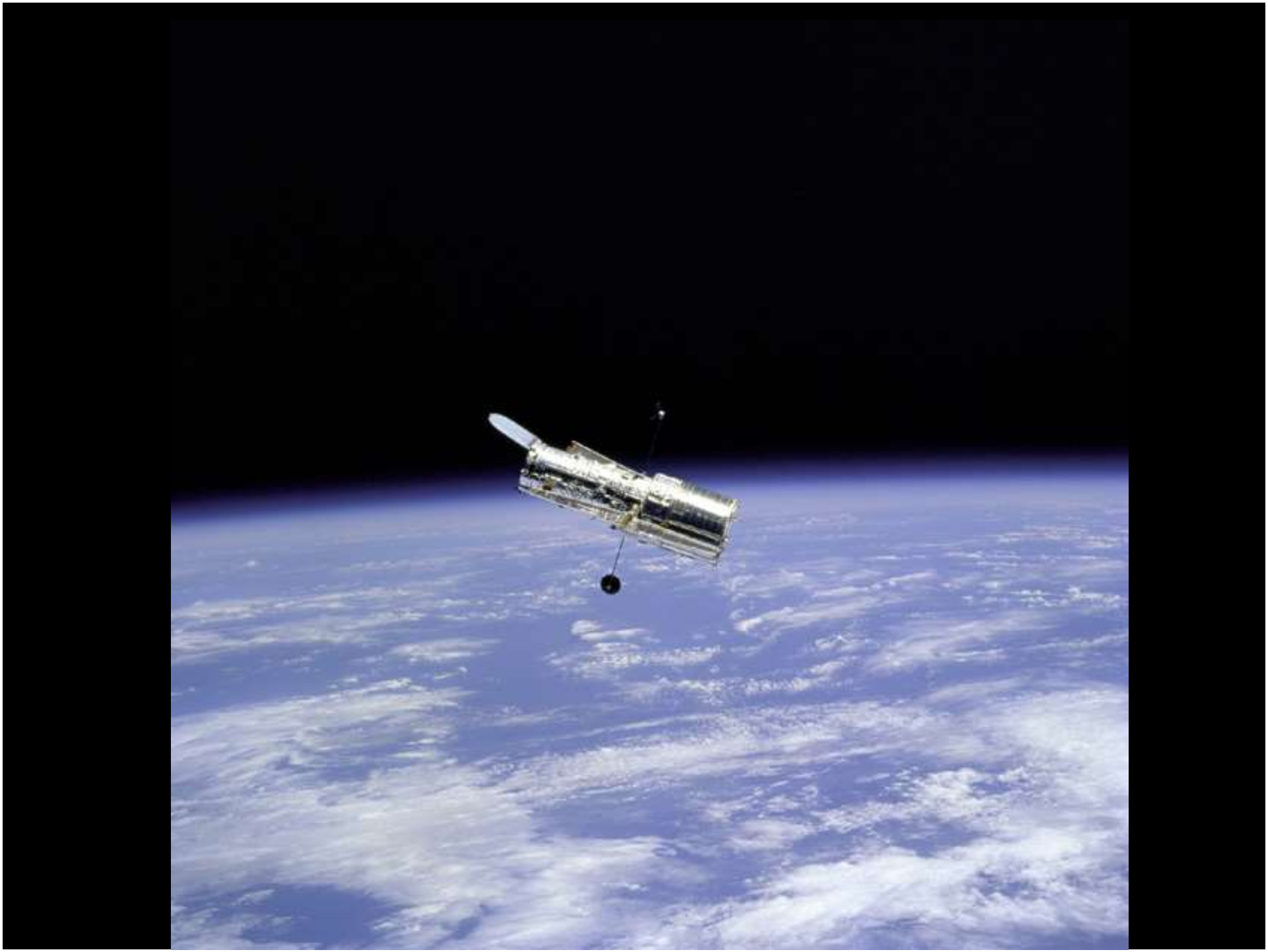
300 milioni di anni-luce

I topi – Galassie interagenti NGC 4676


300 milioni anni luce
Galassie interagenti Arp 87

2,2 miliardi di anni luce

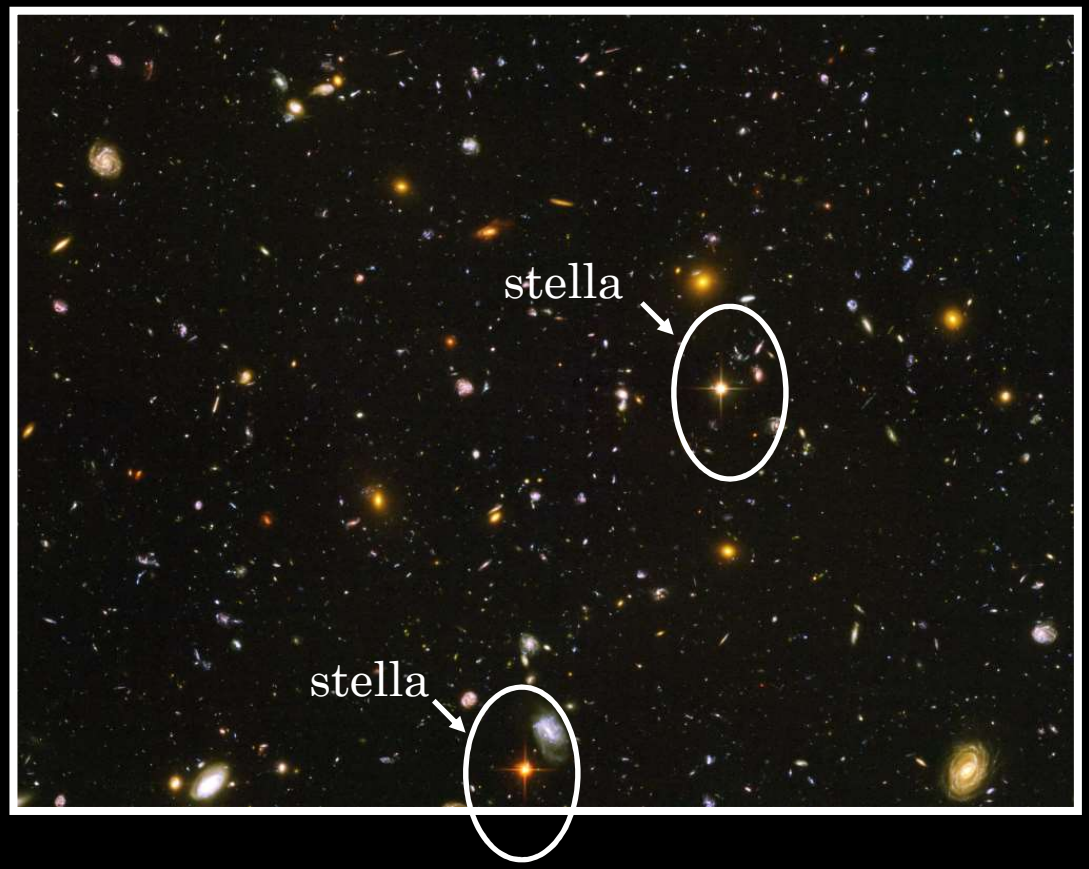
Ammasso di galassie Abell 1689

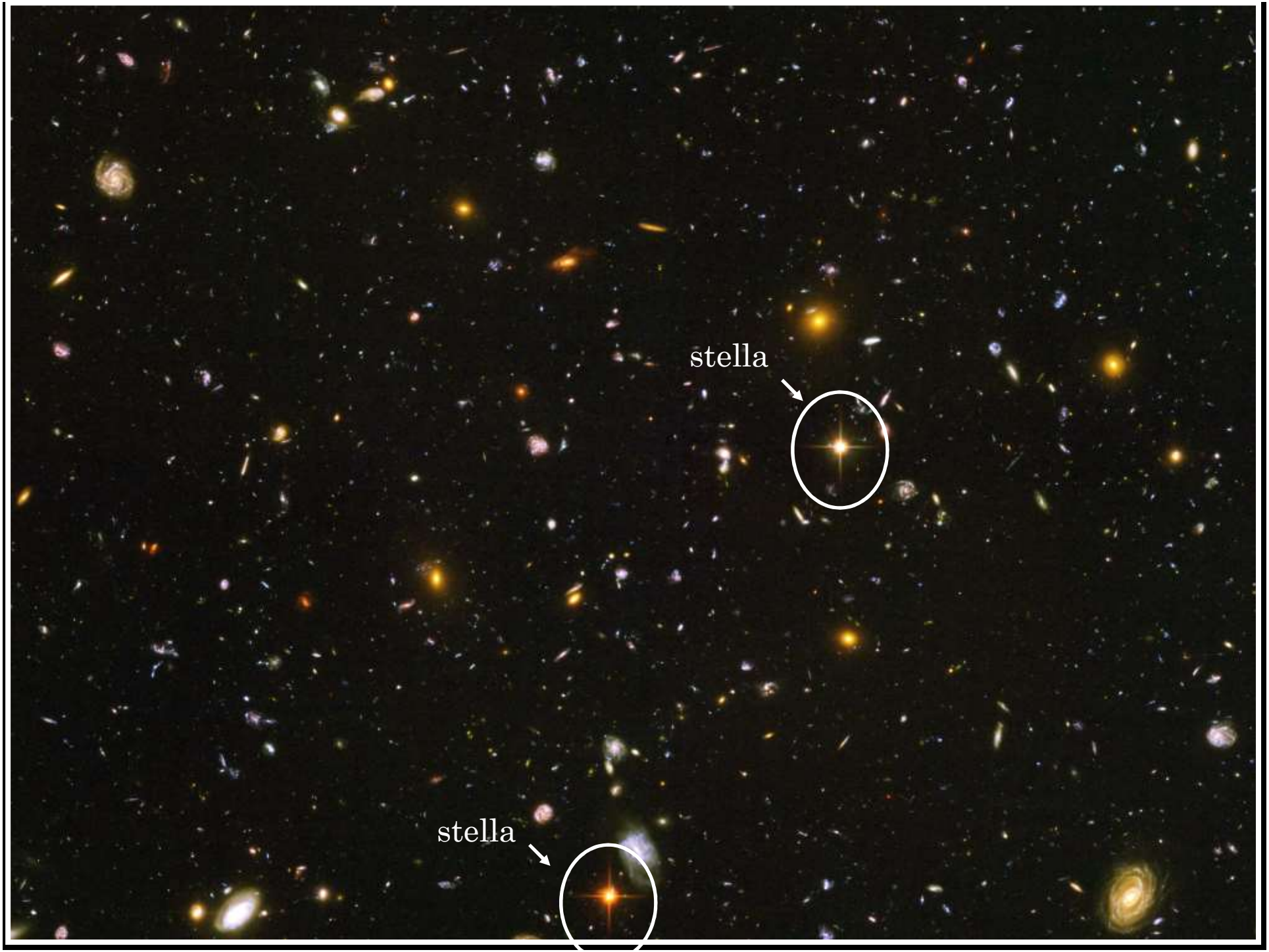


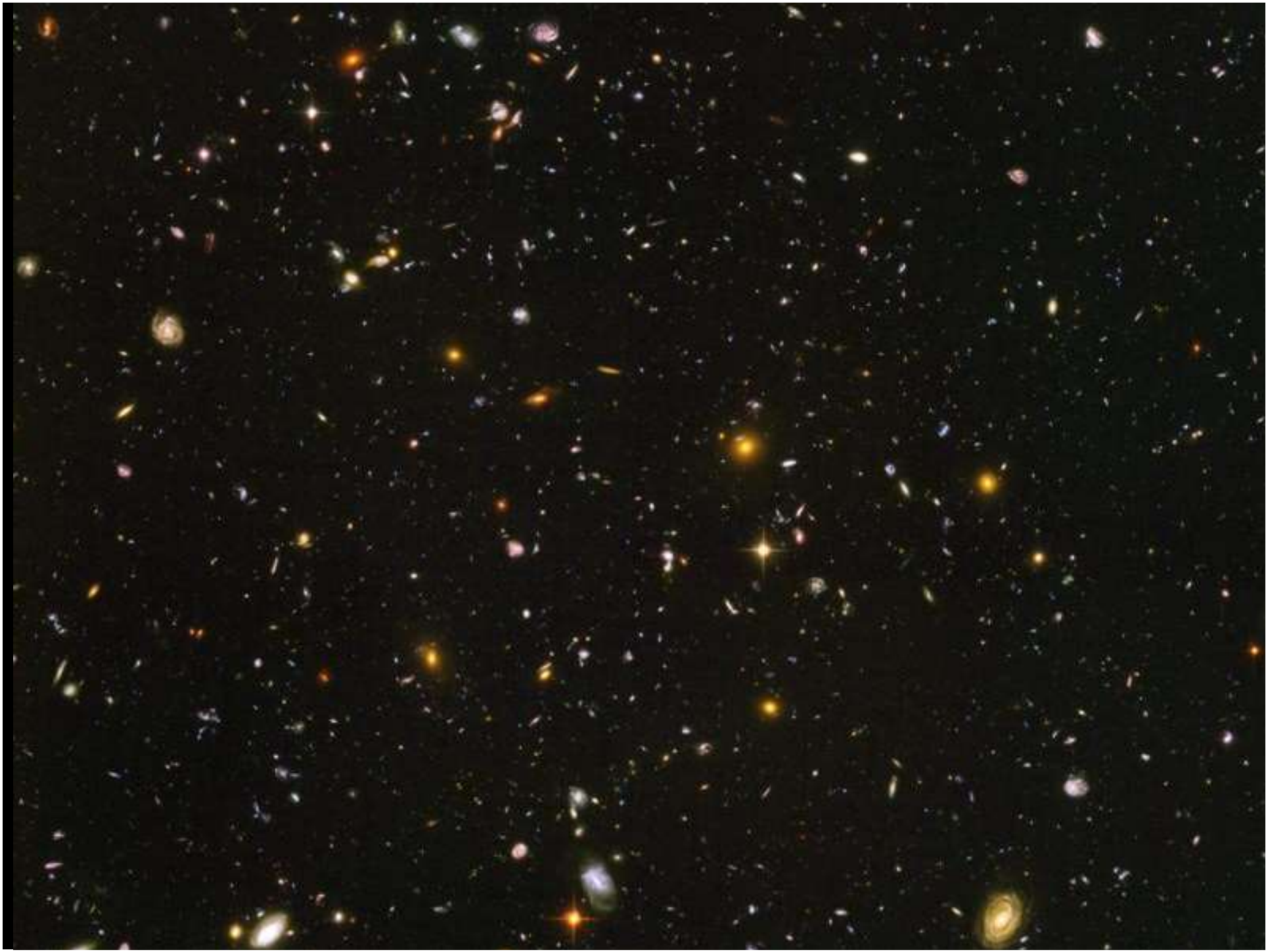
Hubble Ultra Deep Field:

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.

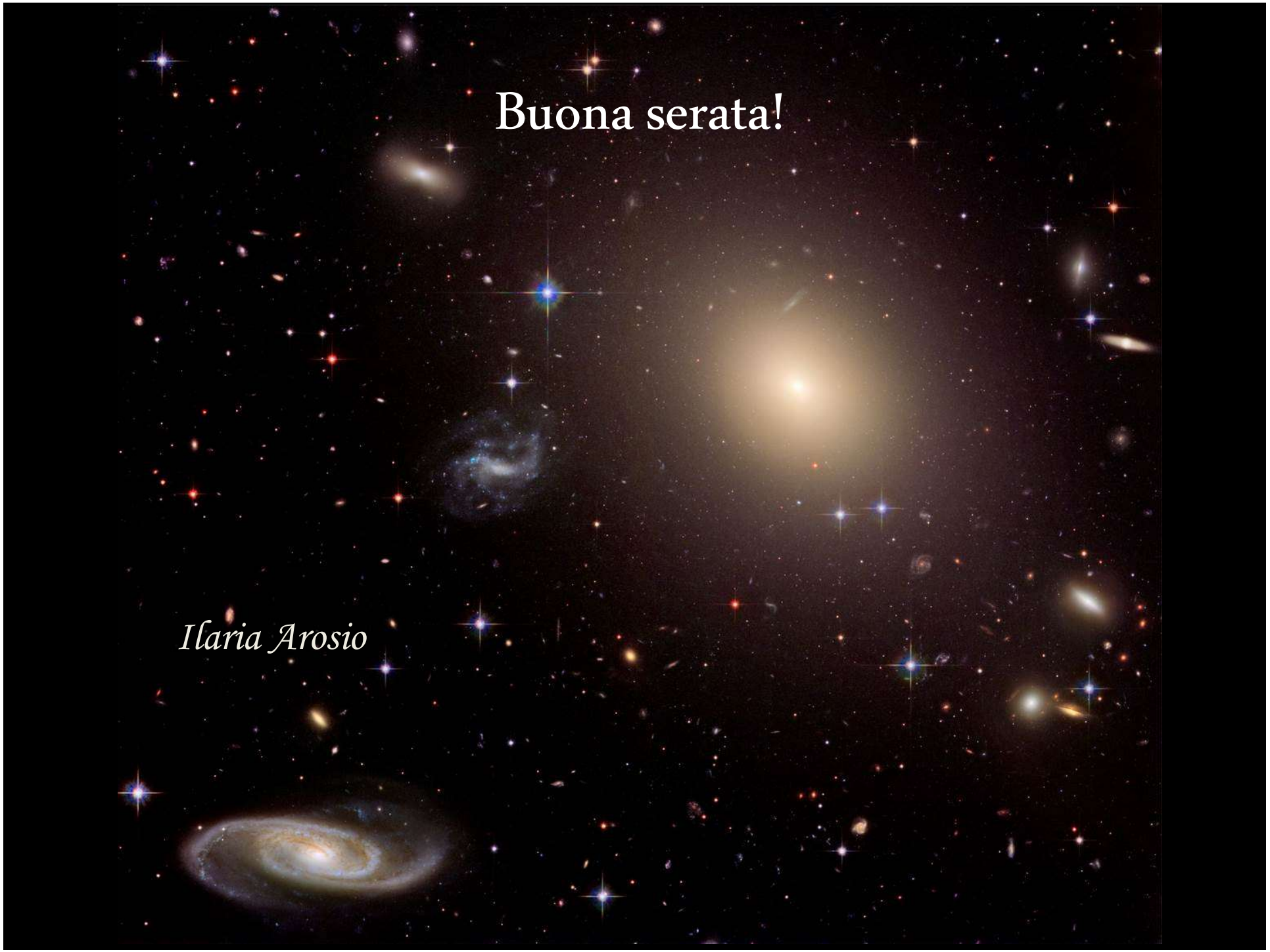


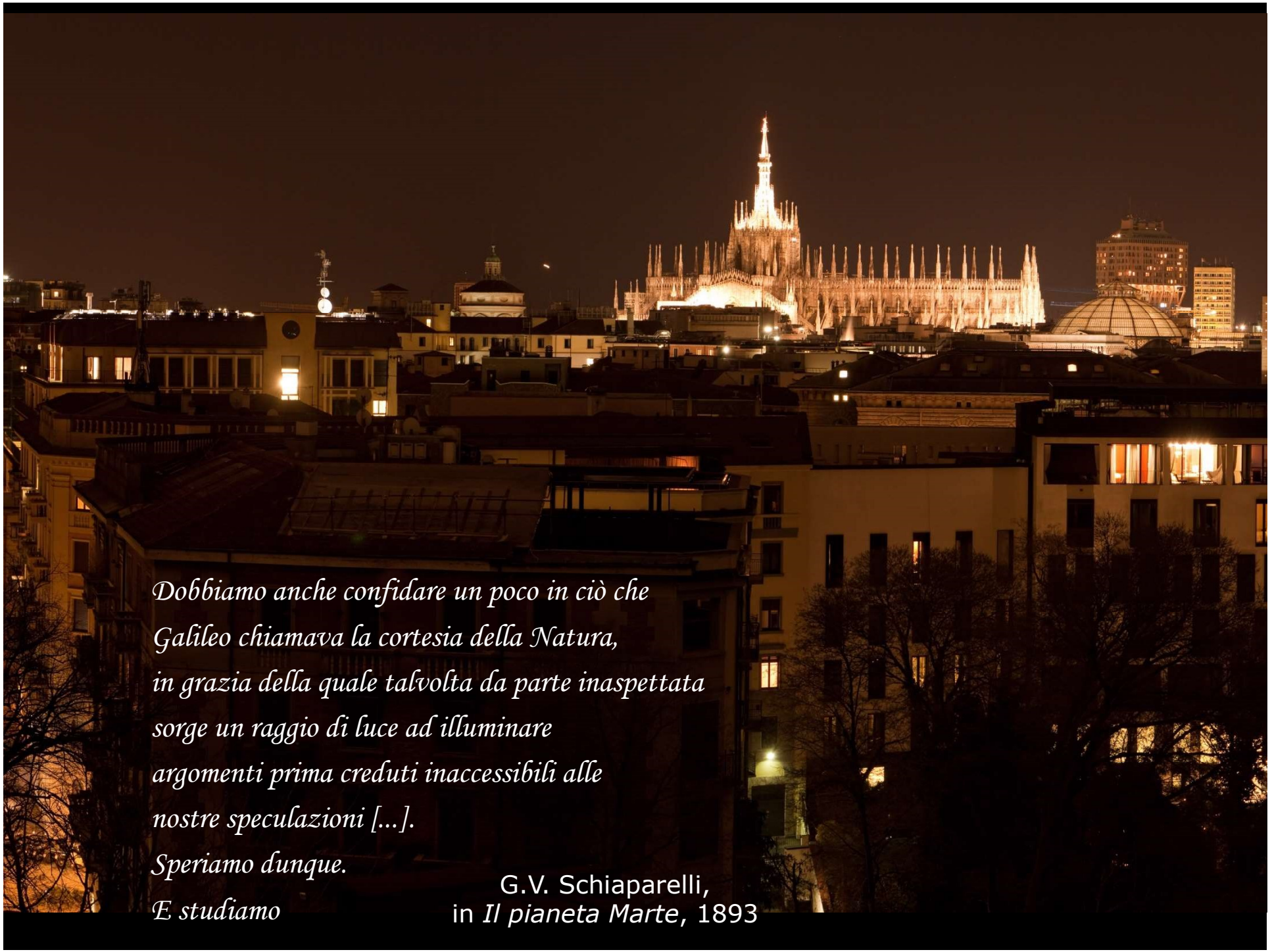

stella
stella



«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