

Che bel suono!

Suono, tono, armonia

Strumenti musicali

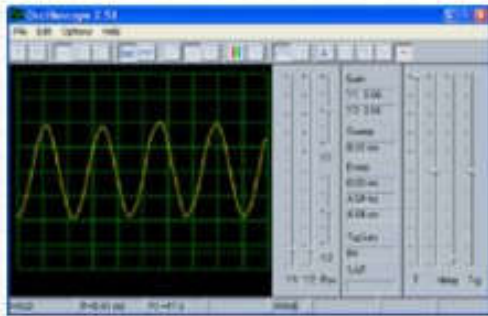
Harmonia Mundi

Grzegorz Karwasz

Insegnare STEAM con la realtà aumentata

Lezione 4, Parte II

Ancora non sappiamo come funziona il nostro orecchio



Virtual oscilloscope



Sound analyzer of König (Charles University, Prague)

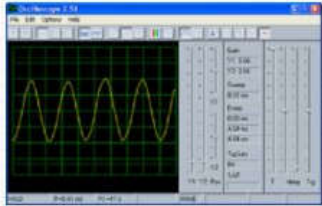


Harmonic analyzer of de Sir. W. Thomson

These small African artisanal animals make the same operation as the complicated analyzer of Sir Thomson and H. Helmholtz: they raise the vibrations, each one at its particular own frequency!



In che modo l'orecchio distingue le singole componenti di frequenze?



Virtual oscilloscope



Sound analyzer of König (Charles University, Prague)



Harmonic analyzer of de Sir. W. Thomson

These small African artisanal animals make the same operation as the complicated analyzer of Sir Thomson and H. Helmholtz: they raise the vibrations, each one at its particular own frequency!



The oscillating towers are in front of the Faculty of Chemistry of the University of Berlin

Sul poster didattico „Suona tutto” (e con l'ausilio di diversi 'gadget' sperimentali) mostriamo, che ogni oggetto vibra con la sua frequenza caratteristica, detta anche 'risonante'. In altre parole gli oggetti cominciano a vibrare, quando la frequenza esterna corrisponde alla loro propria.

L'analizzatore di Helmholtz è fatto da un insieme delle sfere cave, con un soffiutto per avvicinare il proprio orecchio.

E l'orecchio come fa un'analisi simile?

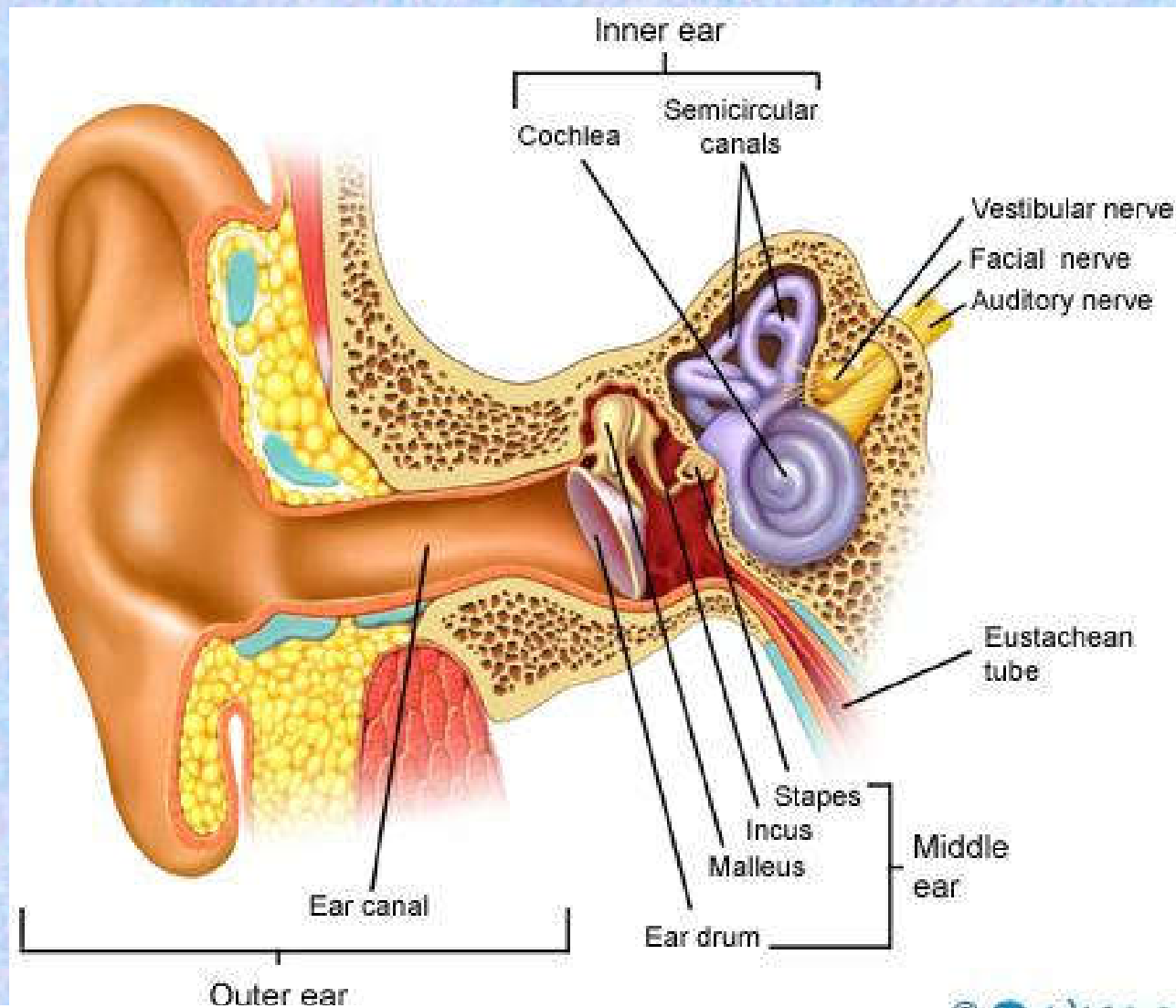
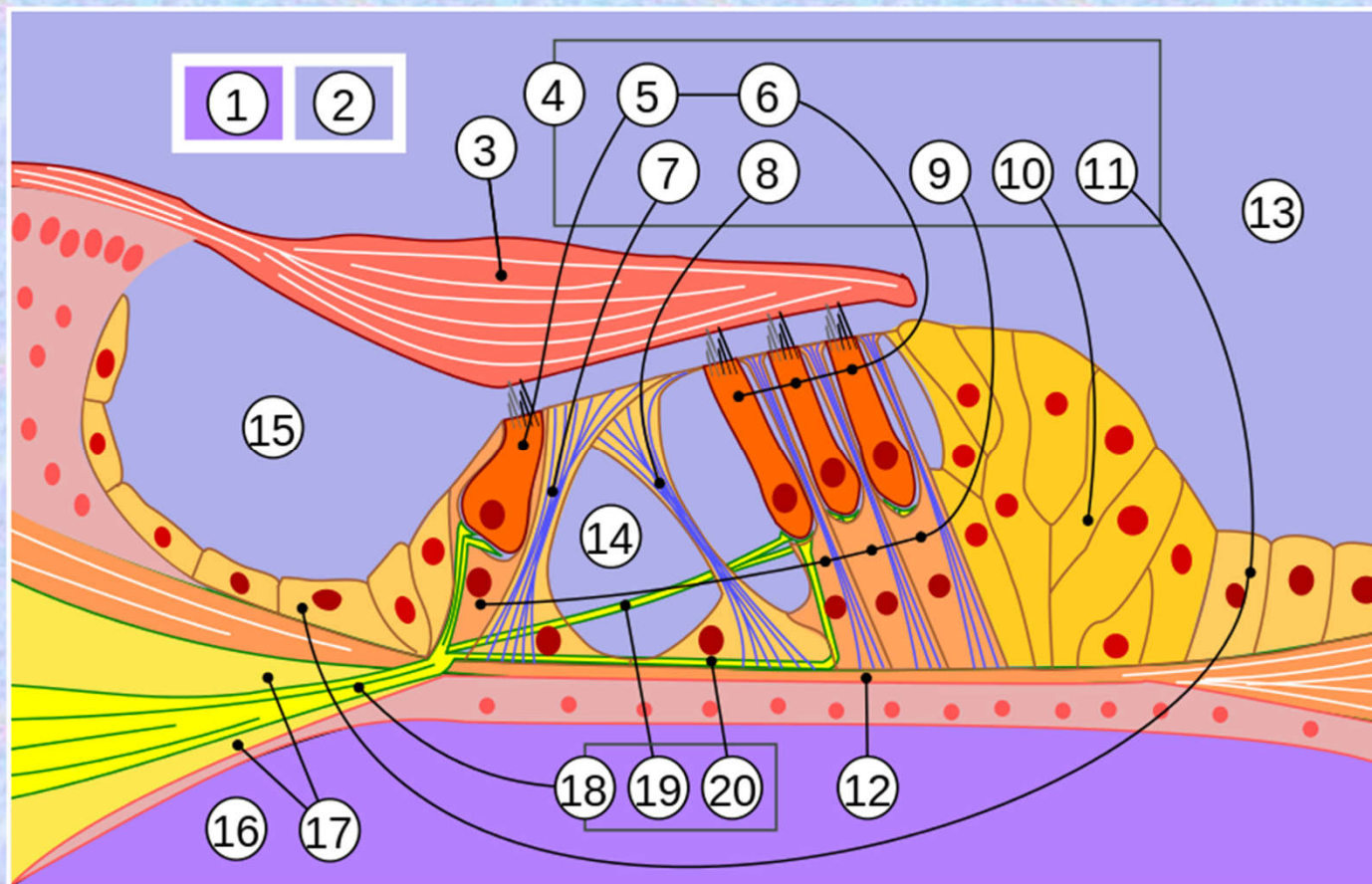


Image courtesy of www.myvmc.com

L'orecchio: un supercomputer della comunicazione

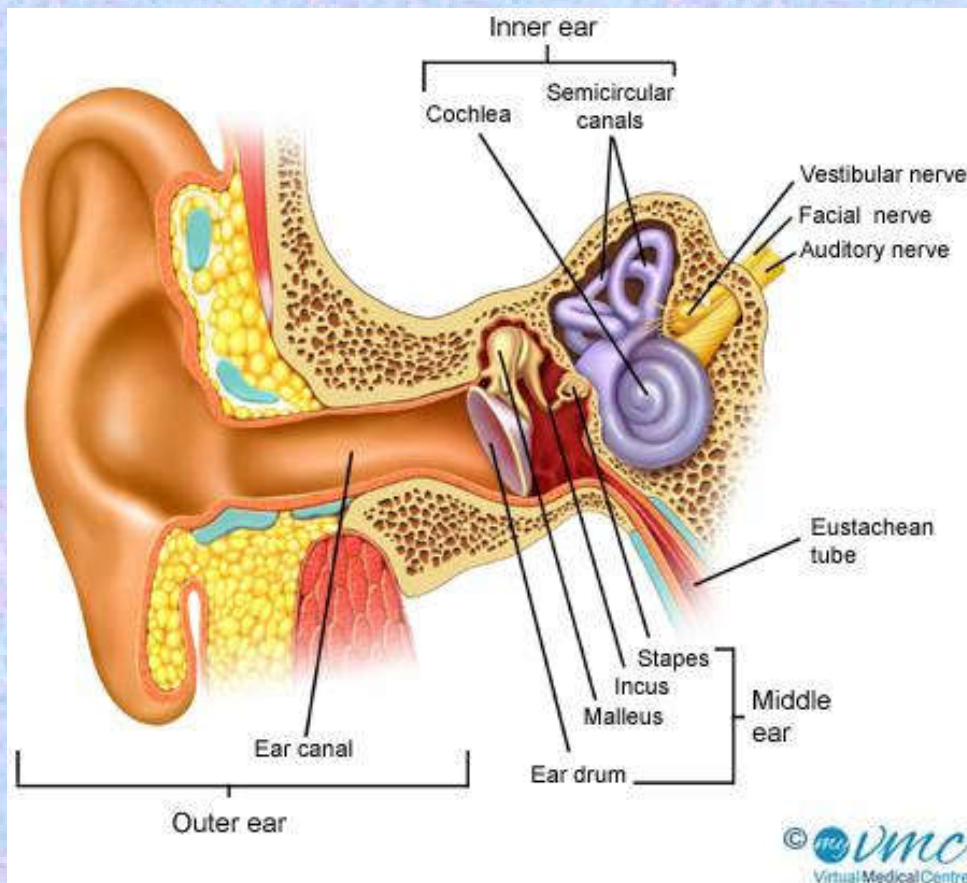
L'organo del Corti nell'orecchio costituisce un analizzatore di suoni



1. Przychłonka (perylimfa); 2. Śródchłonka (endolimfa), 3. Błona pokrywająca(nakrywkowa); 4. Narząd Cortiego: 5. Komórki zmysłowe wewnętrzne, 6. Komórki zmysłowe (włoskowate) zewnętrzne, 7. Komórki filarowe wewnętrzne, 8. Komórki filarowe zewnętrzne, 9. Komórki falangowe (wew. i zew.), 10. Komórki Hansena, 11. Komórki Bordera(le.)i Klaudiusza(pr.), 12. Błona podstawna, 13. Przewód ślimakowy (*ductus cochlearis*), a. Schody środkowe (*scala media*), 14. Tunel wewnętrzny (Cortiego), 15. Bruzda spiralna wewnętrzna, 16. Schody bębenka, 17. Błazka spiralna kostna, 18. Gałąź nerwu słuchowego (czaszkiowego VIII), 19. Włókno odprowadzające, 20. Włókno doprowadzające

https://pl.wikipedia.org/wiki/Narz%C4%85d_Cortiego

L'orecchio: strumento dell'udito



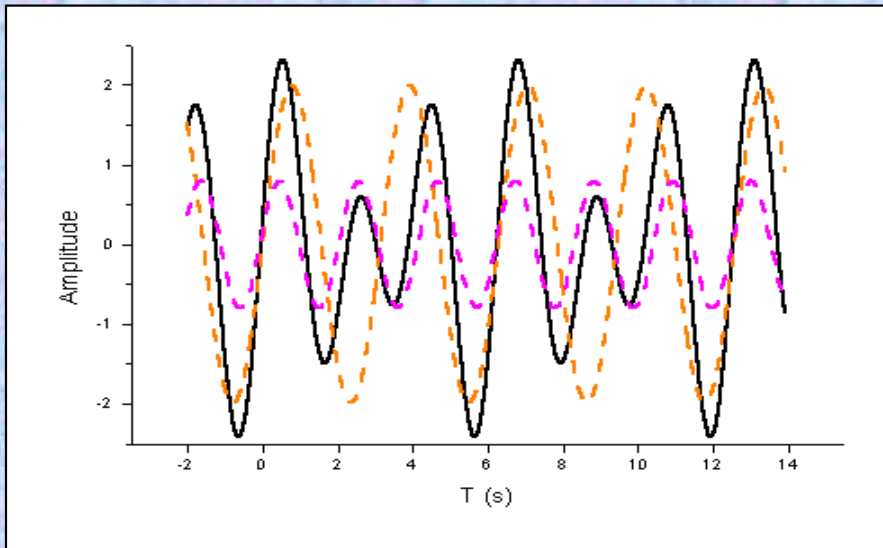
Lo strumento dell'udito non è ne timpano ne gli ossicini. Loro servono solo di trasformare le vibrazioni dell'aria in vibrazioni del liquido nell'orecchio interno. L'analisi delle componenti armoniche (cioè dello 'spettro') viene fatta nell'organo di Corti – una serie di caverne sempre più piccole, con dei terminali (peli) nervosi.

Queste caverne fanno l'analisi dello spettro, nello stesso modo come il programma del computer che stiamo usando. Nel gergo scientifico si dice, che fanno 'l'analisi di Fourier'.

Image courtesy of www.myvmc.com

L'analisi di Fourier

L'idea è semplice: paragonare la forma dell'onda con semplici funzioni (*sinus*): se la forma corrisponde, nello spettro si trova la frequenza provata.



$$f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cos nxdx$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \sin nxdx$$

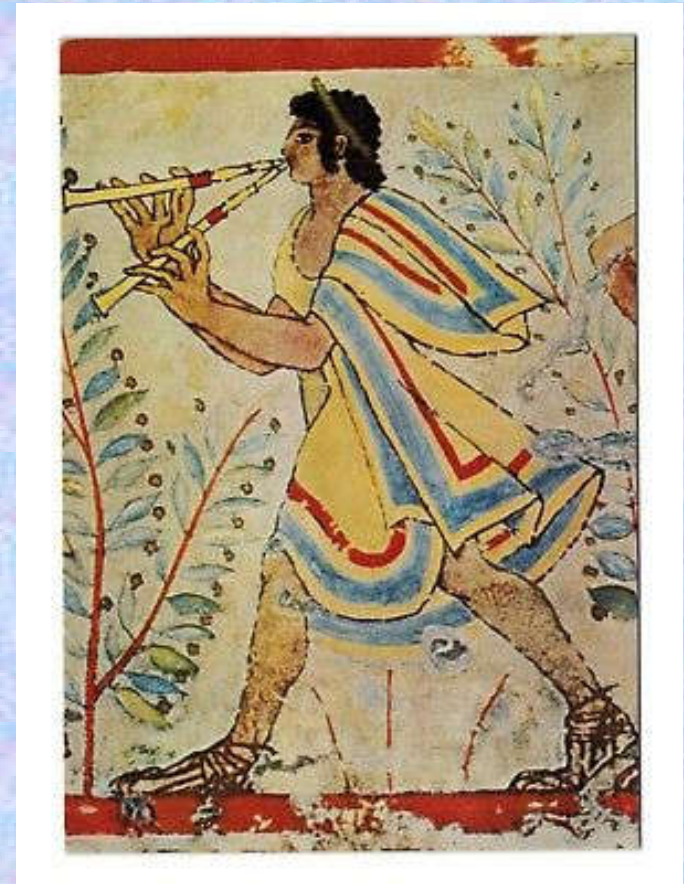
$$F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega) e^{-i\omega t} d\omega$$

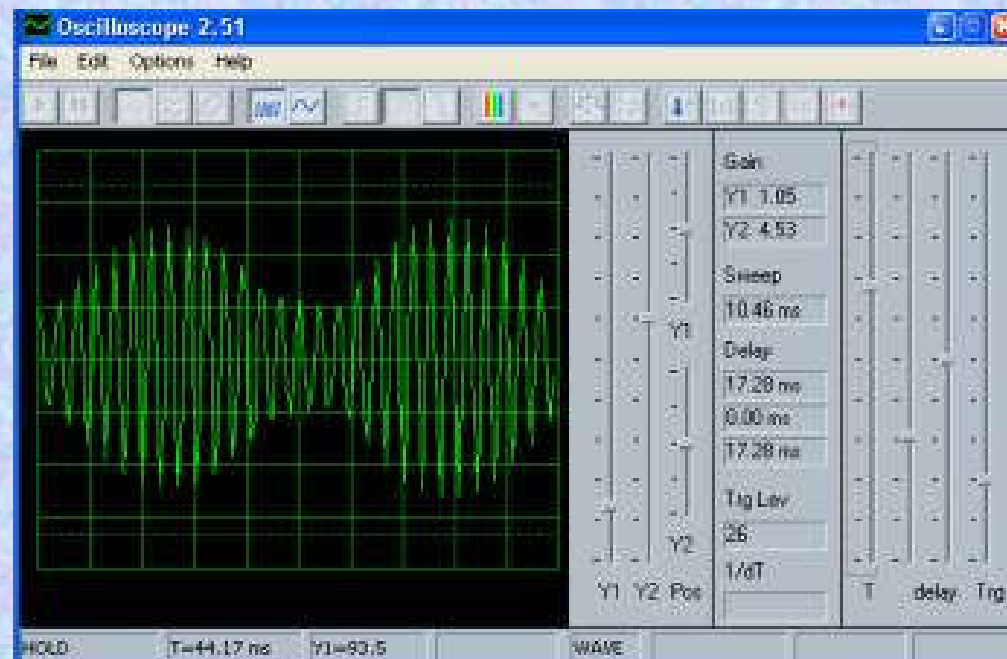
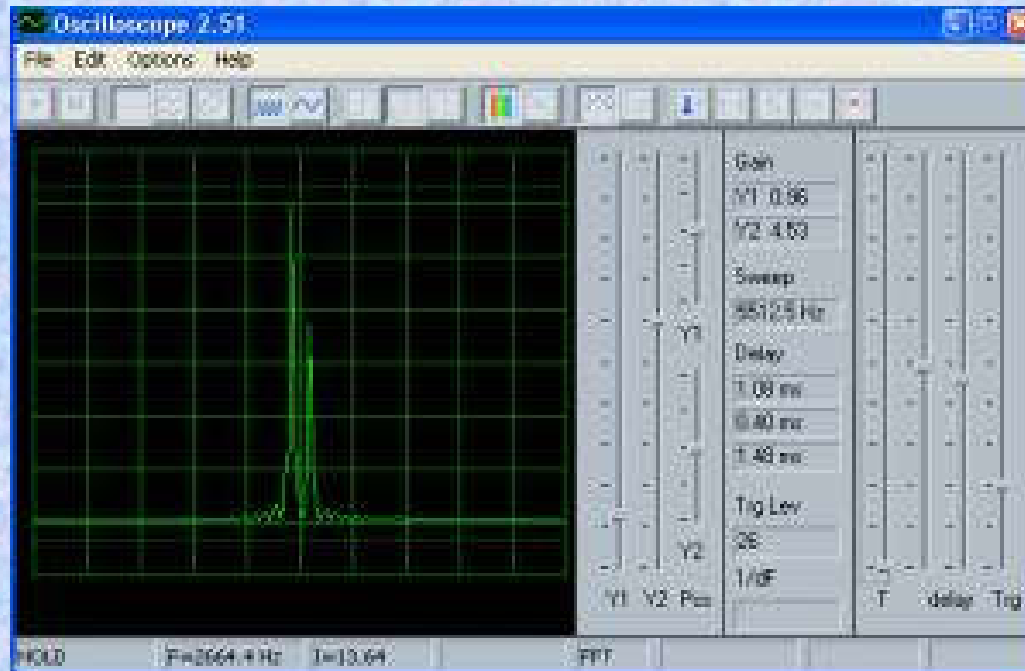


Toni 'armoniosi'

- L'armonia 'matematica', cioè 1:2:4:5 ci piace particolarmente. La chiamo 'Pitagorea' visto, che appartiene alla cultura greca
- Tuttavia, sembra che il canone dell'armonia in altre culture non è lo stesso
- Il flautista etrusco suonava su due flauti, vuol dire – il flauto poteva avere solo 5 fori
- Simile era il flauto fatto da una costola animale nella cultura paleozoica 17 mila anni fa
- Il flauto tradizionale coreano ancora oggi ha la stessa costruzione



Campanelli dolorosi



Tout tremble



Napoléon fit en Égypte deux précieuses découvertes: la tablette en basalte, dite "La Rosette" et le professeur d'analyse de l'École Polytechnique Jean-Baptiste-Joseph Fourier.

J.B.J. Fourier (1768-1830)

La première, contenant un des décrets de Ptolémée V (196 D.C.) inscrit en hiéroglyphes, démotique et grec permit en 1822 à J.F. Champollion de déchiffrer l'écriture égyptienne.



La Pierre de Rosette, British Museum

$$F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{i\omega t} d\omega$$

L'analyse de Fourier permet de déchiffrer les composantes d'une fonction périodique quelconque.

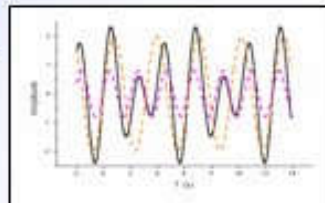
Transformée de Fourier et inverse

La transformée de Fourier "cherche" si dans la fonction périodique (comme une vibration) se trouvent des fréquences spécifiques: la fonction périodique de période 2π est développée en série:

$$f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx$$



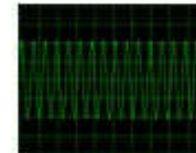
La courbe noire a deux composantes: $\sin 2x$ et $\sin(3x+0.2)$; elle se superpose avec la sinusoïde rose les deux périodes, avec la sinusoïde orange les trois périodes.

Harmonie de verre

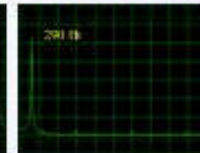
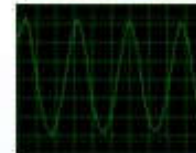
Ce n'est pas facile de obtenir un son simple c.à.d monochromatique. Seulement un bon verre à vin peut le produire. Si on ajoute du vin, le chant change.



Verre à vin (125 cm³) $f=1290$ Hz



Cinq verres à cognac (4000 cm³) $f=290$ Hz



$$\delta(x) = 0; x \neq 0$$

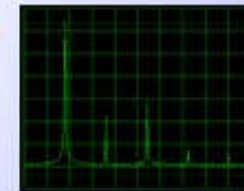
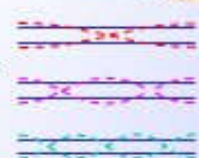
$$\delta(x) = \infty; x = 0$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1$$

Un pique étroit et isolé est appelé delta de Dirac. Paul Adrien Maurice était anglais et doit son bel nom à la mère, qui était Suisse. Autre que son "delta", il formula une équation quantique, de laquelle en 1930 déduisit l'existence d'un électron positif. Le positron fut découvert dans les rayons cosmique en 1932.

Flûte magique

Une simple flûte produit un son très complexe, avec différentes composantes harmoniques, selon que la flûte reste fermée ou ouverte. Le son caractéristique s'appelle "timbre".



Temperatura: analisi di Fourier

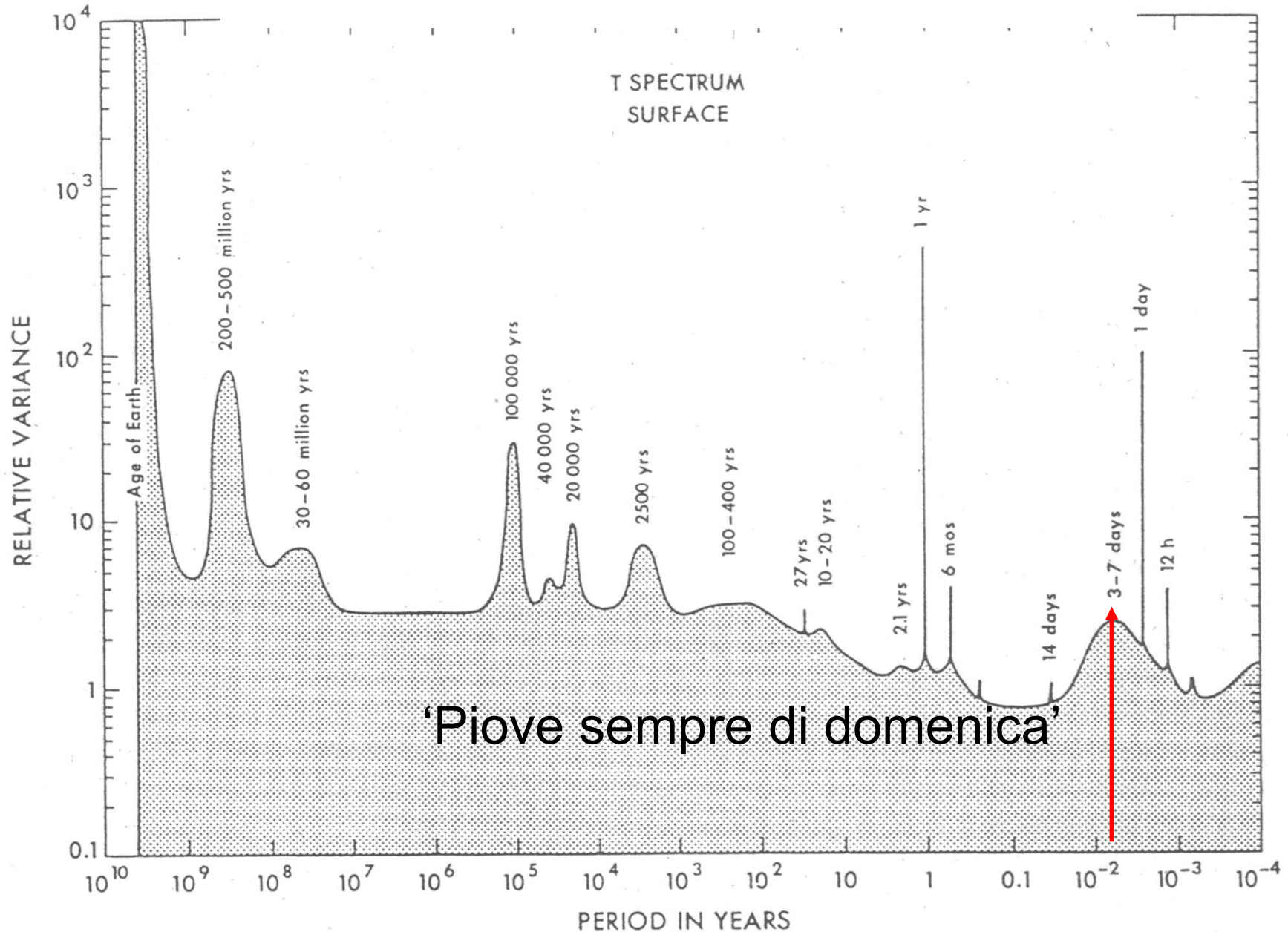


FIG. 3. Idealized, schematic spectrum of atmospheric temperature between 10⁻⁴ and 10¹⁰ years, from Mitchell (1976).

Armonia cosmica



L'astronomia è una scienza antichissima. Il primo sito astronomico fu probabilmente Stonehenge, costruito all'incirca tra il 3100 e il 2000 a.C. nella pianura di Salisbury in Inghilterra. Alcuni astronomi suggeriscono che Stonehenge era usato per mantenere le tracce delle eclissi solari-lunari.

La ruina megalitica conosciuta come **Stonehenge**



Rano Raraku – la cava dei Moai



Nicola Copernico, nel suo *De revolutionibus orbium caelestium*, considerava l'astronomia come lo "studio delle cose più belle, molte delle quali meritano di essere conosciute. Questa è la natura della disciplina che si occupa della rivoluzione divina dell'universo, dei moti, dimensioni, distanze, ascensione e discensione degli astri, così come delle cause degli altri fenomeni del cielo e che, in breve, ne spiega tutta l'apparenza. Che cosa infatti è più bello del cielo, che ovviamente contiene tutte le cose più belle? "

La scienza ha sempre amato la musica. Pitagora scoperse le proporzioni intere delle corde che producono "armonia". Ora, noi chiamiamo "irrazionali" i numeri che non sono il rapporto di numeri interi. Galileo Galilei si interessò di Fisica ascoltando suo padre – un costruttore di violini. Keplero scoprì le "sue" tre leggi cercando di inscrivere le orbite dei pianeti all'interno di volumi "regolari": il tetraedro, il cubo e così via. Perfino le soluzioni delle equazioni di Schrödinger sono espresse in "armoniche sferiche". Esiste veramente una qualche armonia trascendentale nell'Universo?



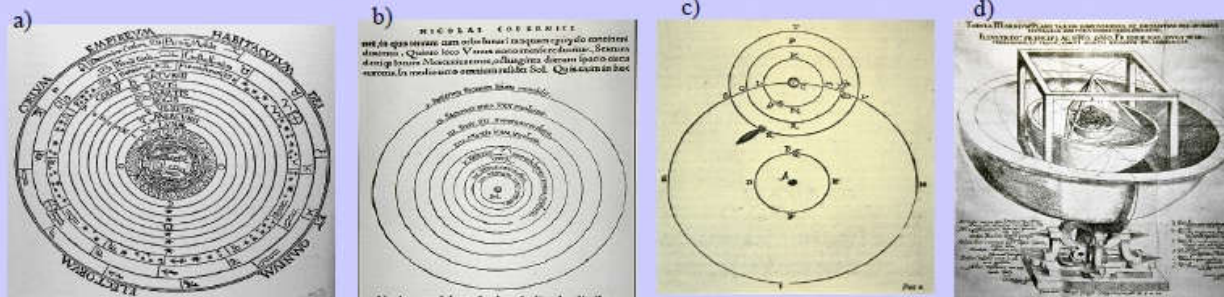
Foto: Universität Mannheim

Harmonice Mundi

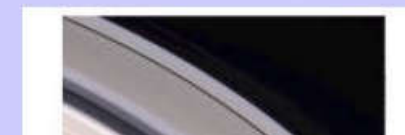


"Musica delle sfere" da "L'Armonia del Mondo".
Giovanni Keplero dichiarò che i moti celesti non sono altro che una musica di tante voci continua, che può essere compresa non dall'orecchio, bensì dall'intelletto.

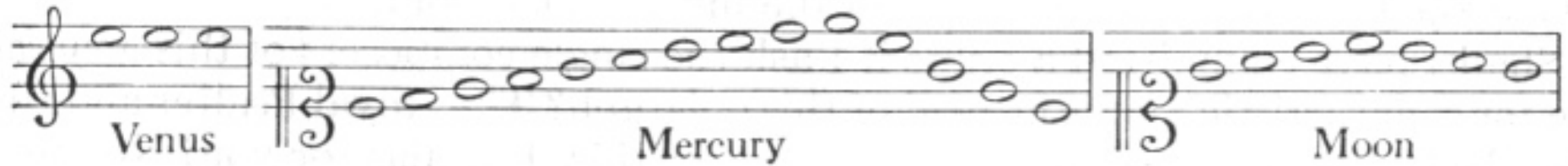
"... E che l'intero cielo fosse accordo e numero ..."



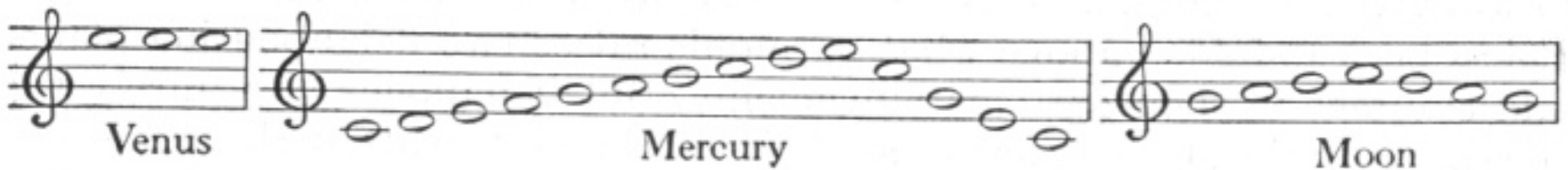
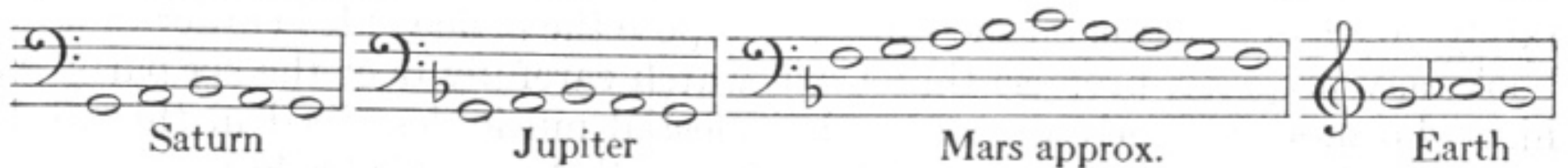
L'universo secondo Ptolemaeus (a), Copernicus (b), Tycho de Brahe (c) and Johannes Kepler (d)



Johannes Kepler (1619): Harmonice Mundi



[In Modern notation:



—E. C. JR.]

Johannes Kepler (1619): Harmonice Mundi



<https://www.youtube.com/watch?v=xzrJqH2yUwQ>

Sfere di Platone (o di Pitagora)

PLATONIC SOLIDS

TETRAHEDRON
'FOUR SIDED'



△ FIRE

4 FACES
4 POINTS
6 EDGES



$180^\circ \times 4$

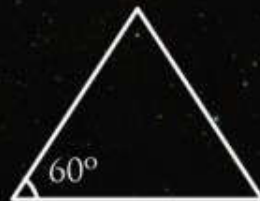
720° DEGREES

OCTAHEDRON
'EIGHT SIDED'



△ AIR

8 FACES
6 POINTS
12 EDGES



$180^\circ \times 8$

1440° DEGREES

HEXAHEDRON
'SIX SIDED'



▽ EARTH

6 FACES
8 POINTS
12 EDGES



$360^\circ \times 6$

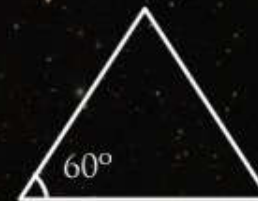
2160° DEGREES

ICOSAHEDRON
'TWENTY SIDED'



▽ WATER

20 FACES
12 POINTS
30 EDGES



$180^\circ \times 20$

3600° DEGREES

DODECAHEDRON
'TWELVE SIDED'



☀ AETHER

12 FACES
20 POINTS
30 EDGES



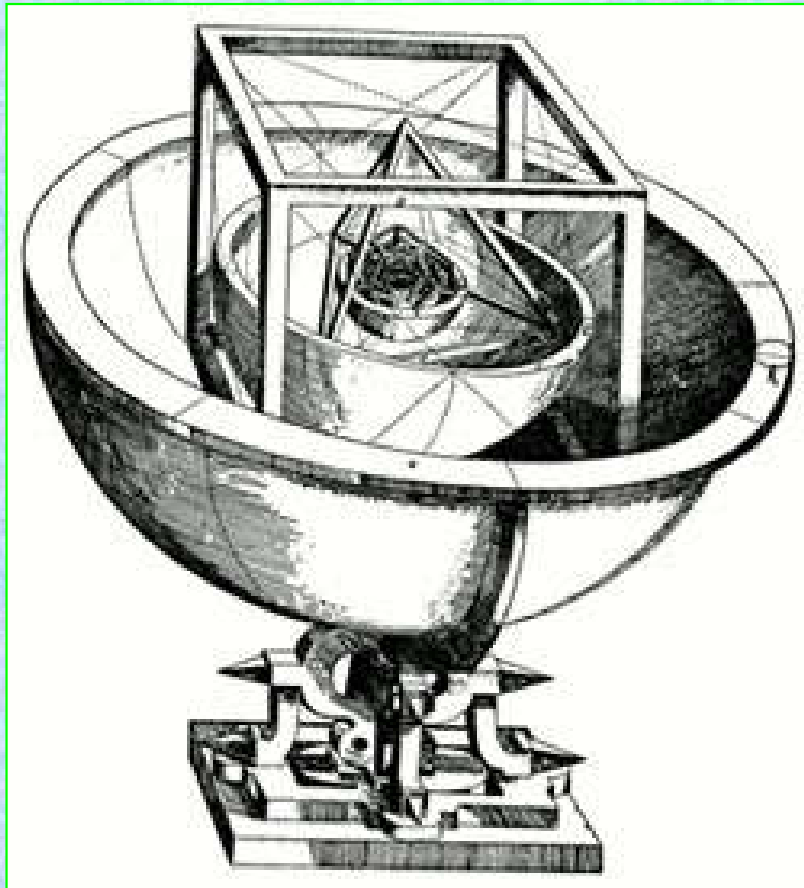
$540^\circ \times 12$

6480° DEGREES

<https://joedubs.com/platonic-solids/>

Johannes Kepler: Armonia delle sfere

„Mysterium Cosmographicum”



Keplero (1610):

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

con R distanza del pianeta
dal Sole
e T – periodo di rivoluzione

Johannes Kepler: le tre leggi sono molto meglio dell'armonia delle sfere

I Legge:

I pianeti girano attorno il Sole sulle orbite ellittiche.

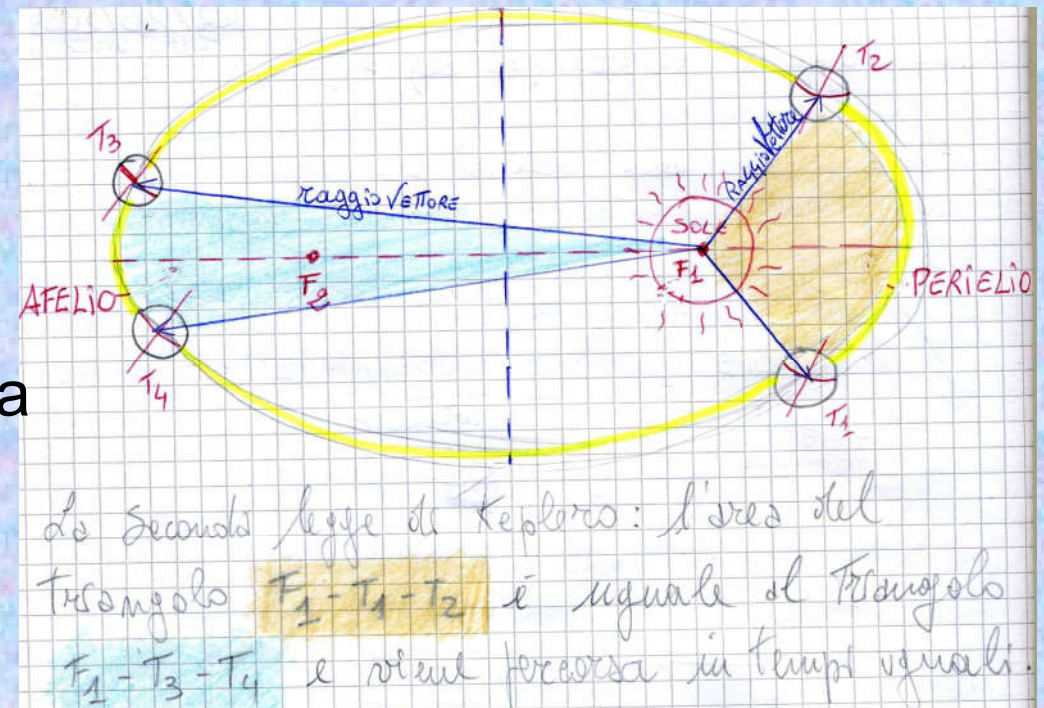
Il Sole si trova in uno di due fuochi dall'elisse. (Non al centro!)

Disegno della ragazza della scuola media

II Legge:

Il raggio „guida” del pianeta nei tempi uguali disegna superfici uguali

(cioè il pianeta gira più velocemente quando è più vicina al Sole)



III Legge:

I cubi (i.e. le terze potenze) delle distanze dal Sole R^3 stanno come I quadrati di tempi di rivoluzione T^2 .

E quali sono le distanze „vere” dei pianeti dal Sole?

Oggi le conosciamo con grande precisione
dai transiti del Venere ‘davanti’ il Sole

(Znana jest zależność zwana Titusa-Bodego)

Ma il sottoscritto propone un'altra regola

Mercurio $3/8$

Venere: $3/4$

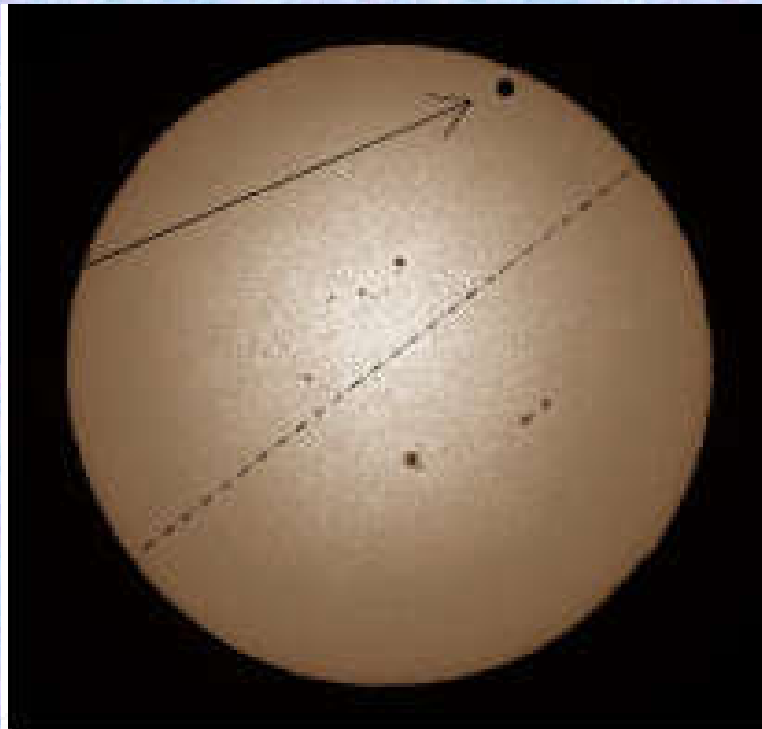
Terra: $3/3$ (1 a. u. = 150 mln km)

Marte: $3/2$

... 3

Giove 5 (powinno być 6)

Saturno 10 (powinno być 12)



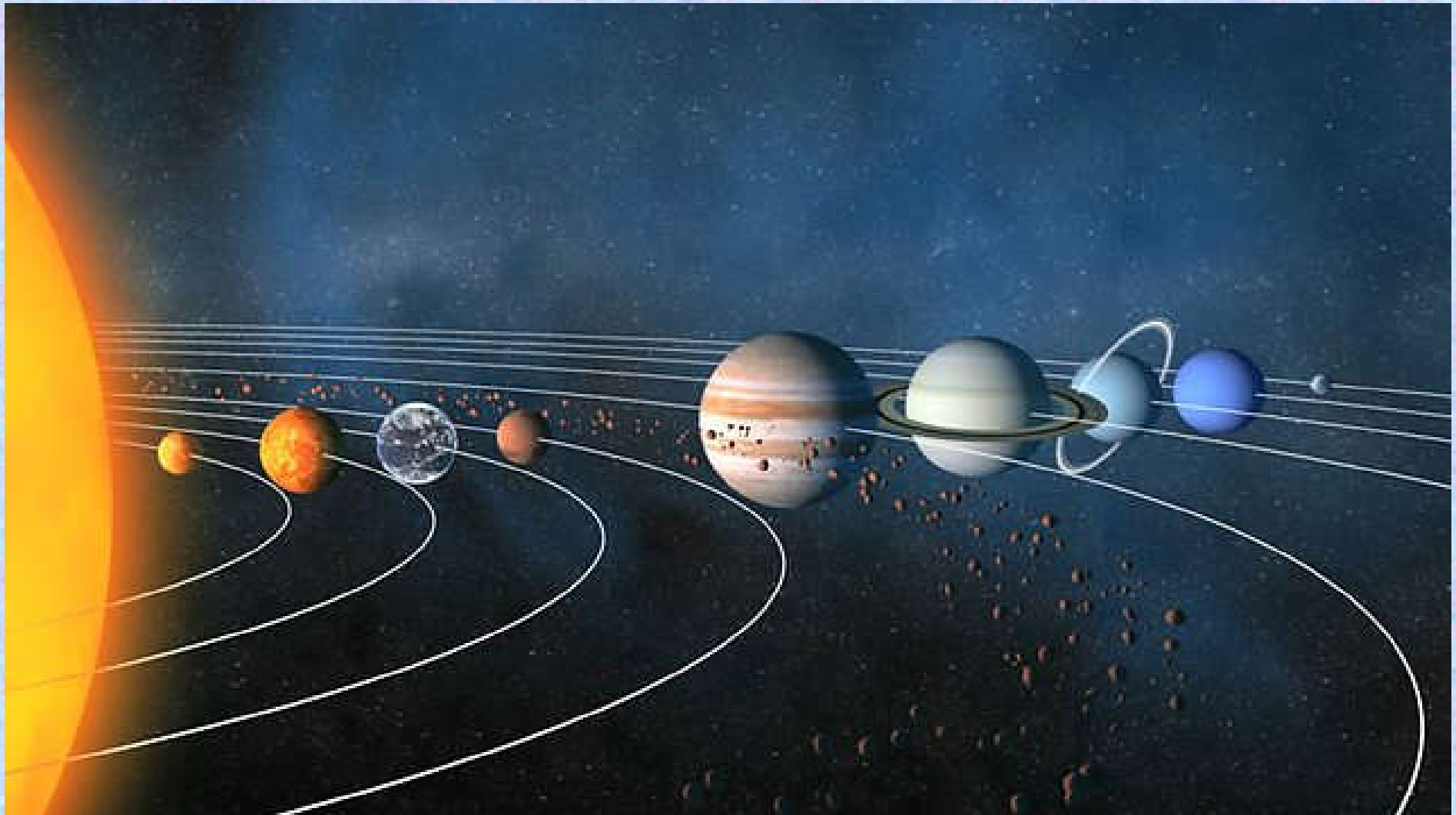
6/6/2012

Cristian Lavarian, Trento

Da dove risultano queste distanze?

Dalla primordiale, ruotante ‘pizza’ cosmica
(ipotesi di Kant e Lamarck, XVIII sec.)

Il nostro sistema Solare è (pressa poco) fatto così



<https://tragicocomedia.files.wordpress.com/2015/11/solar-system.jpg>

Leggi di Keplero derivano dalla legge di Newton.
E questa, dalle geometria (3D) dello spazio

La superficie della sfera $P = 4\pi R^2$



dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki



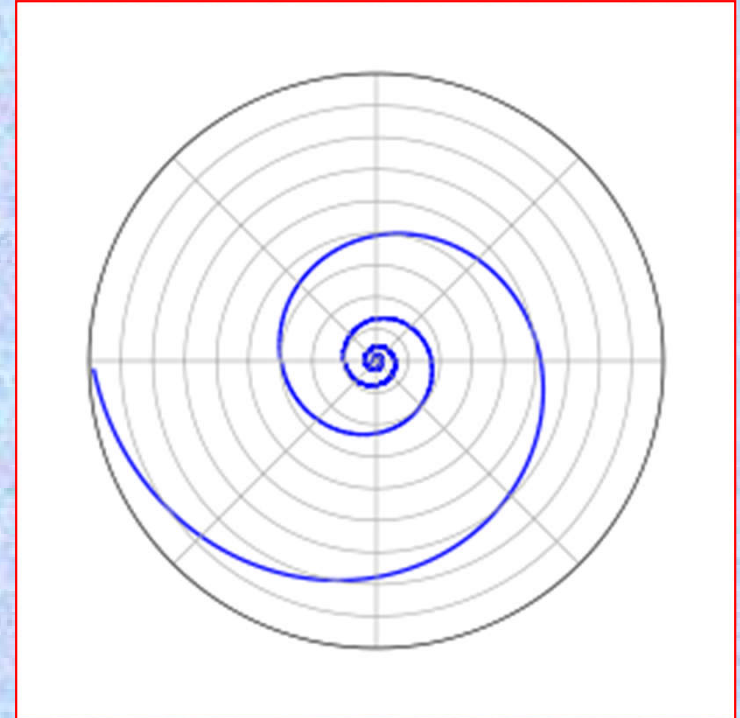
La forza elettrostatica (Coulomb) $F = Qq/(\epsilon_0 4\pi R^2)$

La forza di gravità (Newton) $F=GMm/R^2$

Le leggi sono così, perché le dimensioni dell'Universo sono tre.

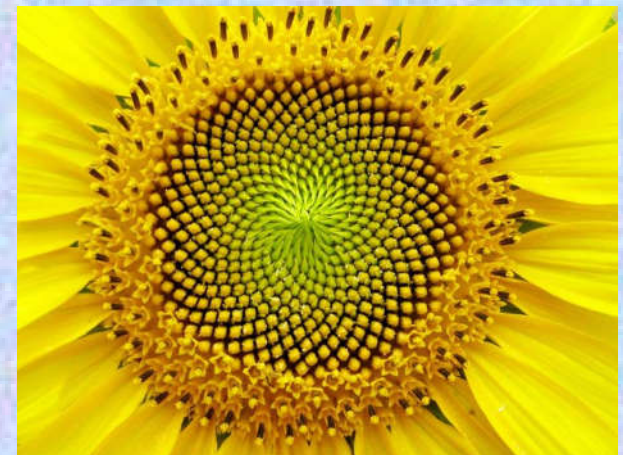


La matematica governa il mondo: anche le galassie hanno una forma matematica



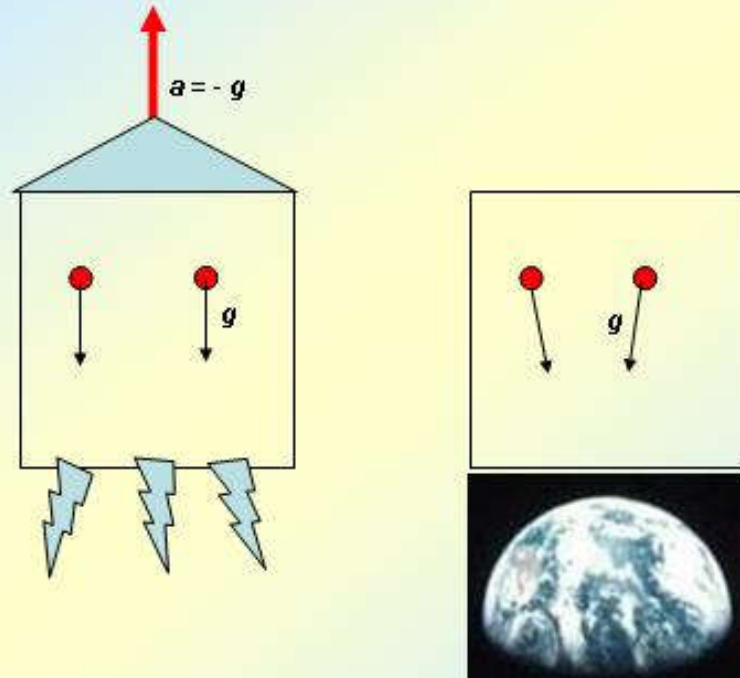
$$r = a e^{b\theta}, \text{ con } e = 2,7183\dots$$

Il raggio cresce „tot” volte con ogni giro



L'equazione piú bella dell'Universo*

Ogólna teoria względności (1915)



$$\mathbf{G} = \frac{8\pi G}{c^4} \mathbf{E}$$

La geometria dello spazio-tempo dipende dalla materia (la massa + l'energia)

* L'equazione senza la componente „cosmologica”

Esiste una armonia nel sistema Solare?

Terra: - 1 rotazione in 24 ore (=1 giorno)

- 1 orbita in 365,25 giorni (=1 anno)

Luna: - 1 orbita in 28 giorni (\approx 1 mese)

- 1 rotazione in 28 giorni

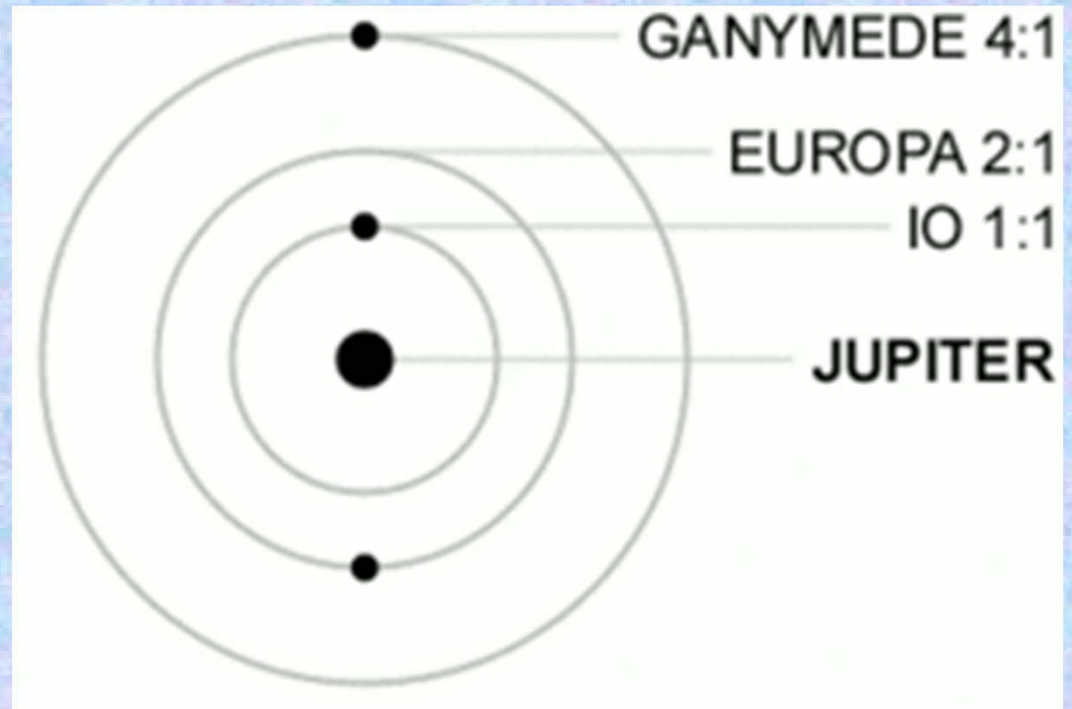
Sole: - 1 rotazione in 25 giorni



Lo spettacolo interattivo
'Il sistema Solare'

**Rotazione e rivoluzione della Luna sono sincronizzate.
Si parla della *risonanza* 1:1**

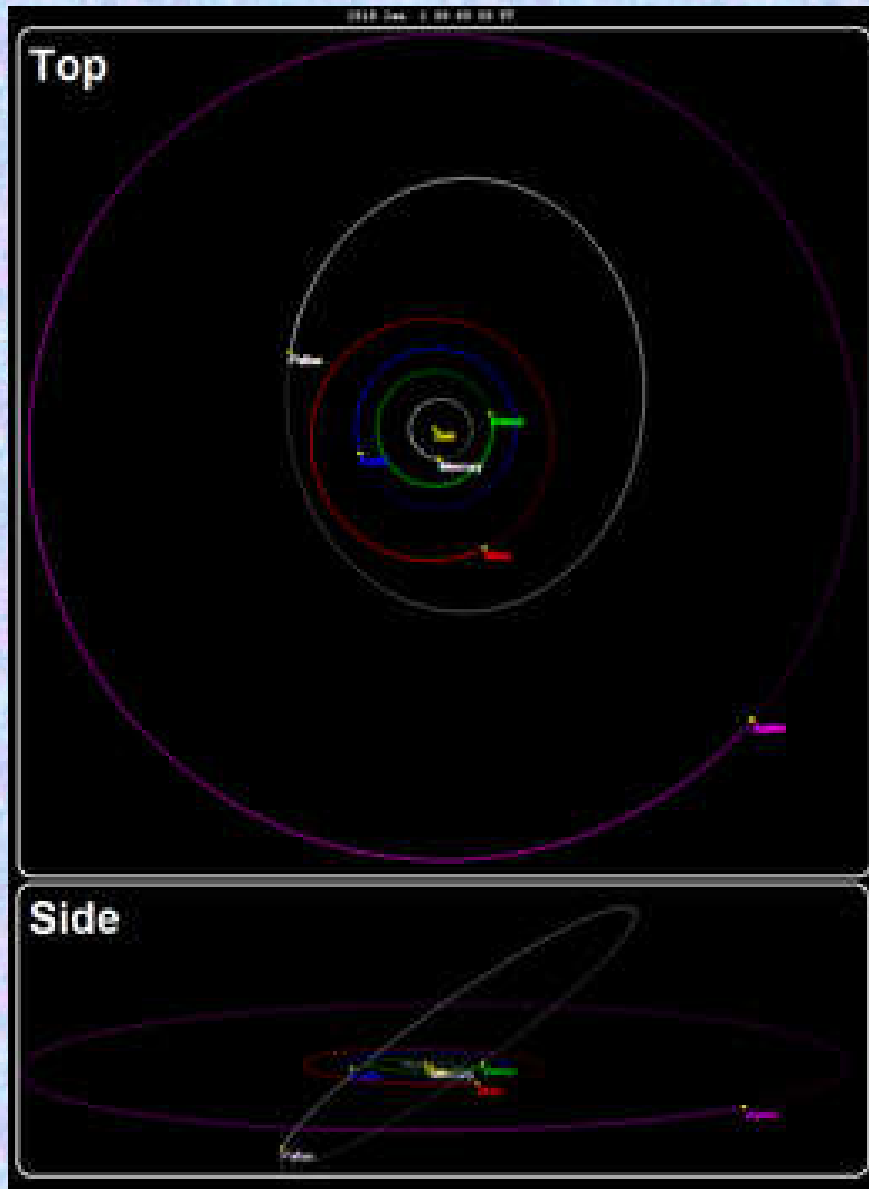
Giove e suoi satelliti (quelli di Galileo)



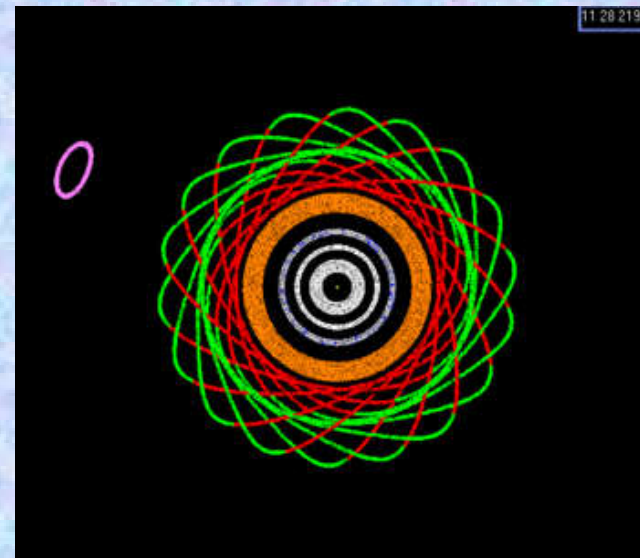
https://en.wikipedia.org/wiki/Galilean_moons

Le tre lune vicine a Giove rimangono nella risonanza

La risonanza Giove ↔ Pallas



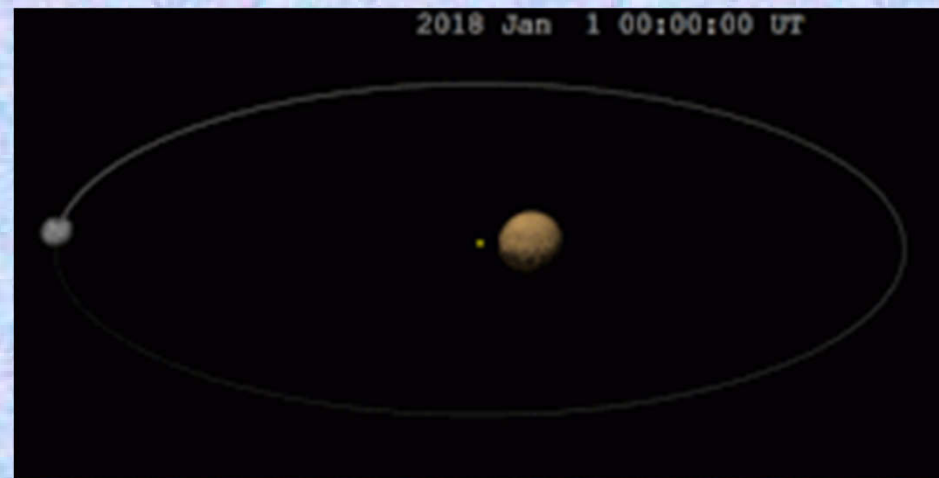
Diametro = 1/3 Luna



Risonanza 18:7

https://it.wikipedia.org/wiki/Risonanza_orbitale
https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital_resonance

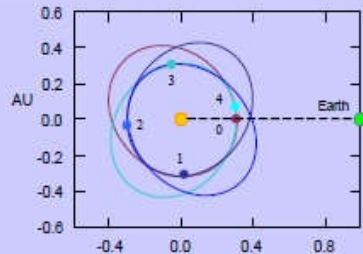
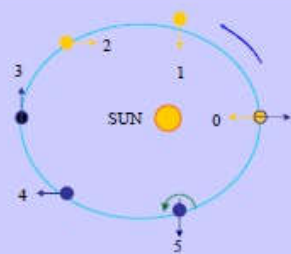
Pluto - Caronte



Doppia risonanza Pluto – Caronte: loro periodi di rotazione sono identici e uguali al periodo della (mutua) rivoluzione. Anche le lune più piccole (Stige, Cerbero, Idra, Notte) ruotano con i periodi 'pressa poco' sincronizzati

https://en.wikipedia.org/wiki/Moons_of_Pluto

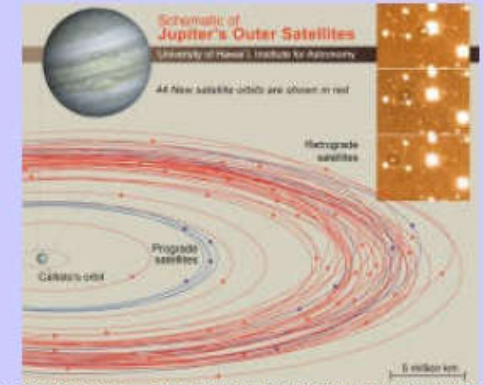
Sistema Solare: armonie e risonanze



Risulta che i movimenti dei pianeti e dei satelliti sono in parte armonici. I cicli commensurabili dei pianeti più famosi sono: Giove – Saturno **risonanza** (2:5), Nettuno – Plutone risonanza (2:3). Un altro esempio sono le lune di Giove: lo risuona con Europa (1:2) e lo stesso avviene tra Europa and Ganimede; infine tra Ganimede e Callisto il rapporto di risonanza è 3:7. Ci sono ancora tantissime risonanze tra pianeti. Se avessimo fatto l'esatta trascrizione della frequenza del movimento dei pianeti in musica, avremmo ottenuto la **music chart** dei pianeti dispersi.

Mercurio, che ruota intorno al sole in 88 (dei nostri) giorni è un clamoroso esempio di armonia cosmica. I periodi di rotazione, siderale e sinodica, sono in risonanza 6:4:2. Nel tempo di due rivoluzioni intorno al Sole, Mercurio compie tre rotazioni intorno al proprio asse. Mercurio ruota intorno al sole quattro volte rispetto al tempo in cui la terra ci ruota attorno solo una volta; in questo modo è visibile dalla terra quasi nella stessa orientazione. A. Balogh, G. Giampieri, Mercury: the planet and its orbit, Rep.Prog. Phys.65 (2002) 529

Ma nonostante molte orbite sono ben-sincronizzate, quelle delle lune di Giove appena scoperte sembrano una pattumiera. È forse Giove una specie di *Gigante Buono* che ingoia tutta la spazzatura prima che questa giunga alla Terra?



<http://www.toyz2men.com/sh2iigi24in.html> <http://www.ifa.hawaii.edu/~sheppard/satellites>
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/comet.html>

Dov'è il confine?

Nettuno non è il corpo più distante del Sistema Solare. Esiste la **cintura di Kuiper**, predetta nel 1951 e rimasta teoria fino all'individuazione nel 1992 di un corpo esteso di 240 Km, chiamato 1992QB1, alla distanza della cintura sospettata. Ci sono più di 800 trans-Neptuniani (o Kuiper Belt Objects, KBOs) conosciuti. È sorprendente che un terzo della popolazione è in risonanza 3:2 con Nettuno. Poiché la stessa risonanza caratterizza anche Plutone, gli oggetti sono chiamati "Plutini". Probabilmente, la risonanza stabilizza i Plutini rispetto alle perturbazioni gravitazionali presso Nettuno. Quaoar è un KBO scoperto recentemente, nel giugno 2002. L'esistenza di 2003 EL61 è stata dichiarata nel 28 luglio 2005. KBO 2003 UB313, grande all'incirca o poco più come Plutone è stato annunciato il 29 luglio 2005 come il pianeta X.

Sedna (2003 VB12), scoperta il 15 Marzo 2004 come l'oggetto conosciuto più freddo e distante dall'orbita del Sole, è un oggetto eccitato con una grande distanza di perigeo. È il primo oggetto ipotizzato nella nuvola da Jan Oort nel 1950. La nuvola, 50000 volte più distante dal Sole che dalla Terra, è una possibile sorgente di comete ("Famiglia di Giove"). La presenza di Sedna potrebbe suggerire che la nuvola di Oort è molto più vicina di quanto gli scienziati possano credere.

© NASA <http://solarsystem.nasa.gov>



Credits: NASA/JPL/Space Science Institute/SWRI/UCL

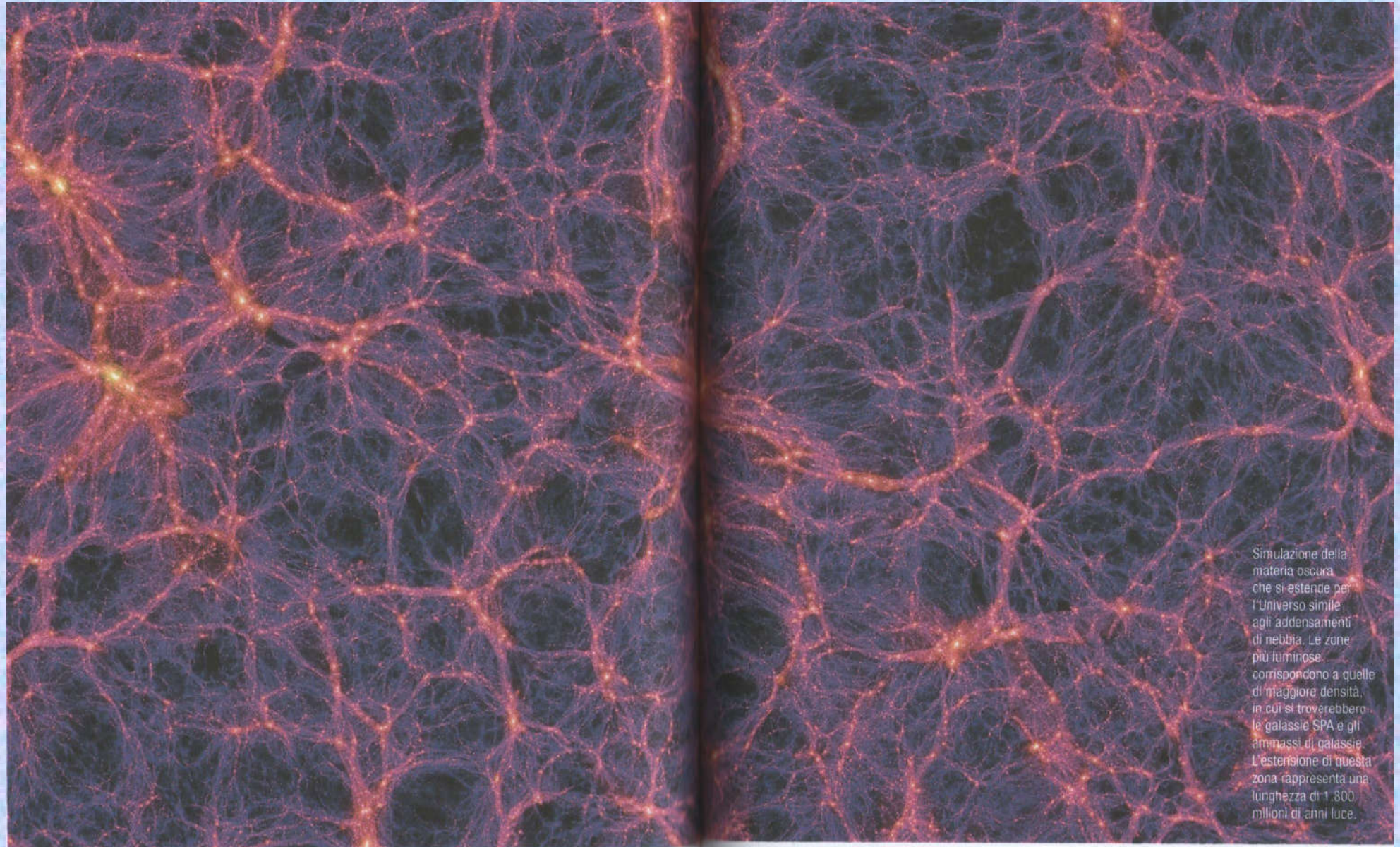
Cosa si può dire quindi sull'armonia cosmica? Come disse Keplero, essa risuona nelle nostre menti, non nelle orecchie. Consiste in delicate strutture gravitazionali e cosmologiche **accuratamente scelte**, per far sì che l'Universo giri.

Se credi ancora nell'armonia trascendentale, ti è permesso di andare al link: <http://www.halexandria.org/>

raccolti da: Anna Kaminska, Helena Nowakowska, redazione Grzegorz Karwasz, traduzione Gloria Zen

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Physics_is_fun/posters/ita-harmon5.ppt

La distribuzione delle galassie nell'Universo segue uno schema particolare (matematico?)



Fingers of God



Fingers of God - Wikipedia, the free encyclopedia - Mozilla

Plik Edycja Wzrost Przejdz Zakladki Narzedzia Okno Pomoc

W http://en.wikipedia.org/wiki/Fingers_of_God

Strona domowa Zakladki

navigation

- Main Page
- Contents
- Featured content
- Current events
- Random article

interaction

- About Wikipedia
- Community portal
- Recent changes
- Contact Wikipedia
- Donate to Wikipedia
- Help

search

Go Search

toolbox

- What links here
- Related changes
- Upload file
- Special pages
- Printable version
- Permanent link
- Cite this article

languages

- Deutsch

"You've revolutionised research. Thank you." - Lieselot Whitbeck

Fingers of God

From Wikipedia, the free encyclopedia

Fingers of God is an effect in **observational cosmology** that causes clusters of **galaxies** to be elongated in **redshift** space, with an axis of elongation pointed toward the observer.^[2] It is caused by a **Doppler shift** associated with the **peculiar velocities** of galaxies in a cluster. The large velocities that lead to this effect are associated with the **gravity** of the cluster by means of the **virial theorem**; they change the observed redshifts of the galaxies in the cluster. The deviation from the **Hubble's law** relationship between distance and redshift is altered, and this leads to inaccurate distance measurements.

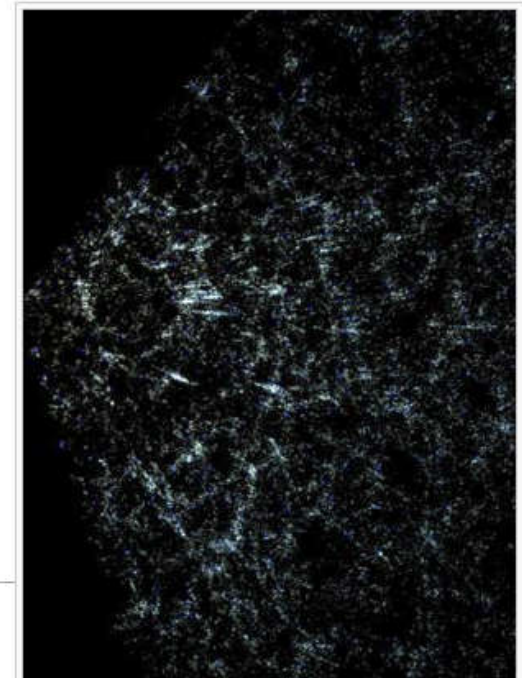
The effect can be seen in the image to the right. The Earth is at the apex of the survey, on the left edge of the image; the individual "fingers", each one actually a cluster of galaxies all at the same distance, point towards it. At greater distances the fractional effect decreases as the peculiar velocities remain roughly constant, and the actual redshift increases. In a plot of "true" distance, instead of the displayed distance in the figure calculated from naïve application of Hubble's law, these fingers would be collapsed back to small spheres at the true cluster sites.

A closely related effect is the **Kaiser effect**.^[3] It is caused, again, by peculiar velocities lending an additional Doppler shift to the cosmological redshift, and it leads also to a kind of line-of-sight distortion. It is not caused, however, by the random internal motions of the cluster predicted by the virial theorem; rather, it arises from coherent motions as the galaxies fall inwards towards the cluster center as the cluster assembles. Depending on the particular dynamics of the situation, the Kaiser effect usually leads not to an elongation, but an apparent flattening ("pancakes of God"), of the structure. It is a much smaller effect than the fingers of God, and can be distinguished by the fact that it occurs on larger scales.^[4]

References

[edit]

- ↑ http://astro.uchicago.edu/cosmus/
- ↑ Jackson, J.C. (1972). "A critique of Rees's theory of primordial gravitational radiation". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 156, 1P-6P.
- ↑ Kaiser, N. (1987). "Clustering in real space and in redshift space". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 227, 1-21.
- ↑ http://astron.berkeley.edu/~louis/astro228/redshift.html



Fingers of God in a portion of the Sloan Digital Sky Survey; image from the Cosmus Open Source Science Outreach project.^[1]

Categories: Observational astronomy | Physical cosmology

Start

spotkanie - Wystane ...

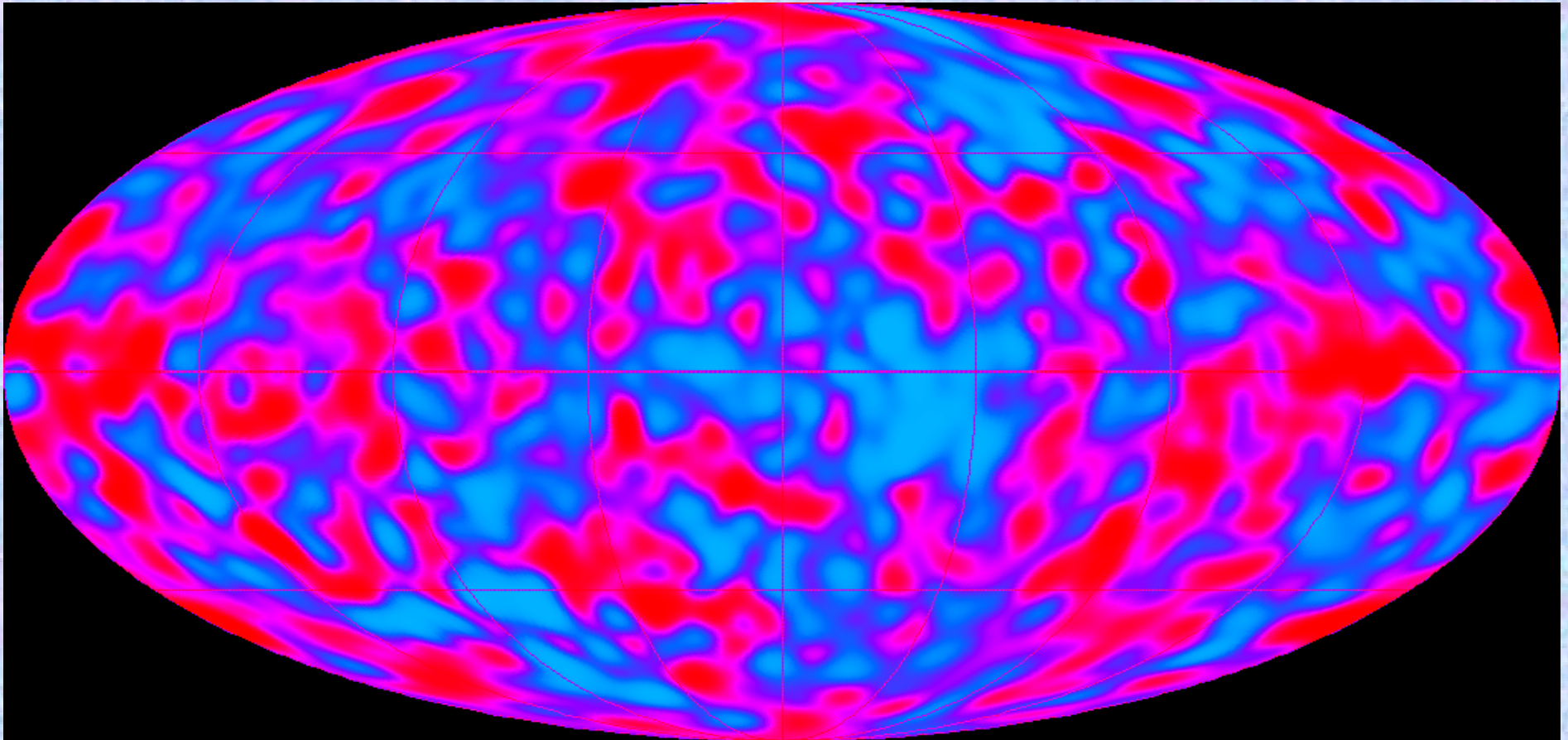
Menedzjer pobierania ...

Fingers of God - Wiki...

Microsoft PowerPoint ...

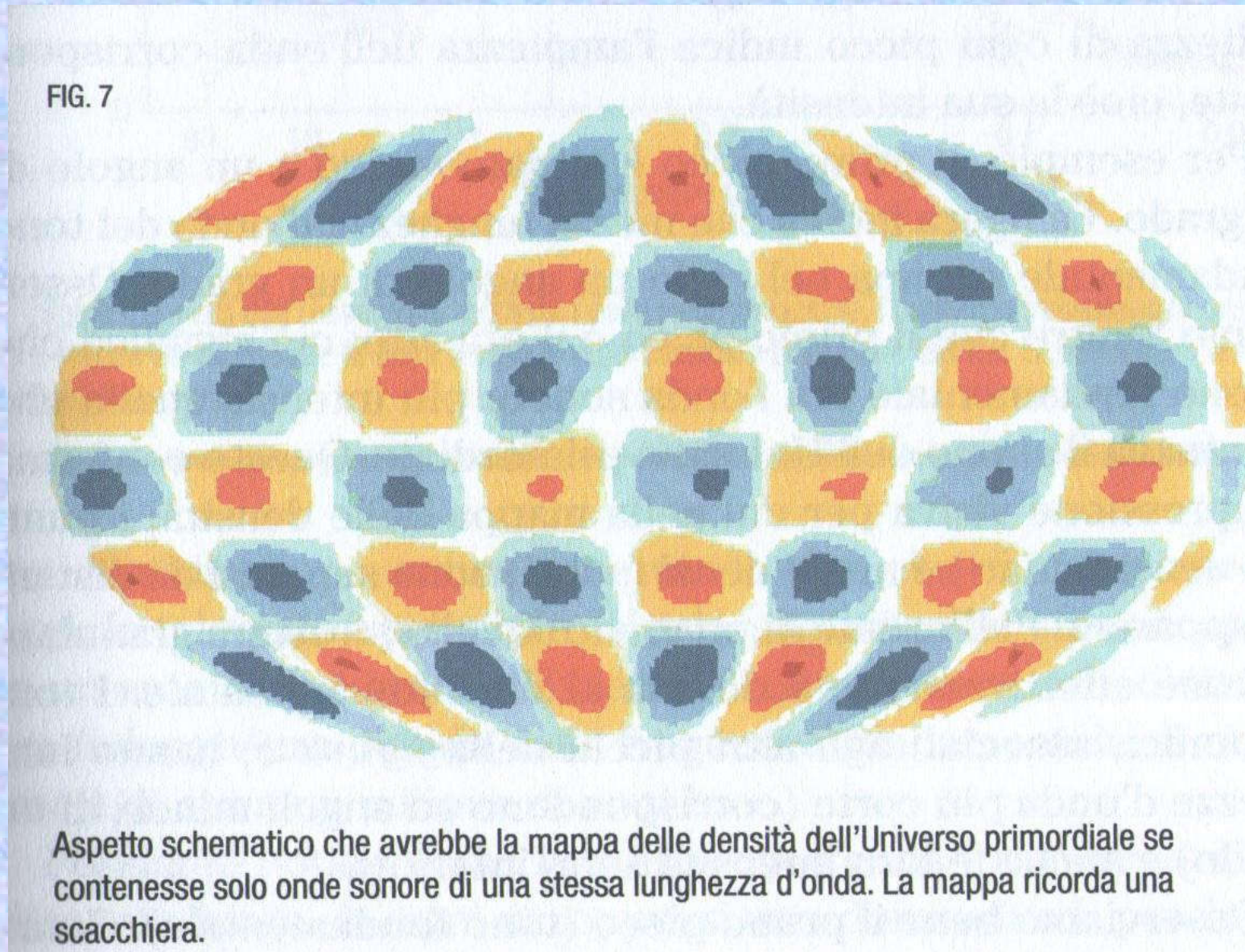
PL 19:06

La distribuzione delle galassie corrisponde alla temperatura del 'brodo' di plasma primordiale



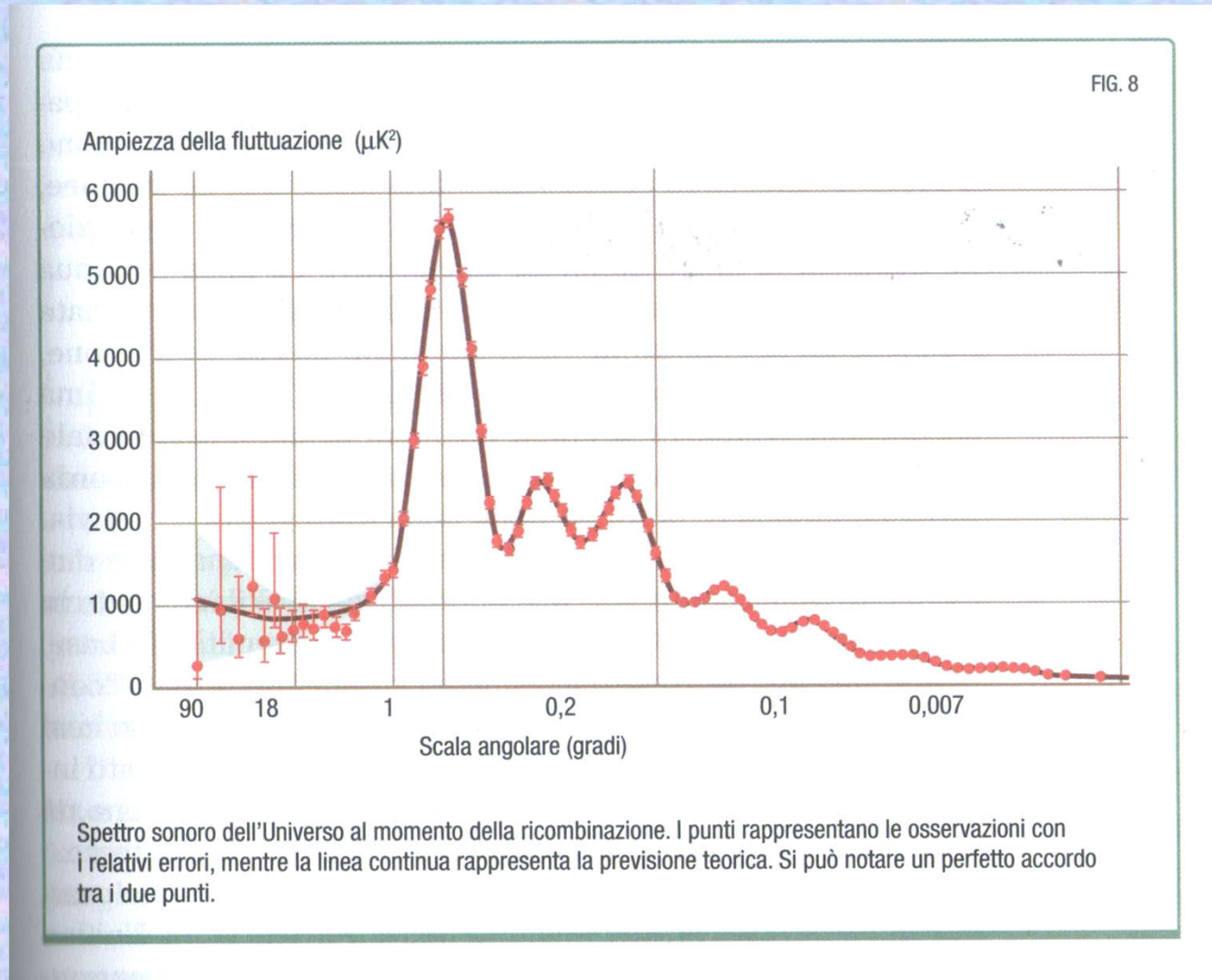
In altre parole, la struttura odierna dell'Universo, poteva, ipoteticamente, essersi determinata in primi istanti, in un volume (cavità?) piccolo

Questa distribuzione mostra un certo schema,
simile alle posizioni di nodi nel flauto



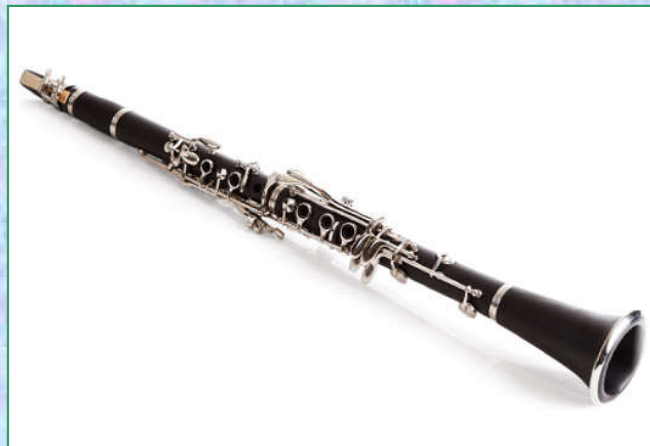
A. Casas Gonzales, La materia oscura, RBA Milano. 2018

Possiamo fare l'analisi armonica di questa distribuzione (i.e. la trasformata di Fourier)



Qual è l'armonia dell'Universo?

- Ascoltiamo tre concerti di Mozart per fiati
(Concertos pour instruments à vents)
- 1) [Konzert für Oboe und Orchester C-Dur KV 314 \(1'31"'\)](#)
- 2) [Konzert für Klarinette und Orchestre A-dur, KV 622 \(1'54"'\)](#)
- 3) [Konzert für Fagott und Orchester B-dur, KV 191 \(1'08"'\)](#)



Quale musica fu l'armonia dell'Universo?

Konzert für Oboe und Orchester C-Dur KV 314 (1'01"")



<https://www.youtube.com/watch?v=qf4BQQPUcq0>

Konzert für Klarinette und Orchestre A-dur, KV 622 (1'54'')



Wolfgang Amadeus Mozart



Fagottkonzert - Richard Galler
Oboenkonzert - Dominik Wollenweber
Klarinettenkonzert - Wenzel Fuchs
Kammerorchester Cappella Istropolitana - Bernhard Sieberer



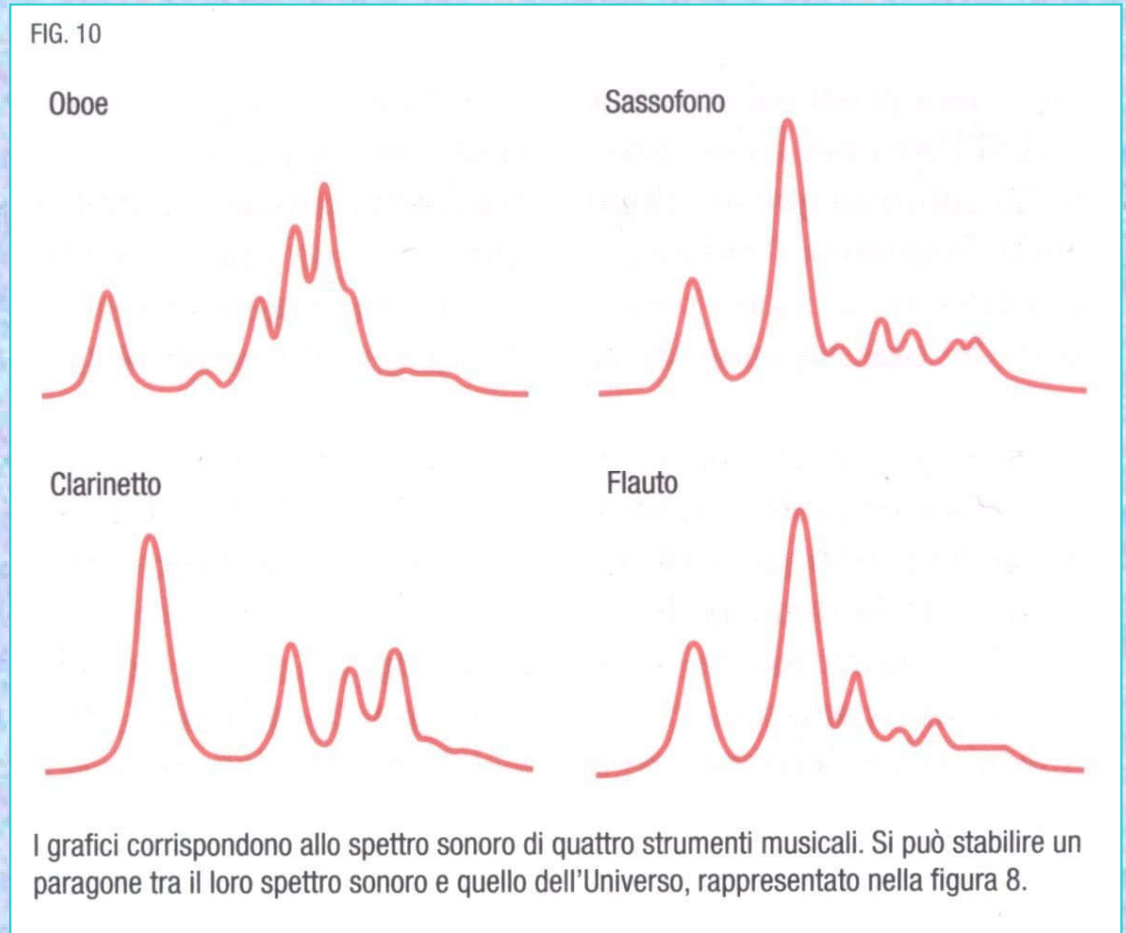
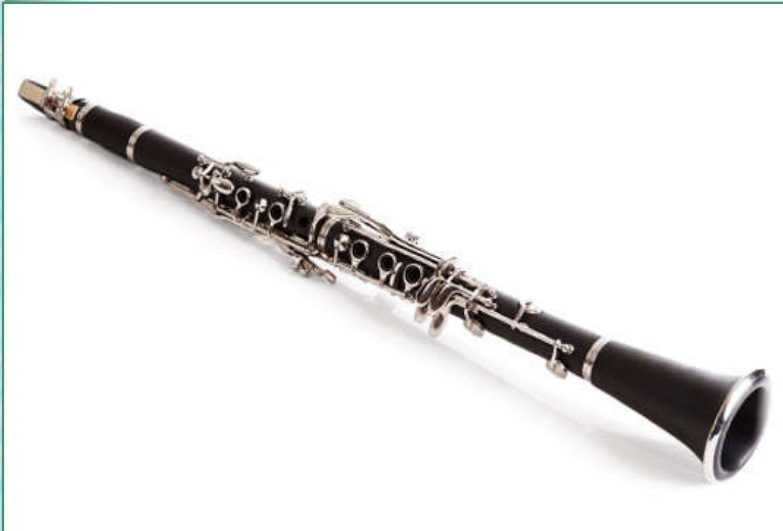
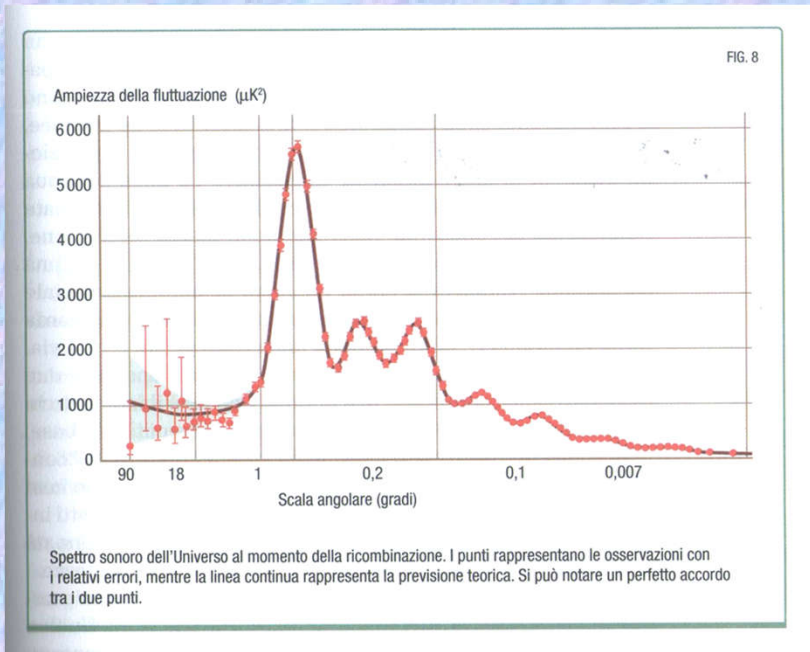
<https://www.youtube.com/watch?v=Sbw-ARIFCdo>

Konzert für Fagott und Orchester B-dur, KV 191 (1'08'')



<https://www.youtube.com/watch?v=D3IRJiJNInY>

Di che strumento è questa musica?



Buon Dio suonava il clarinetto quando creava il mondo?

„Dio è matematico” E magari anche musicista?



Bible Moralisée



Cattedrale di Monreale

Indicazioni didattiche

- Abbiamo mostrato, che i suoni e la musica porta una miriade di argomenti inter-disciplinari di: fisica, matematica, percezione umana, costruzione di strumenti musicali etc.
- Anche i musicisti ‘professionisti’ non sono consci di tutti questi risvolti ‘collaterali’
- Lo stato moderno della musica è frutto di millenni di esperienza e di tentativi
- Per bambini – il gioco musicale, e in particolare un gioco interattivo e in gruppo, con suoni, toni, grida, sussurri, può essere un valido divertimento
- Volendo approfondire il lato matematico, si arriva alla interferenza delle funzioni trigonometriche e la trasformazione di Fourier.

Indicazioni pratiche

- Assicurarsi una piccola collezione di oggetti 'suonanti'
- Trovare un'applicazione per analisi armonica (spettrale, Fourier) per il proprio telefonino
- Sperimentare un semplice concerto nella classe
- Invitare un musicista (violino, chitarra, clarinetto) di raccontare perché il suo strumento ha la voce più bella al mondo
- Sviluppare la cultura musicale, portando ognittanto qualche 'pezzo' in classe: Marcia trionfale di Aida, Moonlight Sonata di Beethoven etc.
- Non aver paura di scherzare in modo inter-disciplinare: in questo modo si aprono i orizzonti di immaginazione creativa

Letteratura

- Rosa Maria Ros, *La música de las esferas. Astronomía y matemáticas*, RBA, Barcelona 2010
- Fernando Corbalán. *Proporzione aurea. Il linguaggio matematico della bellezza*. RBA, 2010
- John D. Barrow, John D. Canillo *I numeri dell'universo. Le costanti di natura e la teoria del tutto*, Mondadori 2004
- A. Casas Gonzales, *La materia oscura*, RBA, 2018
- R. Corcho Orrit, *Galileo. Il metodo scientifico. La natura si scrive in formule*, RBA Milano, 2012
- G. Karwasz, *L'astronomia per bambini*, Publicat 2016