



Istituto Nazionale di Astrofisica



Osservatorio astronomico di Brera

A cosa servono le stelle?



Ilaria Arosio

A cosa servono le stelle?

Adoperarsi in favore di altri

Noi esistiamo qui e ora
in questa forma per l'interazione tra
la materia e le forze che governano
l'universo.

Queste leggi permettono l'esistenza
di un universo fatto di stelle e
galassie e hanno permesso la
formazione della vita su questo
pianeta

Le stelle servono a noi
tanto quanto noi
serviamo a loro:
siamo manifestazioni
di uno stesso
universo.

A cosa servono le stelle?



Cos'è la cultura?

“Accumulo globale di conoscenze e innovazioni derivante dalla somma di contributi individuali trasmessi attraverso le generazioni e diffusi nel nostro gruppo sociale che influenza e cambia continuamente la nostra vita”

L'uomo rispetto ad altri organismi viventi ha sviluppato la cultura più di tutti gli altri animali. La cultura è un **meccanismo di adattamento all'ambiente** straordinariamente efficace.



“Non è la specie più forte o la più intelligente a sopravvivere ma quella che si **adatta meglio al cambiamento”**
Attribuita a Charles Darwin

L'adattamento all'ambiente per via genetica è molto lento per l'uomo ma ha inventato strumenti che lo aiutano e gli danno la possibilità straordinarie come creare nuovo cibo, attraversare il mare e la terra rapidamente volare comunicare facilmente a distanza e così via...

L. L. Cavalli Sforza

La cultura è un meccanismo dotato di **grande flessibilità**, che ci permette di applicare qualunque idea utile ci venga in mente e **sviluppare soluzioni** per i problemi che di volta in volta si presentano



Grande Carro
setentrione



E



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

Capella

Procione

Betelgeuse

Rigel

Sirio

Marte

Pleiadi nel I millennio a.C.

navigazione

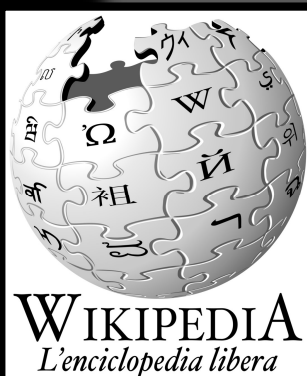
levata eliac a inizio anno in Mesopotamia 2500 a.C.

O

S



Il Tempo Universale è una scala dei tempi basata sulla rotazione della Terra .
Al giorno d'oggi il Tempo universale è determinato tramite le osservazioni di Quasar molto distanti.



30 giugno, la giornata di oggi durerà un secondo in più



Per permettere agli orologi atomici di sincronizzarsi con l'effettiva rotazione della Terra sul suo asse

Per permettere agli orologi atomici di sincronizzarsi con l'effettiva rotazione della Terra sul suo asse

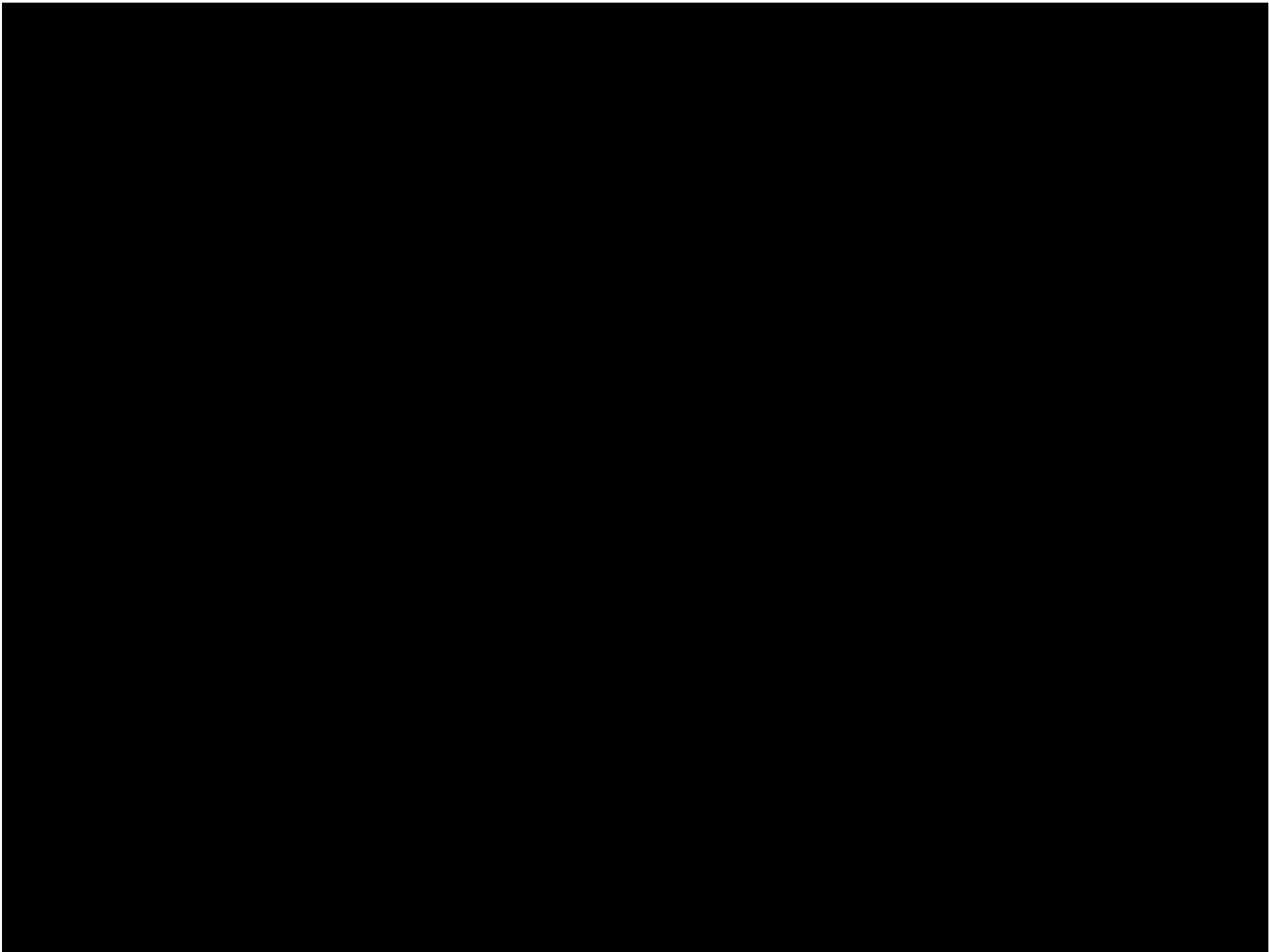


Maria Macerone
30 DIC, 2016

Il 2016 durerà un secondo in più

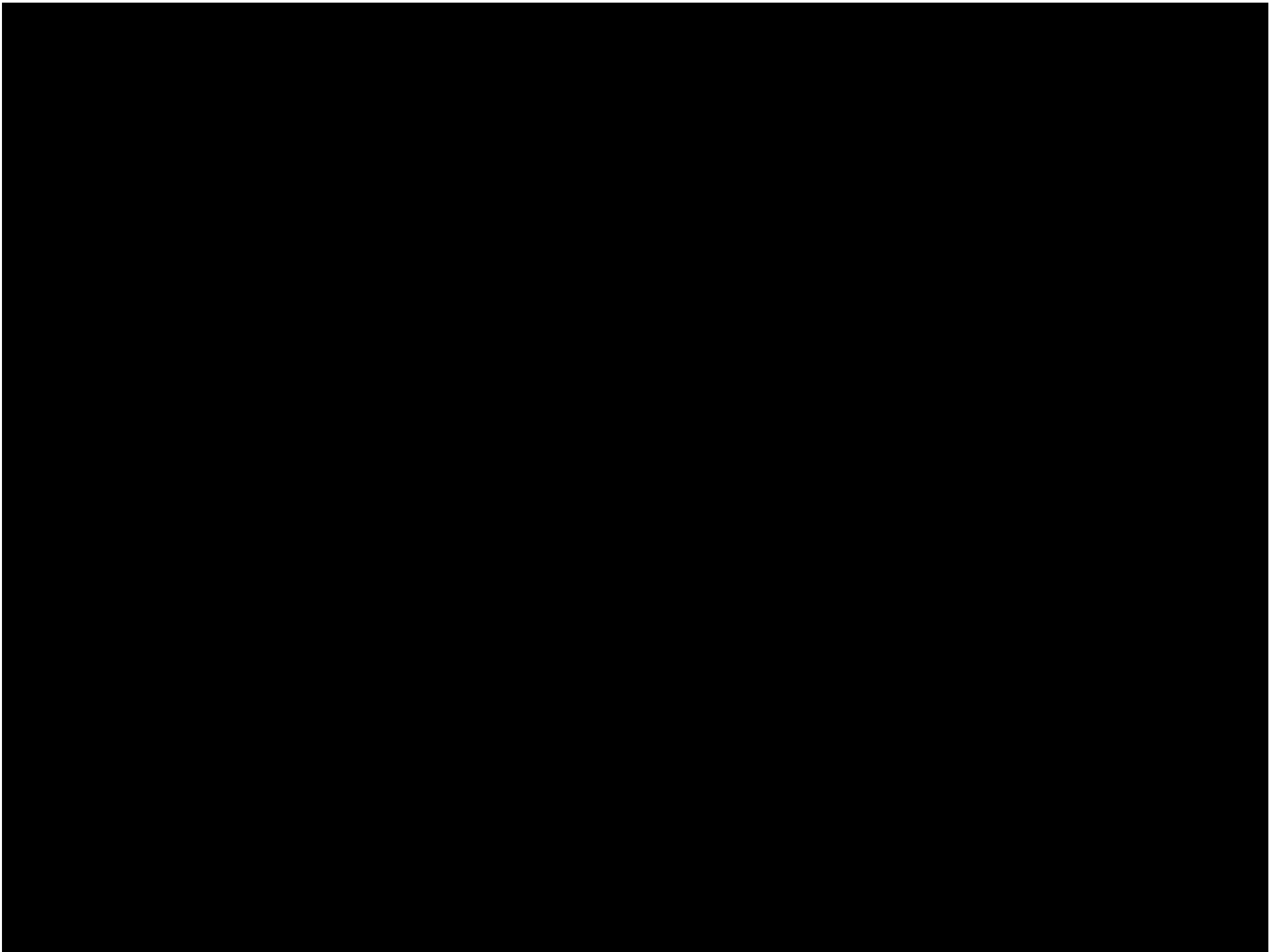
Per sincronizzare la decelerazione della rotazione terrestre con quella degli orologi atomici il 31 dicembre durerà un secondo in più





Possiamo vivere senza stelle?

Potremmo esistere senza stelle?



Che cos'è una stella?

Dizionario della lingua italiana
(Devoto -Oli)

Stella:

corpo celeste costituito da gas caldo
tenuto insieme dalla gravità e che
emette luce propria;

il Sole è una tipica stella



notte

piccole

bianche

luci deboli

giorno

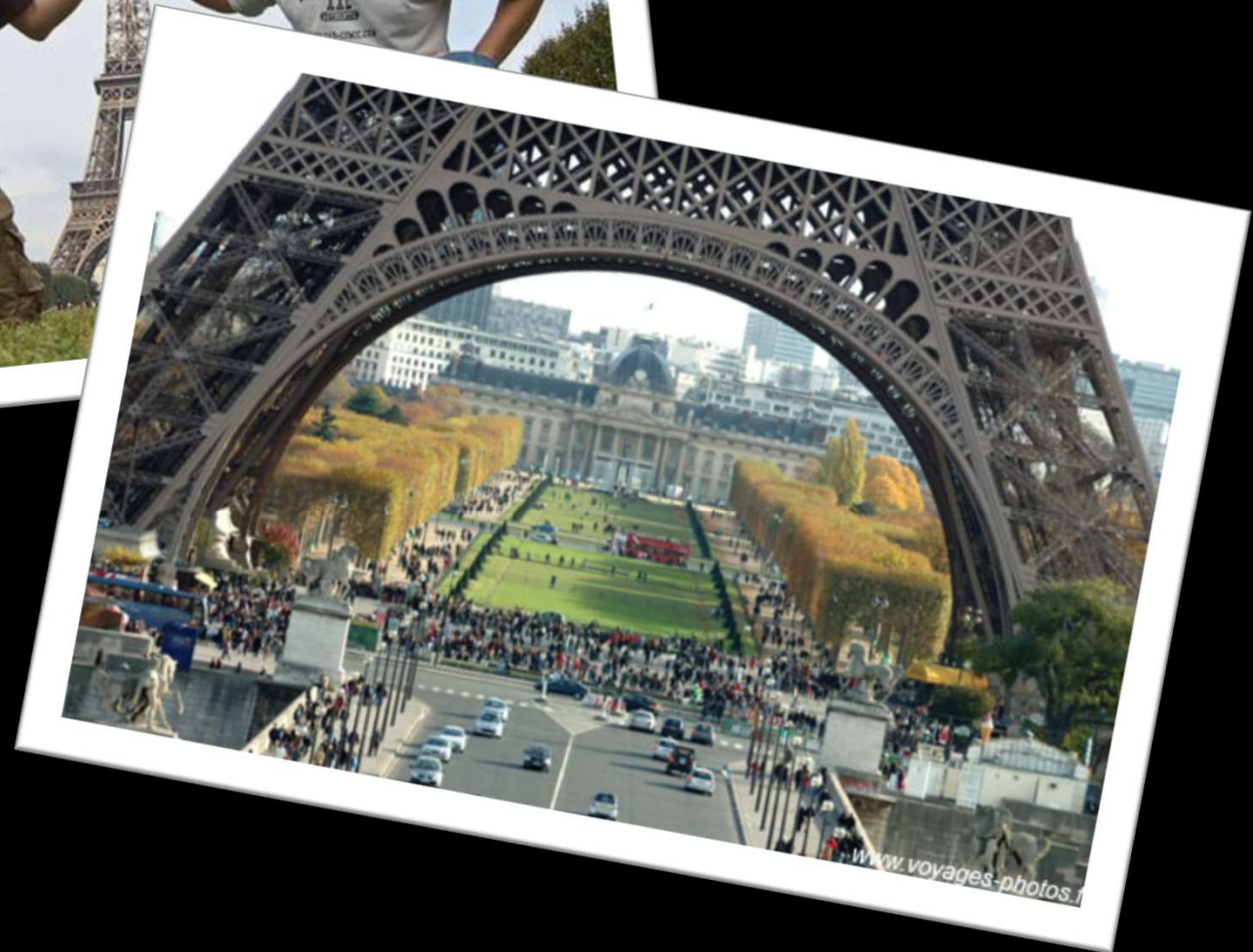
grande

arancione

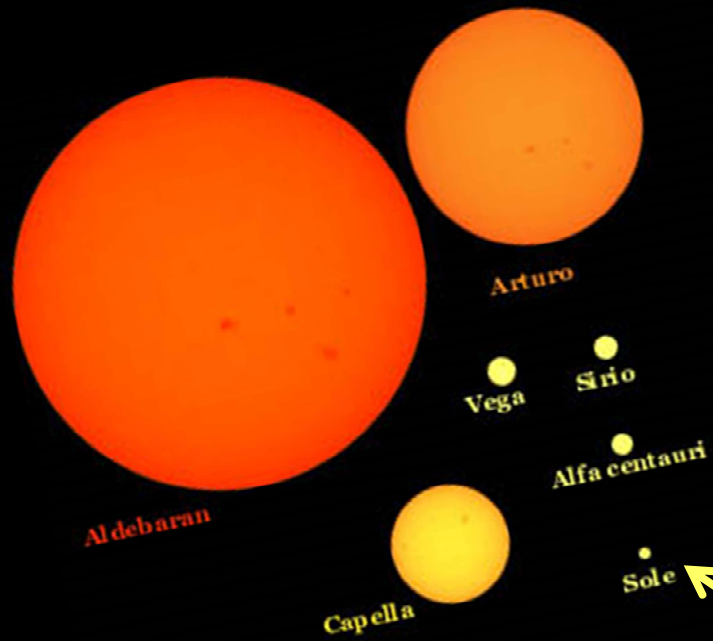
luce molto forte



Chi è più grande?



Magnitudine Assoluta



Mettiamo tutto alla stessa distanza:
alla distanza a cui sta il Sole

1 Unità Astronomica

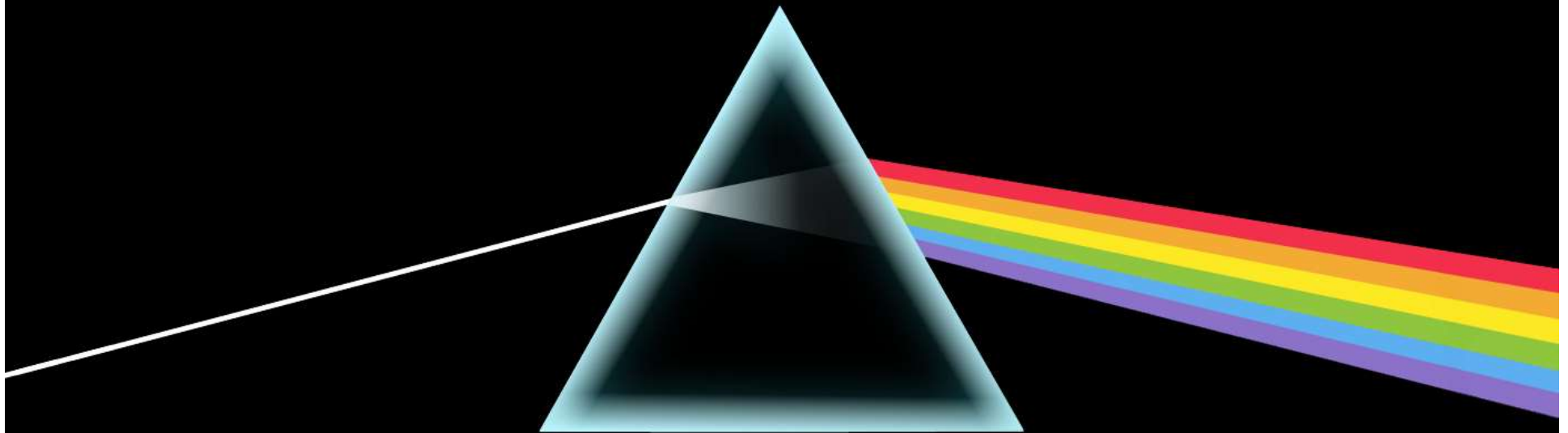


Possiamo vivere senza stelle?

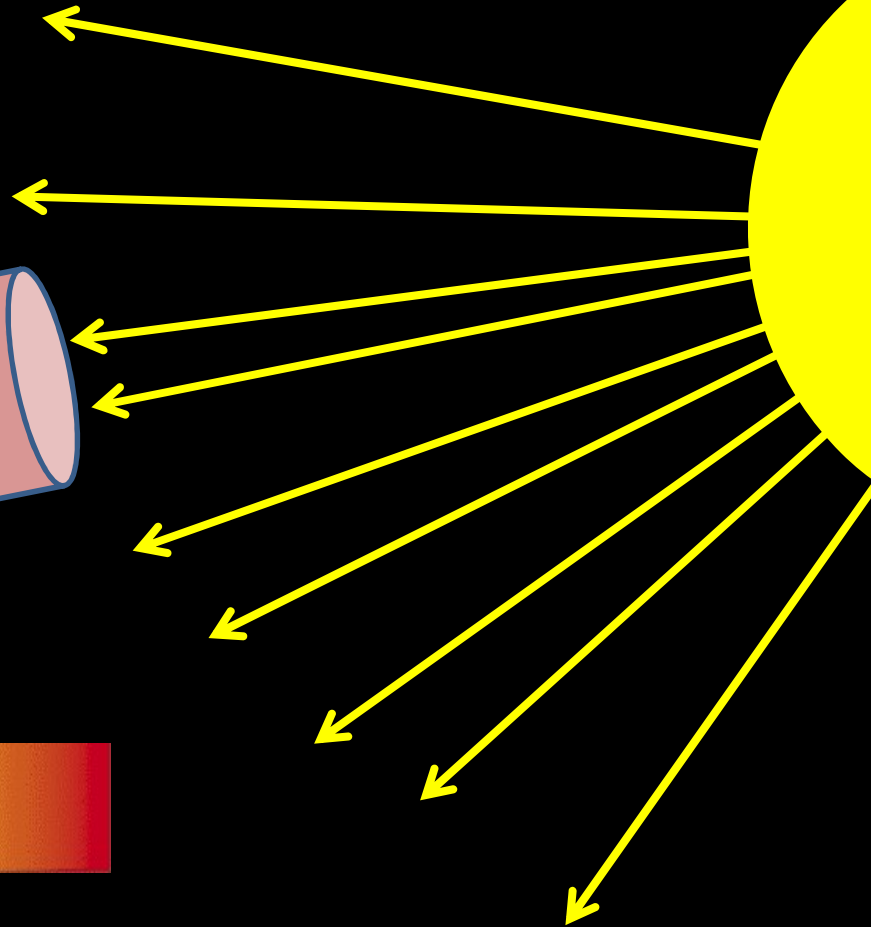
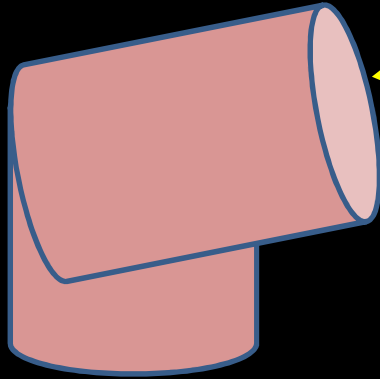
Potremmo esistere senza stelle?

Perché ci serve il Sole?

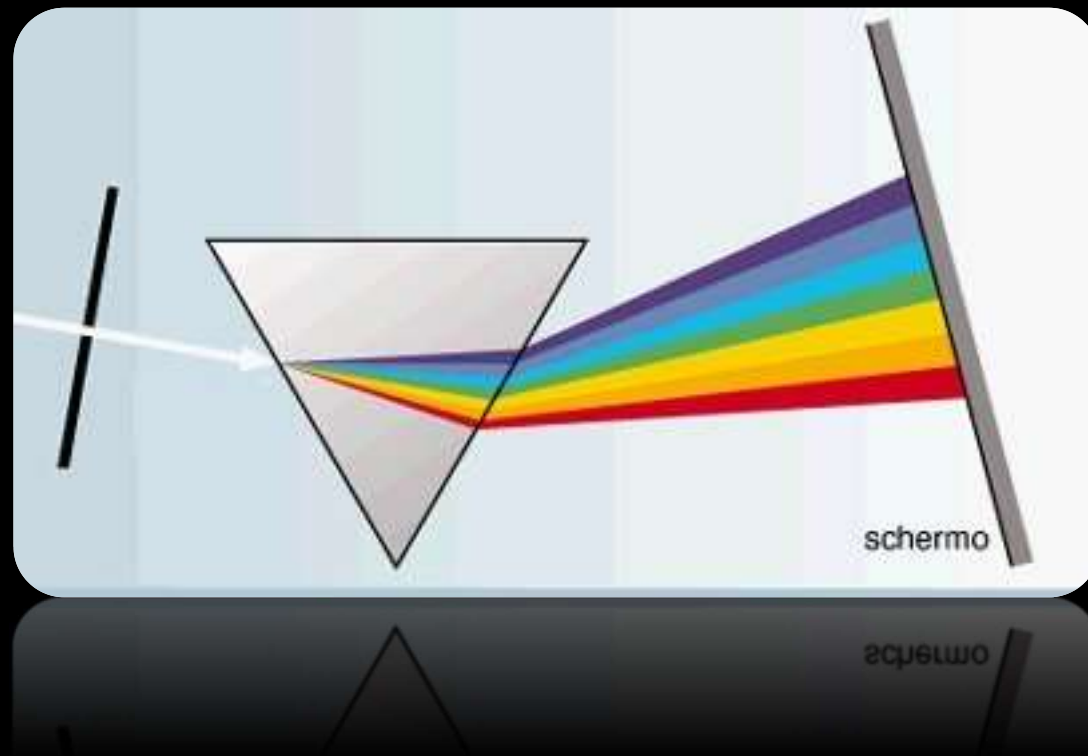
Perché ci dà luce

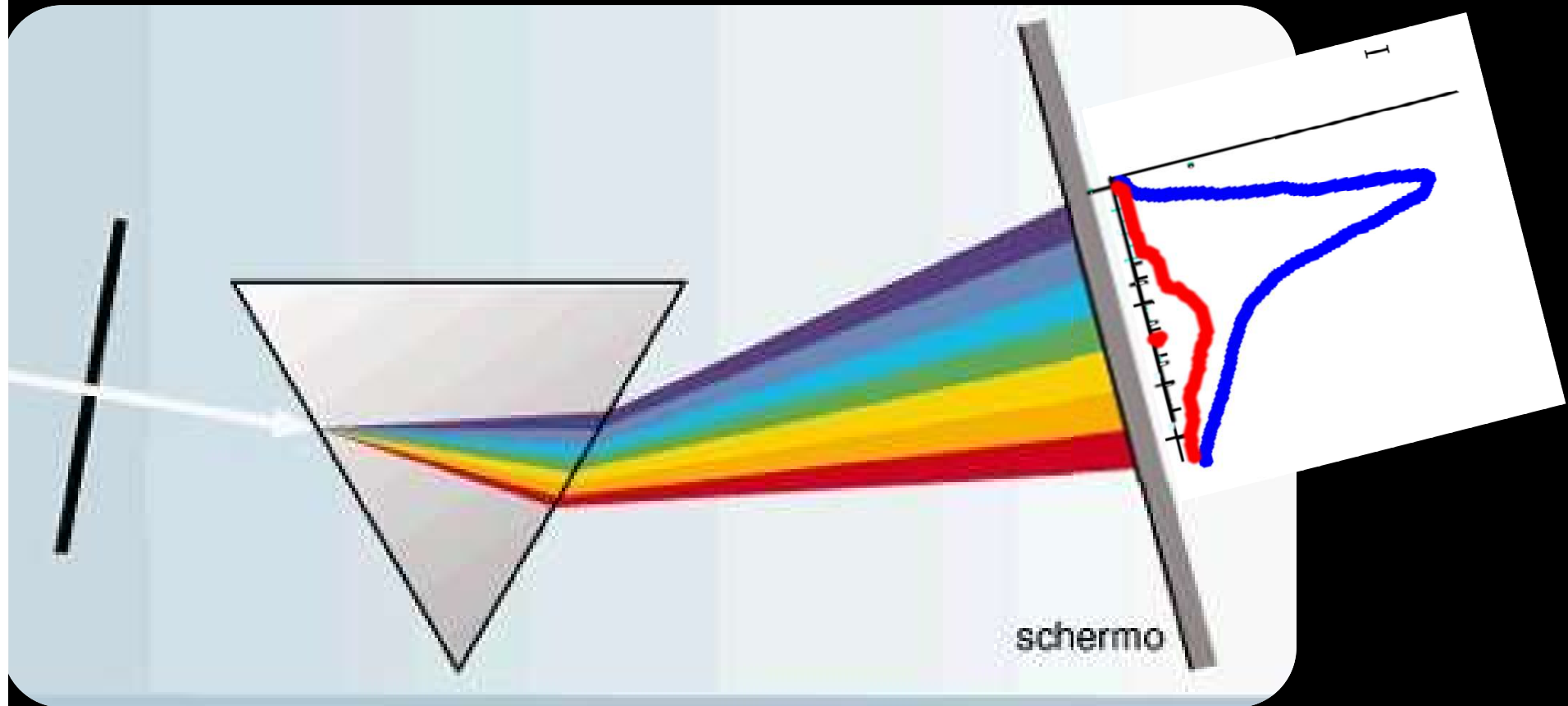


SPETTROSCOPIO



GAS CALDO E DENSO





schermo

schermo

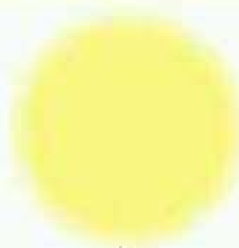
$T = 12,000 \text{ K}$

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



$T = 6000 \text{ K}$

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

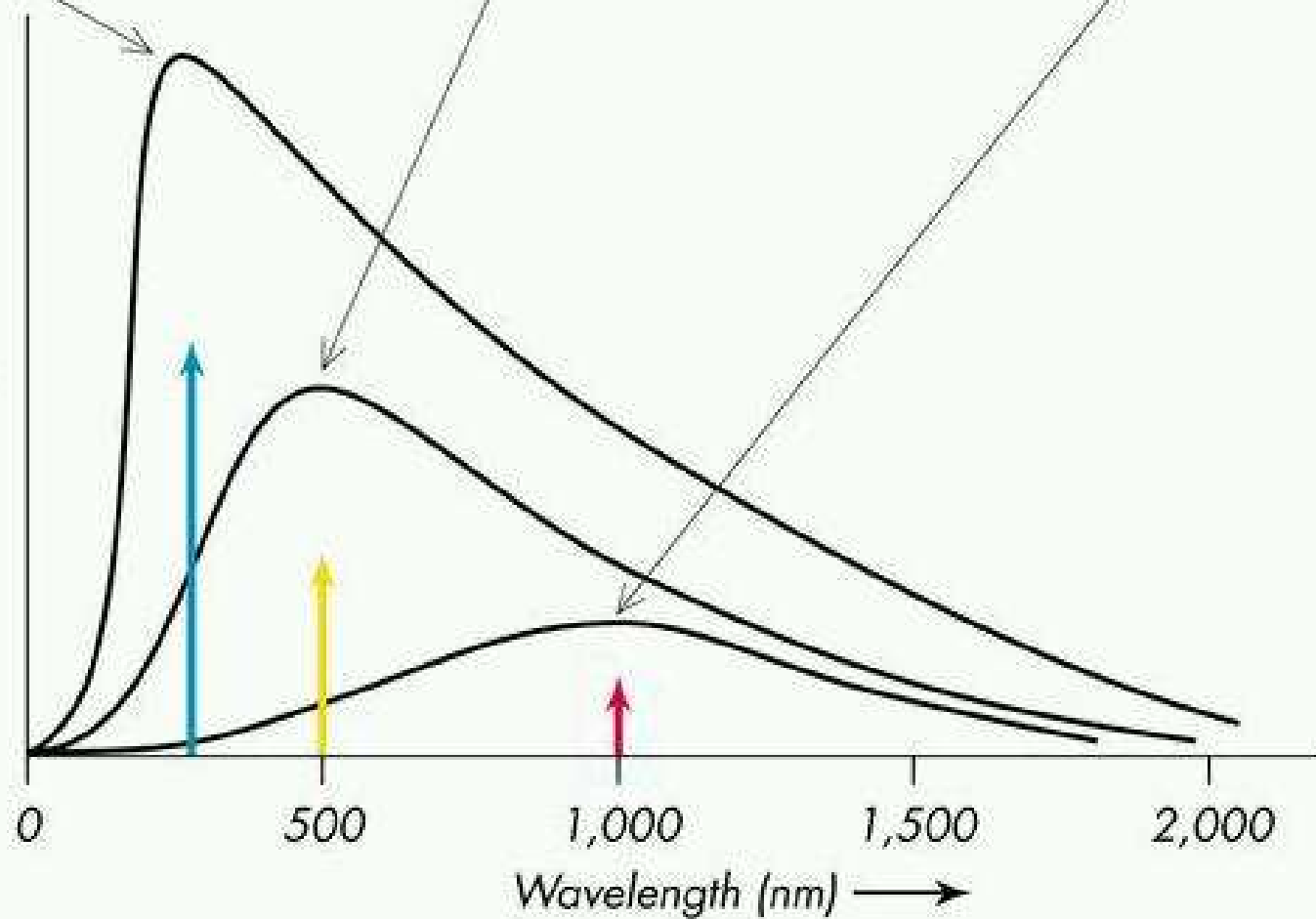


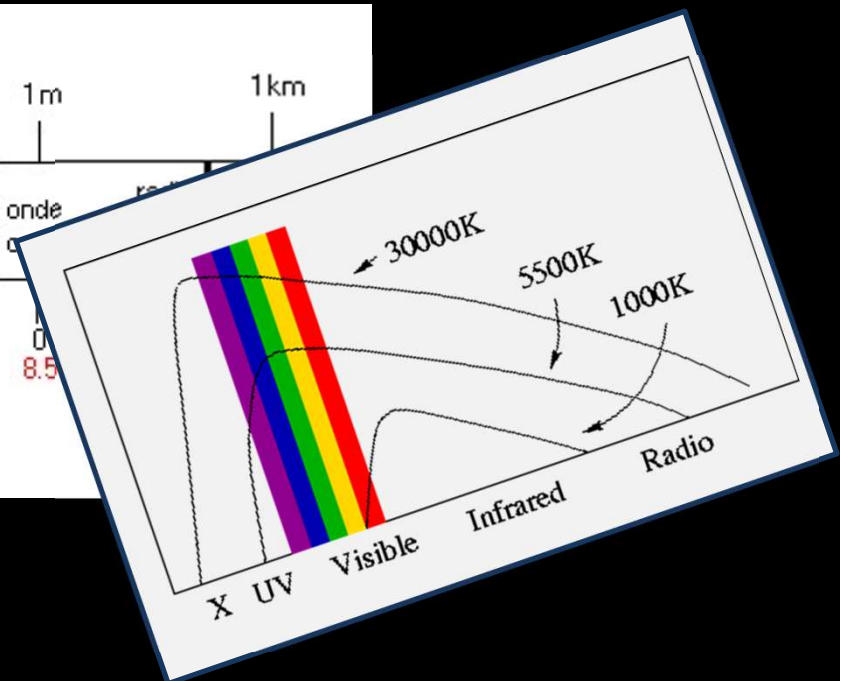
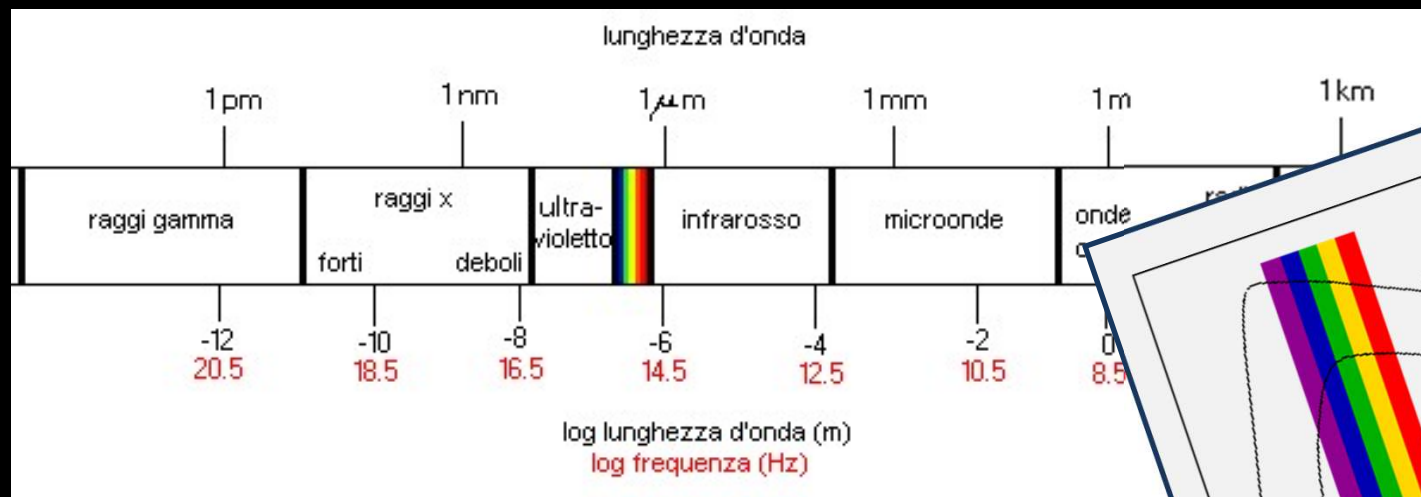
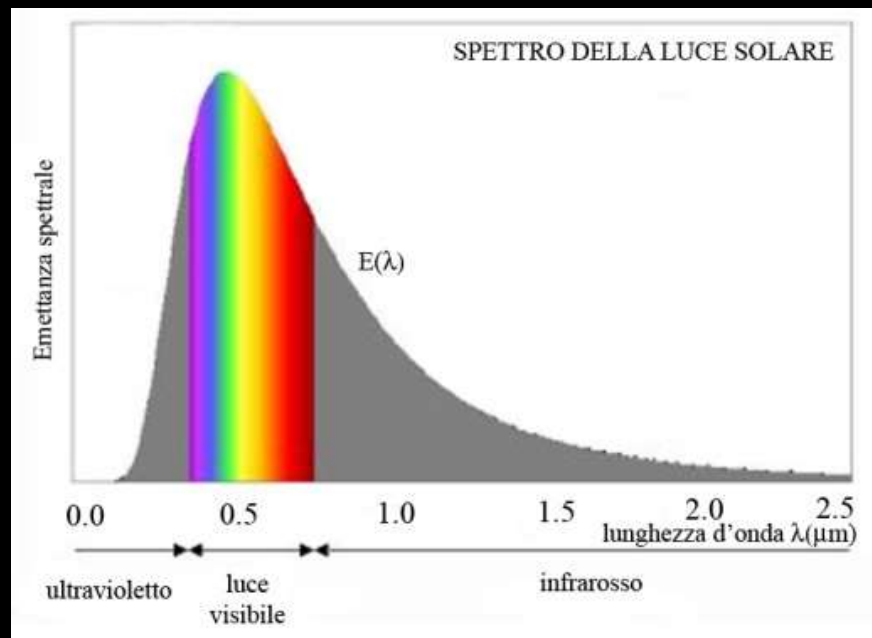
$T = 3000 \text{ K}$

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



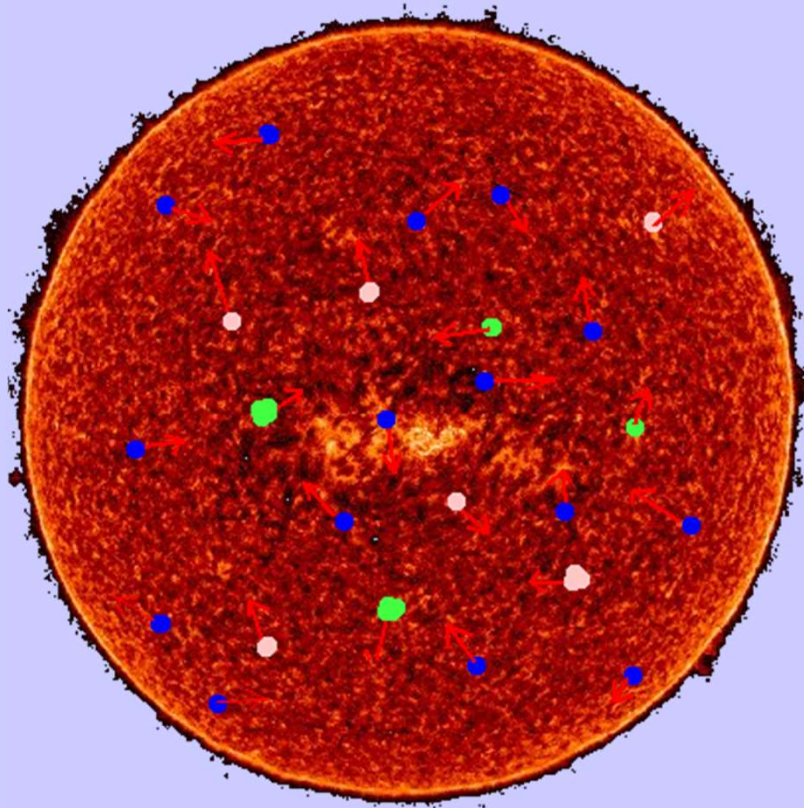
Brightness ↑



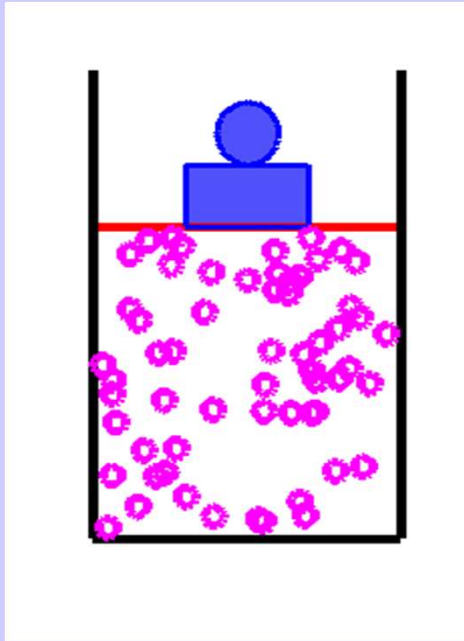


Da dove arrivano luce e calore?

Ogni stella è una sfera di gas...



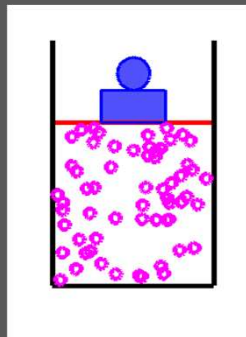
in cui le particelle
si muovono in
modo frenetico



la forza di pressione e la forza peso agiscono con versi opposti

se la forza di pressione esercitata dalle particelle è sufficiente a sostenere il peso si ha equilibrio delle forze.

Se salgo su una bici,
la Terra mi attira a sé per via della
forza gravitazionale

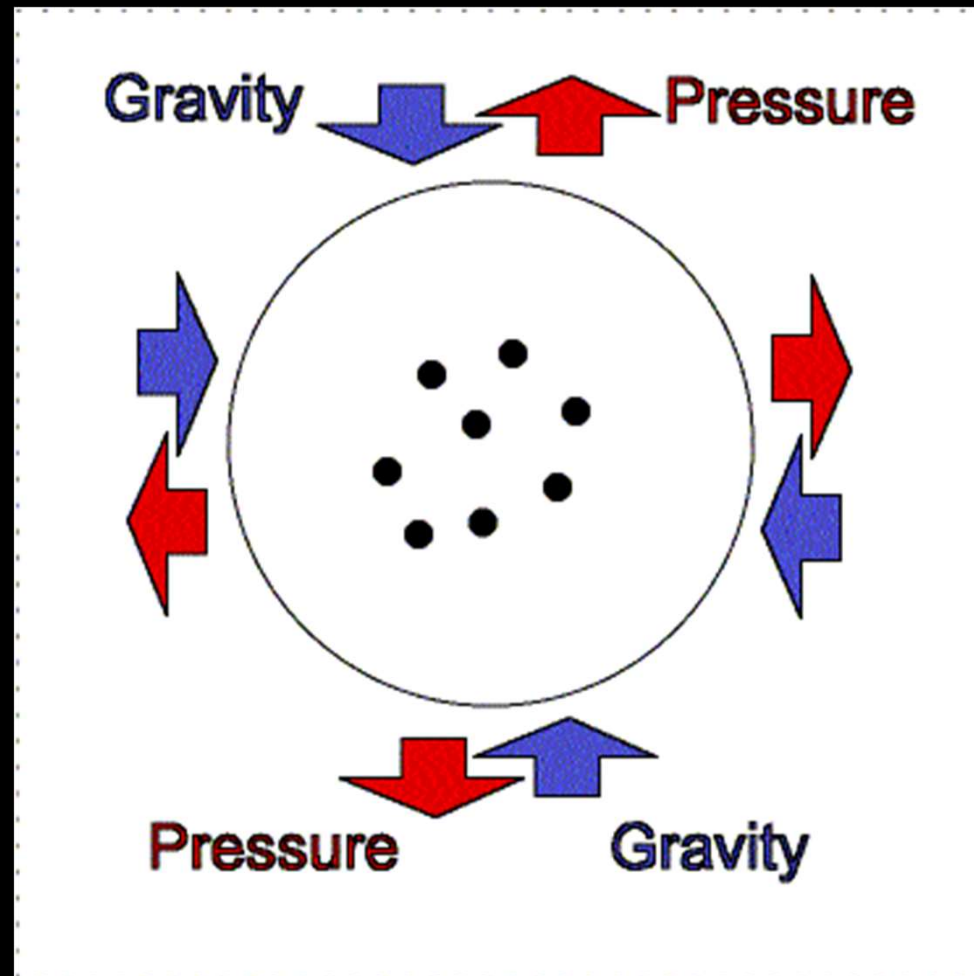


la forza di pressione e
la forza peso agiscono
con versi opposti

se la forza di pressione
esercitata dalle
particelle è sufficiente a
sostenere il peso si ha
equilibrio delle forze.

Ma se gonfio la ruota...

Nelle stelle si chiama equilibrio idrostatico



La materia è composta da:

La materia è composta da:

																		Noble gases ↓ 18 8A		
Alkaline earth metals ↓														Halogens ↓ 17 7A		2				
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											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					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

†Actinides

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
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	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
Transition metals																			
11 Na	12 Mg	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		
19 K	20 Ca	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		
37 Rb	38 Sr	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		
55 Cs	56 Ba	89 Ac†	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub								
87 Fr	88 Ra																		
Alkali metals																			

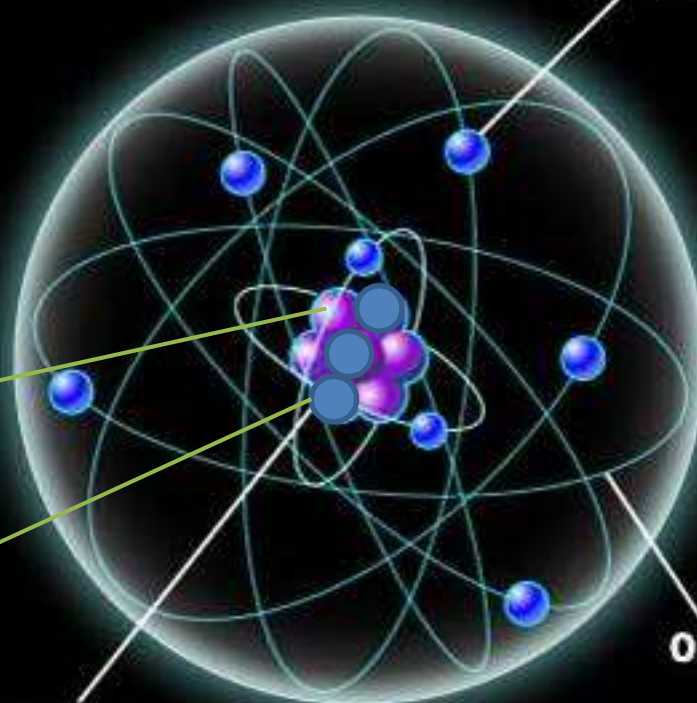
neutroni

protoni

Nucleus

Electron

Orbit





Scanned at the American
Institute of Physics

REVIEWS OF MODERN PHYSICS

VOLUME 29, NUMBER 4

OCTOBER, 1957

Synthesis of the Elements in Stars*

E. MARGARET BURHIDGE, R. BURHIDGE, WILLIAM A. FOWLER, AND F. HOYLE

*California Radiation Laboratory, California Institute of Technology, and
Mount Wilson and Palomar Observatories, Carnegie Institution of Washington,
California Institute of Technology, Pasadena, California*

"It is the stars, The stars above us, govern our conditions";
(*King Lear*, Act IV, Scene 3)

but perhaps

"The fault, dear Brutus, is not in our stars, But in ourselves,"
(*Julius Caesar*, Act I, Scene 2)

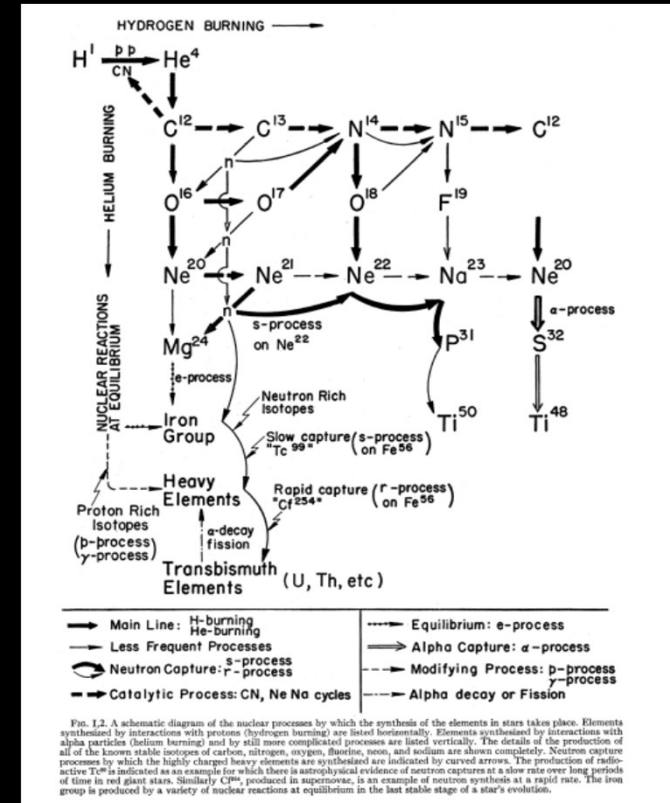
TABLE OF CONTENTS

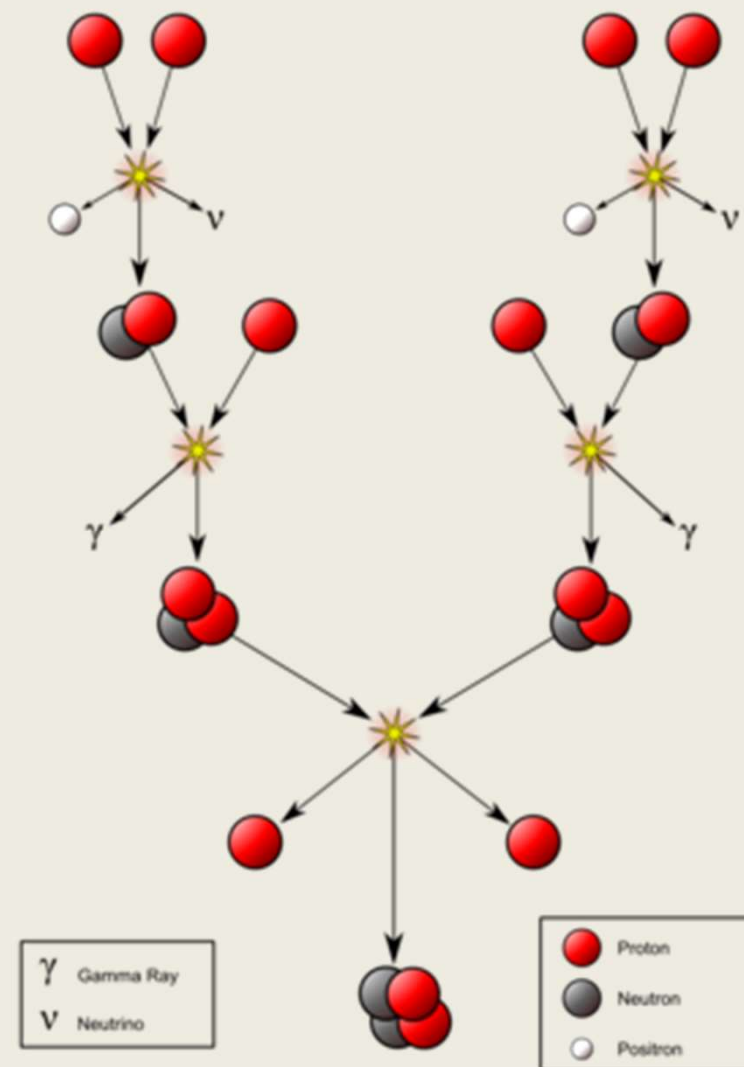
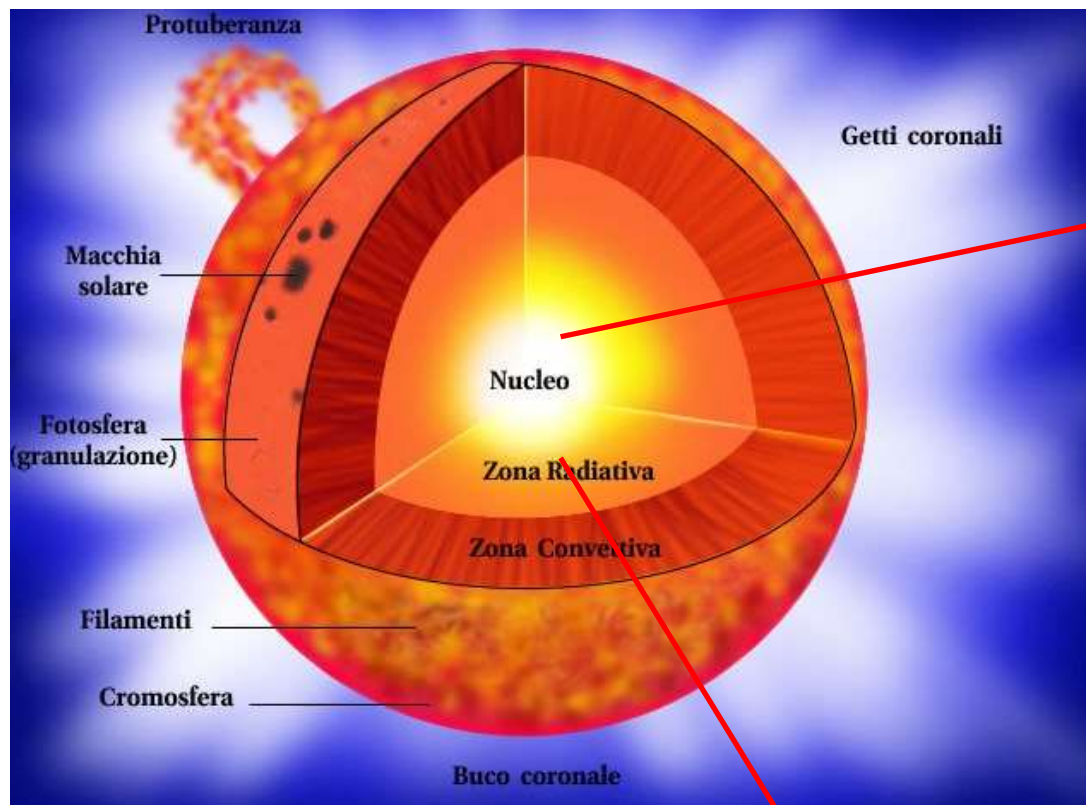
	Page
I. Introduction.....	548
A. Element Abundances and Nuclear Structure.....	548
B. Four Theories of the Origin of the Elements.....	550
C. General Features of Stellar Synthesis.....	550
II. Physical Processes Involved in Stellar Synthesis, Their Place of Occurrence, and the Time-Scales Associated with Them.....	551
A. Modes of Element Synthesis.....	551
B. Method of Assignment of Isotopes among Processes (i) to (viii).....	553
C. Abundances and Synthesis Assignments Given in the Appendix.....	555
D. Time-Scales for Different Modes of Synthesis.....	556
III. Hydrogen Burning, Helium Burning, the α Process, and Neutron Production.....	559
A. Cross-Section Factor and Reaction Rates.....	559
B. Pure Hydrogen Burning.....	562
C. Pure Helium Burning.....	565
D. α Process.....	567
E. Succession of Nuclear Fuels in an Evolving Star.....	568
F. Burning of Hydrogen and Helium with Mixtures of Other Elements; Stellar Neutron Sources.....	569
IV. e Process.....	577
V. s and r Processes: General Considerations.....	580
A. "Shielded" and "Shielding" Isobars and the s , r , p Processes.....	580
B. Neutron-Capture Cross Sections.....	581
C. General Dynamics of the s and r Processes.....	583
VI. Details of the s Process.....	583

* Supported in part by the joint program of the Office of Naval Research and the U. S. Atomic Energy Commission.

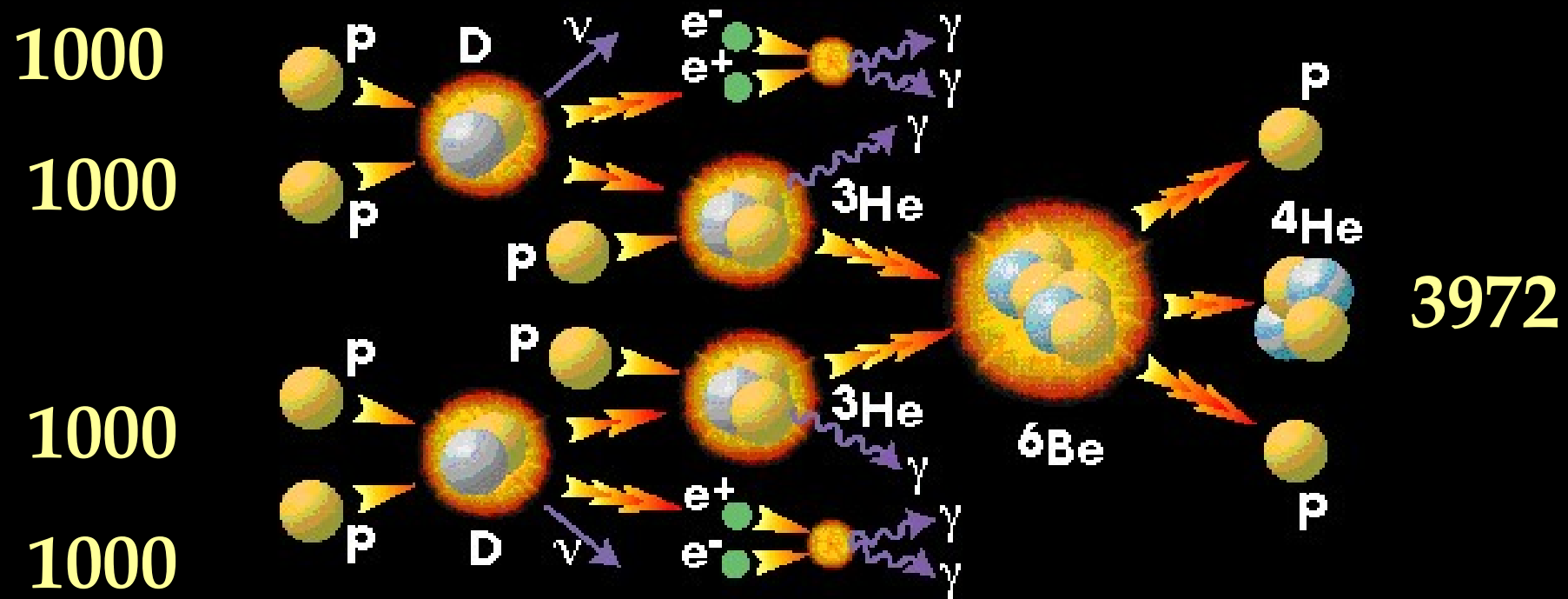
547

Copyright © 1957 by the American Physical Society





La catena protone protone



Copyright © 1997 Contemporary Physics Education Project.

**Abbiamo perso 28 unità di massa =
0.7 % della massa coinvolta nella reazione**

Numero di atomi di idrogeno: 10^{57}

Ogni reazione coinvolge 4 atomi di idrogeno

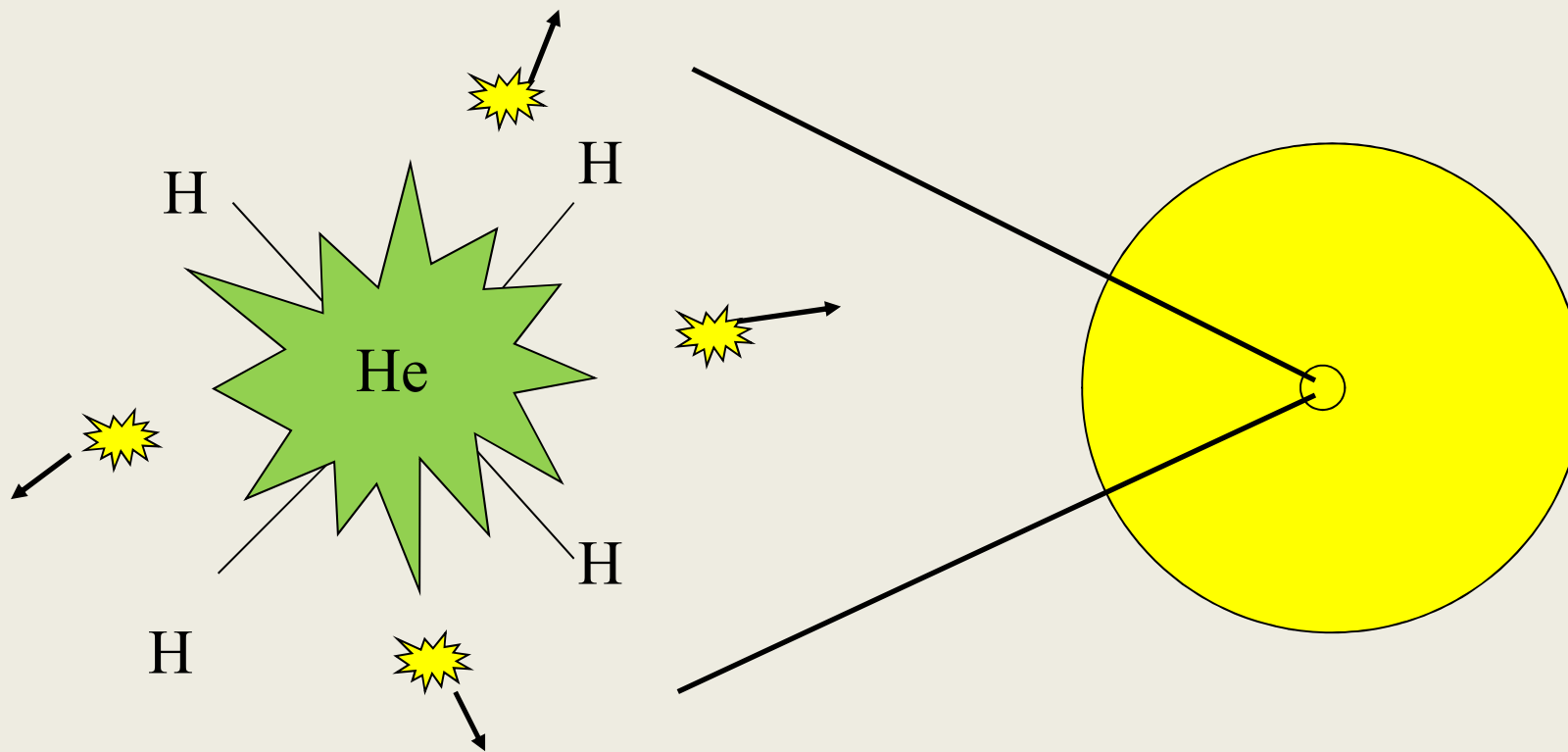
Ogni reazione produce una energia di : $4 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

Il Sole emette : $4 \cdot 10^{26} \text{ J} / \text{s} = 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$

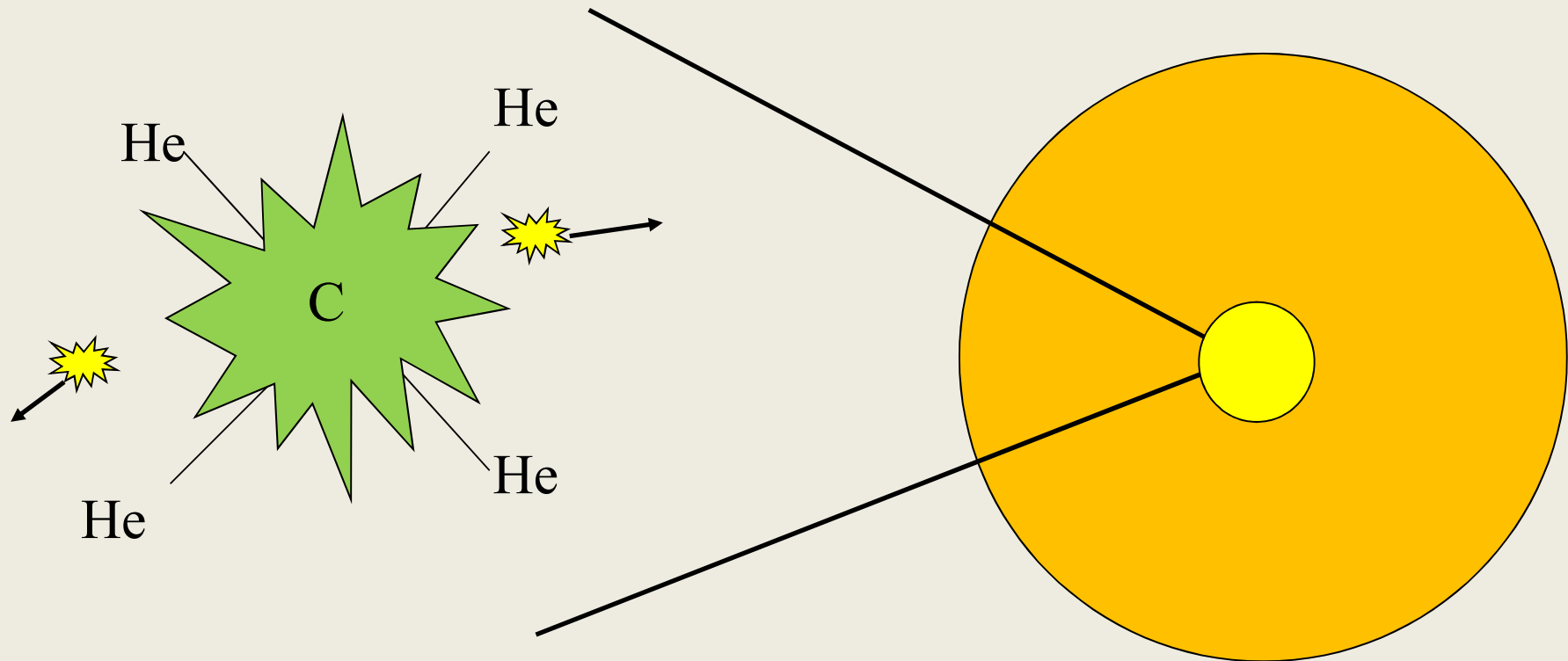
Ad ogni secondo si verificano : 10^{38} reazioni

Con questo tasso il sole potrebbe vivere per **70 miliardi di anni**

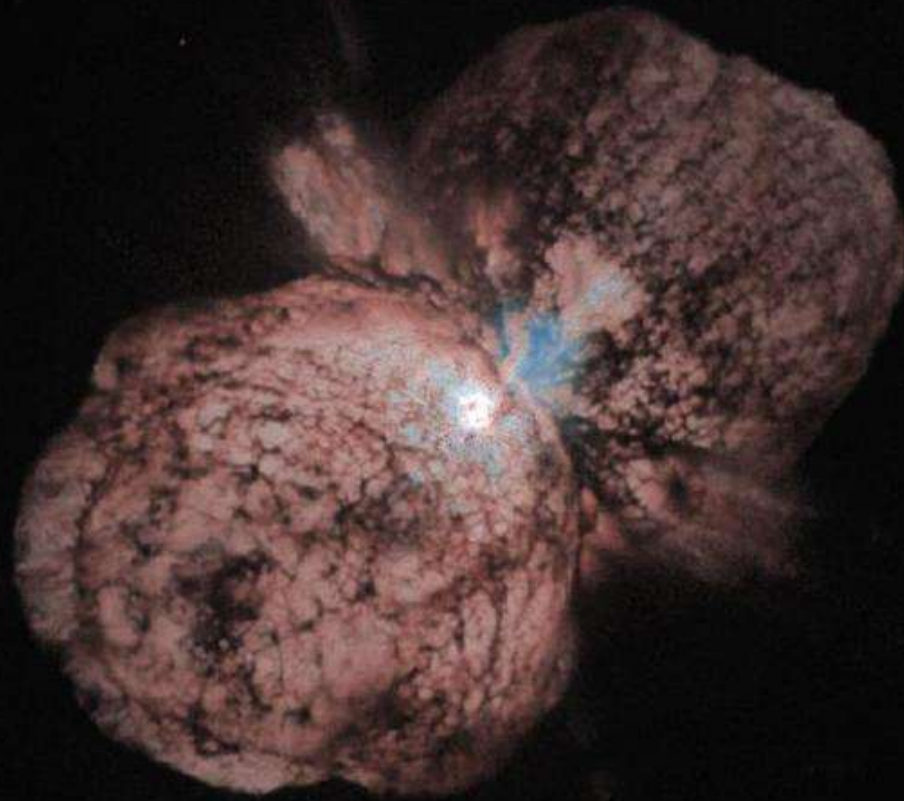
All'interno della stella avvengono delle reazioni tra le particelle chiamate reazioni nucleari:



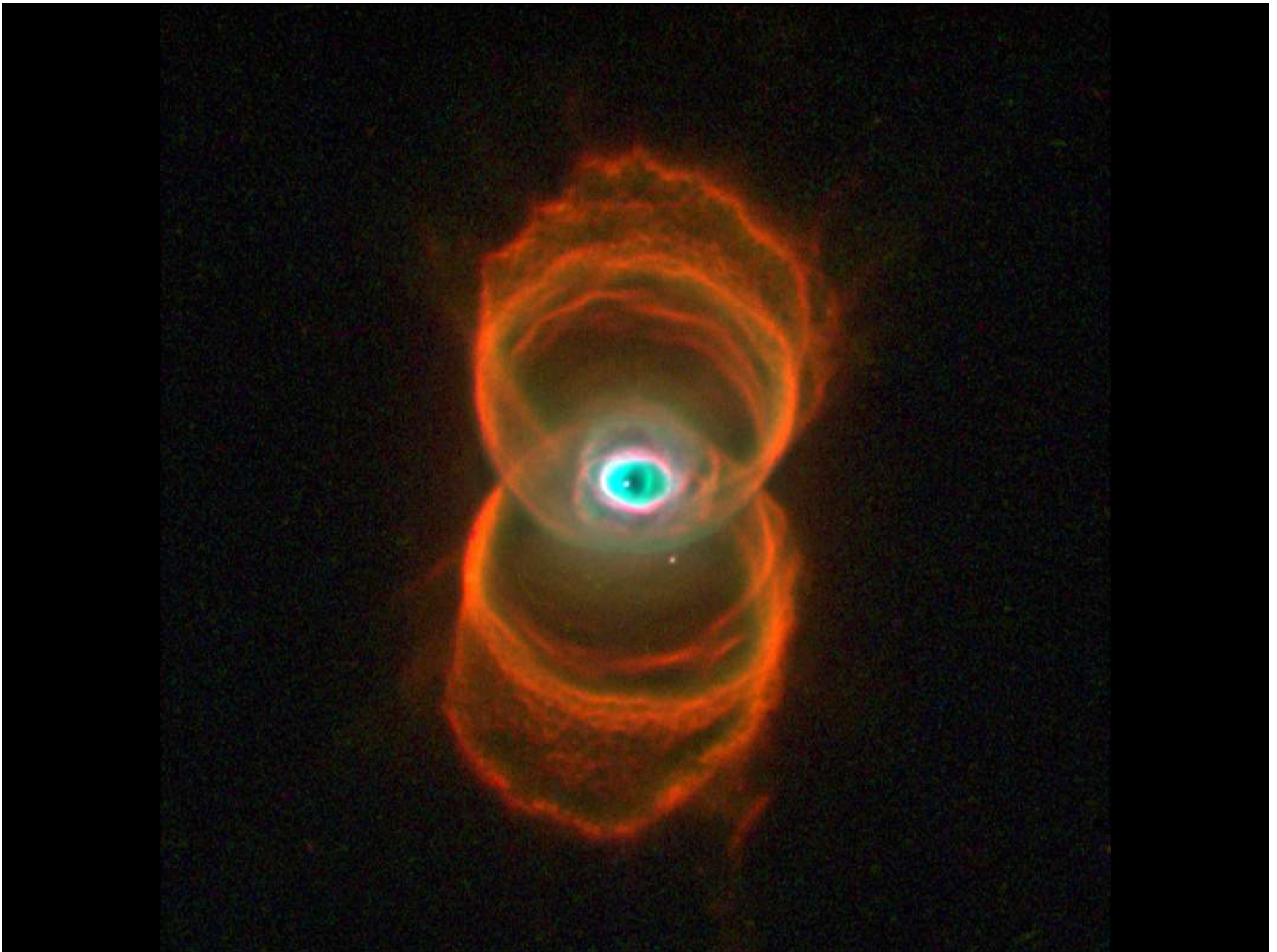
Il Sole non andrà oltre queste reazioni nucleari
e terminerà il combustibile tra miliardi di anni



il Sole...

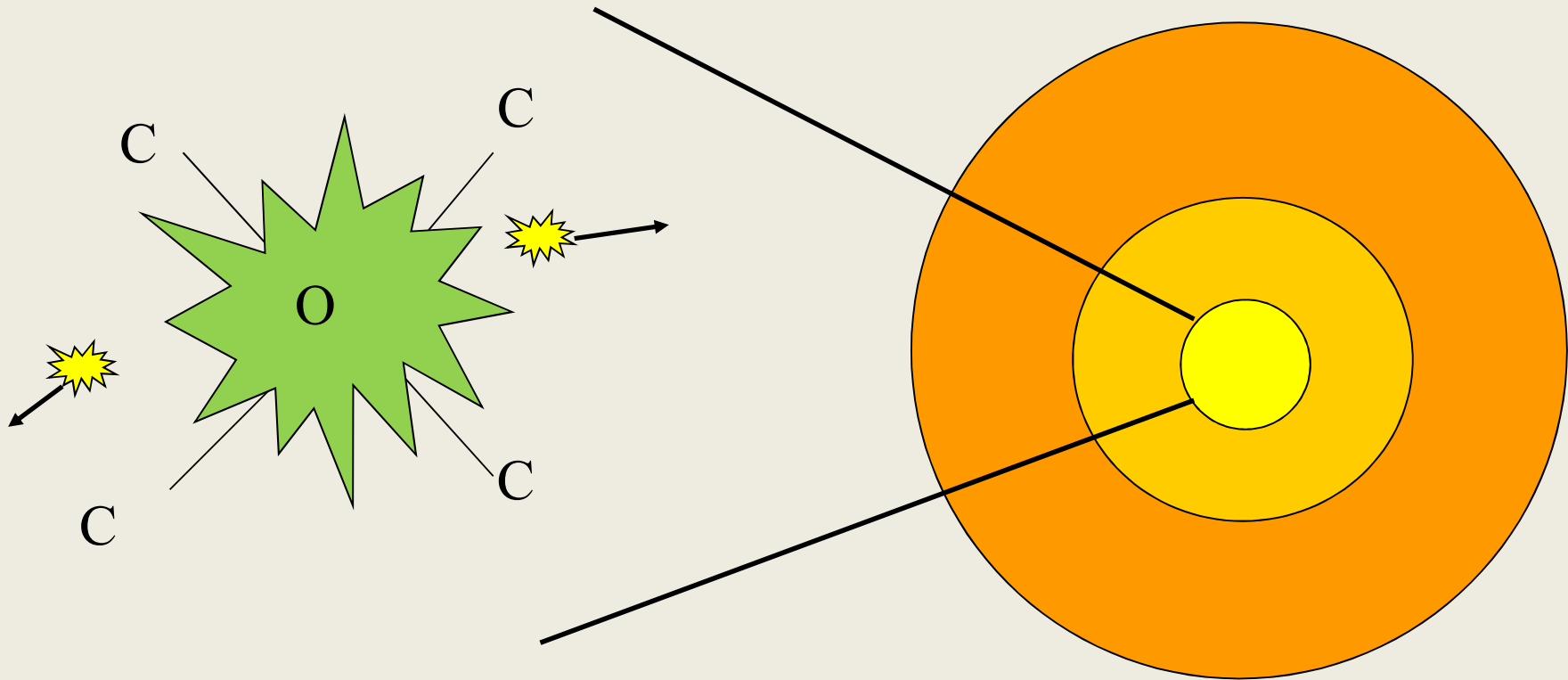


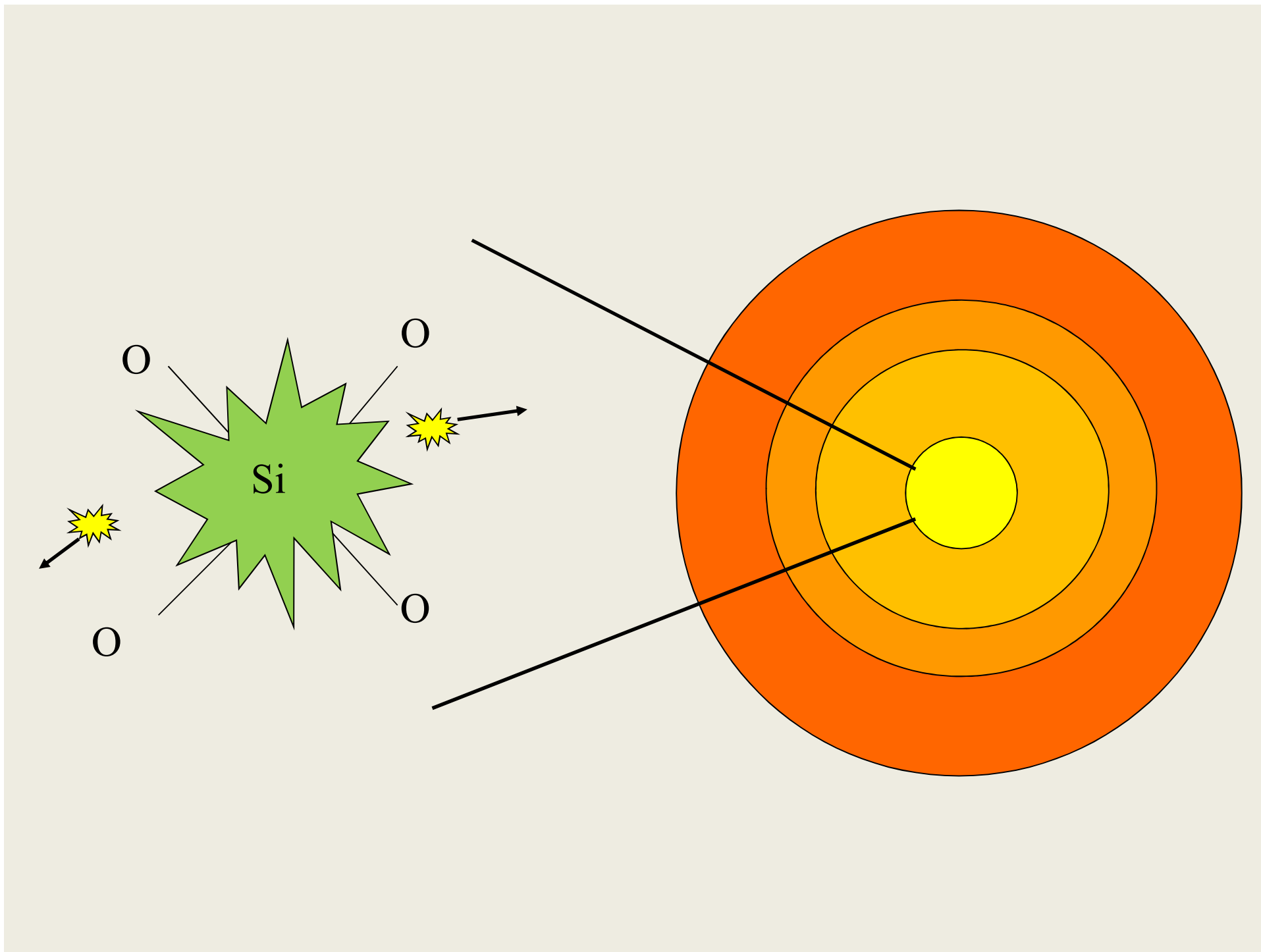


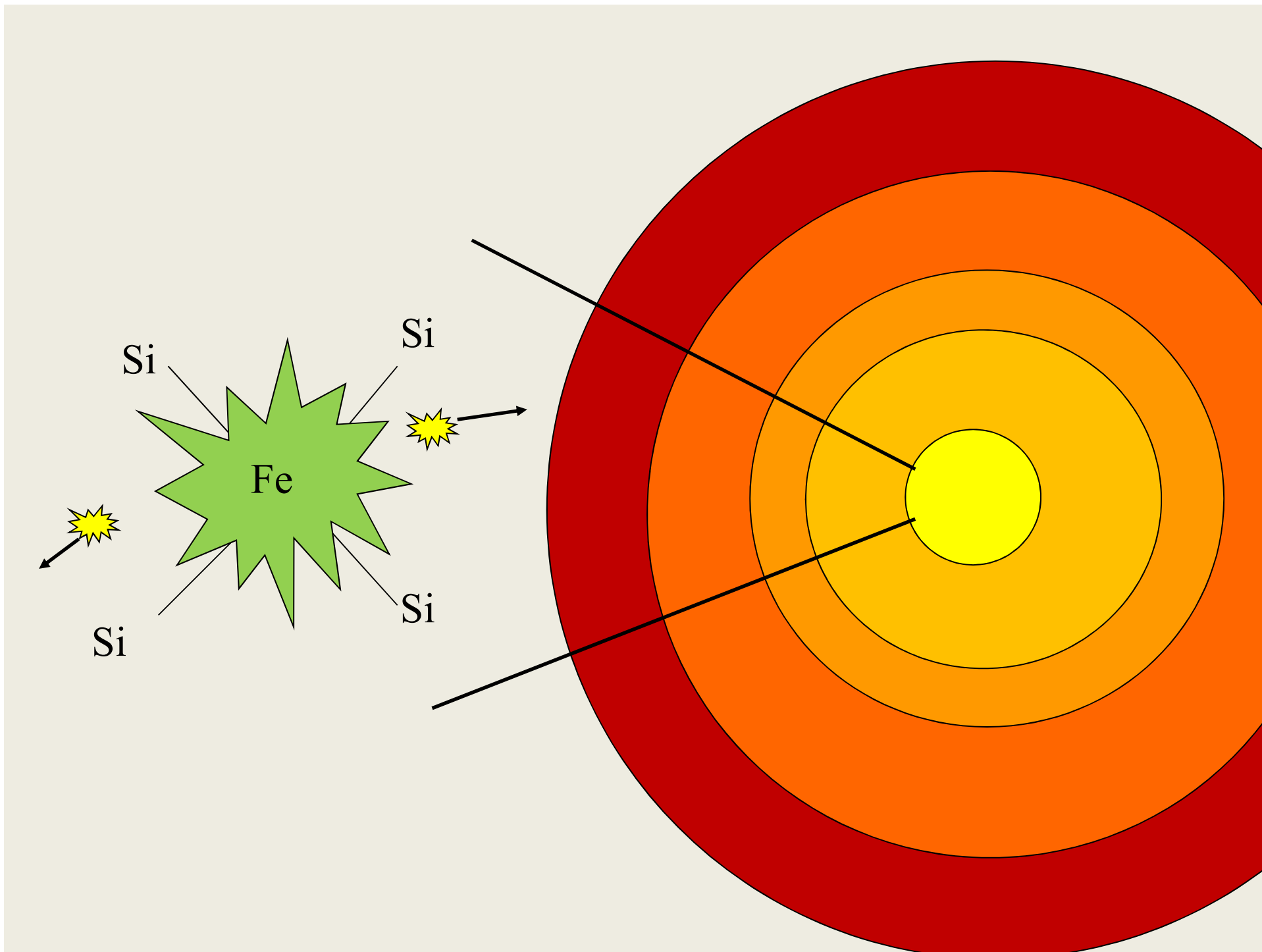




Se però la stella ha una massa > 8 volte la massa del sole



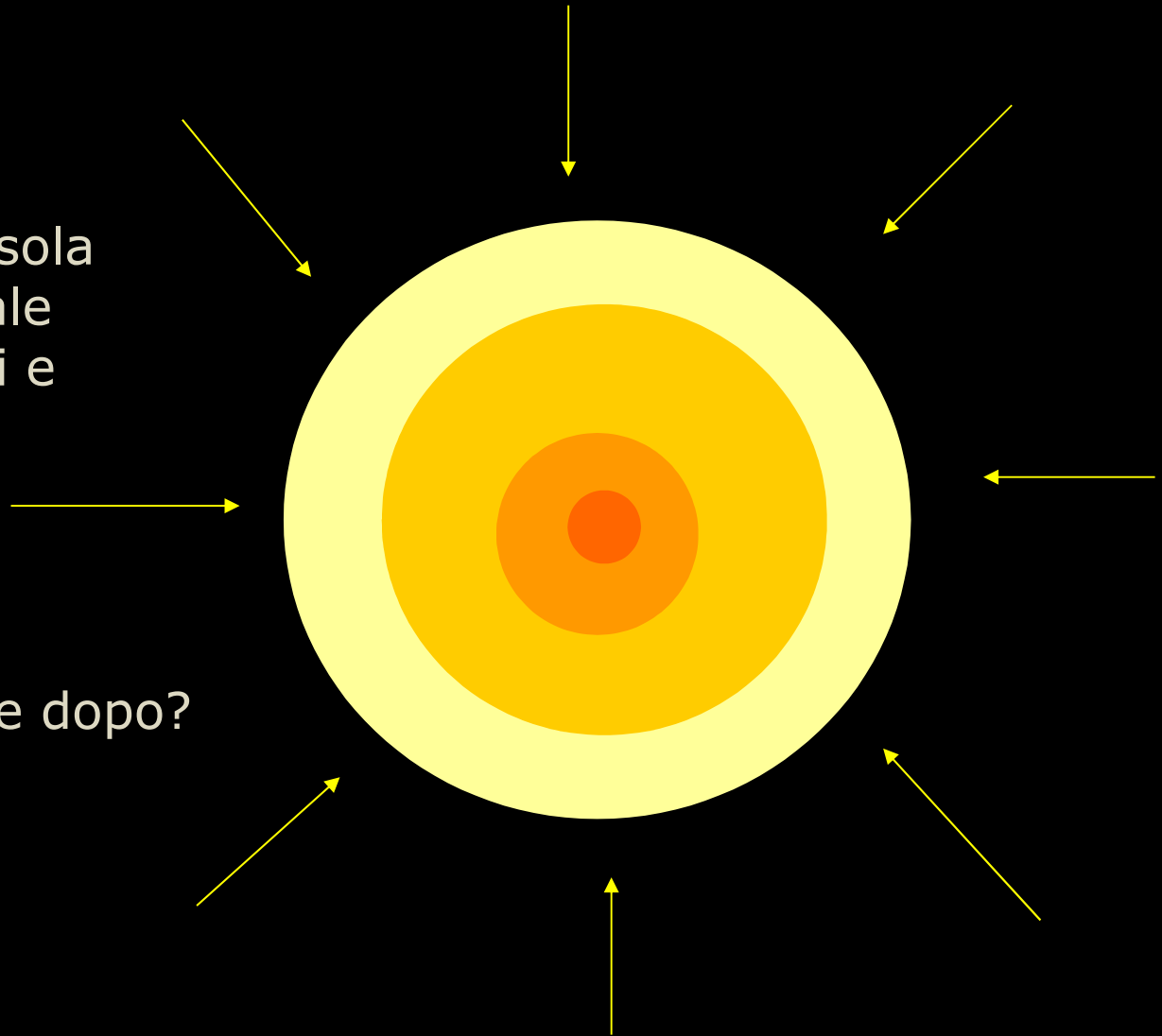


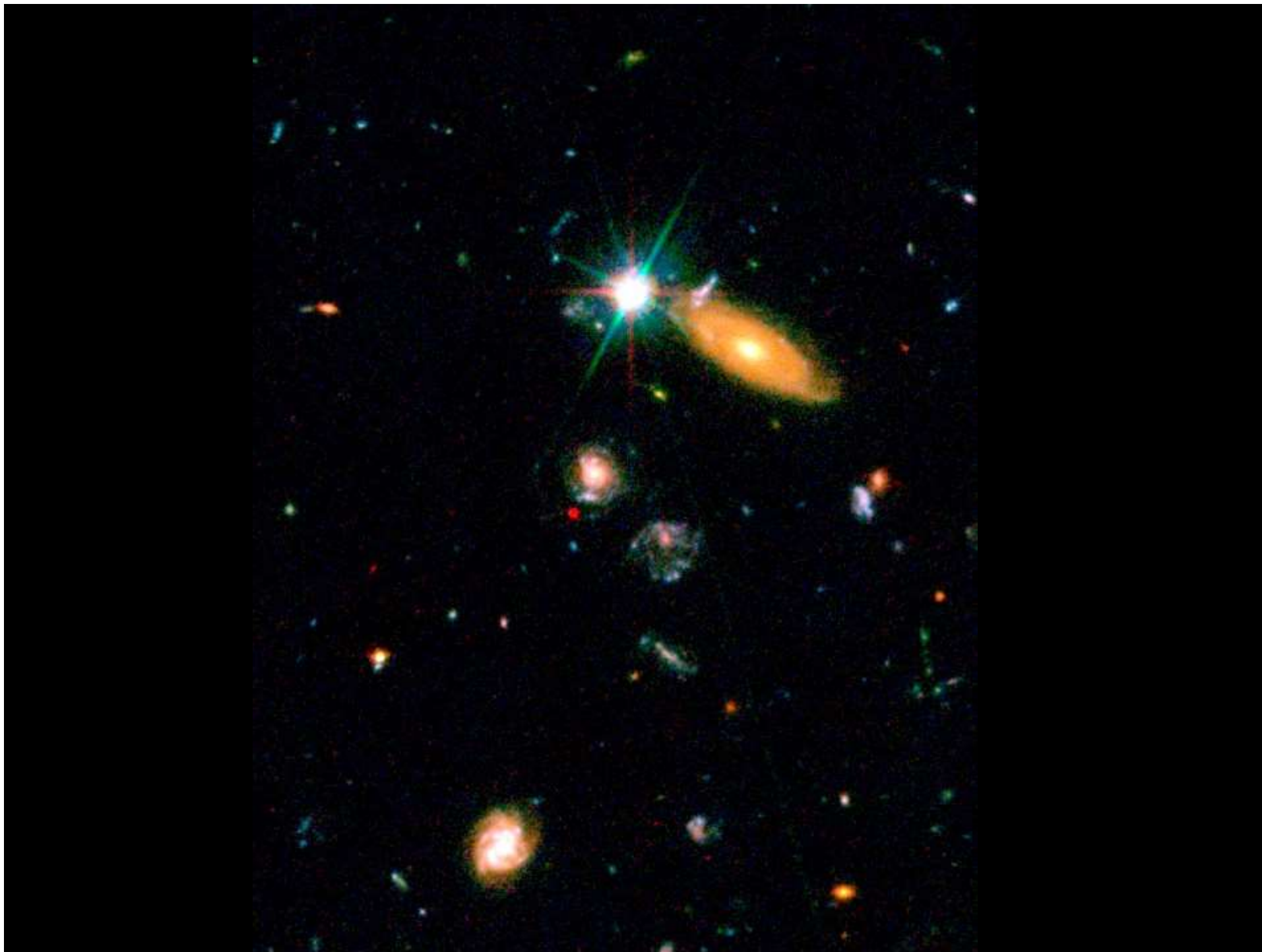


Alla fine esaurirà la riserva di idrogeno ed altri combustibili nucleari

La stella in balia della sola
attrazione gravitazionale
comincia a raffreddarsi e
contrarsi...

..cosa le accade dopo?







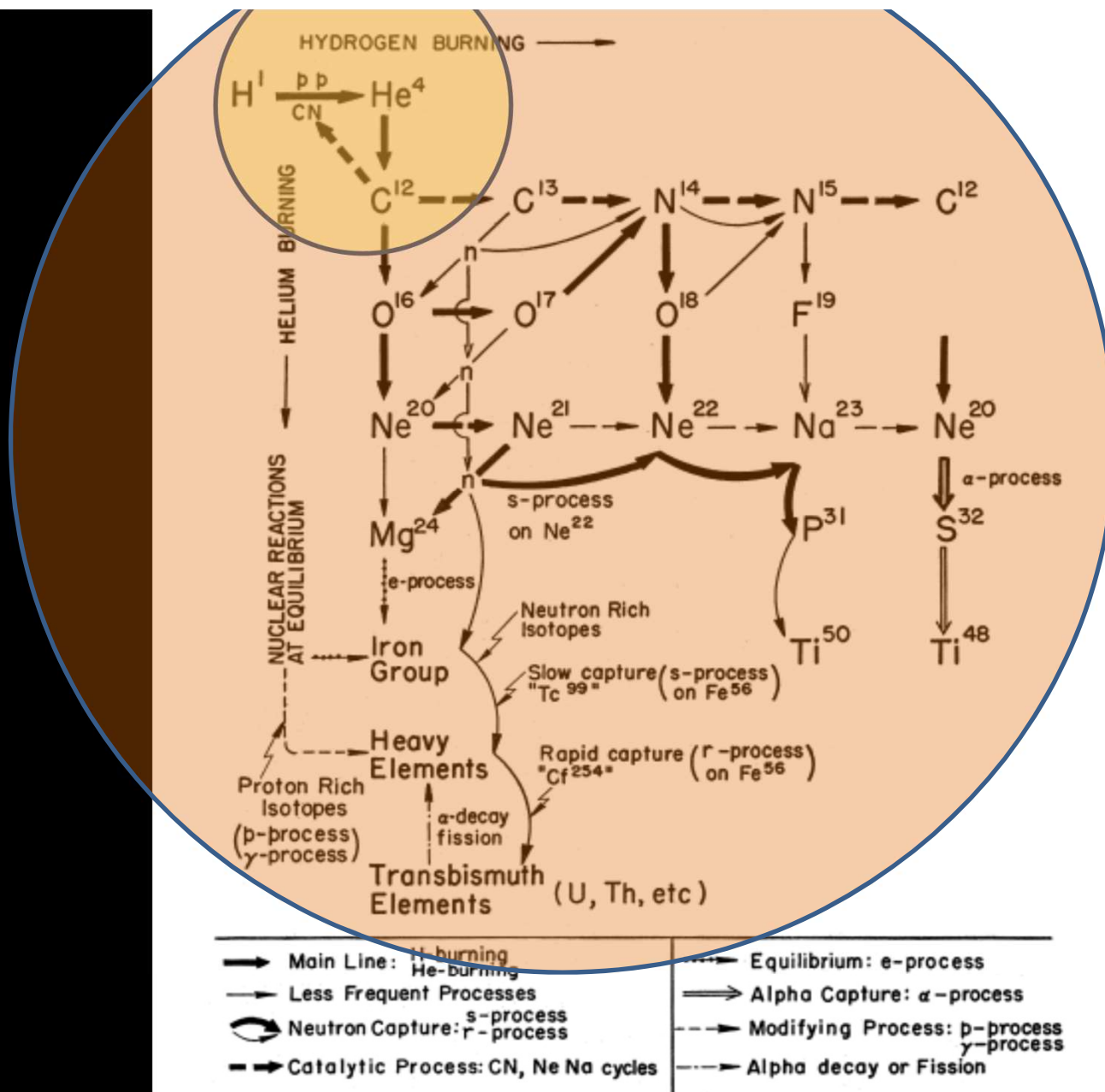
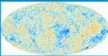
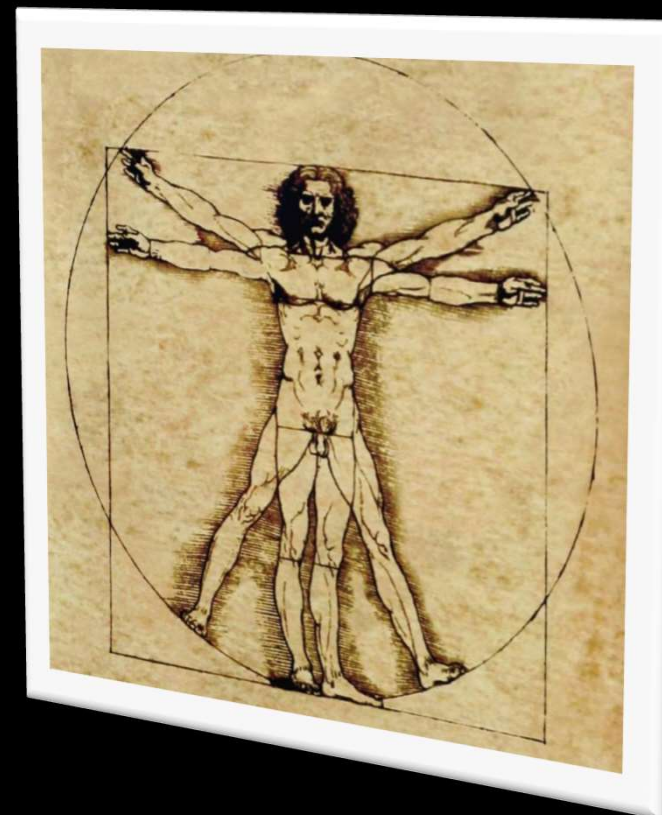


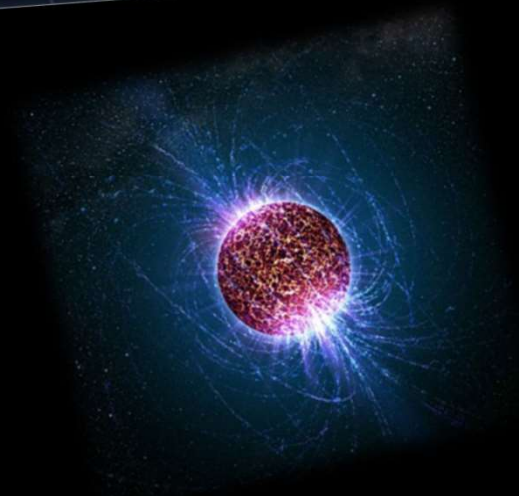
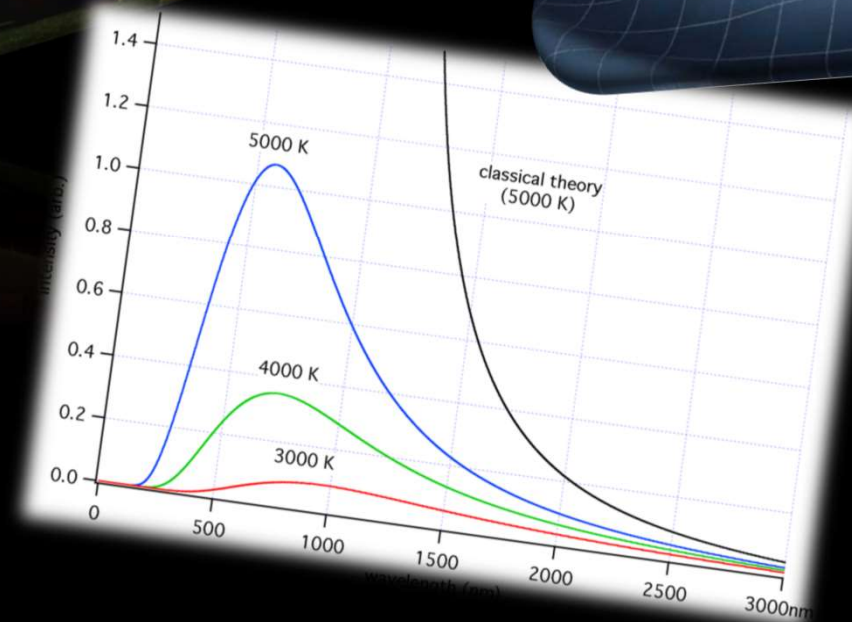
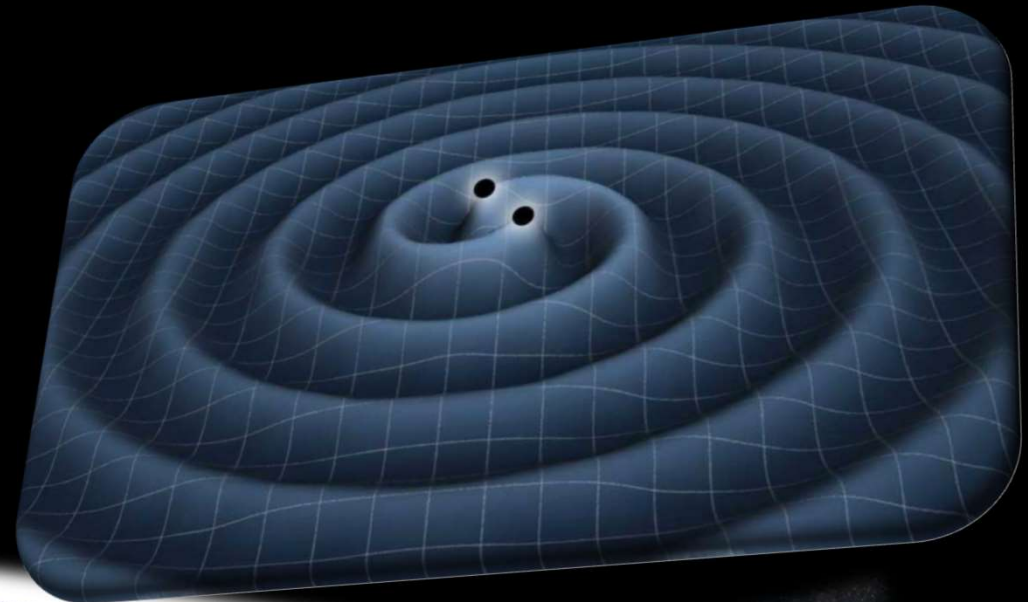
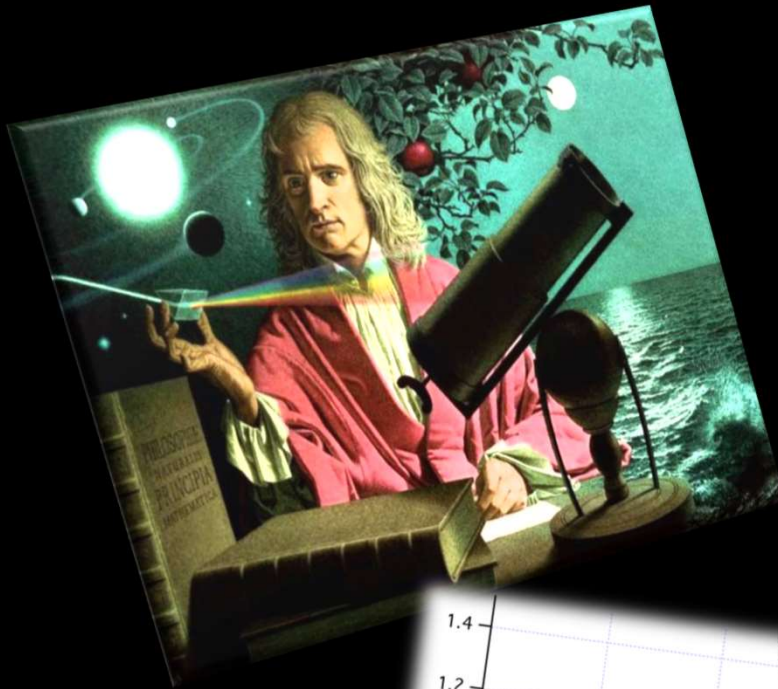
FIG. 1.2. A schematic diagram of the nuclear processes by which the synthesis of the elements in stars takes place. Elements synthesized by interactions with protons (hydrogen burning) are listed horizontally. Elements synthesized by interactions with alpha particles (helium burning) and by still more complicated processes are listed vertically. The details of the production of all of the known stable isotopes of carbon, nitrogen, oxygen, fluorine, neon, and sodium are shown completely. Neutron capture processes by which the highly charged heavy elements are synthesized are indicated by curved arrows. The production of radioactive Tc^{99} is indicated as an example for which there is astrophysical evidence of neutron captures at a slow rate over long periods of time in red giant stars. Similarly Cf^{254} , produced in supernovae, is an example of neutron synthesis at a rapid rate. The iron group is produced by a variety of nuclear reactions at equilibrium in the last stable stage of a star's evolution.

1 H	big bang fusion 						cosmic ray fission 						2 He						
3 Li	4 Be	merging neutron stars? 						exploding massive stars 						5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	dying low mass stars 						exploding white dwarfs 						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		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	85	86 Rn		
87 Fr	88 Ra																		
		57 La	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			
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	Very radioactive isotopes; nothing left from stars											

Elementi	Approssimate		Si combina principalmente con	Nella Formazione
	Percentuali	Quantità		
Ossigeno	65	44,5 Kg	Calcio	Principalmente di
			Ferro	Ossa, Denti, Pelle
			Zolfo	Globuli rossi
			Fosforo	Circolazione
Carbonio	18	12,3 Kg.	Silicio	Denti, Tessuti connettivi
			Ossigeno	Pelle, Capelli, Unghie
Idrogeno	10	6,8 Kg.	Ossigeno	Sangue e tutte le
			Sodio	cellule nel corpo
			Cloro	
Azoto	3	2,7 Kg.	Potassio	Muscoli. Cartilagine, Tessuti,
			Cloro	Legamenti, Tendini, Polpa magra
Calcio	2	1,4 Kg	Carbonio	Ossa e Denti
			Ossigeno	
Fosforo	1	0,68 Kg.	Sodio	Sangue e Cervello
			Carbonio	
			Ossigeno	
Potassio	0.4	0,27 Kg	Calcio	Sangue, Ossa
			Fosforo	Tutte le cellule
			Ossigeno	
			Ossigeno	
			Fosforo	



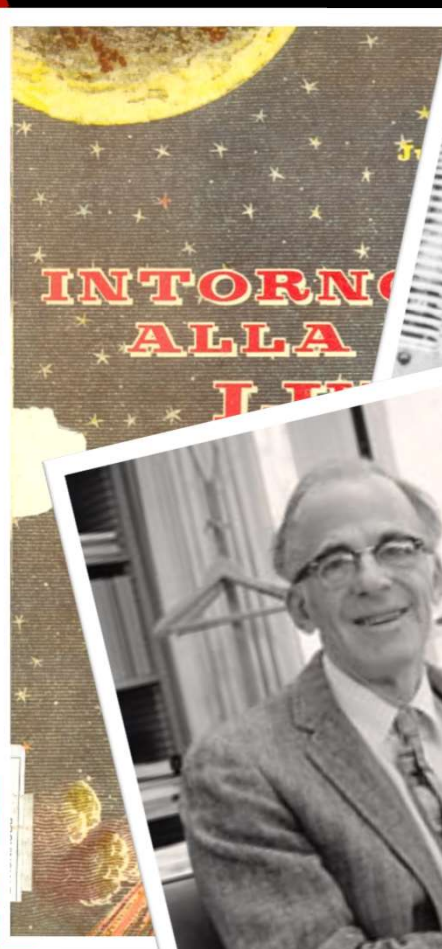
Astronomia è un banco di prova o fonte di ispirazione



1865



1870



Hermann Oberth



tesi di laurea venne
considerata pura «utopia»

1923

Il razzo nello spazio
interplanetario

1946

I vantaggi astronomici di un
osservatorio extraterrestre



Lyman Spitzer

Collier
March 22, 1952

24



Chesley Bonestell

Men and materials arrive in the winged rocket and take "space taxis" to wheel-shaped space station at right. Men wear pressurized suits

CROSSING THE LAST FRONTIER

By **DR. WERNHER von BRAUN**

Technical Director, Army Ordnance Guided Missiles
Development Group, Huntsville, Alabama

Scientists and engineers now know how to build a station in space that would circle the earth 1,075 miles up. The job would take 10 years, and cost twice as much as the atom bomb. If we do it, we can not only preserve the peace but we can take a long step toward uniting mankind

Collier's for March 22, 1952

Three "space

WITHIN a few years, man-made space stations will have the greatest force for the most terrible who makes and who is visible from the moon—which will sweep around the earth at a speed of 1,075 miles per hour. In the opinion of some, a trip around the moon will provide the first step toward uniting mankind. It will keep it on course.

(Left to right): Rolf Klep, and Chesley Bonestell





1968: la Nasa sviluppa un piano per un telescopio riflettore da 3 metri di diametro

1970: NASA crea due commissioni per pianificare la parte ingegneristica e definire gli obiettivi scientifici della missione

1974: viene ridotto il diametro da 3 a 2,4 metri per permettere una configurazione più compatta

1975: viene coinvolta l'ESA

1978: 36 milioni i dollari per un lancio nel 1983

Al lancio , HST porta 5 strumenti scientifici: tra i quali la Wide Field and Planetary Camera (WF/PC).

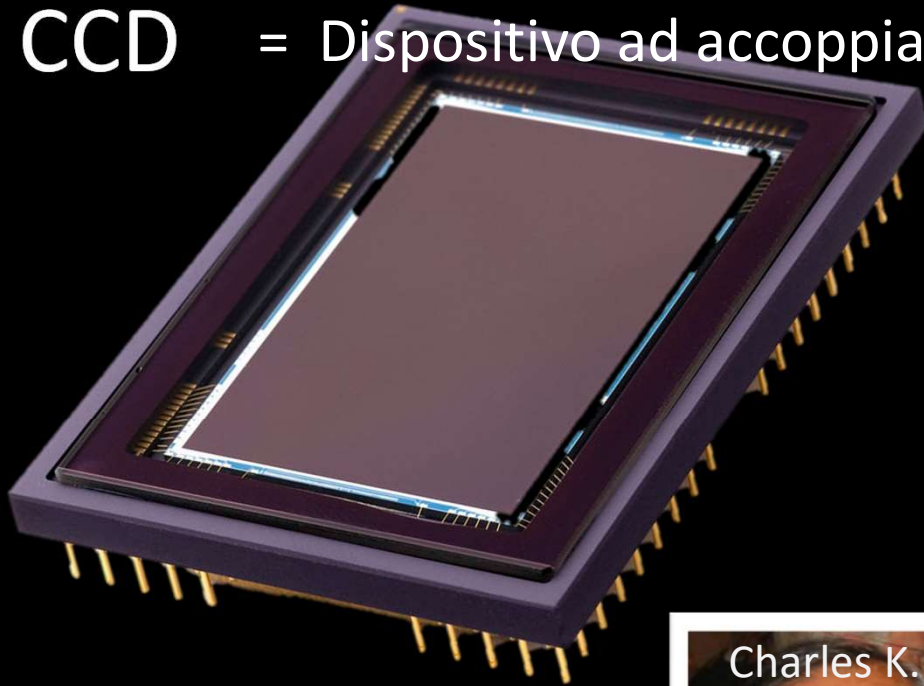
La Wf/PC è uno strumento per immagini ad alta risoluzione principalmente per osservazioni ottiche.

Lo strumento contiene 8 CCD divisi in due camere ciascuna delle quali usa 4 CCD.

Ogni CCD ha una risoluzione di 0.64 megapixel.

(left to right): Rolf Klep,
and Chesley Bonestell

CCD = Dispositivo ad accoppiamento di carica



Nobel fisica 2009

“per il pioneristico
progresso
riguardante la
trasmissione di luce
in fibre ottiche per la
comunicazione

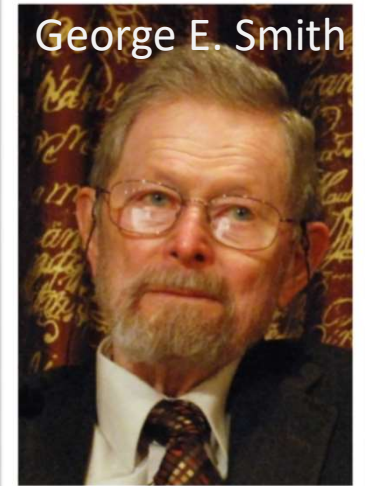
Charles K. Kao



Willard S. Boyle

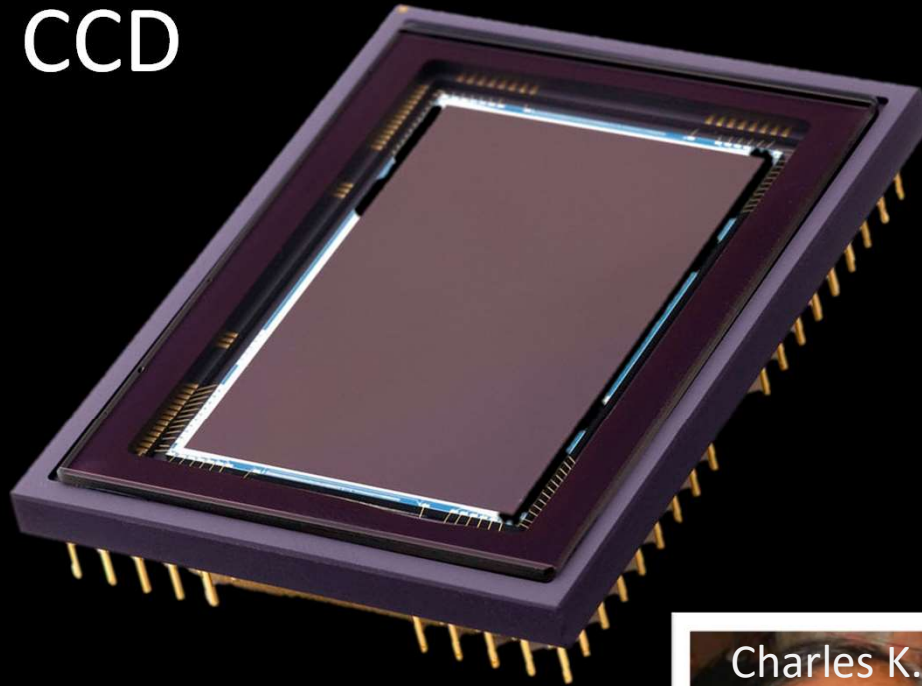


George E. Smith



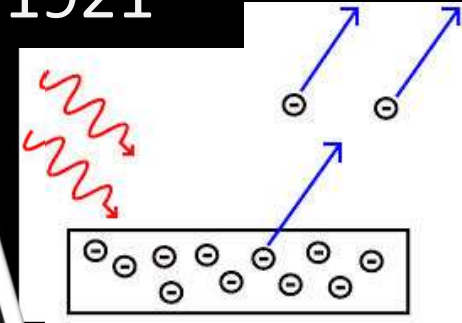
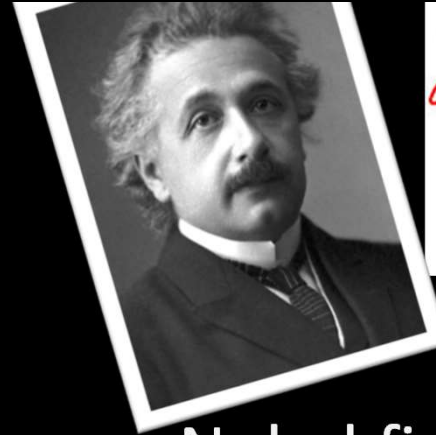
“per l'invenzione di un circuito
semiconduttore per la raccolta
di immagini - il CCD”

CCD



“per il pioneristico
progresso
riguardante la
trasmissione di luce
in fibre ottiche per la
comunicazione

Nobel fisica 1921



Nobel fisica 2009

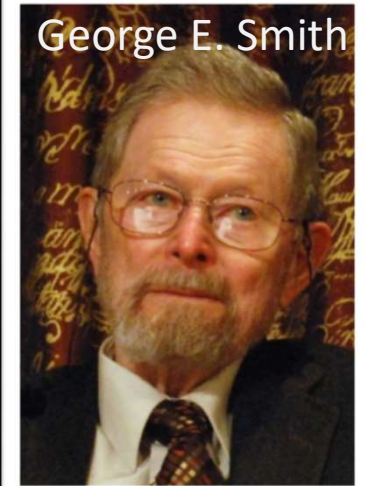
Charles K. Kao



Willard S. Boyle

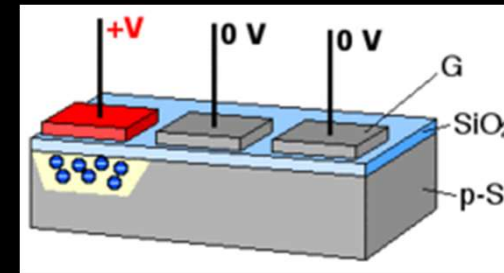
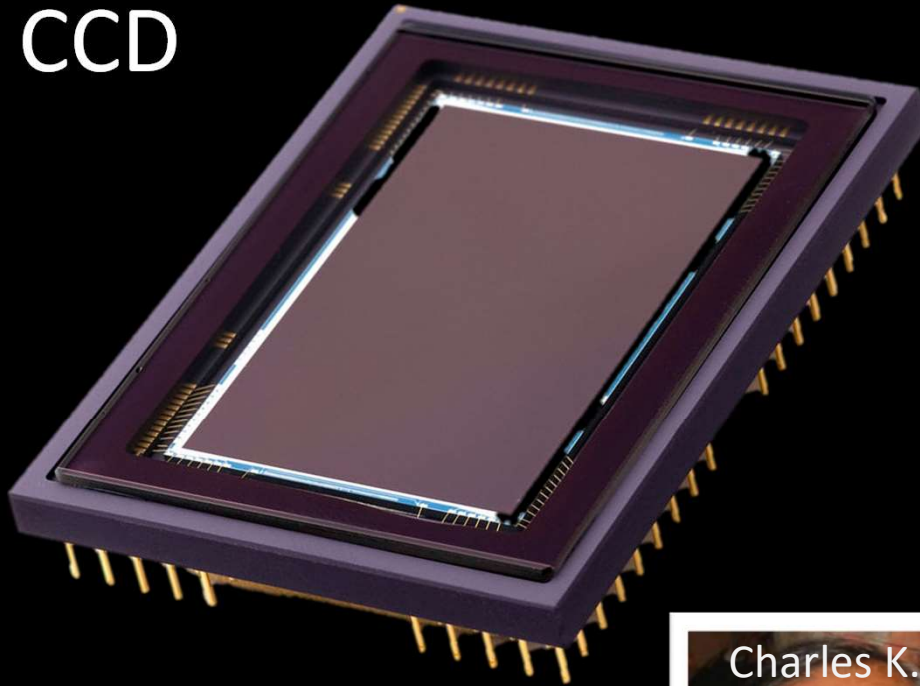


George E. Smith



“per l'invenzione di un circuito
semiconduttore per la raccolta
di immagini - il CCD”

CCD



Nobel fisica 2009

“per il pioneristico
progresso
riguardante la
trasmissione di luce
in fibre ottiche per la
comunicazione

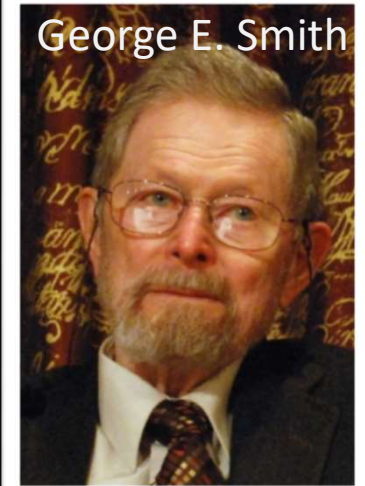
Charles K. Kao



Willard S. Boyle



George E. Smith



“per l'invenzione di un circuito
semiconduttore per la raccolta
di immagini - il CCD”



Fotocamere compatte - Tipologia fotocamera:
Fotocamera compatta

Nikon COOLPIX L31

Tipologia fotocamera: Fotocamera compatta,
Megapixel: 16.1 MP, Tipo sensore: CCD, Zoom
ottico: 5 x, Dimensioni schermo: 2.7 ", Tipi schede
di memoria: SD, SDHC, SDXC, Tipo batteria: AA

[Specifiche tecniche](#)



Fotocamere compatte - Tipologia fotocamera:
Fotocamera compatta

Kodak PIXPRO FZ151

Tipologia fotocamera: Fotocamera compatta,
Megapixel: 16 MP, Tipo sensore: CCD, Zoom ottico:
15 x, Dimensioni schermo: 3 ", Stabilizzatore
immagine , Tipi schede di memoria: SD, SDHC,
Tipo batteria: LB-050

[Specifiche tecniche](#)



Fotocamere compatte - Tipologia fotocamera:
Fotocamera compatta

Samsung WB WB35F

Tipologia fotocamera: Fotocamera compatta,
Megapixel: 16.2 MP, Tipo sensore: CCD, Zoom
ottico: 12 x, Dimensioni schermo: 2.7 ",
Stabilizzatore immagine , Tipi schede di memoria:
MicroSD (TransFlash), MicroSDHC, MicroSDXC,
Tipo batteria: BP70A

[Specifiche tecniche](#)





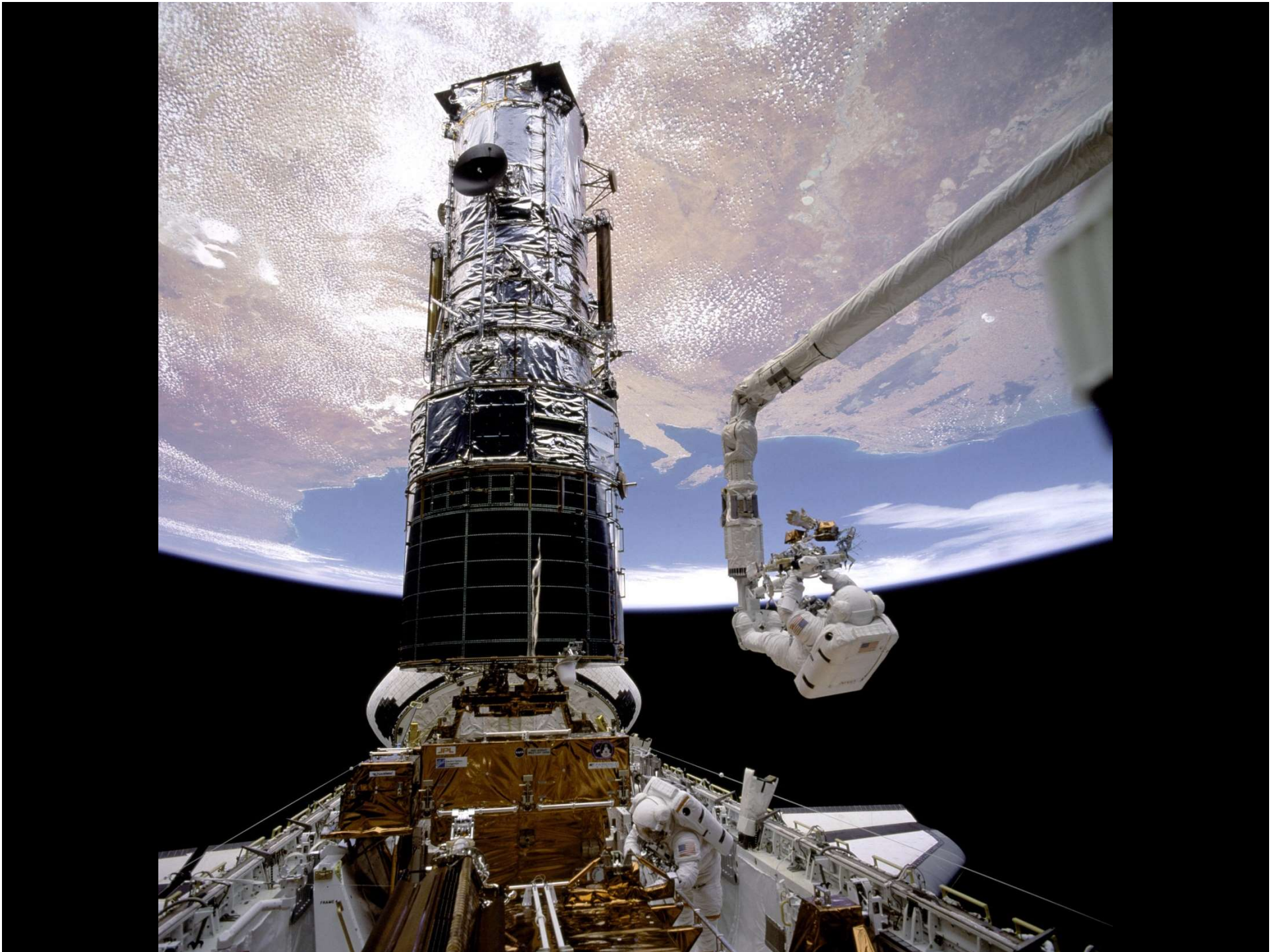
Hubble Space Telescope



In orbita attorno alla terra a 600 Km di altezza

Venne lanciato il 24 aprile 1990





Hubble Space Telescope

In orbita attorno alla terra a 600 Km di altezza

Venne lanciato il 24 aprile 1990



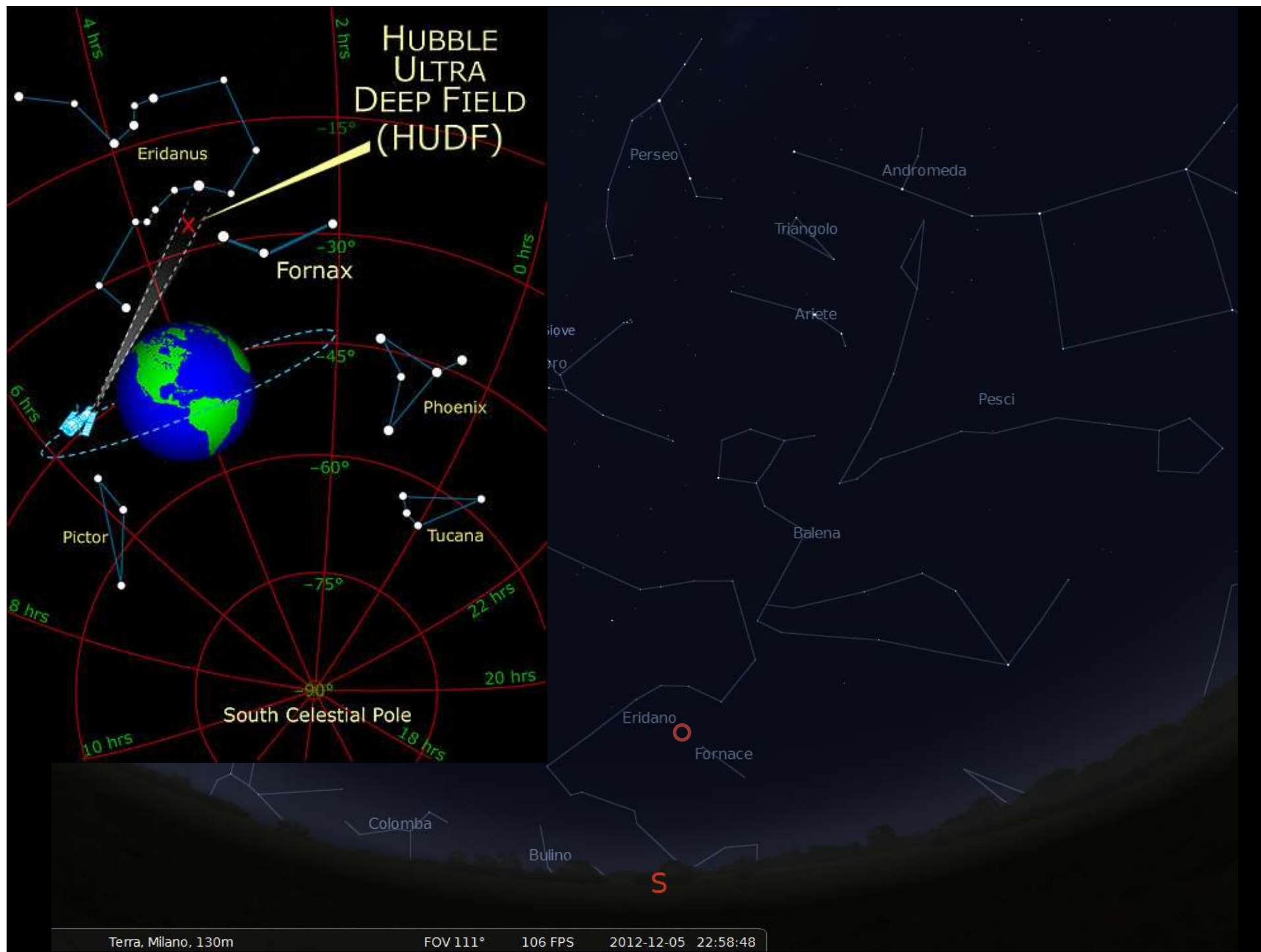


Terra, Milano, 130m

FOV 111°

106 FPS

2012-12-05 22:58:48



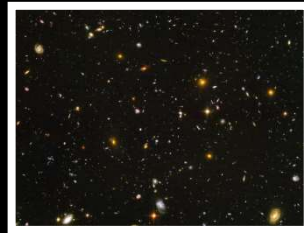
Hubble Ultra Deep Field:

Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena



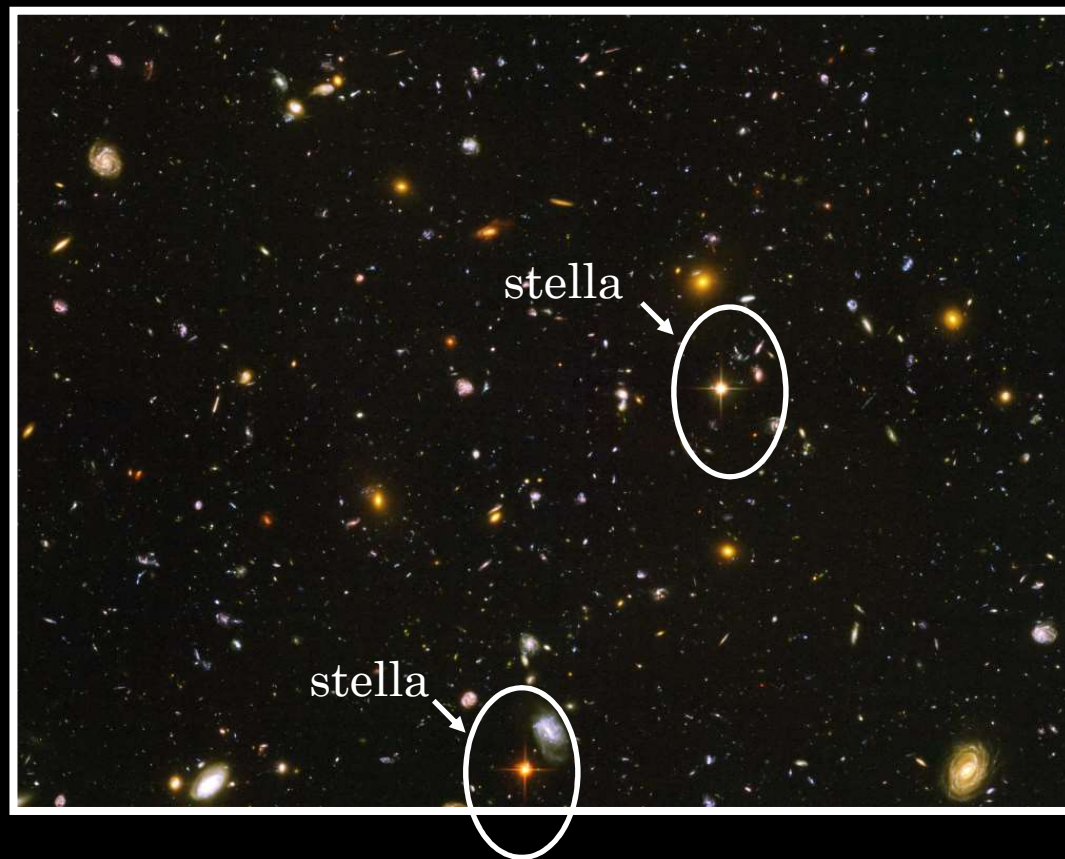
Hubble Ultra Deep Field:

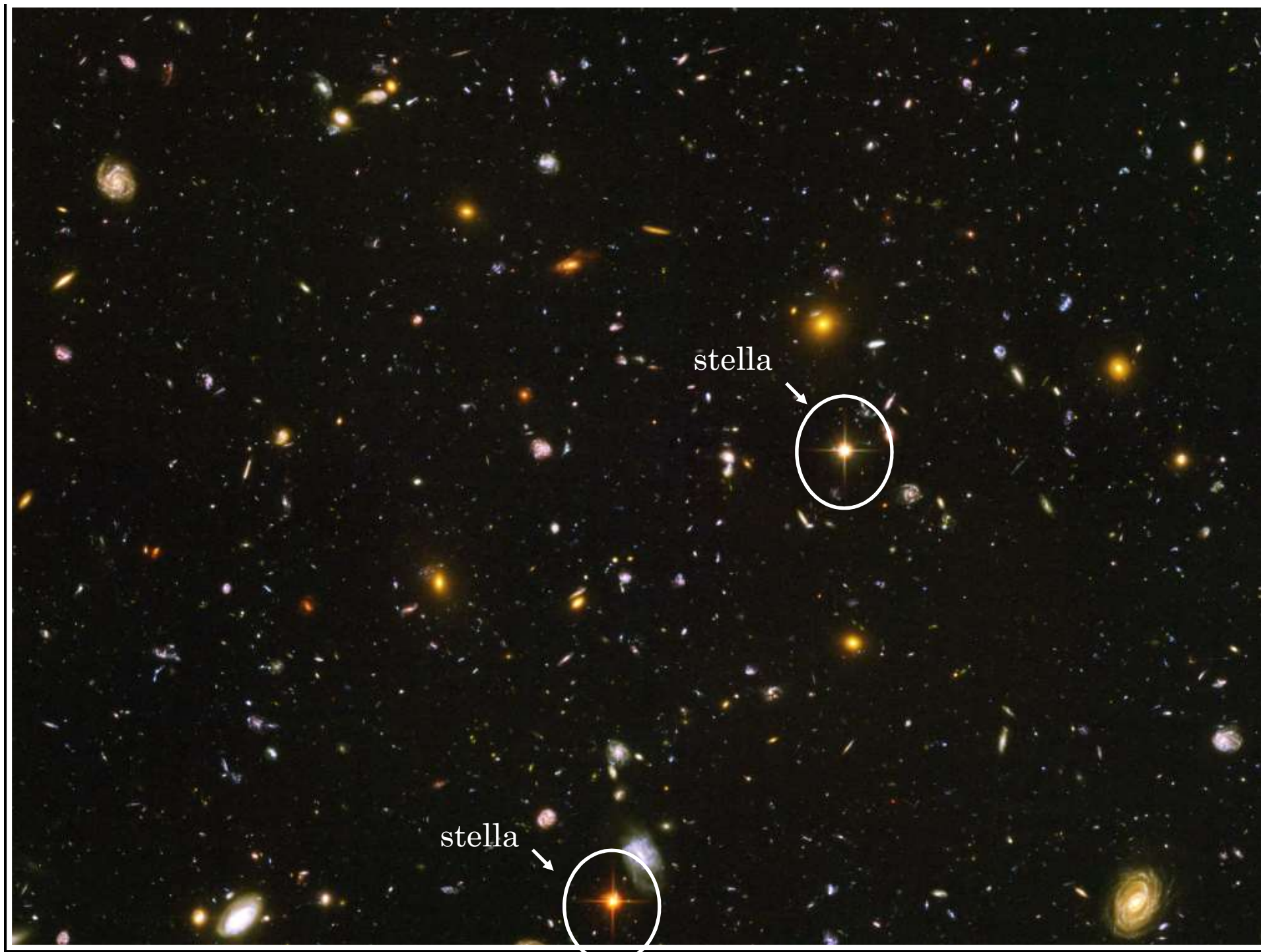
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena



Musica di Brian Eno An ending

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

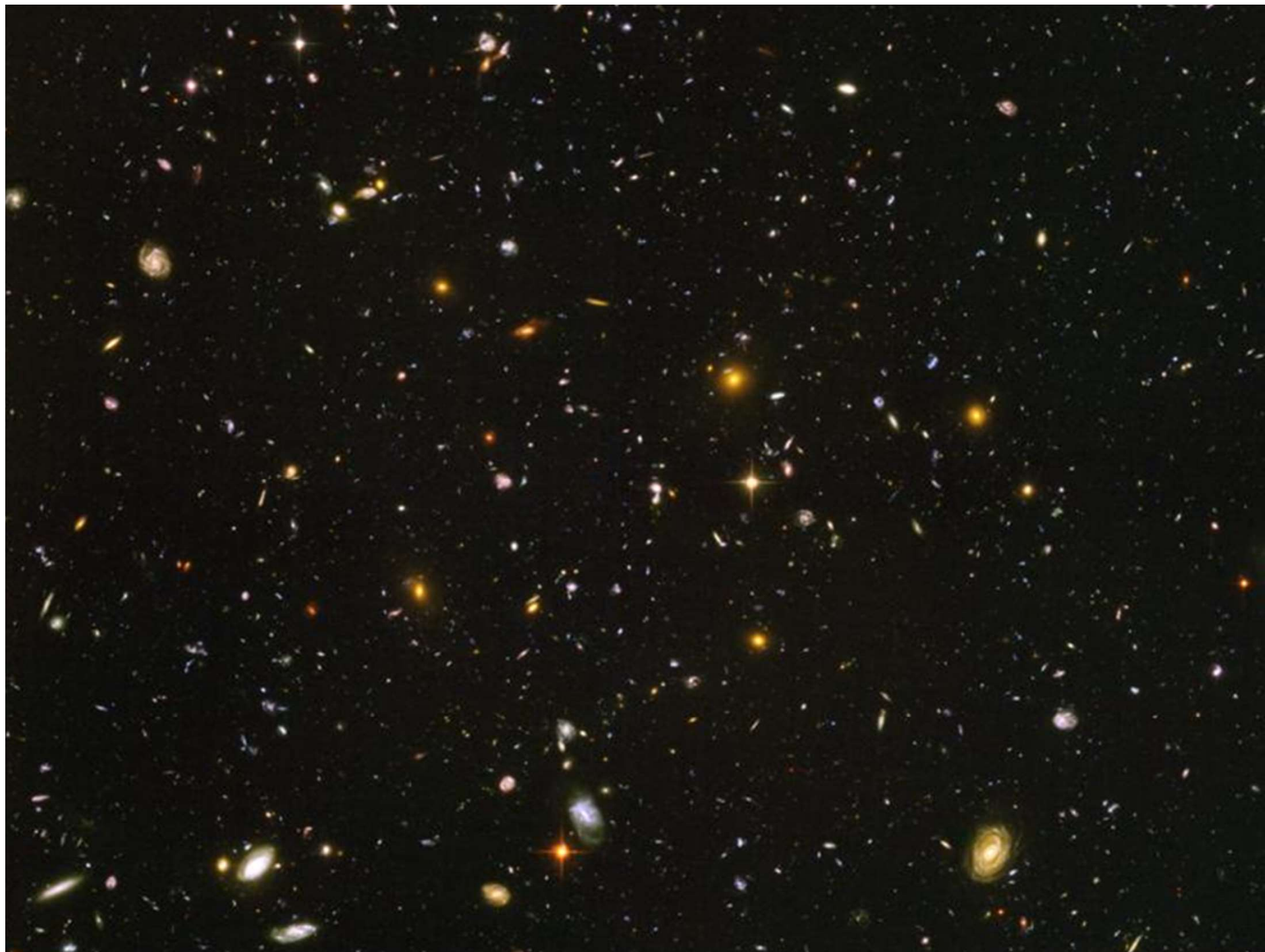


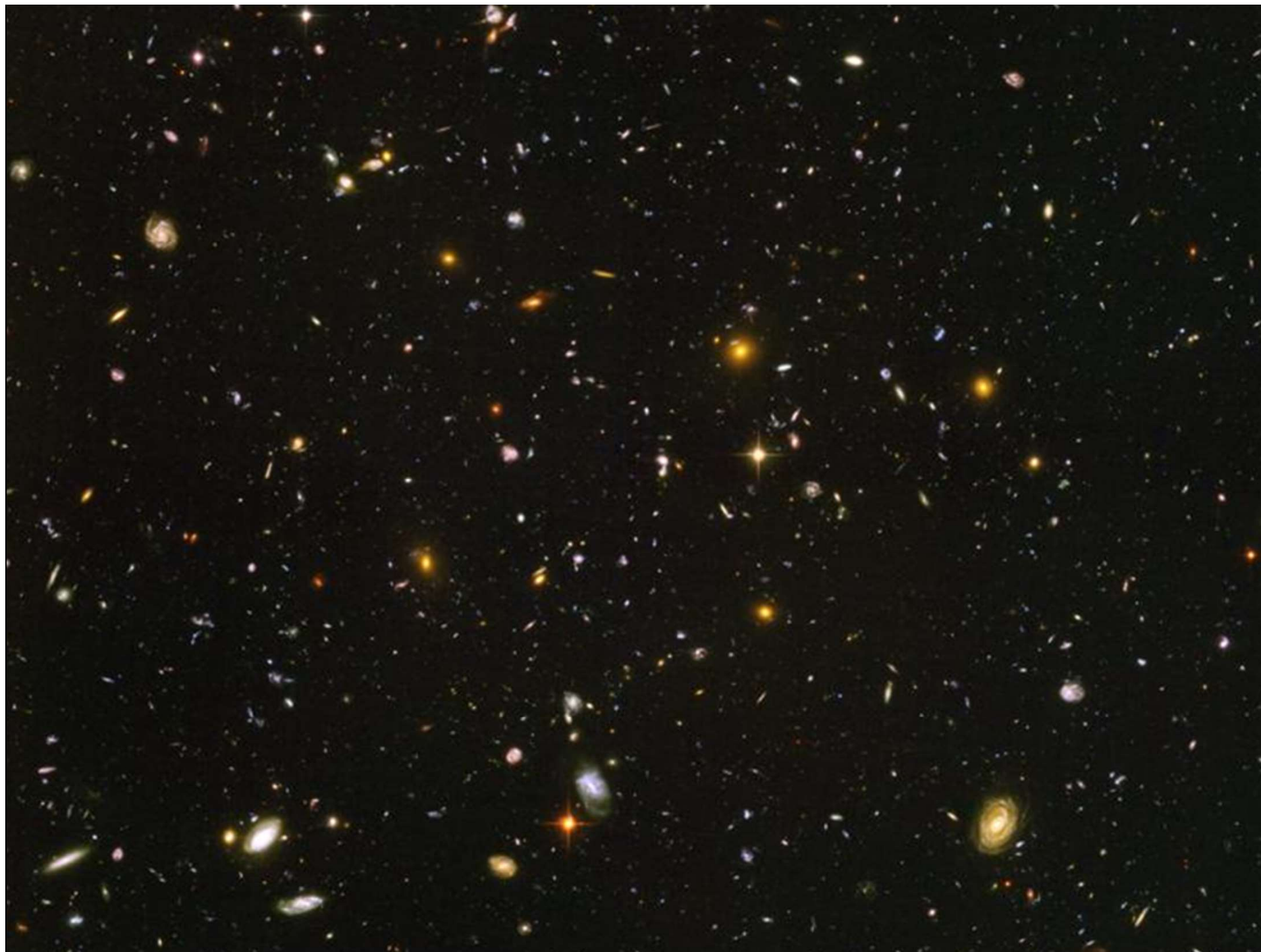


A deep space photograph showing a vast field of galaxies and stars against a black background. The galaxies are of various shapes and sizes, some appearing as bright, diffuse clouds, others as more compact, point-like sources. The stars are scattered throughout the field, some appearing as sharp points of light, others as more diffuse, fuzzy patches. The overall effect is one 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







67P/Churyumov-Gerasimenko



Maggio 1970

Suor Mary Jacunda inviò una lettera al direttore scientifico della NASA Ernst Sthulinger chiedendogli come potesse proporre qualcosa di così costoso come andare su Marte mentre sulla Terra ogni anno milioni di persone pativano la fame.

Sthulinger rispose con una lettera lunga e ben argomentata, che successivamente fu pubblicata dalla NASA con il titolo “Perché esplorare lo Spazio?”.

«400 anni fa...

«Il viaggio verso Marte non sarà certo una fonte diretta di cibo per sfamare gli affamati. Tuttavia porterà a così tante nuove tecnologie e potenzialità che le ricadute da questo progetto da sole avranno un valore di molto superiore ai costi»



Nel 1970 Stanford Research Institute stima che ognuno abbia ricevuto in termini di benefici tecnologici 7 dollari per ogni dollaro speso nel programma Apollo

Nel 1975 La Chase Econometrics conduce uno studio sull'impatto di un aumento di risorse per la ricerca e lo sviluppo dalla NASA sull'economia nazionale. Ogni miliardo di aumento nel finanziamento della NASA sostenuto per 10 anni avrebbe creato 1,1 milioni di nuovi posti di lavoro, ridotto l'inflazione del 2% e aumentato il prodotto interno lordo di 23 miliardi di dollari.



Nel 1988 Ben Bova, presidente della National Space Society, da una studio sulle prime dieci corporazioni stima che il ritorno tecnologico dell'era spaziale ha immesso nel sistema economico americano 500 miliardi all'anno sostenendo 10 milioni di posti di lavoro nelle comunicazioni, energetica, elettronica e nuovi materiali.



NASA SPINOFF



NASA TECHNOLOGY
TRANSFER PROGRAM

Read Spinoff

Since 1976, *Spinoff* has annually profiled an average of 50 commercial technologies with origins in NASA missions and research. Issues of *Spinoff* published since 1996 can be read online in HTML or downloaded in PDF. Scanned copies of *Spinoff* are available in PDF for issues published between 1976 and 1995.



Spinoff 2018

Unfortunately, we are out of hard copies of Spinoff 2018. There is no mailing or waiting list for the next issue — all copies are distributed on a first-come, first-serve basis to requestors following the book's release each year. Spinoff is available in a variety of digital formats:

[Click here](#) to read online (HTML)

Download a copy of [Spinoff 2018](#) (PDF)

[Spinoff 2018 Summary Brochure](#) (PDF)

Spinoff 2018 is also available on the iPad! [Click here](#) to view the app in the iTunes store. It features shortened versions of all the articles from the book, image galleries, videos, and more.

A 508-compliant PDF version of the iPad app is also available [here](#).

Issue Archive



> [2018](#)



> [2017](#)



> [2016](#)



> [2015](#) *



> [2013](#) *

INSIDE TABLE OF CONTENTS

DEPARTMENTS

- 5 Foreword
- 7 Introduction
- 8 Executive Summary
- 20 NASA Technologies Benefiting Society
- 152 Spinoffs of Tomorrow
- 174 Technology Transfer Program



SPINOFFS

HEALTH AND MEDICINE

- 24 Sterilizing Fogger Cleans Ambulances with a Breeze
- 28 Biometric Sensors Optimize Workouts
- 30 Optimized Imager Tracks Cancer, Stem Cells in Medical Research
- 32 Weightless "Weight"-Lifting Builds Muscle on Earth
- 34 Virtual Therapist Offers Out-of-This-World Depression Treatment
- 36 Compact Spectrometers Unveil Clues to Diagnose Cancer



2 Table of Contents

TRANSPORTATION

- 40 Innovative Design Propels Small Jet Faster, Farther with Less Fuel
- 43 Design Software Transforms How Commercial Jetliners Are Built
- 46 Original Cryogenic Engine Still Powers Exploration, Defense, Industry
- 50 Time-Triggered Ethernet Slims Down Critical Data Systems
- 52 Simplified Aircraft Modeling Packs Weeks of Analysis into Minutes



PUBLIC SAFETY

- 56 Radar Device Detects Heartbeats Trapped under Wreckage
- 60 Surveillance System Captures, Maps Lightning Strikes
- 64 Virtual Reality Platform Helps Pilots Land in the Sky
- 66 Autonomous Robots Take On Dangerous Warehouse Jobs
- 68 Drone Traffic Forecasts Show Commercial Skies of the Future
- 70 Offshore Oil Workers Learn Survival Skills in Astronaut Training Pool



CONSUMER GOODS

- 74 Apollo 11 History Archive Helps Virtual Reality Program Come to Life
- 77 Light-Induced Oxidation Cleans Air, Surfaces, Clothes
- 80 Ferrofluid Technology Becomes a Magnet for Pioneering Artists
- 82 The Martian Garden Recreates Red Planet's Surface
- 84 Aerogel Insulation Makes Thinner, Warmer Outerwear
- 86 Space-Grade Insulation Keeps Beer Colder on Earth
- 88 High-Efficiency LEDs Grow Crops, Stimulate Alertness
- 92 Paired Sleep Tracker, Light Therapy Tools Retrain Circadian Rhythms



Spinoff 2018



88

ENERGY AND ENVIRONMENT

- 96 Organic Compound Turns Toxic Waste into Harmless Byproducts
- 99 LED Lighting Improves Efficiency, Imaging, Cuts Maintenance
- 102 Plant Food for Space Grows Crops on Earth
- 104 Remote Sensing Technology Fights Forest Fires Smarter
- 106 Earth Images Enable Near-Perfect Crop Predictions
- 108 Micronutrient Formula Strengthens Plants, Increasing Yields
- 110 Chemical Simulation Software Predicts Climate Change, Air Quality
- 112 NASA Kite Invention Spurs Ever-Growing Educational Program



Spinoff 2018

118



INFORMATION TECHNOLOGY

- 116 Planet-Navigating AI "Brain" Helps Drones and Cars Avoid Collisions
- 118 Early NASA "Dream Computer Program" Still Optimizes Designs
- 122 2D Analysis Software Clarifies Medical, Weather, Intelligence Images
- 126 Quake Hunter Maps a Century of Quakes Worldwide
- 128 Free Aerodynamic Simulation Code Supports Industry, Education
- 130 Software Models Atmosphere for Spacecraft
- 131 Software Takes Cost Estimating to the Stars
- 132 Communication Devices Ease Contact with Commercial Spacecraft
- 134 Mission Control Software Manages Commercial Satellite Fleets



144



INDUSTRIAL PRODUCTIVITY

- 138 High-Speed Cameras Test Material Performances on Impact
- 141 External Platform Enables Space Research
- 142 All-in-One Lab Device Gets New Instruments via Software Update
- 144 Gold Coating Keeps Oscars Bright
- 146 3D Printer Aims to Accelerate Materials Development
- 148 Silicon Diode Sensor Tracks Extreme Temperatures
- 150 Tunable Filter Grabs Particles and Cells Using Only Light

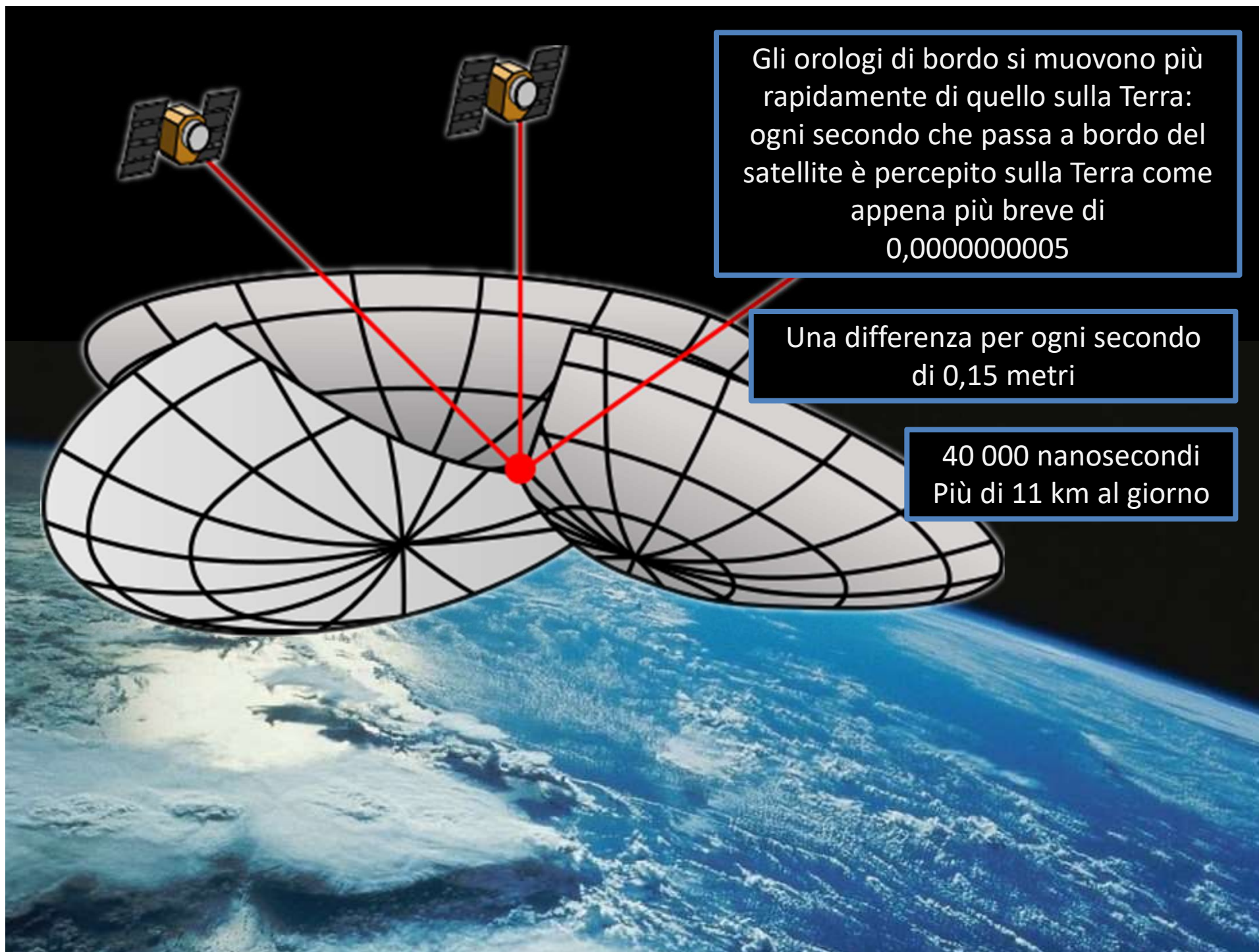


Table of Contents

3

Ma della relatività generale ...
che me ne faccio?

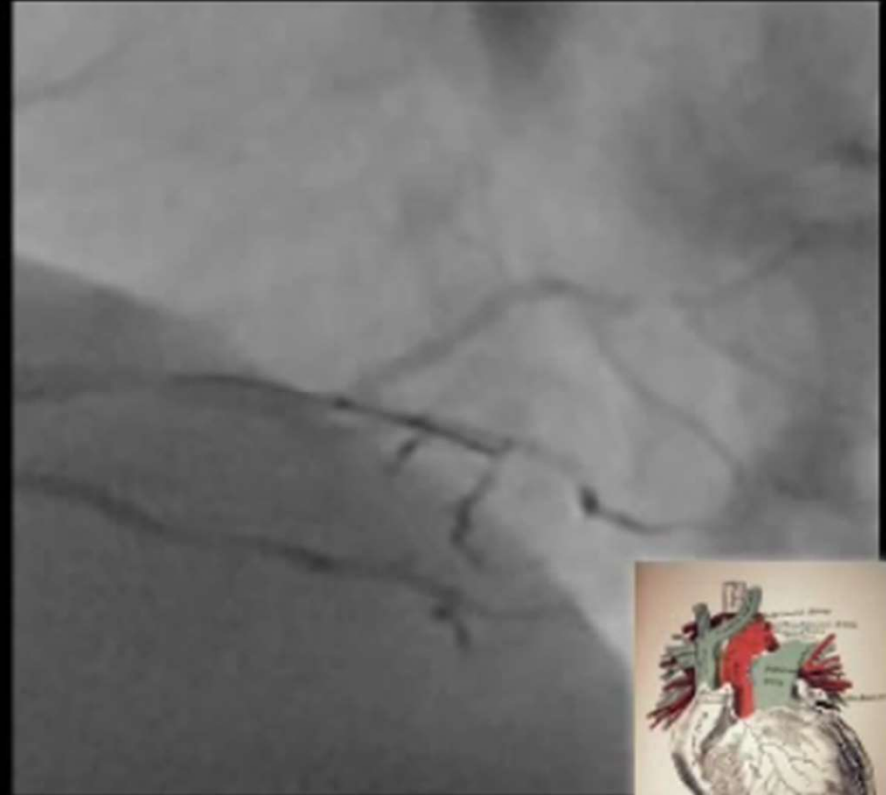




Gli orologi di bordo si muovono più rapidamente di quello sulla Terra: ogni secondo che passa a bordo del satellite è percepito sulla Terra come appena più breve di 0,0000000005

Una differenza per ogni secondo di 0,15 metri

40 000 nanosecondi
Più di 11 km al giorno



[Watch](#)[Discover](#)[Attend](#)[Participate](#)[About](#)[Log in](#)[Sign up](#)

Michelle Borkin:

Can astronomers help doctors?

TEDxBoston 2011 · 09:39 · Filmed Jun 2011



Watch later



Favorite



Rate

Share this idea



Facebook



Twitter



Email



More

138,658 Total views

How do you measure a nebula? With a brain scan. In this talk, TED Fellow Michelle Borkin shows why collaboration between doctors and astronomers can lead to surprising discoveries.



Michelle Borkin
physicist

Michelle Borkin is a PhD candidate in applied physics. She works with the Astronomical Medicine Project and interdisciplinary 3D visualization techniques. [Full bio](#)

- ✓ Tomografia assiale computerizzata
- ✓ Risonanza magnetica
- ✓ Tomografia ed emissione di positroni
- ✓ Ottica adattiva e degenerazioni maculari
- ✓ Camere pulite
- ✓ Raggi x per infortuni sportivi
- ✓ Software per la diagnosi dell'Alzheimers

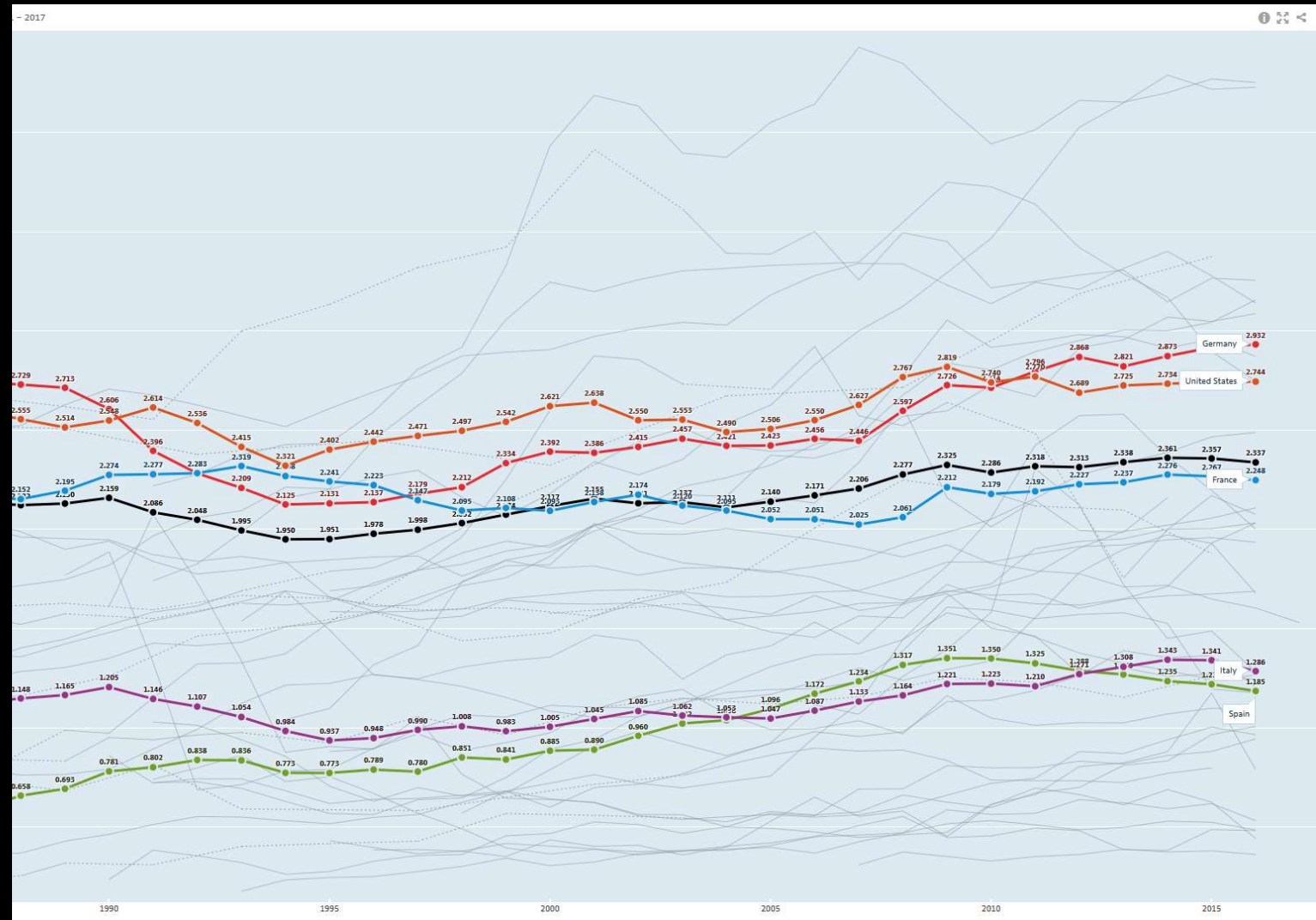




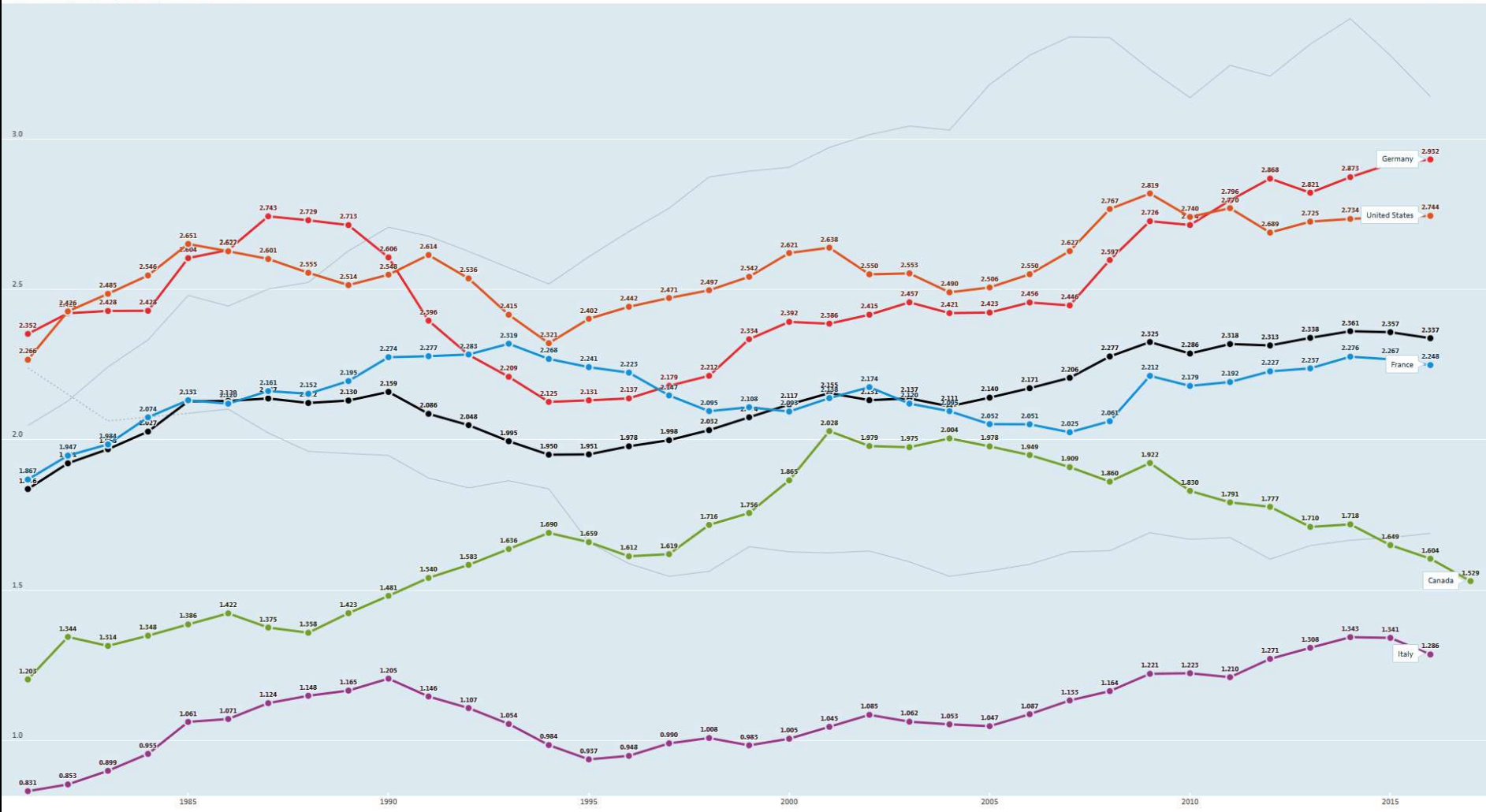
Museo della Permanente
XXI Esposizione Internazionale della Triennale di Milano

Investimenti a lungo termine

- Israele – 4,3%
- Korea
- Svizzera
- Svezia
- Taipei
- Giappone
- Austria
- Germania – 2,9%
- Danimarca
- Finlandia
- Stati Uniti
- Belgio
- OEDC total – 2,4%
- Francia
- Cina
- Island
- Norvegia
- Olanda
- Europa – 1,9%
- UK
- Repubblica ceca
- Canada
- Italia – 1,3 %
- Estonia
- Portogallo
- Ungheria
- Spagna
- Irlanda
- Russia
- Grecia- 1,007 %
- Polonia
- Turchia
- Repubblica Slovacca
- Messico
- Romania – 0.5 %



Gross domestic spending on R&D Total, % of GDP, 1981 - 2017



“One euro invested in European Research and Innovation leads to multiple results”



▶ ⏩ 🔊 1:34 / 1:48

📺 ⚙️ 📱 🖥️

EU Research and Innovation delivers results for YOU!

1.781 visualizzazioni

👍 22 🗨️ 0 ➦ CONDIVIDI ➦ SALVA ...



EU Science & Innovation
Pubblicato il 25 ott 2018

ISCRIVITI 5304

€200 billion has been invested in EU funded R&I over the last 30 years, resulting in countless improvements to citizens' quality of life - shaping a better future for us all. And it's thanks to thousands of talented people who have turned EU research and innovation funding into excellent research, new technologies and products that make Europe a brighter and better place.

Researchers Total, Per 1 000 employed, 2000 – 2016

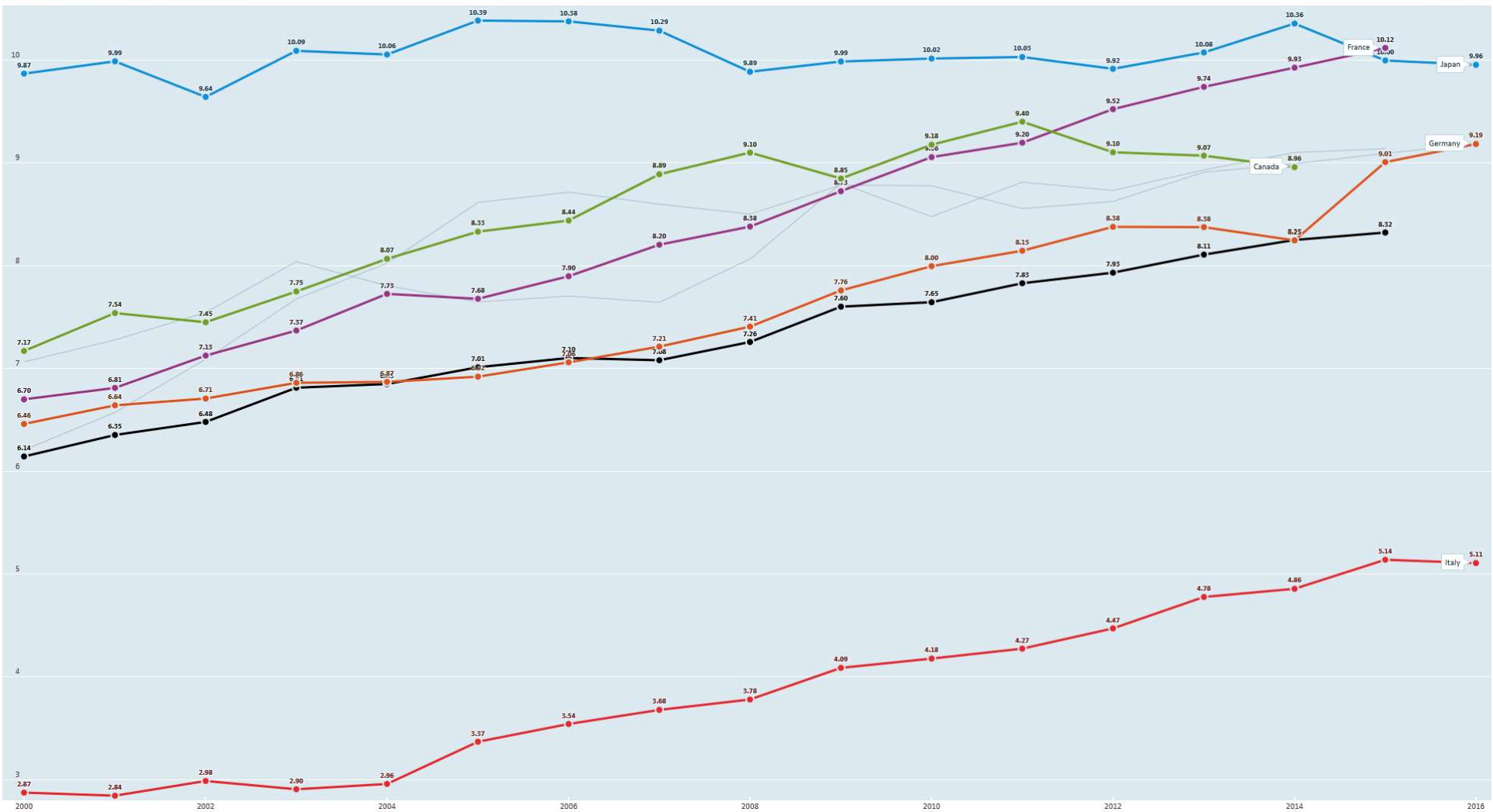
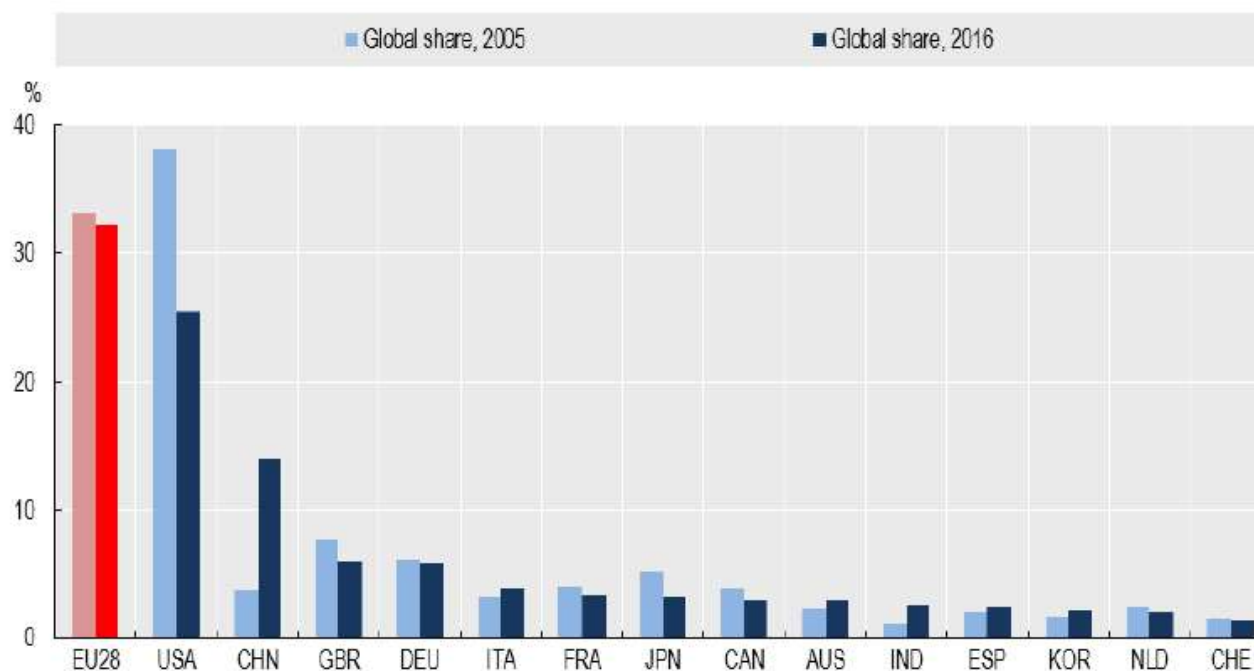


Figure 1.11 Economies with the largest volume of top-cited scientific publications, 2005 and 2016

As a percentage of the world's top 10% most-cited publications

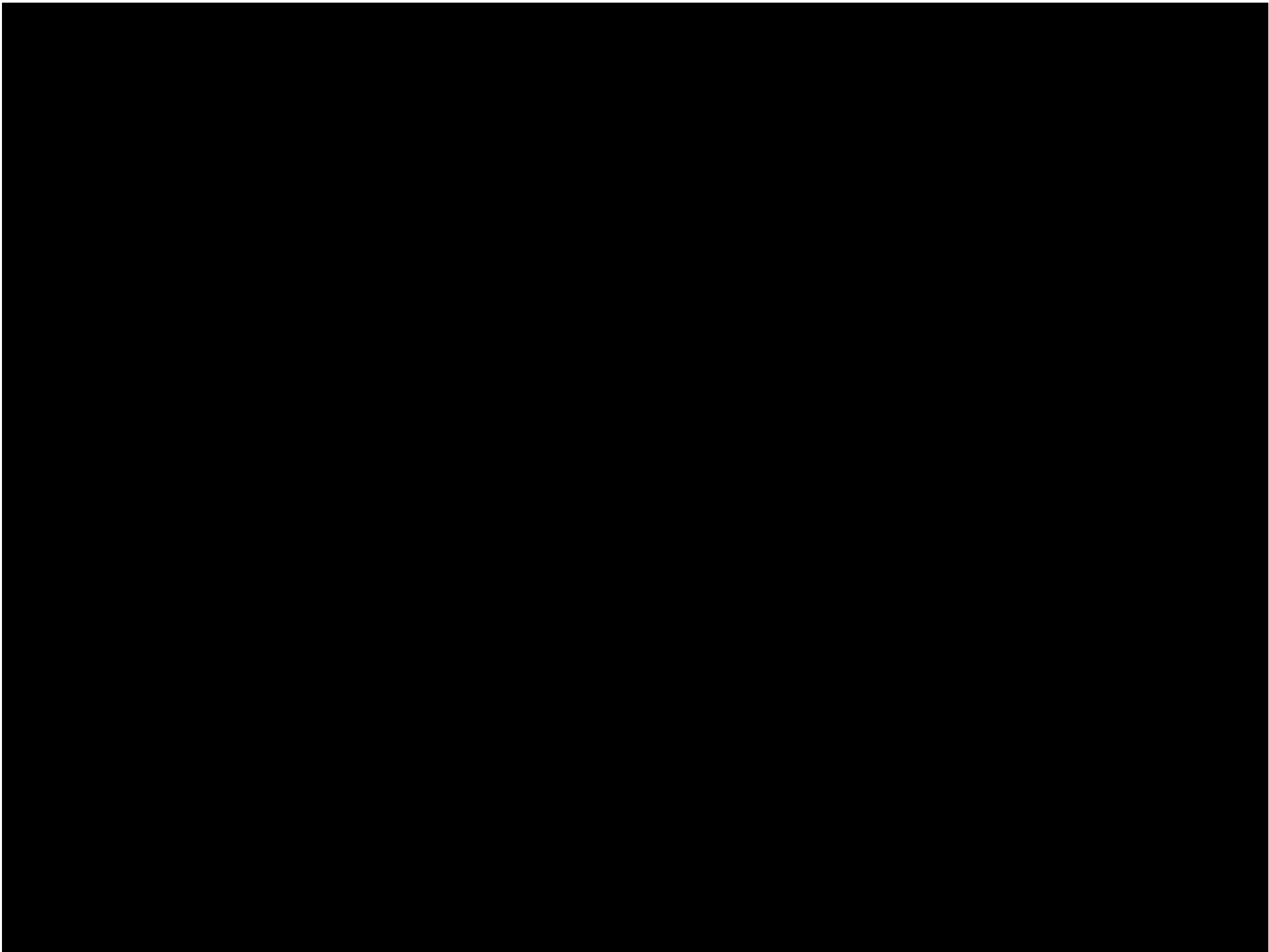


StatLink  : <http://dx.doi.org/10.1787/888933617054>

Source: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The Digital Transformation, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2017-en.

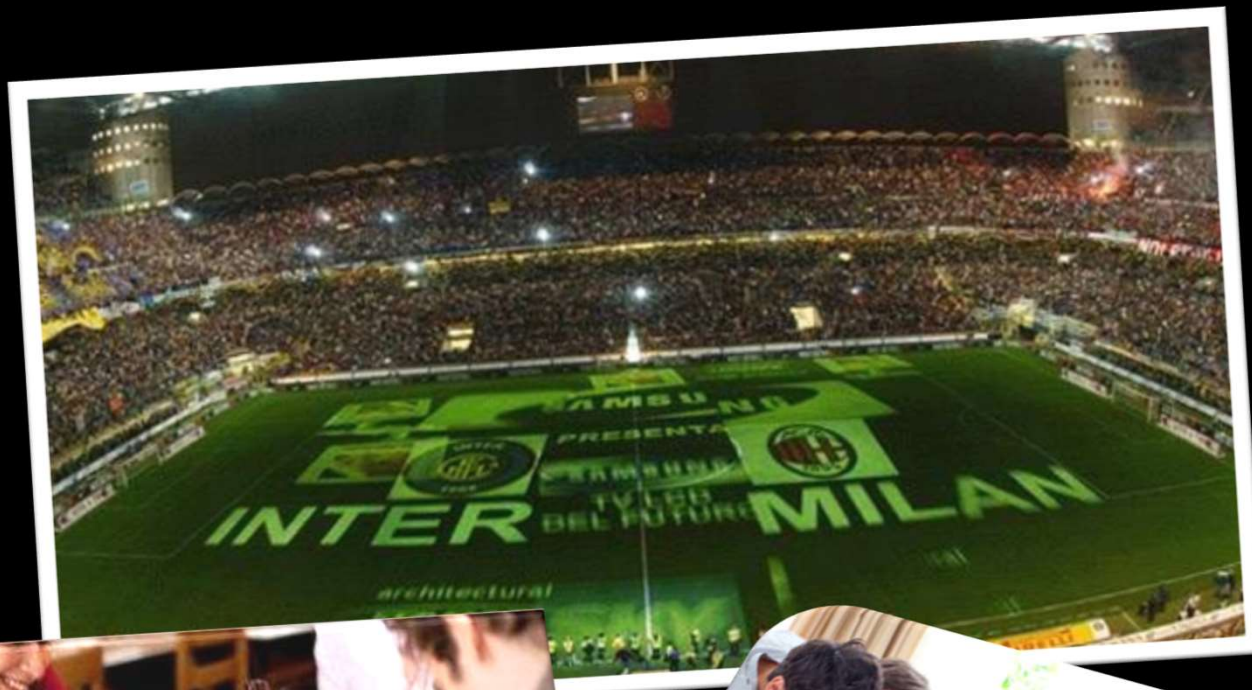
<https://data.oecd.org/rd/researchers.htm#indicator-chart>

OECD (2019), Triadic patent families
(indicator). doi: 10.1787/6a8d10f4-en
(Accessed on 04 February 2019)









Il piacere ha radici profonde.
Il piacere quotidiano è profondo e
trascendente e riflette l'evoluzione della
nostra natura umana.

Alcuni piaceri sono più facili
da spiegare di altri:

Gli animali hanno bisogno di acqua; il
piacere è il premio per averla trovata.

Il piacere serve a indurre comportamenti
che sono positivi per i geni.



I nostri piaceri esclusivamente umani sono frutto della cultura e sono esclusivamente umani perché solo gli esseri umani hanno una cultura.

La cultura sfrutta e condiziona il piacere umano.

Cosa facciamo nel tempo libero?



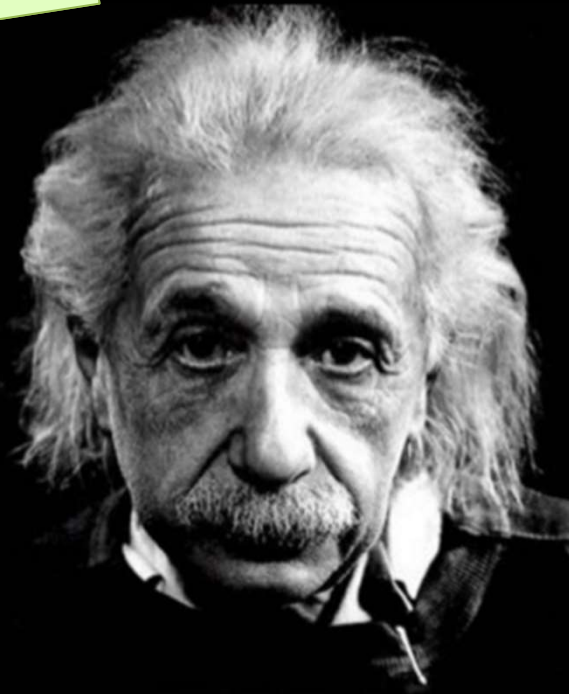
L'immaginazione cambia ogni cosa.

Si è evoluta come strumento per programmare
il futuro e per ragionare sulla mente degli altri
ma ora che la possediamo è una delle
principali fonti di piacere.



Quanto siamo vecchi?
L'universo dove andrà?
Siamo soli?

L'immaginazione rende possibile la scienza.
Nulla resterebbe di queste pratiche umane se
non fossimo in grado di pensare a una sfera
perfetta o ad uno spazio infinito: senza la
capacità di comprendere che una roccia è
composta da minuscole particelle e campi di
energia saremmo letteralmente persi.



L'immaginazione è più importante della conoscenza

Abbiamo idea che nel mondo ci sia qualcosa che va oltre la nostra diretta percezione.

C'è una realtà nascosta con la quale vogliamo entrare in contatto.

Questa è una delle motivazioni che sono all'origine dell'impresa scientifica.



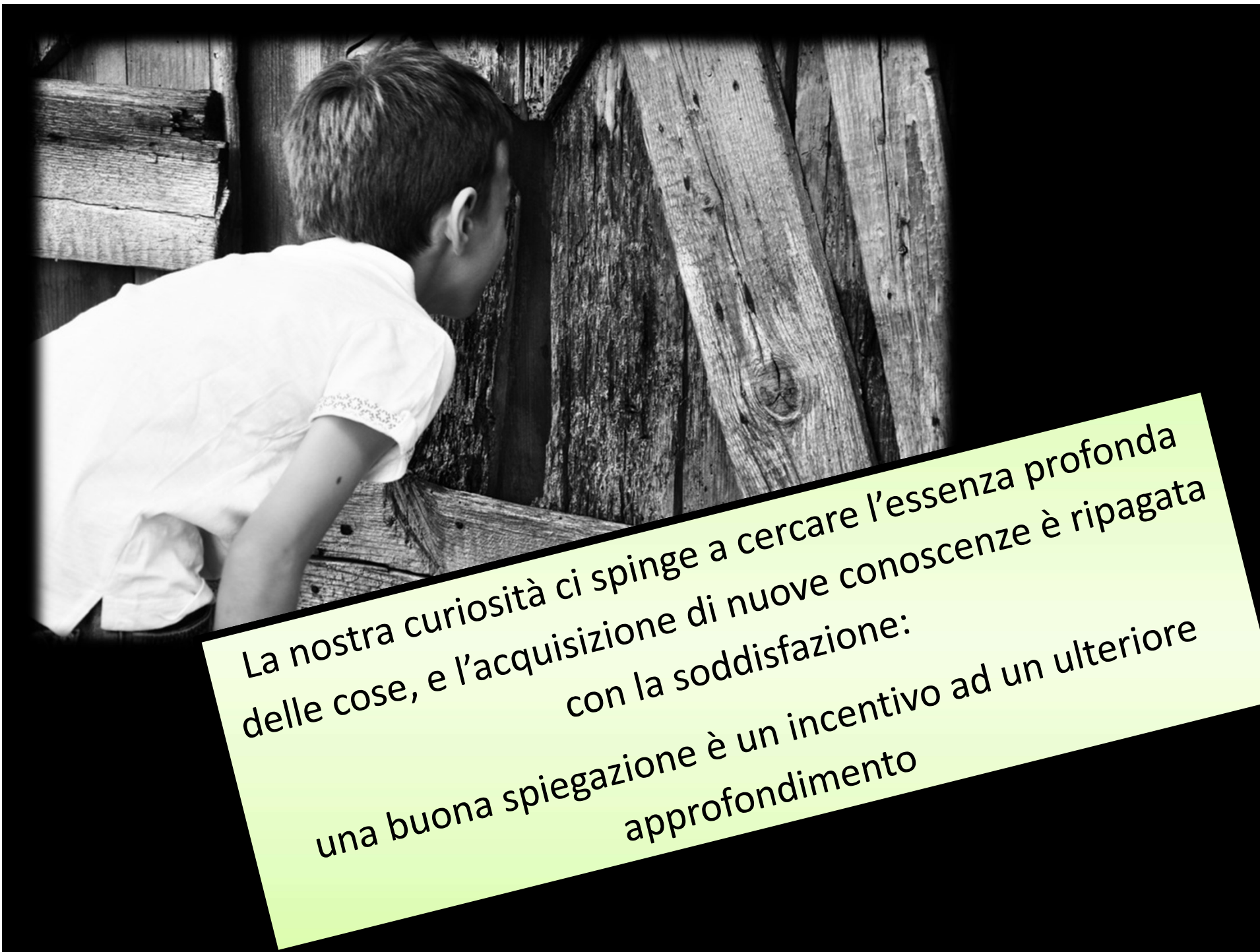
Richard Dawkins :

«Il senso di riverente stupore che proviamo dinnanzi alla scienza è un'esperienza sublime per gli esseri umani, un'emozione non meno estetica e profonda di quelle che suscitano la musica e la poesia ed è senza dubbio una delle cose che rendono la vita degna di essere vissuta.»

Dawkins allude al piacere della scienza alla gioia che ci dà questo modo di entrare in contatto con la natura più profonda delle cose.



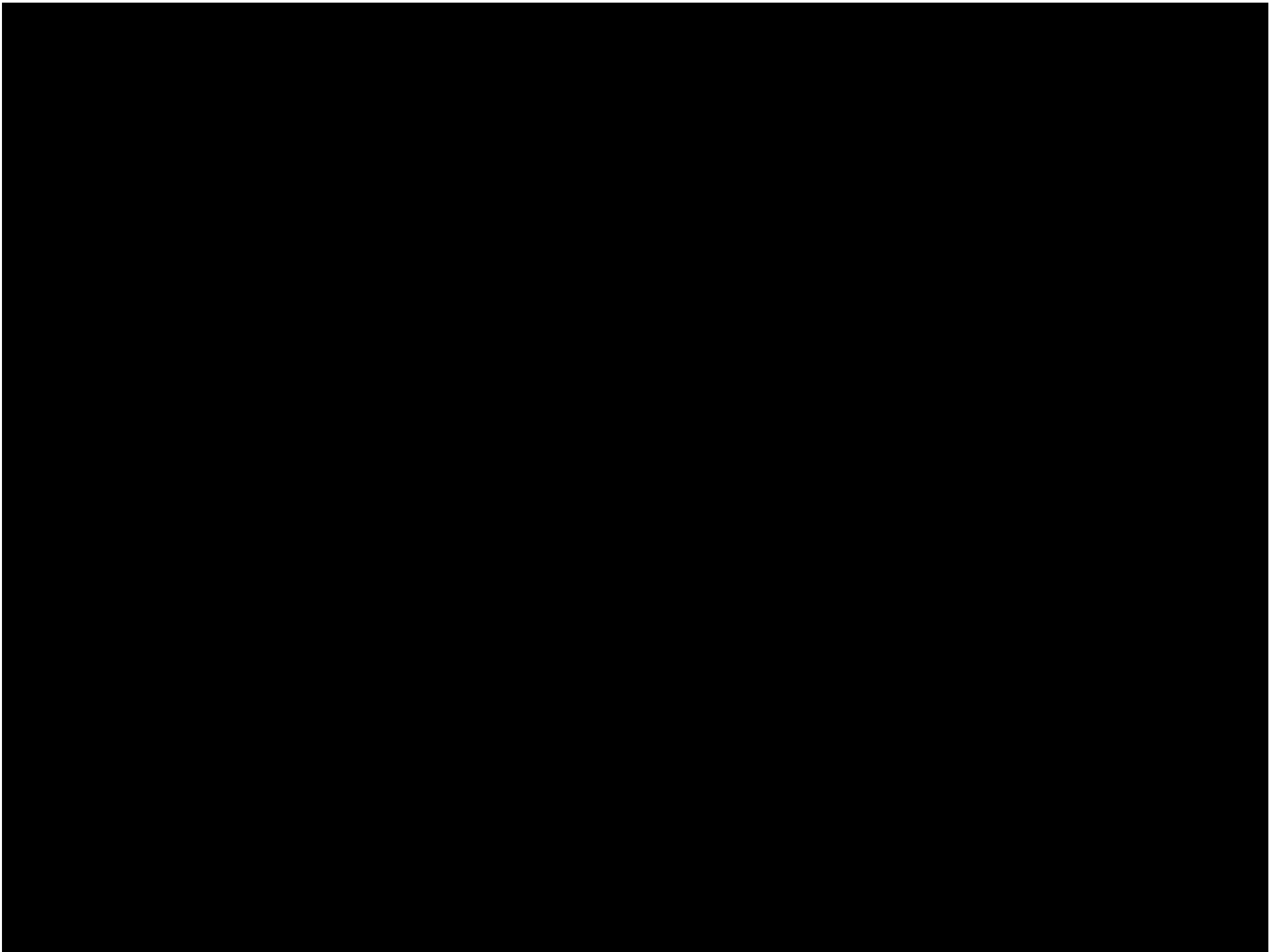
Dawkins allude al piacere delle scienze alla gioia che ci dà questo modo di entrare in contatto con la natura più profonda delle cose.



La nostra curiosità ci spinge a cercare l'essenza profonda delle cose, e l'acquisizione di nuove conoscenze è ripagata con la soddisfazione:
una buona spiegazione è un incentivo ad un ulteriore approfondimento

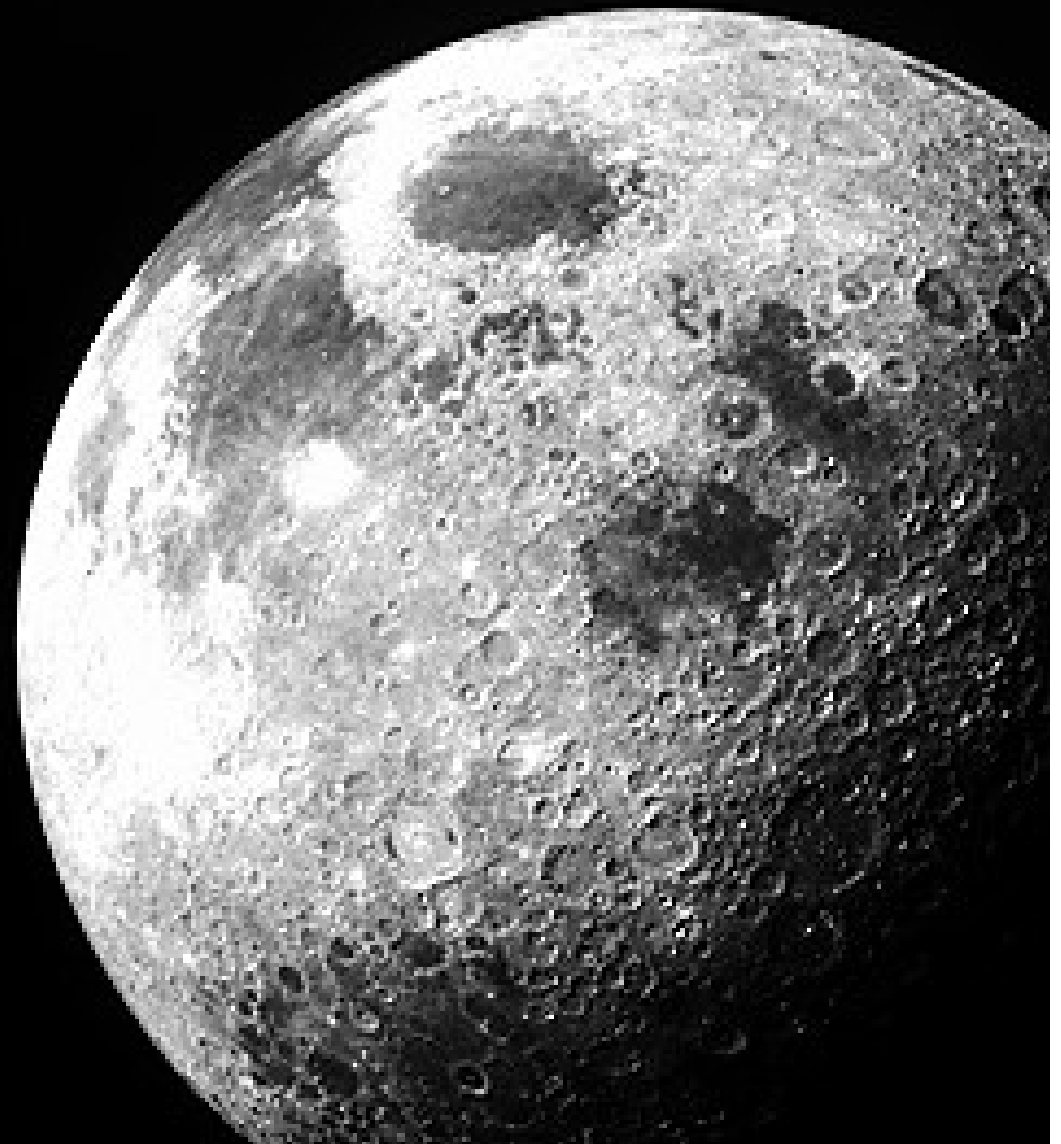
A cosa servono le stelle?



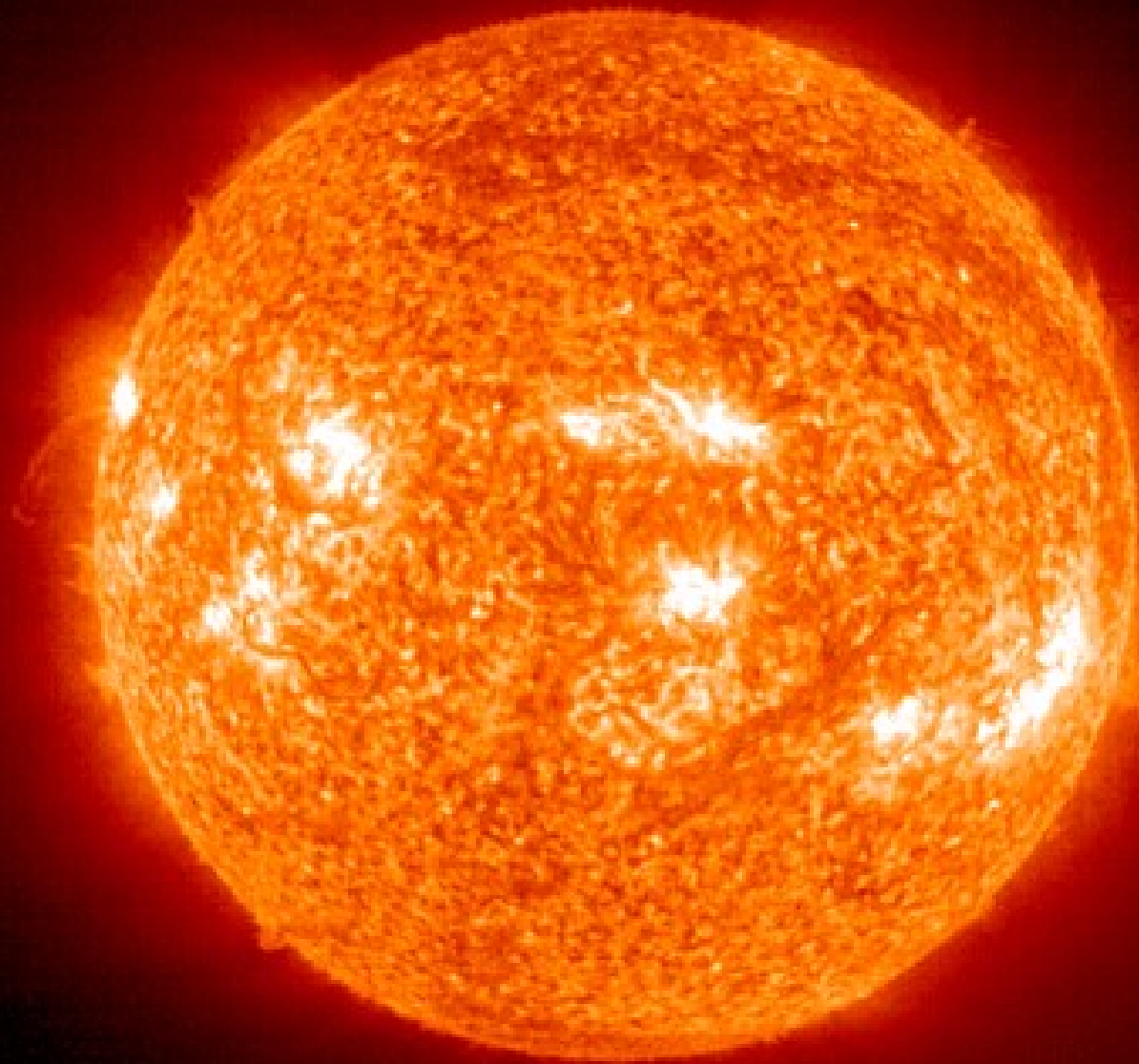


1,3 secondi luce

Luna

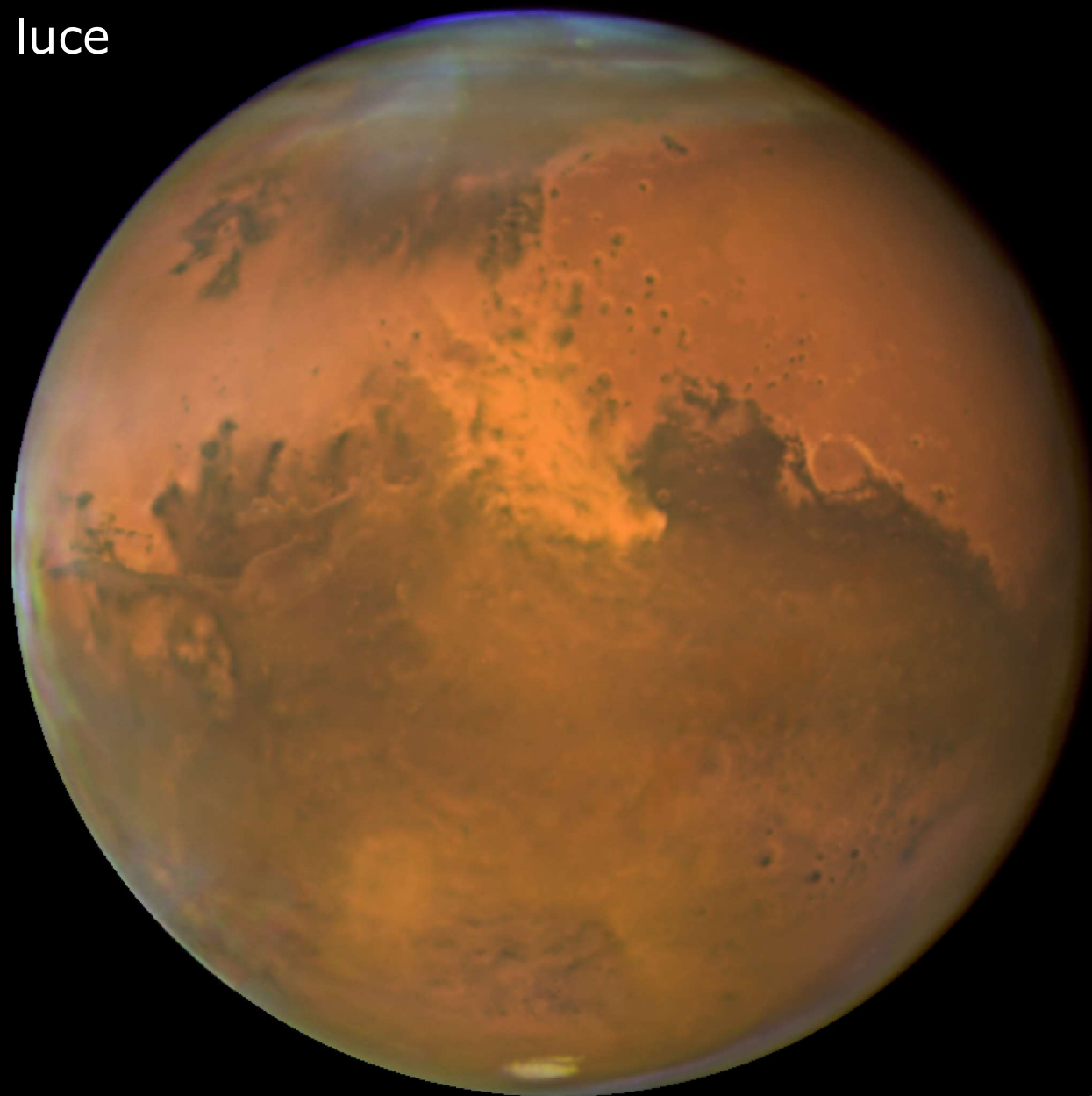


8 minuti luce



Sole

12 minuti luce



Marte

Marte

12 minuti luce



20 minuti luce

Cometa ISON

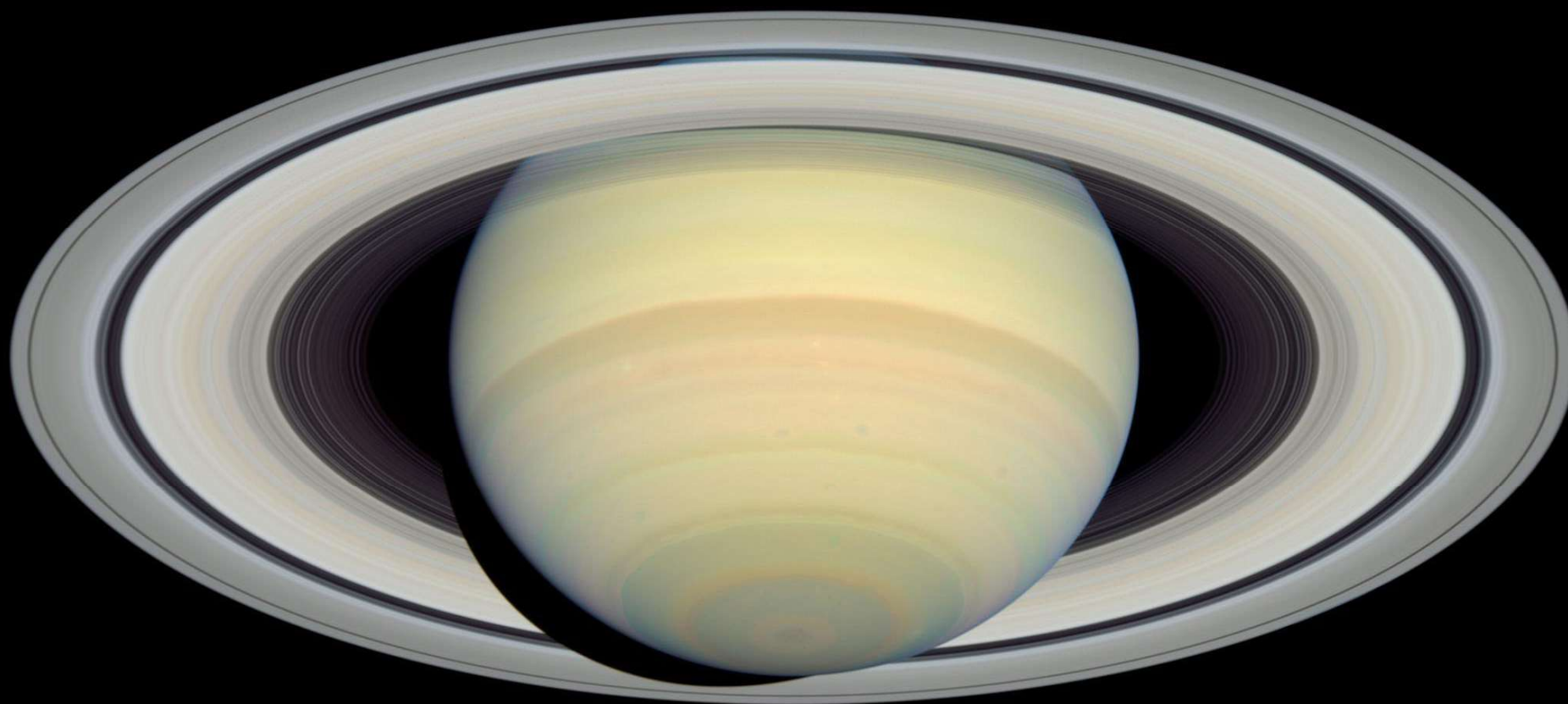


40 minuti luce



Giove

80 minuti luce



Saturno

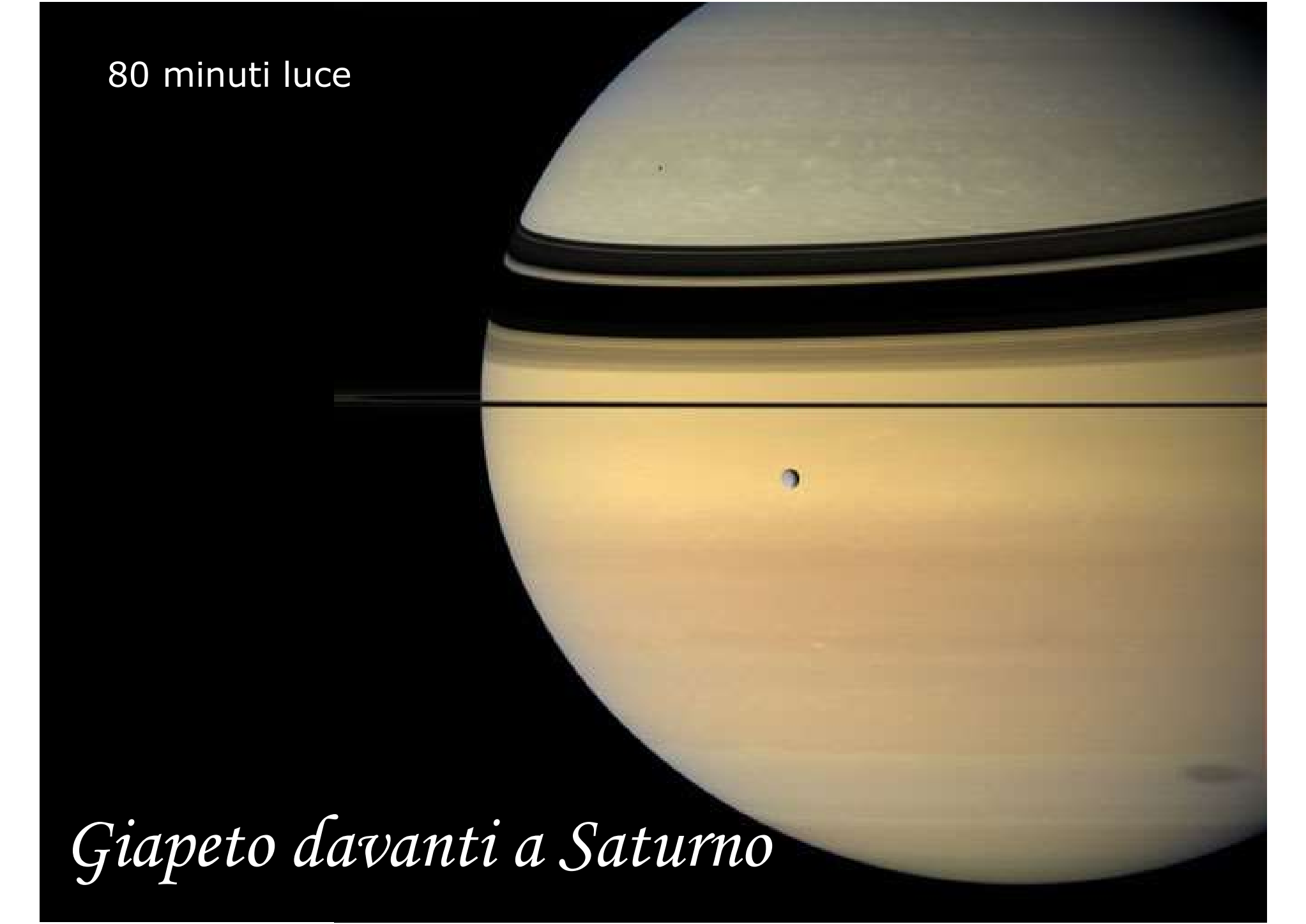
80 minuti luce



Giapeto

80 minuti luce

Giapeto davanti a Saturno



650 anni luce



Nebulosa planetaria - Elica

3300 anni luce



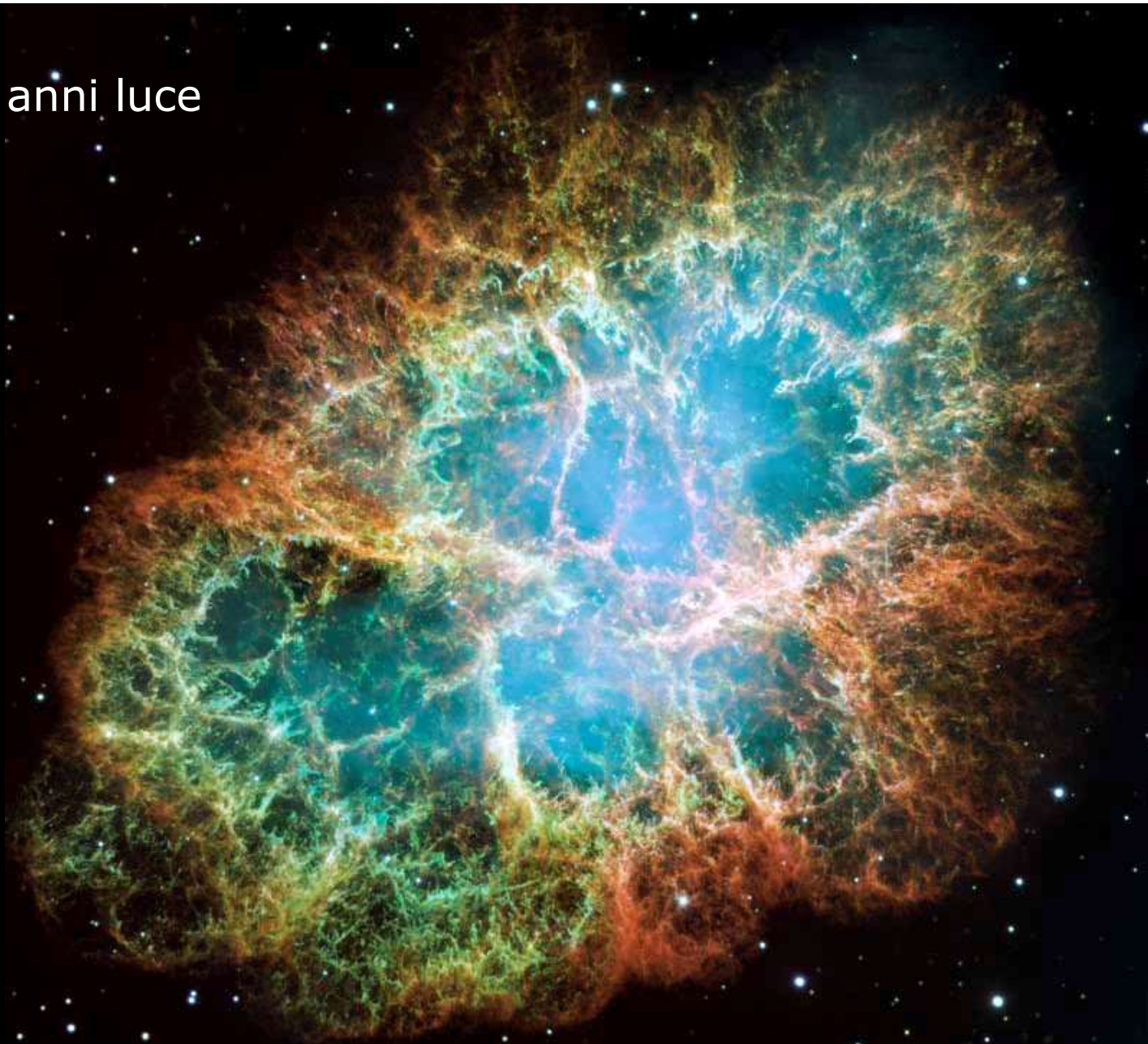
Nebulosa planetaria - Occhio di gatto

5760 anni luce



Formazione stellare

6500 anni luce



Nebulosa del granchio - Resto di supernova

7500 anni luce



Nebulosa della Carena



20000 anni luce



V838 Monocerotis – stella variabile

26000 anni luce



Centro della nostra galassia

32600 anni luce

Ammasso di stelle M80



170000 anni luce



Resto di Supernova

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

50 milioni di anni-luce

Getto nella galassia ellittica M87



63 milioni di anni-luce



Le antenne – Galassie interagenti NGC 4038, 4039

69 milioni di anni-luce



Galassia barrata NGC 1300

100 milioni anni luce



Galassia irregolare NGC 7714

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

Galassie interagenti – Arp 273



300 milioni di anni-luce



I topi – Galassie interagenti NGC 4676

2,2 miliardi di anni luce

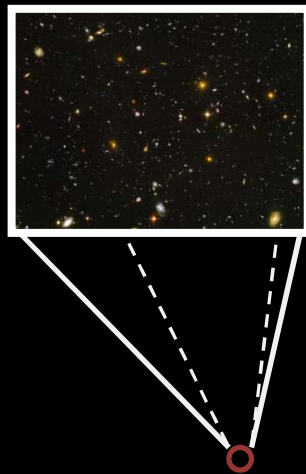
Ammasso di galassie Abell 1689



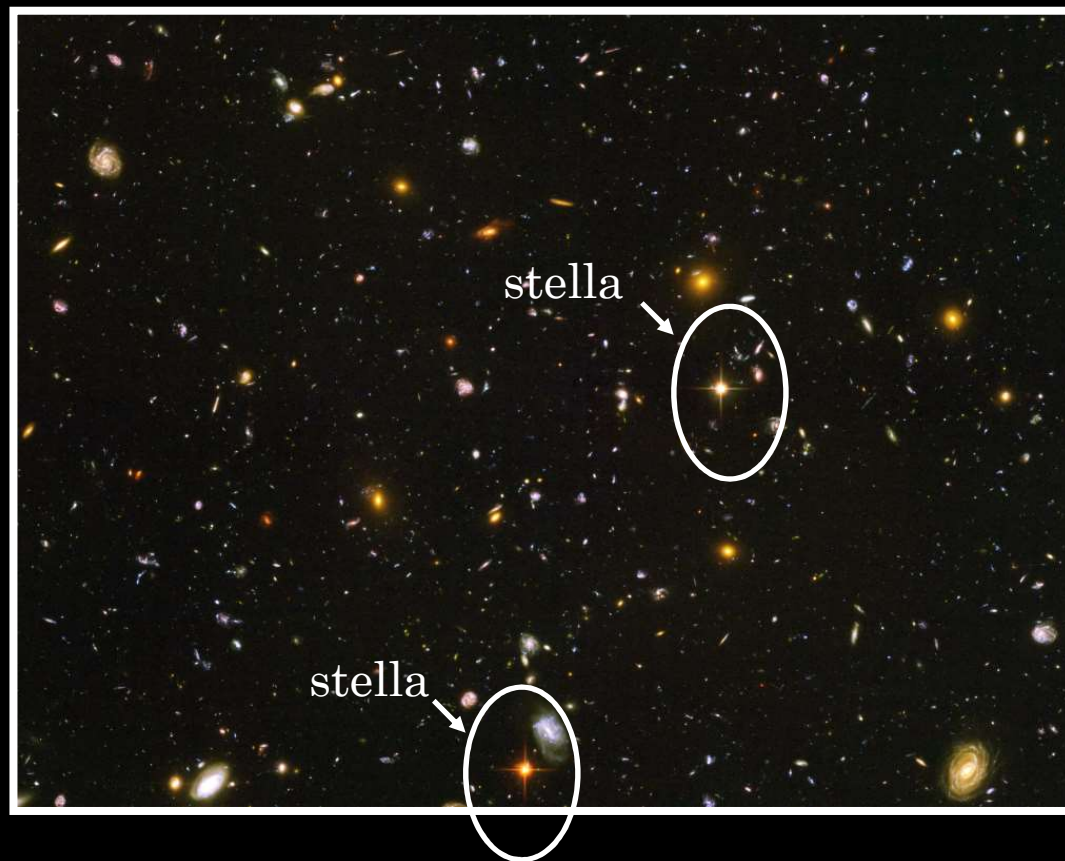


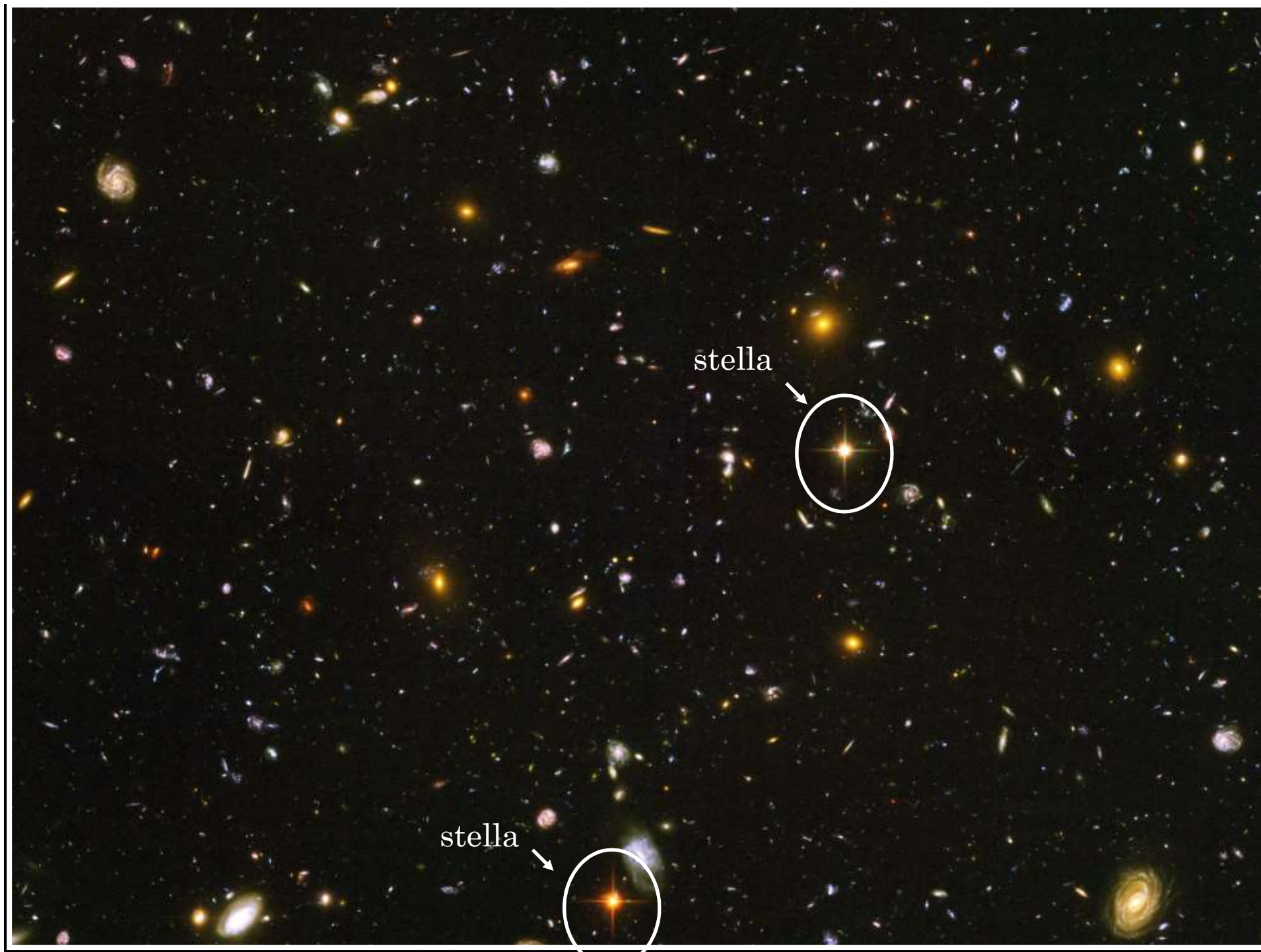
Hubble Ultra Deep Field:

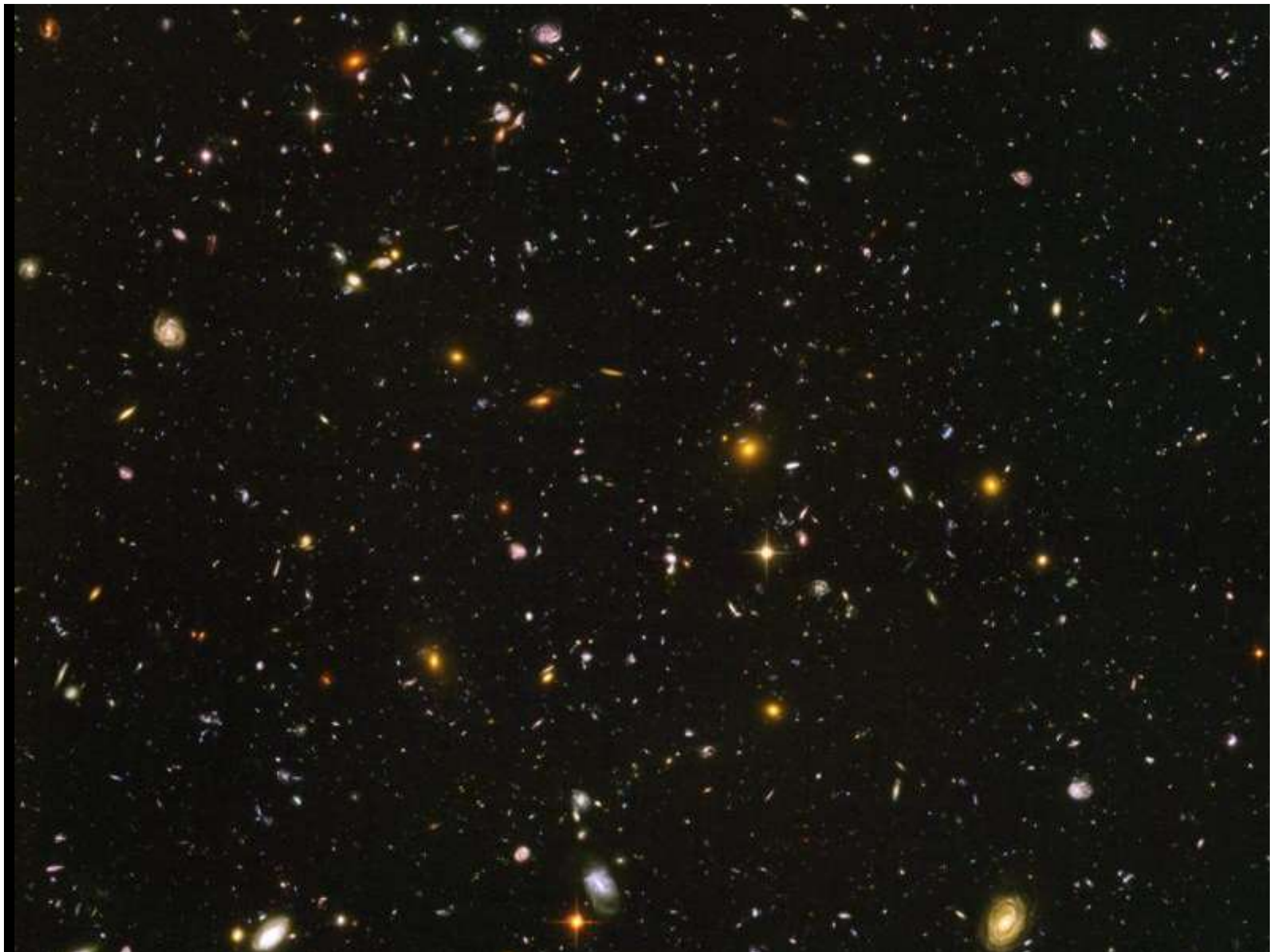
Angolo di cielo grande quanto un decimo della luna piena



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 cosa servono le stelle?



A cosa servono le stelle?

