

Inclusione e personalizzazione nell'insegnamento delle STEAM

Lezione 9: Qualche applicazione particolare Parte III: Astronomia – la porta alla scienza

Grzegorz Karwasz
Professor in Experimental Physics

*- Facoltà di Fisica, Astronomia e Informatica Applicata,
Universita' Nicolao Copernico, Torun, Polonia*

karwasz@fizyka.umk.pl

Che cos'è più bello del cielo? (Nicolao Copernico)



„Nebulosa” di Barnard (costellazione di Orione)

Che cosa fa l'astronomo?

- Zoologia
- Geologia
- Biologia etc.

Sono le materie che *studiano* le determinate cose: geo, bio, zoo.

La materia che studia gli astri dovrebbe chiamarsi *astrologia*.

In fatti, anche Copernico scriveva (solo sulla richiesta) gli oroscopi.



Il sistema Copernicano: pianeti girano attorno il Sole

Mercurio: - 1 orbita in 90 giorni

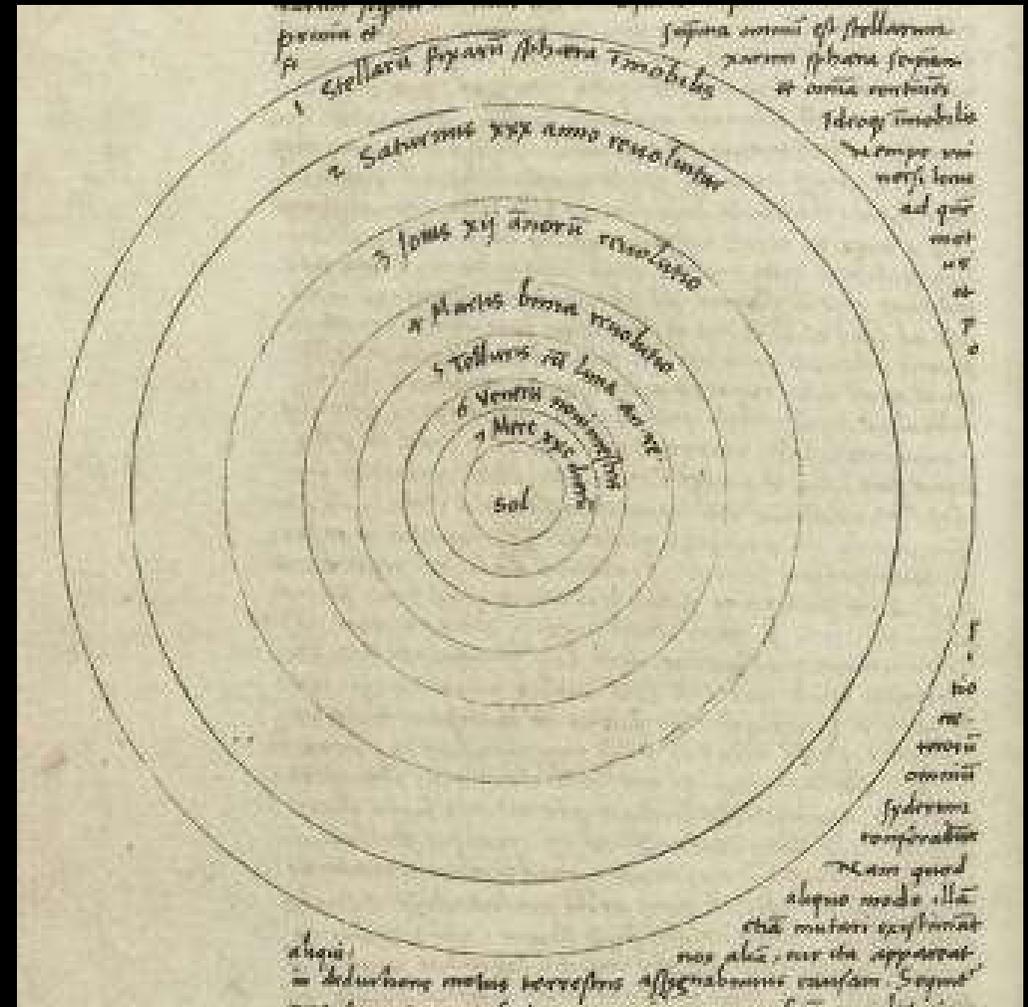
Venere: - 1 orbita in 9 mesi

Terra: 1 orbita in 1 anno

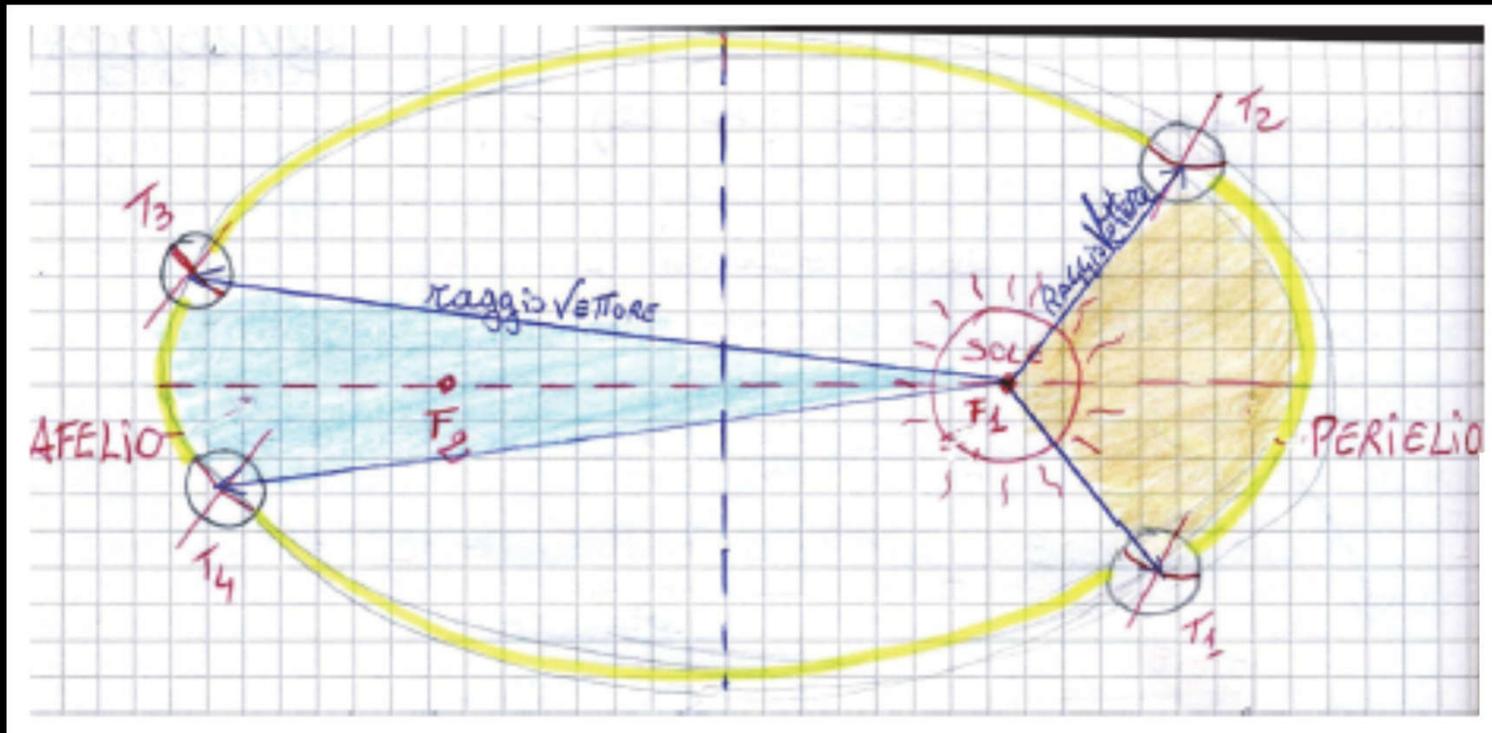
Marte: - 1 orbita in 2 anni

Giove: 1 orbita in 11 anni

Saturno: 1 orbita in 30 anni



Galileo (Keplero): Il mondo si descrive con la matematica



$$\frac{R^3}{T^2} = \text{const}$$

Disegno di Martina, la classe 1A della Scuola Alberghiera di Elpidio (2010)

$$R^3 = G \frac{M}{4\pi^2} T^2$$

Dove puoi vedere le stelle?

Per osservare le stelle, non occorre andare in nessun posto particolare. Quelle più luminose si vedono anche nel cielo fumoso delle città. Per ammirare, tuttavia, un vero cielo stellato vale la pena di uscire dalla città: in montagna, al lago o addirittura nel deserto.



Convinci i genitori...

Il cielo si vede meglio nella più completa oscurità. Incoraggia i tuoi genitori ad andare al lago in estate, dove non ci sono lampioni o luci delle case. In una notte calda, sdraiati su una coperta e guarda il cielo. Stiamo iniziando la nostra avventura astronomica!

Costruttivismo: scopriamo il mondo per le approssimazioni successive

Regola 1: Lo facciamo con occhi propri

Cigno, Lira

Dall'altro lato della Stella Polare, di fronte al Grande Carro, vedrai sei stelle che formano una sorta di croce: una di esse, sulla punta, è molto luminosa.

Se guardi più attentamente, sulle braccia di questa croce noterai ancora qualche stella: non è più una croce, ma piuttosto un uccello con le ali spalancate, che assomiglia ad un cigno! Per questo i Greci hanno chiamato queste stelle proprio così: Cigno.

Gli 'specialisti' - astronomi o astrofili, giovani (i.e. con la buona vista), che vivono al di fuori di grandi centri urbani, sanno nominare una costellazione dopo altra.

Noi, poveri mortali, possiamo provare di riconoscere un paio di costellazioni, condizioni meteo permettendo.

Le stelle sono molte. La luce, che guardiamo, ha viaggiato dozzine, centinaia e a volte milioni di anni, prima di arrivare che l'occhio umano le veda. Tuttavia questa distanza non è il problema principale, quanto piuttosto il fatto che l'uomo stesso produce. Nelle grandi città e anche in quelle vicine ci sono così tanti lampioni, che risulta difficile vedere le stelle. Prima di vederle, il nostro occhio deve abituarsi al buio. Ci vogliono 20 minuti.

Il Grande Carro è una costellazione molto importante. Sette stelle sono disposte come una carro a quattro ruote con un timone a sinistra. È il Grande Carro. Anche se non puoi distinguere le stelle individuali, Allunga la mano davanti a te, allarga le dita e misura la distanza tra le ruote posteriori del Grande Carro. Ora guarda in alto sopra la tua testa. Sopra la Stella Polare, una stella molto luminosa: è la Stella Polare che indica la strada ai naviganti. Il cielo, con tutte le stelle, ruota continuamente sopra la nostra testa. Solo la Stella Polare, in questa posizione, per questo è tutto proprio come il cielo.

Grande Carro

Cassiopea

Andromeda

Cigno

Perseo



Cerca la Luna, Venere, Giove

Bamberg
25.03.2012



Foto: M. Karwasz

Il giorno dopo controlla dove sono adesso



Trento
26.03.2012



Foto: M. Karwasz

Cerca la Luna sul cielo oggi, disegna dov'è,
e segna la sullo stesso disegno domani notte

Lo stesso giorno un'ora più tardi
Ingrandimento maggiore



Nota che la Luna non illuminata non è del tutto buia:
viene illuminata dalla Terra che in questa fase, vista
dalla Luna è in «Pleni-terro»

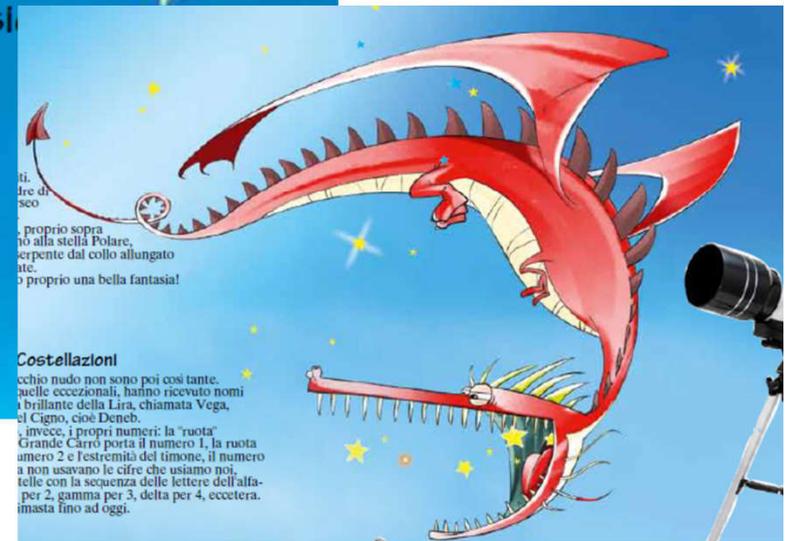
Toruń
26.03.2012

Foto: K. Służewski

Costellazioni, prima essenziali, poi facoltative



Cassiopea



Il Grande Carro (Orsa Maggiore) e la Cassiopea sono facili da identificare. Partendo dalle due ruote posteriori del Carro si risale alla Stella Polare. Partendo dalla Cassiopea si trova l'Andromeda, e lì la sua galassia. Il Cigno è sopra la testa la sera d'estate. D'inverno, a Sud, risplende l'Orione: sembra un aquilone.

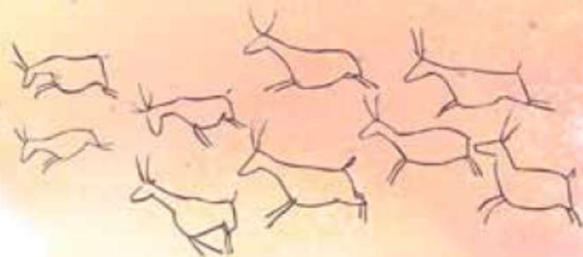
Per prima - la motivazione

La matematica non è nata perché l'uomo ama le cose astratte, ma per poter calcolare la superficie del appezzamento del terreno in Mesopotamia o il volume di una piramide da costruire (in Egitto).

A cosa serve il calendario?

Ciascuno oggi sa cos'è un calendario. Secoli fa, però, gli uomini non lo conoscevano. L'uomo primitivo, che viveva nelle caverne, doveva prevedere la stagione del risveglio dal letargo degli orsi e delle migrazioni dei grandi salmoni.

Non era semplice, ma, tutto sommato, sapeva quale giorno partire per la caccia al cervo e quando, invece, ripararsi dalle tempeste di neve.



Da Stonehenge a Mesopotamia ed Egitto

Tutti riusciamo ad osservare che in inverno le giornate sono più corte, ma come notare, senza calendario, l'approssimarsi di questa stagione?

In primavera, le giornate si allungano ma di nuovo come si fa a stabilire da quando, se non c'è un calendario?

Per ricordare quando inizia l'estate, 5 mila anni fa hanno posto in cerchio degli enormi massi.

Ci sono tuttora, in Inghilterra, e si chiamano Stonehenge - cioè circolo di pietre.

Vi sono 5 massi doppi, grandi, che segnavano i giorni della settimana e 16 più piccoli che segnavano i mesi.

Quando in Inghilterra costruirono questo circolo di pietre, da un'altra parte del mondo, in Mesopotamia (odierno Iraq), costruivano



Hagar Qim, Malta

Astronomia è nata per poter calcolare le stagioni.

Luna: cratere Copernico



La Terra dista dalla Luna solo 380 mila km (364-404 mila km),
cioè appena 10 lunghezze della sua circonferenza.
Si può dire, che Terra-Luna sono un sistema doppio (binario)

Il giorno più terribile nella storia della Terra (0+100 mln anni)



Circa 100 mln d'anni dopo la formazione della Terra, un oggetto delle dimensioni del Marte urtò la Terra, ancora semi-liquida. Una gigantesca goccia della lava si staccò e si solidificò in 24 ore. Fu il giorno più terribile nella storia della Terra. L'asse terrestre tuttora rimane un po' storta.

Il pianeta blu



Earth From Space – Apollo 17
NASA Langley Research Center

12/7/1972

Image # EL-1996-00155

Vista dal cosmo, solo la Terra è blu:
la sua atmosfera contiene ossigeno!

e così si vede la Terra dalla Luna



Rimane 'appesa' sempre nello stesso punto sul cielo, ma illumina meno quando diventa 'Terra nuova'.

Ogni tanto (Gennaio 2023) arriva una cometa



Cometa di Halley (ogni 88 anni), Hale-Bopp (1997).
Due code: una di polvere, curva lungo la traiettoria, lasciata dietro,
e un'altra gassosa, respinta dal vento solare

Che cosa vediamo sul cielo?



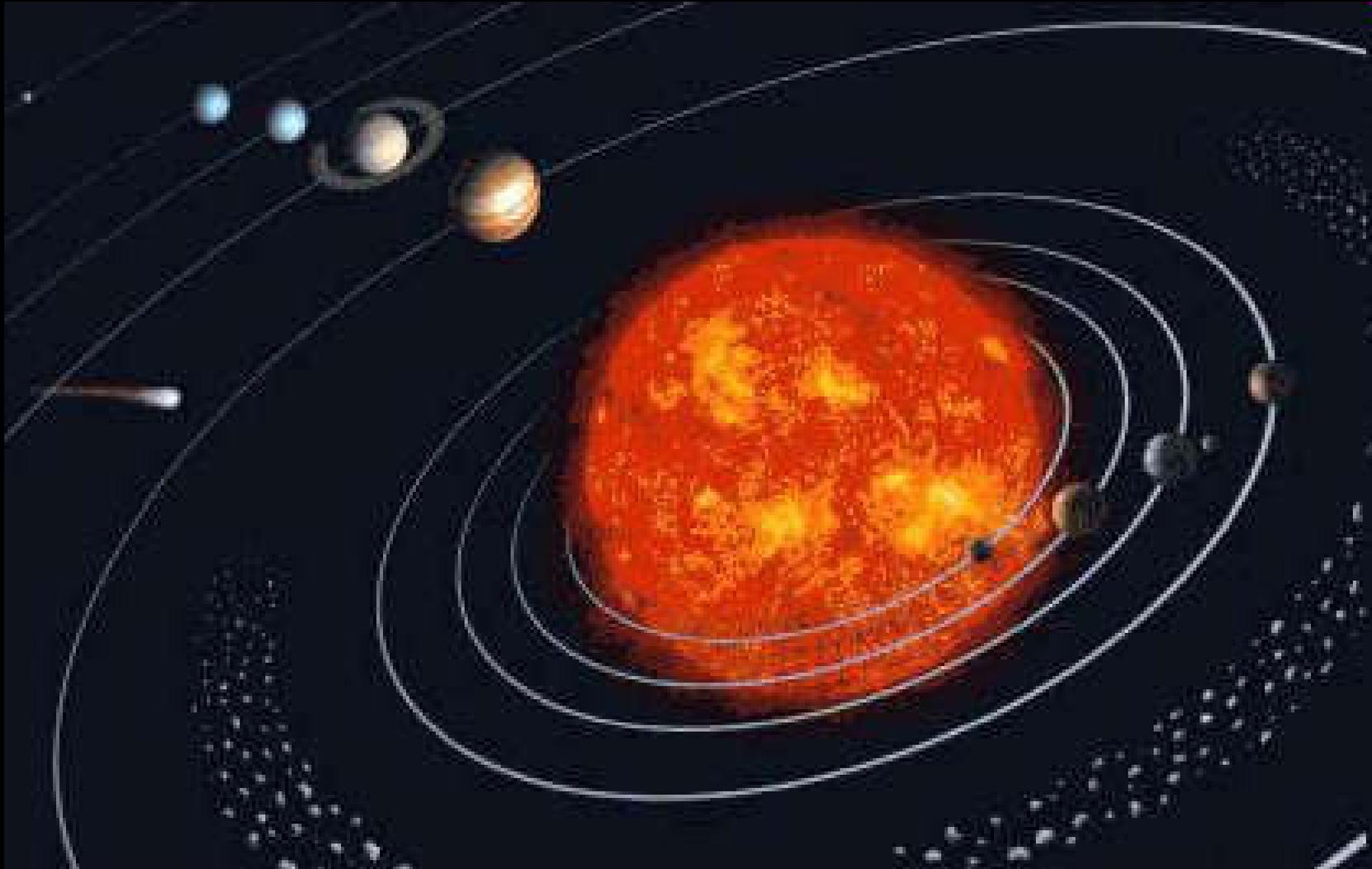
La meteorite di Čeljabinsk aveva 20 metri di lunghezza ed anche la più piccola delle comete ne ha qualche centinaio. Se un meteorite di media grandezza cadesse su Milano o Roma, l'onda d'urto spazzerebbe via tutta la città. Per questo tutti, dagli astronomi

I Greci erano convinti che le 'stelle cadenti', sono dei fenomeni atmosferici. Così le hanno chiamato 'meteori'

Poi, distinguevano le meteore in volo da queste cadute sulla terra: meteoriti. Non è una distinzione importante: oggi sappiamo, che meteore e meteoriti sono, semplicemente, sassi provenienti dallo spazio cosmico (vicino a noi).

Lo «sciame» di S. Lorenzo arriva 12 Agosto: una «stella cadente» al minuto (c.a.)

Il Sole e gli otto pianeti



Giove

Saturno

Urano

Nettuno

(giganti gassosi)

Mercurio

Venere

Terra

Marte

(solidi i.e. tellurici)

Marte: l'incubatore della vita? (Gen. 2023)



Telluriche:
- „terricci”:
Mercurio,
Venere,
Terra
Marte



Distanza dal Sole 1,38-1,67 AU)

Rivoluzione: 2,1 anno

Durata del giorno: 24h 39'

Asse inclinato: 25,2°

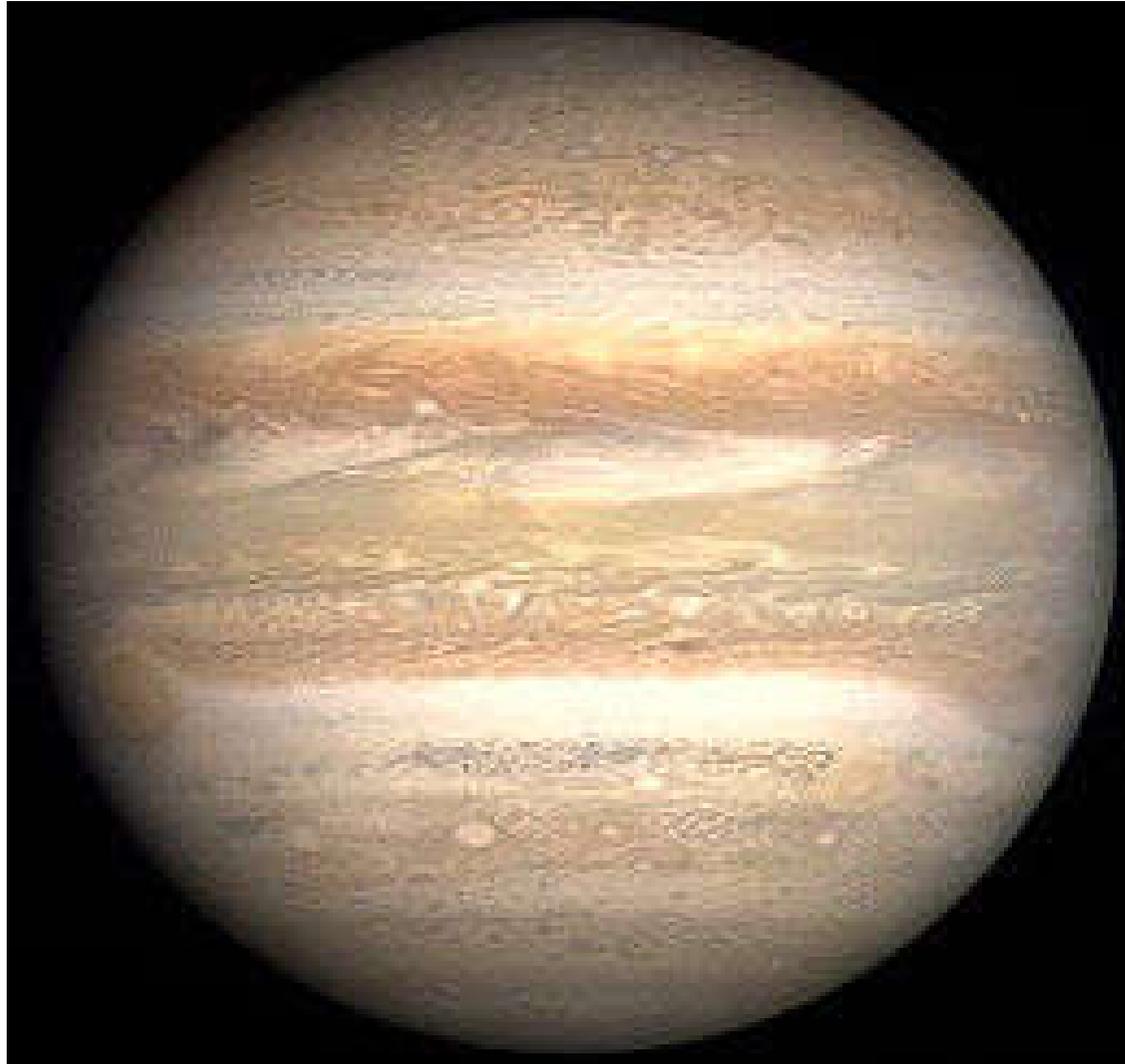
Temperatura: -140°C ÷ +35°C

Monte Olimpo: 12 km altezza

Valle Ma'adim: 700 km lunga, 12 km larga, 2 km profonda
(creata da fiumi o glaciali ?)

Atmosfera: CO₂ (N₂ 2%), 0,006 atm. Effetto serra: +3K

Giove, un gigante buono



11 volte più grande
della Terra

320 volte più
massiccio

Fatto d'idrogeno
e in $\frac{1}{4}$ di elio, se ci
fosse un po' più
grande,
risponderebbe
come una stella

Dista 5AU dal Sole

Di suoi circa 80 satelliti (conosciuti), una parte fu catturata (girano nella direzione retrograda): Giove ci protegge dagli impatti disastrosi
Per essendo gigantesco, gira in 10 ore, ciò causa venti spaventosi

Giove e suoi quattro satelliti (pianeti Medicei, Galileo, 1610)



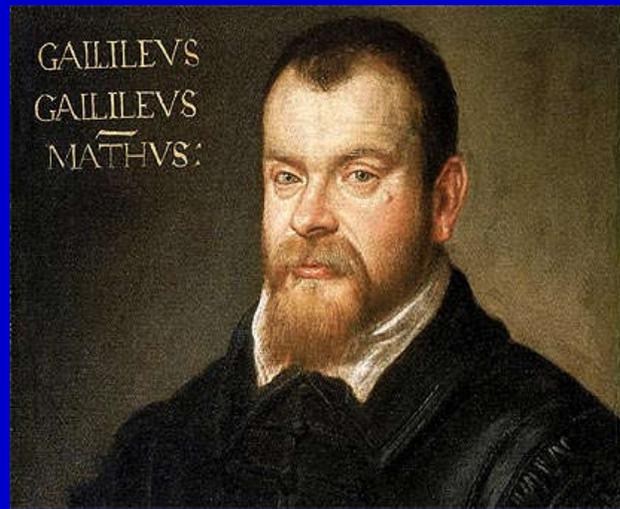
Io, Europa,
Ganimede,
Callisto.

Perfettamente
allineati, sono
come un piccolo
sistema planetario,
che cambia ogni
notte

I periodi di rotazione sono in risonanza: 1:2:4: (10)

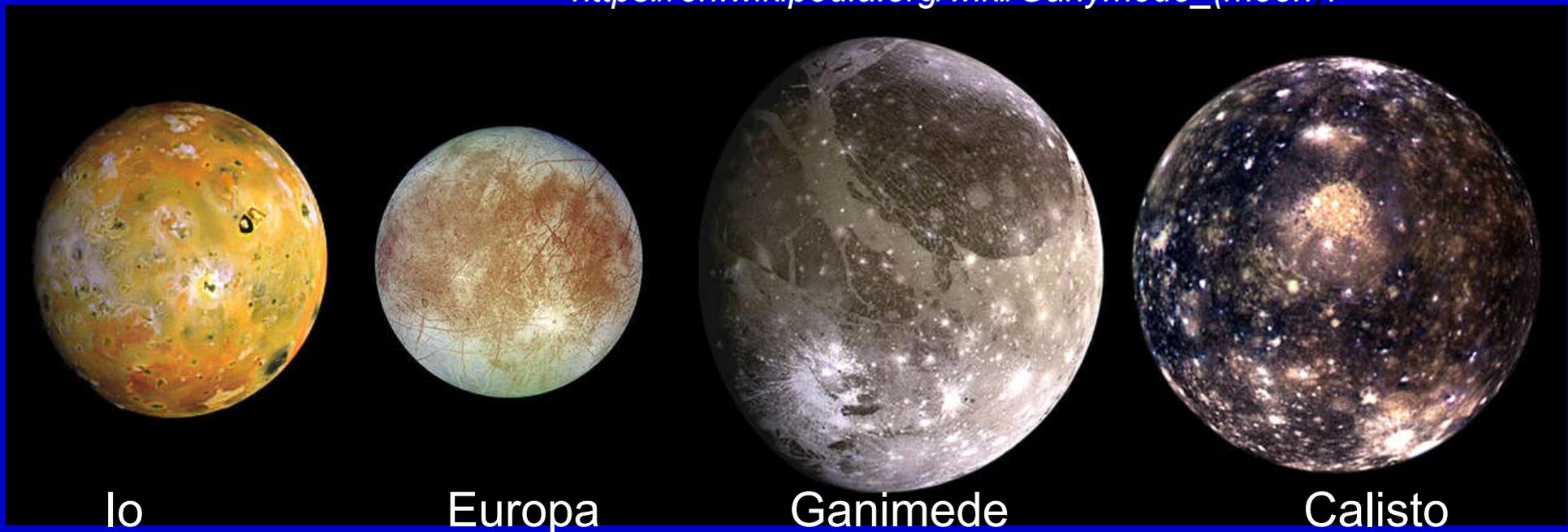
Il periodo di rotazione dell'io è di 1,77 giorni.

Si possono vedere con un binocolo: a parte le righe spettrali
dell'elio (He) è il quadro più bello della Natura

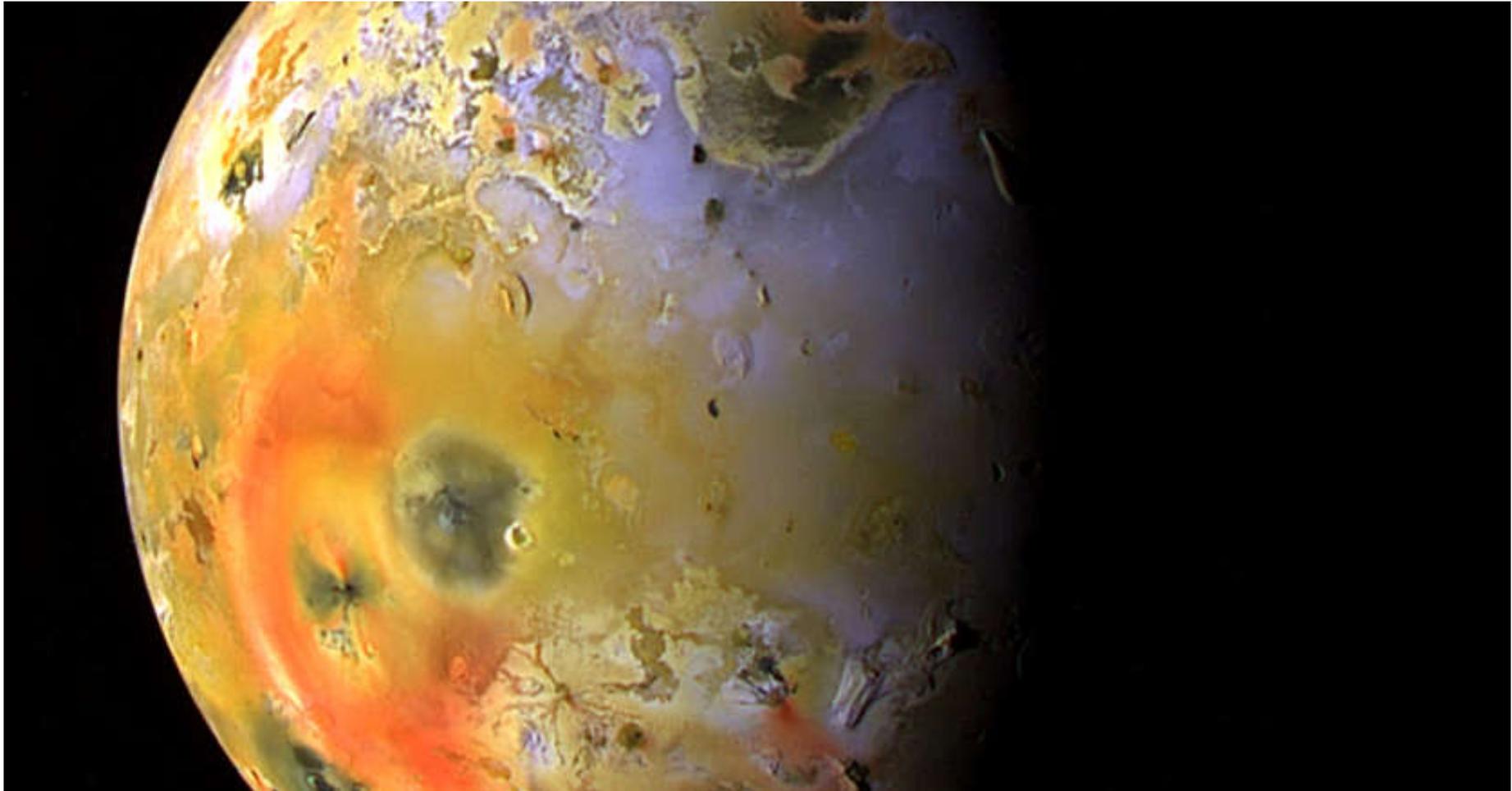


Lune di Giove – la più grande scoperta di Galileo

... Quin etiam impensius amavit Ganymedem puerum formosum, Trois Regis filium, adeo etiam assumptâ aquilæ figurâ, illum humeris impositum, in cœlum transportavit, prout fabulantur poetæ... à me vocatur... Tertius ob luminis Majestatem Ganymedes... [Io,] Europa, Ganimeses puer, atque Calisto, lascivo nimium perplacuerè Jovi
[https://en.wikipedia.org/wiki/Ganymede_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ganymede_(moon)).

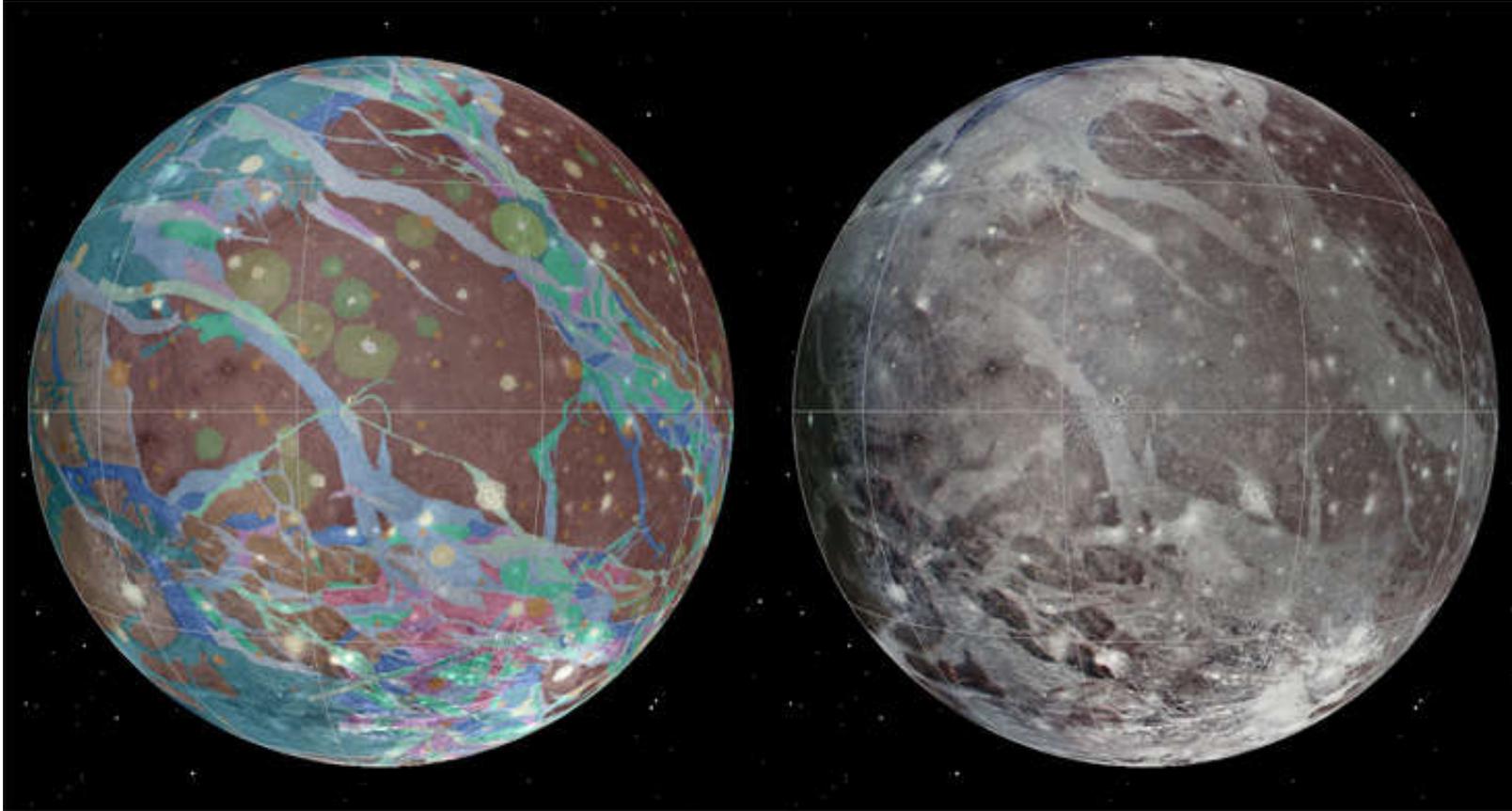


Io: i geyser di km altezza di zolfo liquido



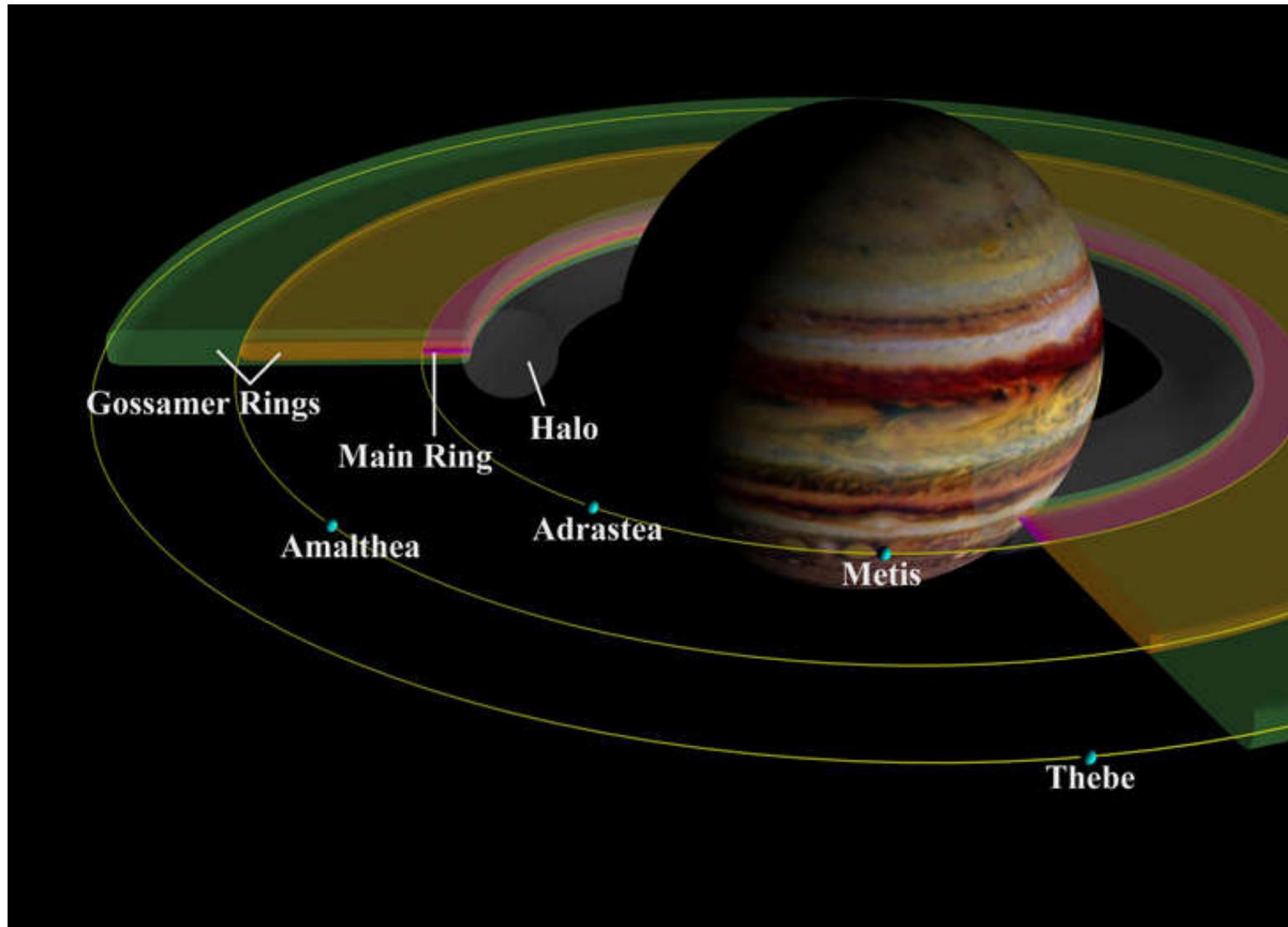
Il corpo (pianeta/ satellite) geologicamente più attivo nel Sistema Solare: 300 vulcani, geyser alti anche 500 km. Temperatura sulla superficie fino a 2000°C.

Ganimede: il satellite più grande nel sistema Solare



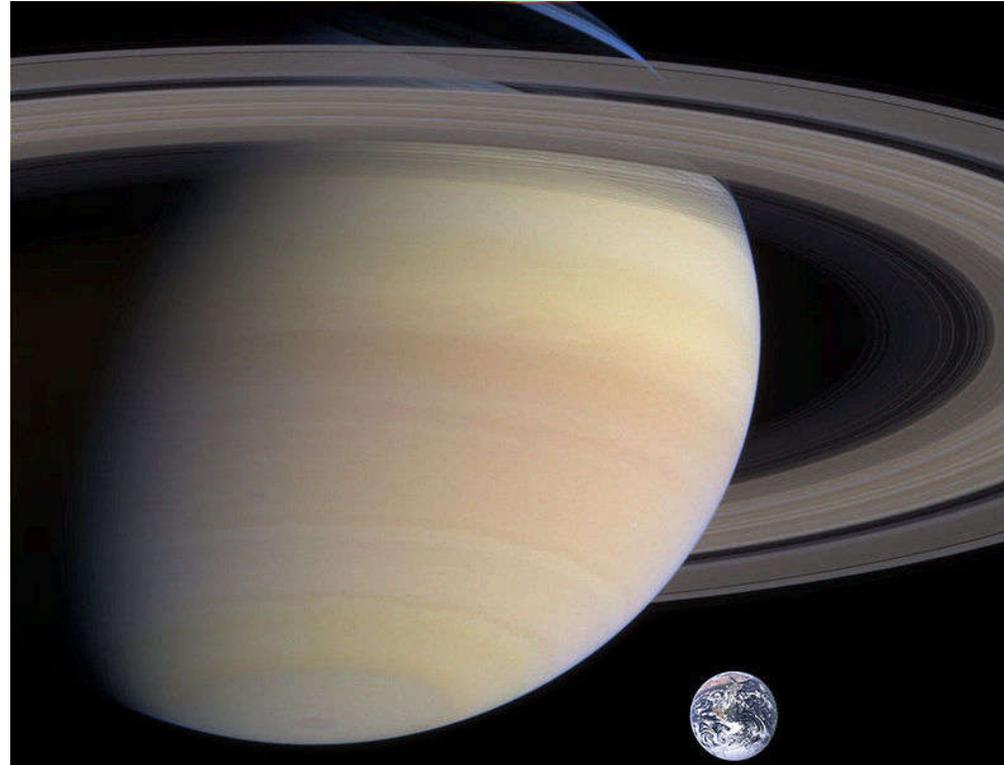
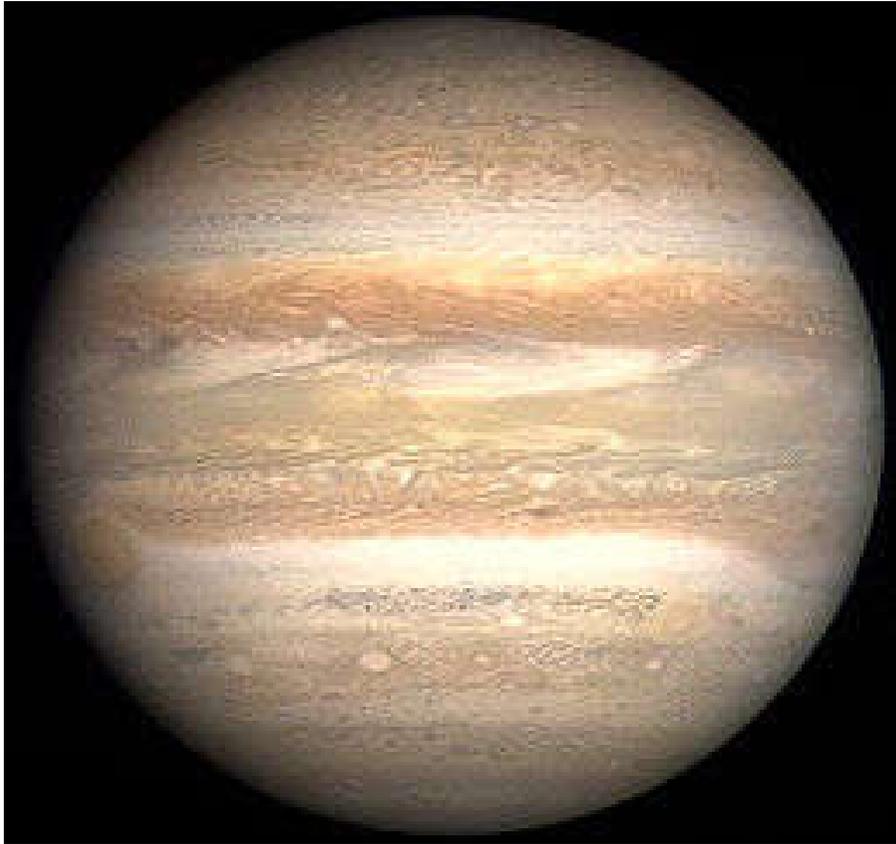
Più grande del Mercurio, fatto ghiaccio e rocce molto antiche (4 mld di anni)
Un'atmosfera molto rarefatta contiene tracce di ossigeno.
Potenzialmente Ganimede potrebbe essere una base per astronauti.

e tanti altri satelliti, di cui molti probabilmente catturati sulla loro rotta verso la Terra

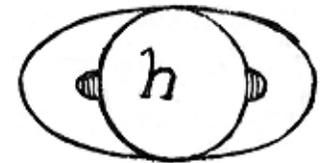


I satelliti 'retrogradi' sicuramente non possono fare la parte del sistema originale. Amalthea, un satellite non molto grande, sembra di essere fatto del metallo incandescente.

Saturno, un altro gigante protettore

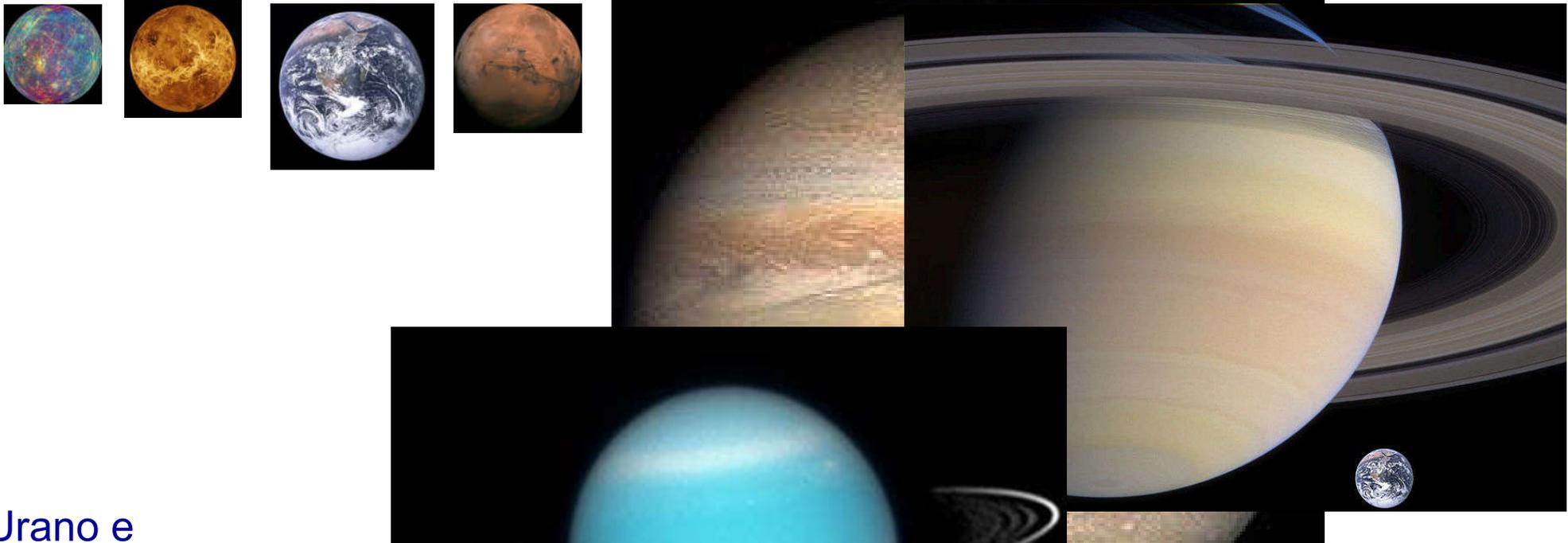


9 volte più grande della Terra, ma 'solo' 95 più massiccio
Densità media $0,7 \text{ g/ cm}^3$. Caldo all'interno $> 11.700 \text{ }^\circ\text{C}$
Dista 10 AU dal Sole



Notato da Galileo, come un pianeta con un capello («Il Saggiatore»)

Nettuno, visto probabilmente da Galileo, è un pianeta 'calcolato' da matematici



Urano e
Nettuno – giganti
di ghiaccio

Distanze (in AU.)

Legge di Bode: $\log x/z/x$

Legge di Karwasz:

Mercurio, Venere, Terra, Marte, planetoidi

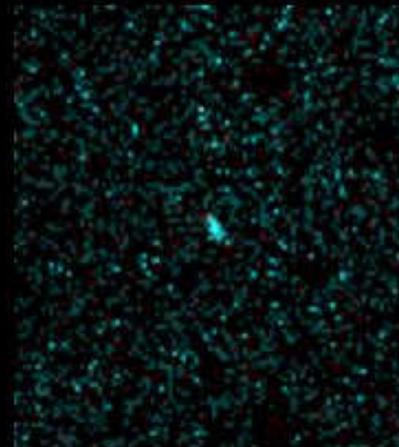
$3/8, 3/4, 3/3, 3/2$ (3)

Giove, Saturno, Urano, Nettuno

(3) 5, 10, 20, 30



Ultima foto della famiglia



Nettuno
Giove

Urano
Terra

Saturno
Venere

Bye-bye pianeta blu!

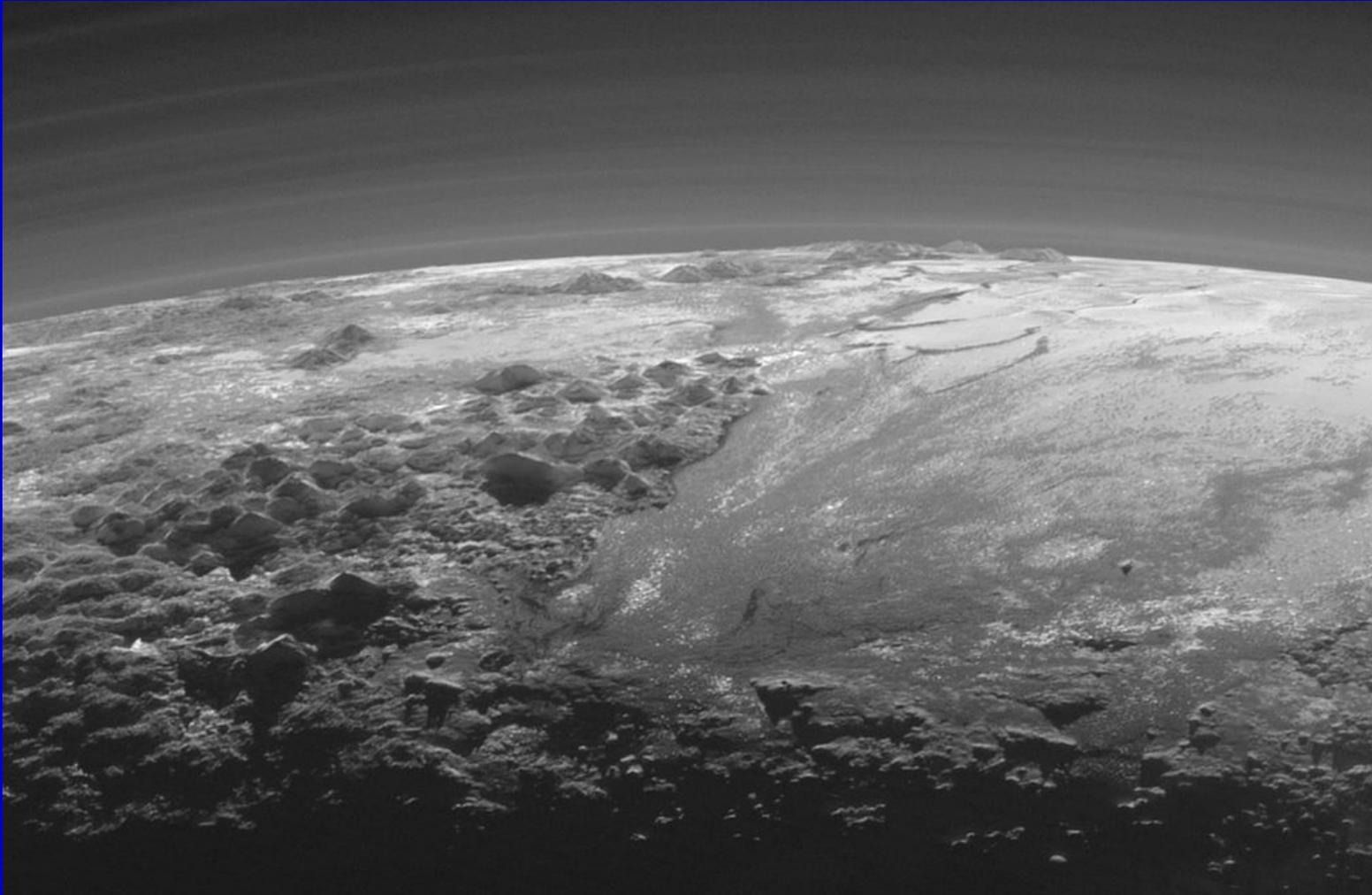


Plutone i Caronte (pianeti nani)





Oceani di azoto liquido,
con ghiaccio di metano



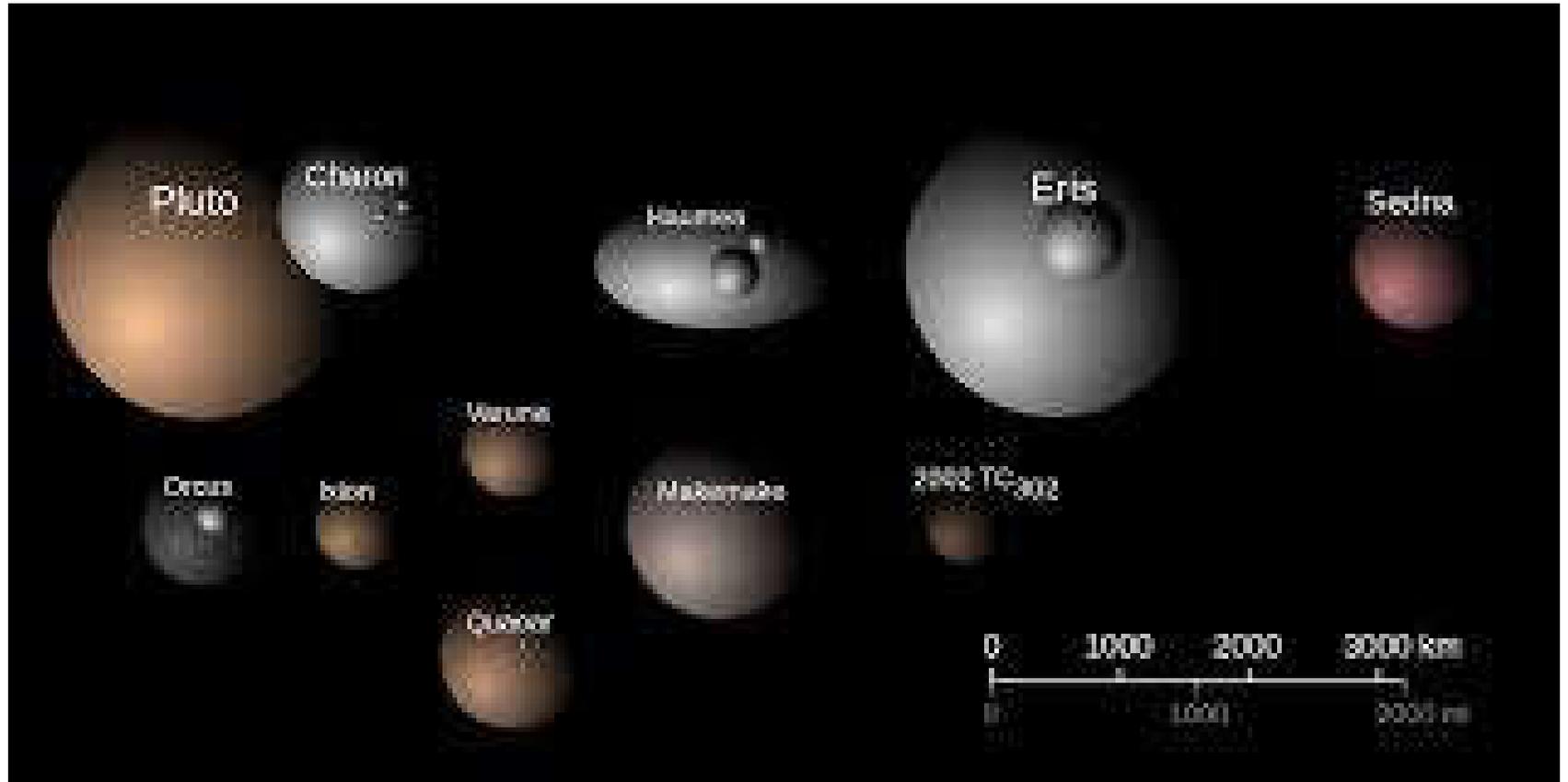
Plutone - Sonda Horizon, 2015



Le scoperte di nuovi pianetini sono ancora in corso

Pluto,
Orco,
Makemake
Haumea,
Sedna,
Eris

etc.



Le orbite di Pluto e di Orco sono complementari

Sedna ha un'orbita estremamente allungata

Eris, la dea della discordia, ha subito creato una lite tra gli scopritori

Via Lattea, cioè Galassia



La (nostra) Galassia ha 130 mila anni luce di diametro; e un miliardo di stelle. Il Sole è posizionato 30 mila anni luce dal centro, cioè in periferia: un posto tranquillo, lontano dal buco nero centrale, divoratore delle stelle

Così nascono le stelle



La nube interstellare vicina alla stella di ρ -*Ophiuchi* (costellazione Serpentario) ^[1]

[1] <http://it.wikipedia.org/wiki/File:RhoOph.jpg>; http://en.wikipedia.org/wiki/File:Rho_Ophiuchi.jpg

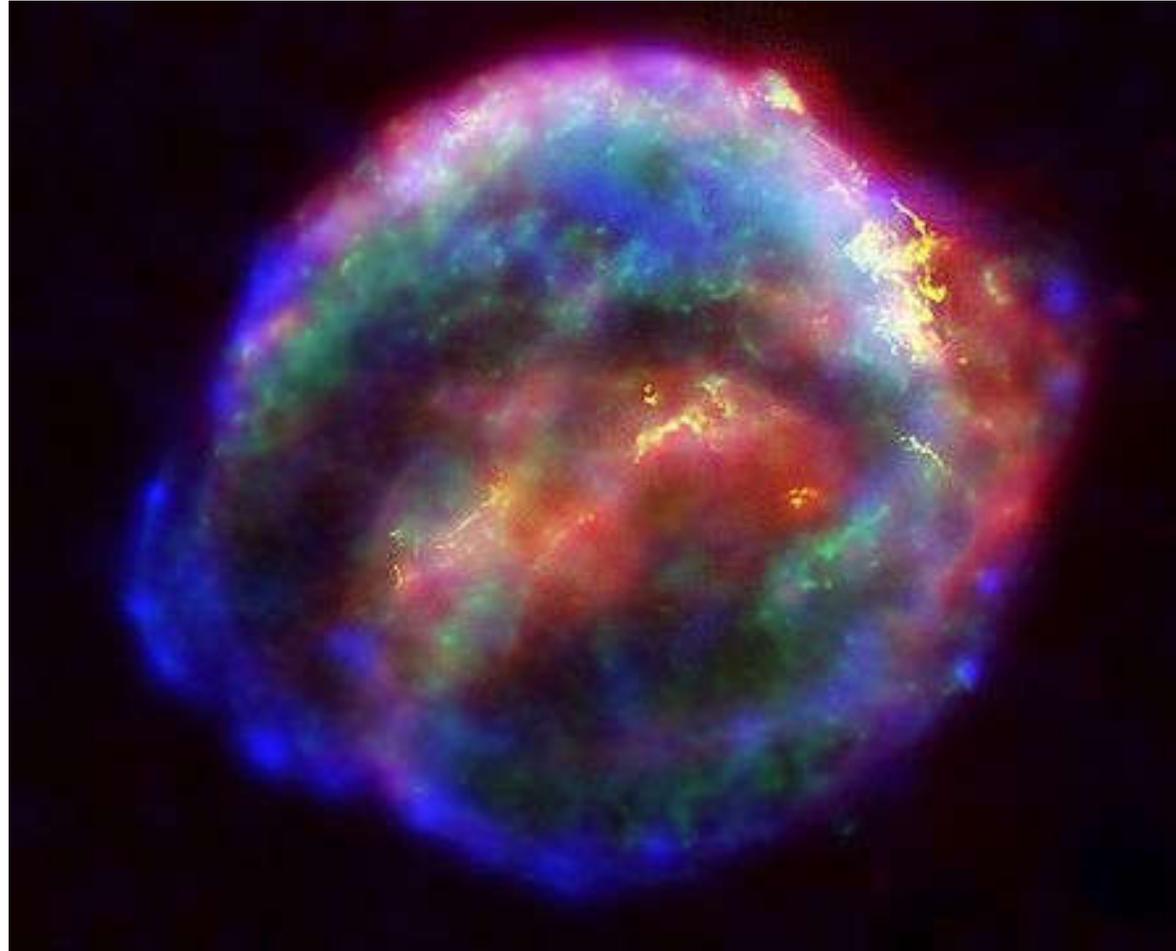
Aristotele: «Ma di esse, come de corpi, & unita, hauenti ordine & inanimati al tuto

pensiamo. Et bisogna stimare, come Se hauenti vita, & attione.

» *De celo et mondo Aristotele tradotto di greco in volgare italiano*. Per Antonio Bruccioli.

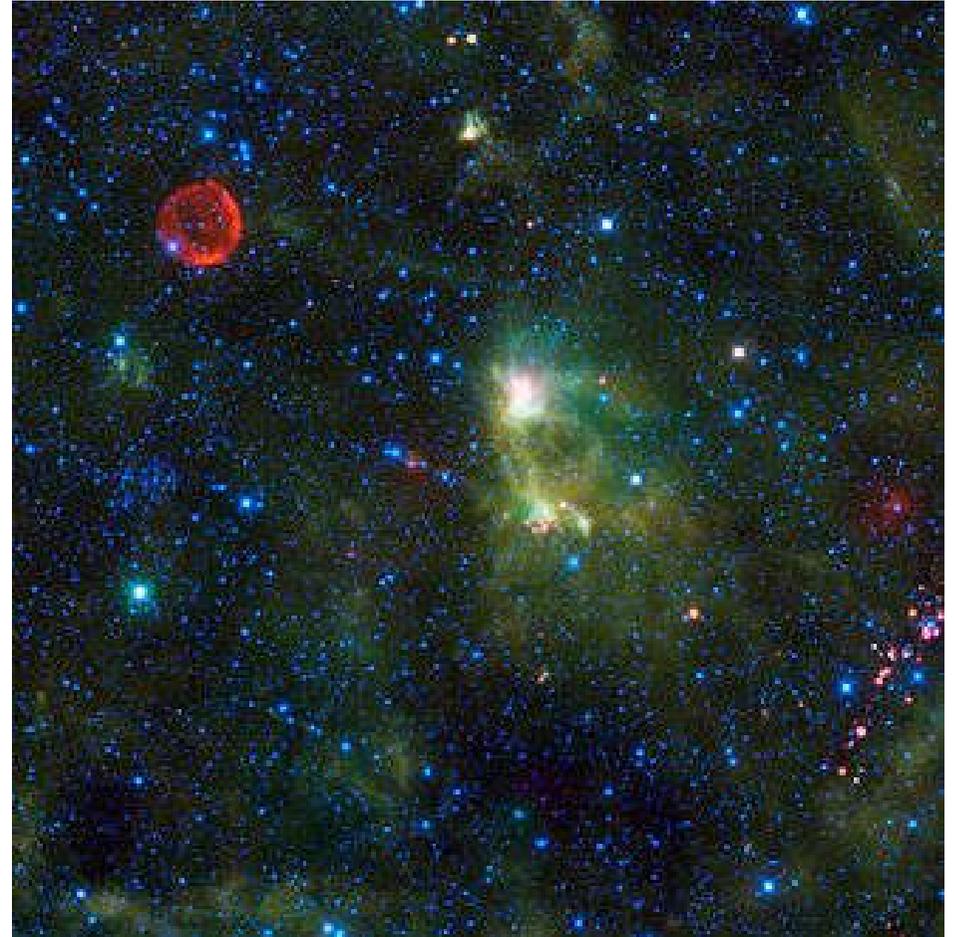
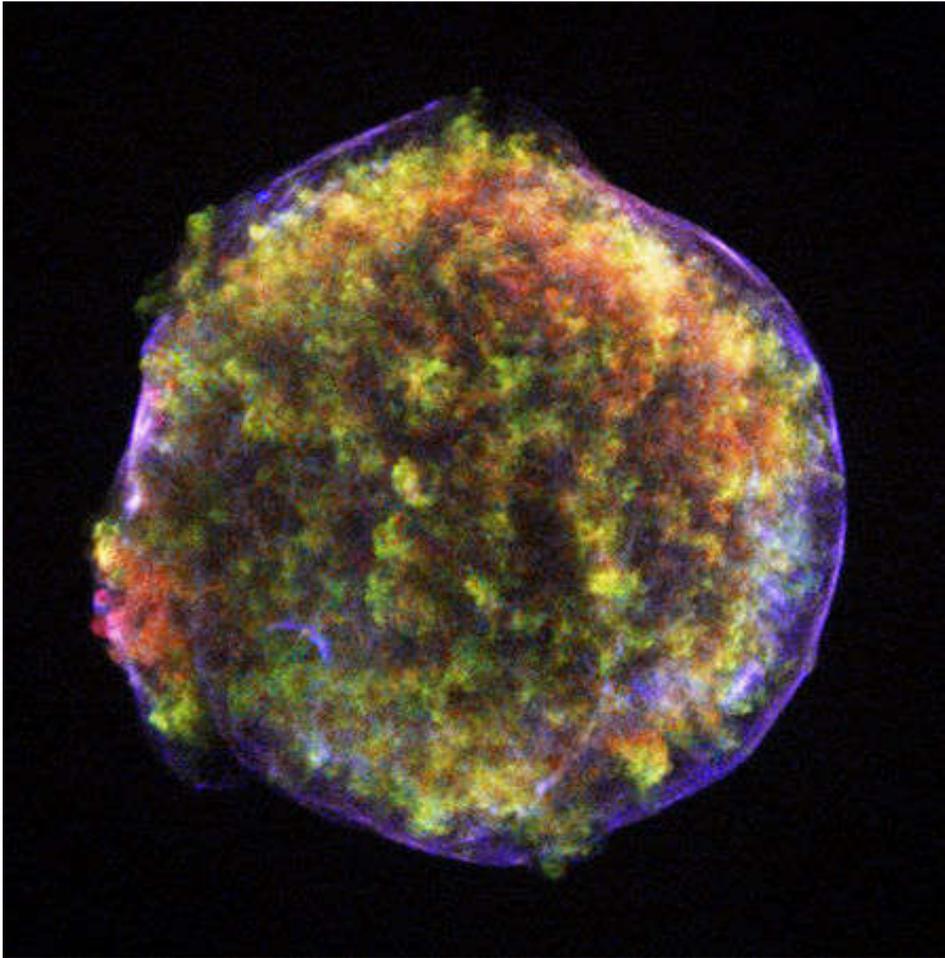
Impresso in Venetia, per Bartholomeo Imperatore nel 1552. Google books: iiVRxG4Lf7UC, p. 133

Come muoiono le stelle? (SN 1604 Keplero)



A [false-color composite](#) ([HST/SIRTF](#)) image of the supernova remnant nebula from **SN 1604**. 20,000 light-years from [Earth](#)
Maksimum jasności -2,5 (jak Wenus)
Credit: HST/[NASA/ESA](#)

Come muoiono le stelle? (SN 1572 Tycho)



Remnant of SN 1572 as seen in [X-ray](#) light from the [Chandra X-ray Observatory](#)
The red circle visible in the upper left part of this [WISE](#) image is the remnant of SN 1572.

Che cosa c'è oltre la nostra Galassia?

Altre galassie



Galassi Andromeda (M31) – visibile con occhio nudo (2,5 mln d'anni luce da noi)

Sempre più galassie



NGC 4414, a typical spiral galaxy in the constellation Coma Berenices, is about 55,000 light-years in diameter and approximately 60 million light-years away from Earth

La collisione delle due galassie?



That is because it was taken by amateur astrophotographer Alex Cherney.

Il terrore di buchi neri

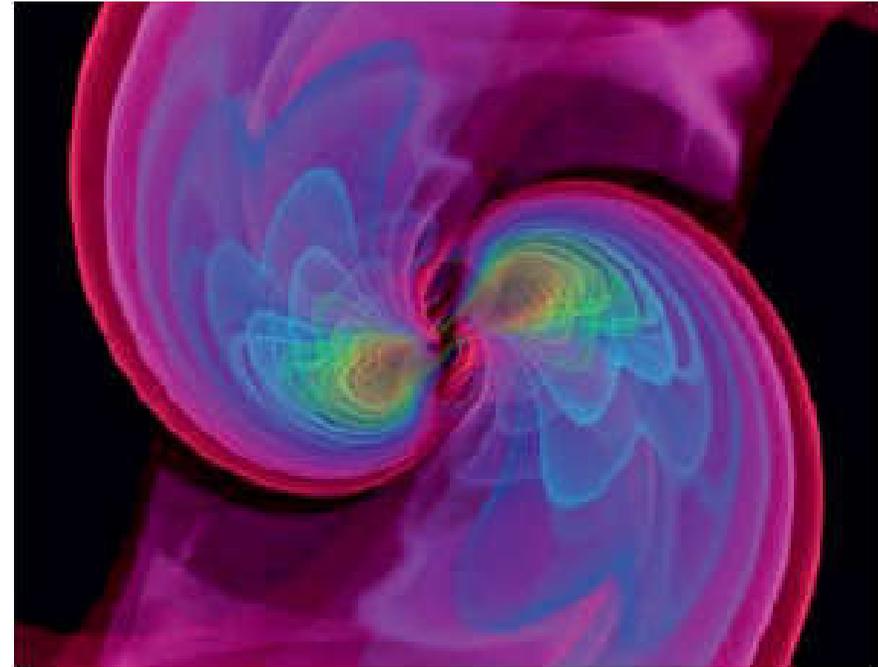
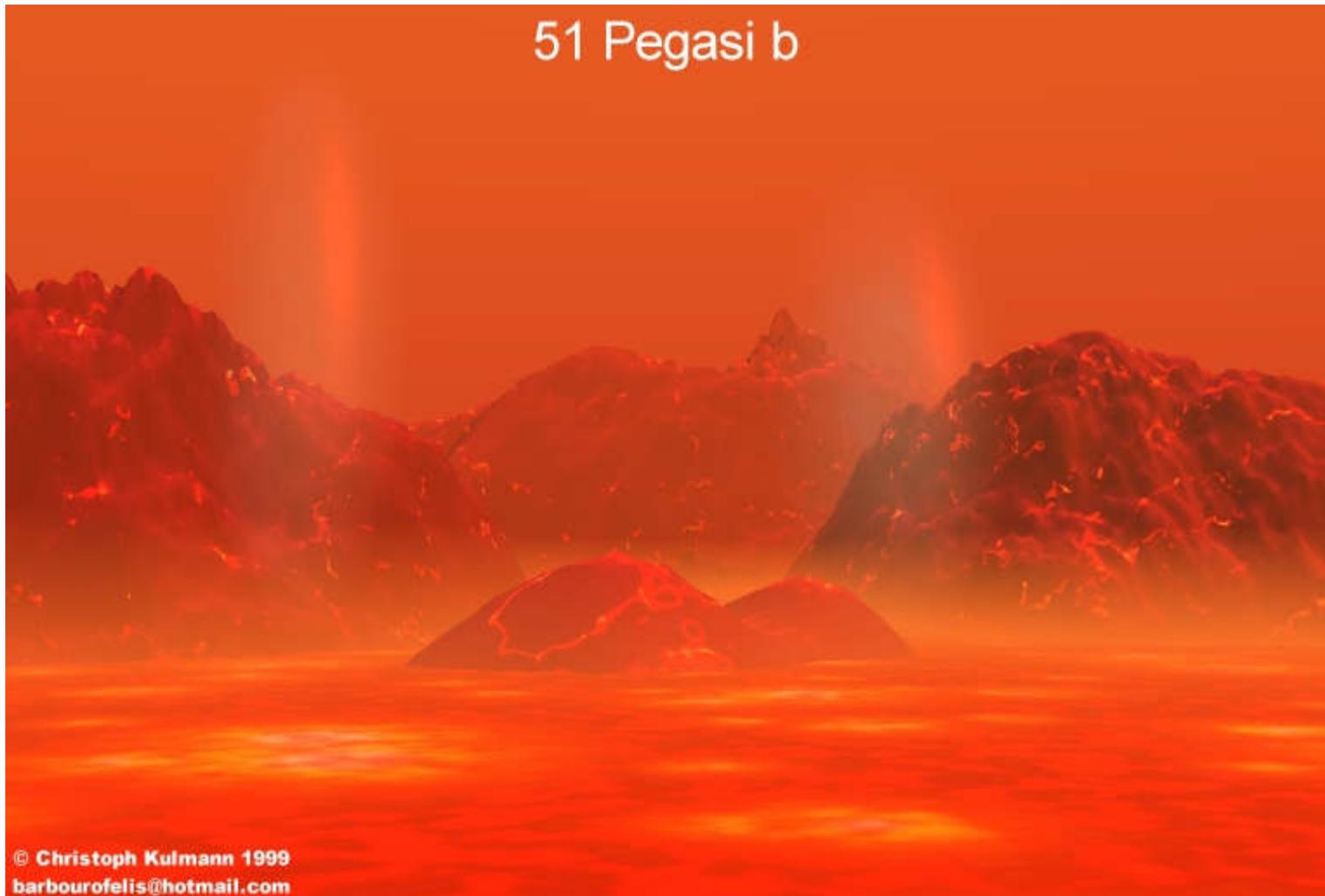


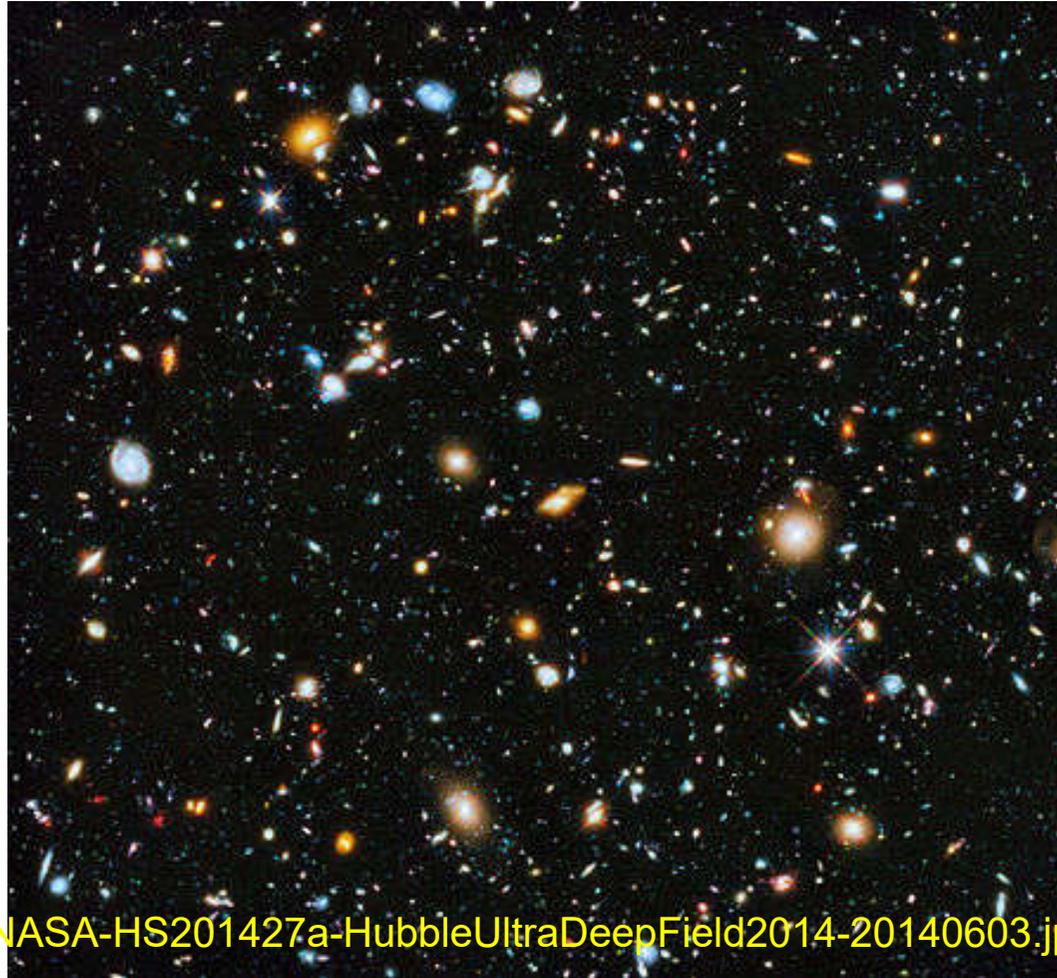
Figura 2.20. (a) Un buco gravitazionale visto da fuori è una sfera perfettamente nera: nessun raggio di luce esce da esso; il forte campo gravitazionale fuori del buco accelera la materia e la fa brillare prima di inghiottirla. (b) Le riproduzione artistica, basata su calcoli dettagliati, della collisione di due buchi neri della massa di 29 e 36 masse solari, registrata a Terra (14/09/2015) tramite le onde gravitazionali, e avvenuta alla distanza di 1,3 miliardi di anni luce. FONTE: Goddard Space Flight Center NASA (CC), <http://www.gsfc.nasa.gov/gsfsc/spacesci/pictures/blackhole/BH1.tif>; Nature News ©, 16/02/2016, doi:10.1038/530261a.

Come sono altri mondi?



Nel 2019 per questa scoperta fu insignito il premio Nobel

Quante galassie ci sono?



NASA-HS201427a-HubbleUltraDeepField2014-20140603.jpg

Circa 10 miliardi di Galassie – solo nel Universo a noi accessibile.
Le galassie si allontanano (da noi, e a vicenda): sembra un panettone in lievitazione.

Più rosse sono le galassie su questa foto – più lontane sono da noi.

Quale sarà la fine dell'Universo?

Ma, pian piano, l'idrogeno nell'universo, il carburante delle stelle, potrebbe esaurirsi: questo avverrà non prima di 10^{13} anni (cioè dieci bilioni, ovvero mille volte più dell'età dell'universo). Ancora mille volte di più, tra 10^{16} anni, la Terra (ormai completamente fredda) potrebbe vagabondare da sola nell'Universo. Secondo le stime dell'astrofisico svizzero Arnold Benz³, la materia esisterà ancora per i prossimi 10^{35} (un miliardo di miliardi di miliardi) anni, se non oltre...

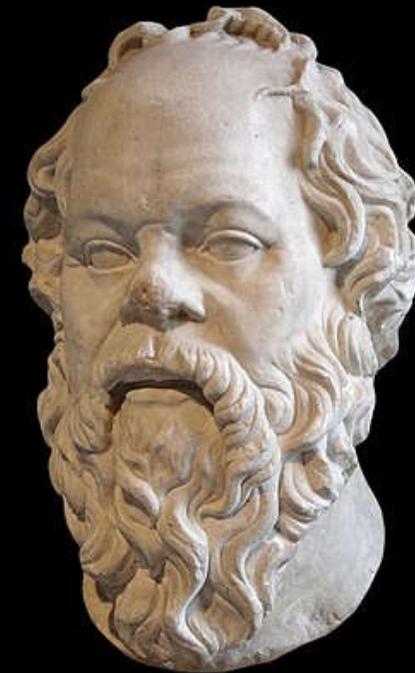


Figura 2.3. La Terra ci potrà ospitare ancora per qualche miliardo di anni (salvo imprevisti). Poi l'idrogeno, la fonte primaria dell'energia solare, comincerà a scarseggiare: ciò causerà il rigonfiamento del Sole, il riscaldamento della Terra e l'evaporazione degli oceani. Nel frattempo la nostra Galassia potrebbe entrare in collisione con un'altra, quella di Andromeda. Ma un miliardo di anni sono tanti... FONTE: Illustration copyright © Ron Miller.

I limiti del nostro sapere

La Terra, per quanto sia grande la sfera, nient'è rispetto alla grandezza del cielo, di cui limiti non sappiamo, e probabilmente saper neanche *non possiamo* ...

Nicolaus Copernicus, *De revolutionibus*, Norimberga, 1543

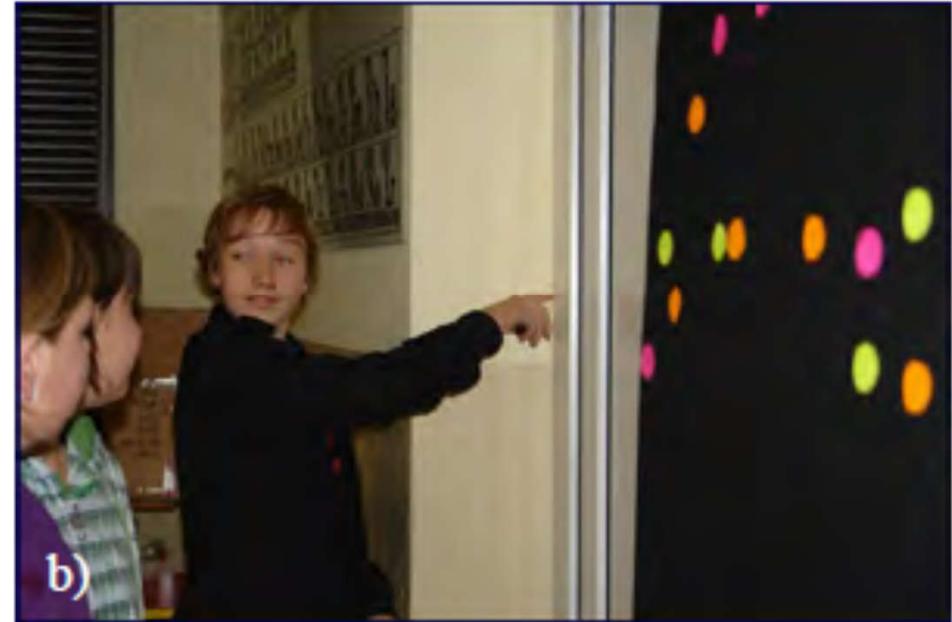


So, che non so niente
(Socrate 470-399 a.C)

Qualche gioco interattivo: il sistema Copernicano



Qualche gioco interattivo: zodiaco, le fasi lunari, montagne sulla Luna



Letteratura

- Steven Weinberg, I primi tre minuti, l'affascinante storia dell'origine dell'universo. Mondadori – De Agostini, 1994, Novara
- David Blanco Laserna, Il bosone di Higgs. La particella che dà sostanza a tutte le cose. Collana «Una passeggiata nel cosmo», RBA Italia, 2015
- Alberto Casas Gonzalez, La materia oscura. L'elemento più misterioso dell'Universo. Collana «Una passeggiata nel cosmo», RBA Italia, 2018
- G. Galileo, Sidereus Nuncius (Nunzio Sidereo)
- G. Galileo, Il Saggiatore
- G. Karwasz, Scienza e Fede, Aracne Editrice, Roma, 2019
- G. Karwasz, Astronomia per bambini, Publicat 2016 (in polacco, la traduzione parziale su richiesta)
- Marcello Spagnulo, Lo spazio oltre la Terra. Viaggio verso il futuro. Giunti, 2009 [190 pagine, formato grande, dettagliato, molto bello, su viaggi spaziali]
- Kendrick Frazier, Pianeta Terra. Il Sistema Solare, Mondadori, 1990 [bello, foto spettacolari].
- Peter Grego, Great Book of Universe, QED Publishing, 2009 [sulla Terra, Sistema Solare, Universo: semplice con belle foto]
- Margherita Hack, Massimo Ramella, Stelle, pianeti e galassie. Quattro passi nella scienza. Viaggio nella storia dell'astronomia dall'antichità ad oggi, Editoriale Scienza, 2017 [spiegazione semplici di processi astrofisici]
- Albi delle stelle – diversi autori