

# Archeologia o Fisica?

Percorsi diversi ma entrambi di ricerca

**Antonella Balerna**

Responsabile Laboratorio DAFNE-Luce

INFN-LNF

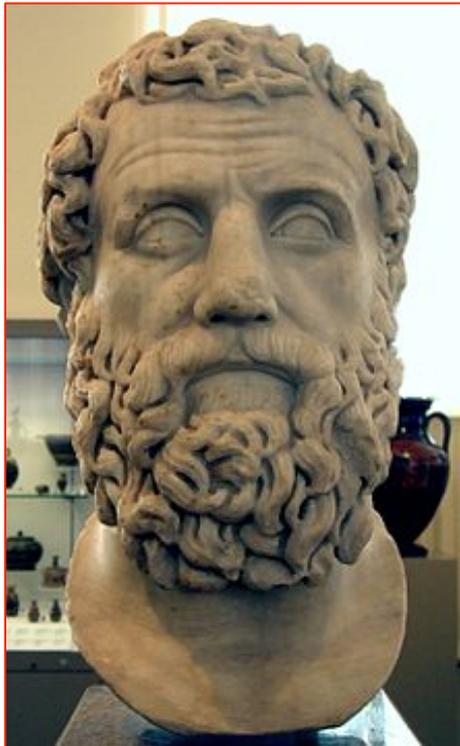


# Liceo Classico

## Archeologia



Virgilio con l'Eneide tra le muse Clio e Melpomene.



### Αρχίλοχος - Archiloco

Paro - Grecia 680 a.C. - 645 a.C.

### Non v'è cosa che l'uomo non possa aspettarsi

Non v'è cosa che l'uomo non possa aspettarsi, o negare giurando, o che desti stupore, da che Zeus, il padre degli dei nell'Olimpo, fece notte nel mezzo del giorno, occultando la luce al sole splendente. E una triste paura sugli uomini venne. Tutto da allora è degno di fede, tutto dall'uomo può essere atteso: nessuno di voi si stupisca, nemmeno se vede le fiere scambiare coi delfini il pascolo marino, e che ad esse le onde echeggianti del mare siano più gradite della terra, così come ai delfini il monte boscoso.

Eclissi di sole del 648 o 647 a. C.

e poi una sera...

# Cibernetica

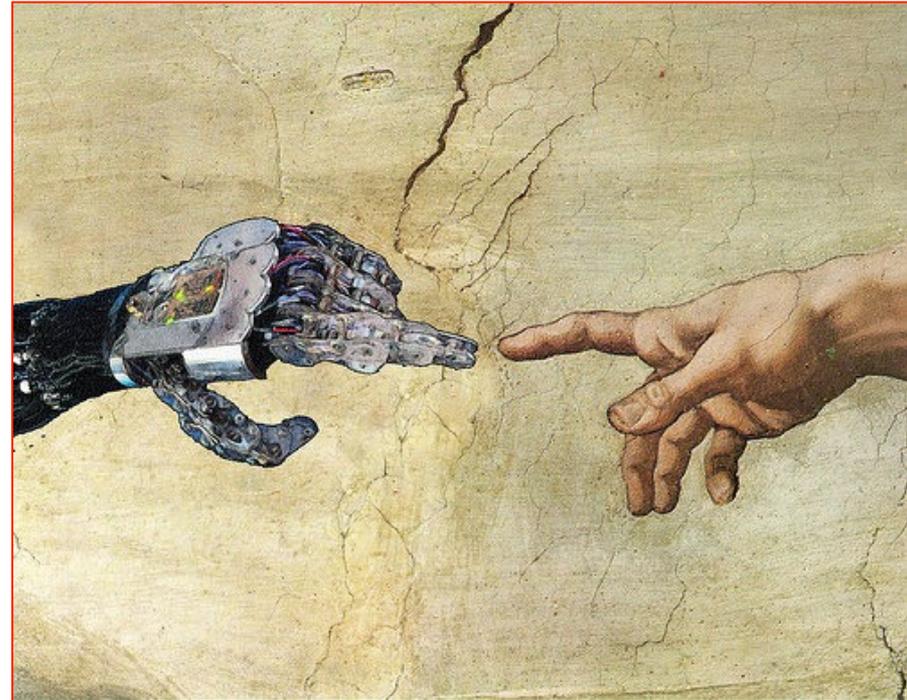
La cibernetica, nuova scienza, il regno delle macchine “intelligenti”, capaci di osservare, pensare, e magari parlare – *S. Ceccato*



**Silvio Ceccato** è stato un filosofo e linguista italiano, ha scritto numerosi saggi, in particolare nel campo della cibernetica. 1914 -1997



Secondo Wiener, da cui fu così chiamata, la Cibernetica è la scienza della comunicazione e del controllo nelle macchine e negli esseri viventi

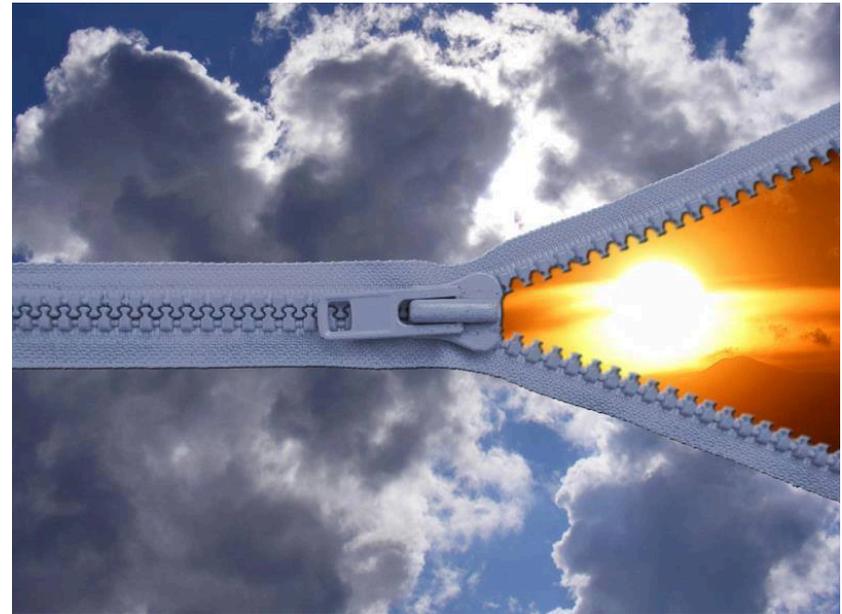


# Cibernetica quindi.. Fisica

La cibernetica è la scienza che studia i fenomeni di autoregolazione e comunicazione, sia negli organismi viventi e negli altri sistemi naturali, che nei sistemi artificiali.

La cibernetica si pone dunque come un campo di studi interdisciplinare tra le scienze e l'ingegneria.

Il campo degli studi e delle applicazioni della cibernetica è molto vasto e tocca varie discipline: la biologia, la *fisica*, la matematica, la robotica, l'ingegneria e l'informatica.



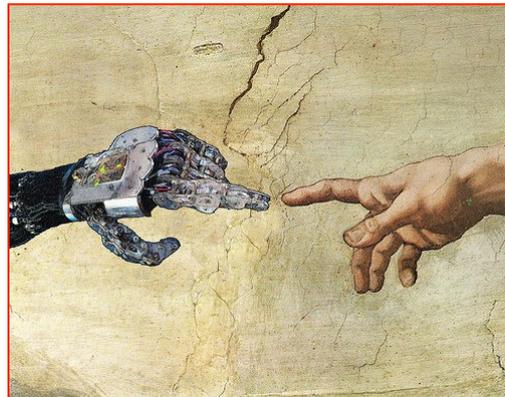
Le scelte sono le cerniere del destino. *Pitagora*

«L'**Archeologia** è anzitutto un modo per leggere il mondo, ciò che abbiamo sotto gli occhi tutti i giorni. Perché la vita, tutta, quella dell'uomo, degli animali, delle piante, ma anche quella delle rocce, dei fiumi e dei mari, lascia costantemente delle tracce.

E l'archeologo cerca di riconoscere queste tracce sul terreno, sugli edifici, negli oggetti.

**È un investigatore, che raccoglie tutte le informazioni possibili sul caso che deve risolvere, le scheda, le analizza, e infine cerca di individuare il legame che c'è tra loro per raccontare una storia...»**

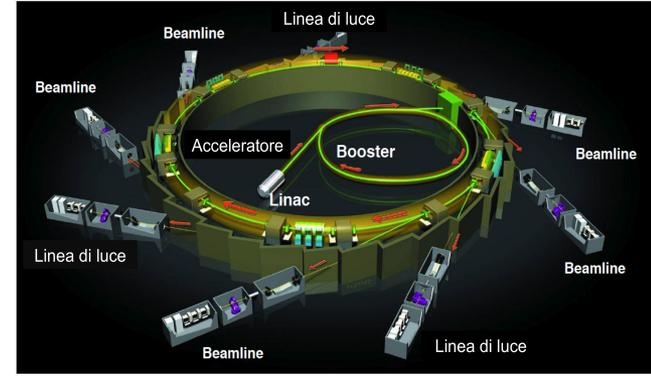
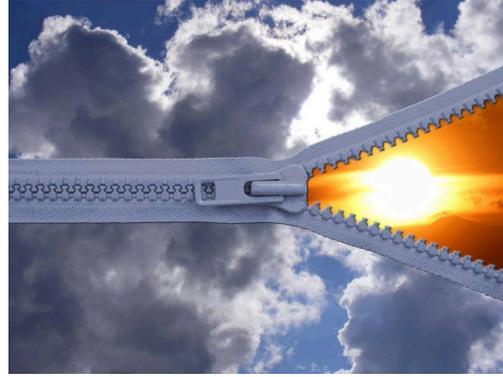
*Elisa Pruno, Archeologa dei "Laboratori Archeologici San Gallo"*



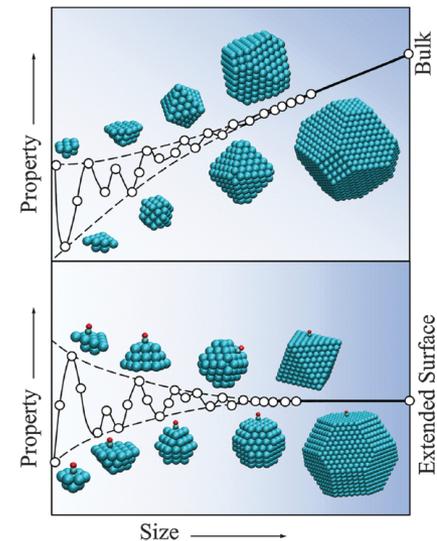
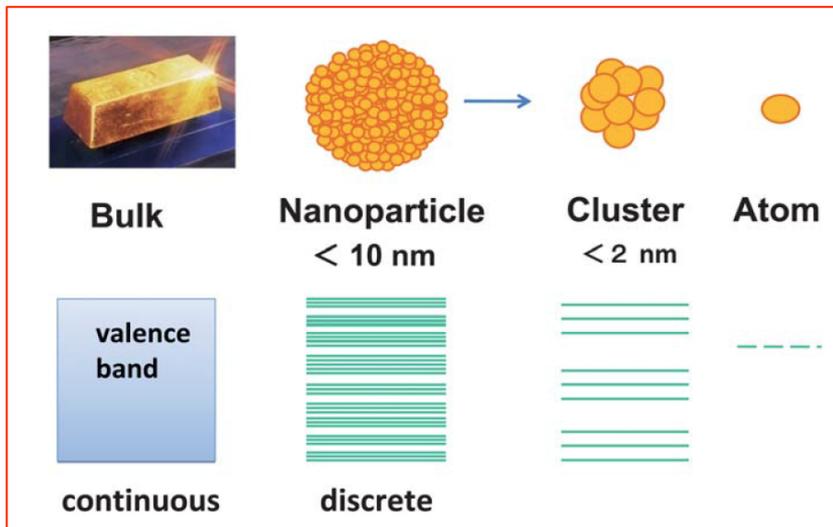
La **Fisica** scienza teorico-sperimentale che **studia i fenomeni naturali** (stati e aspetti della materia, forme di energia, interazioni e trasformazioni) **cercando di individuarne le proprietà e di formulare le leggi che li governano.**

*Vocabolario Garzanti*

# ~~Cibernetica~~ Luce di Sincrotrone



**Tesi: Determinazione della struttura di piccole particelle di metalli nobili mediante tecniche di assorbimento di raggi X.**



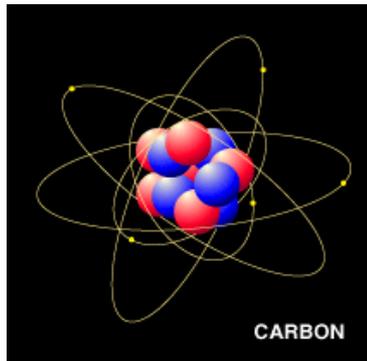
# Parole chiave

Struttura atomica

Raggi X

Luce di Sincrotrone

# Struttura atomica della materia

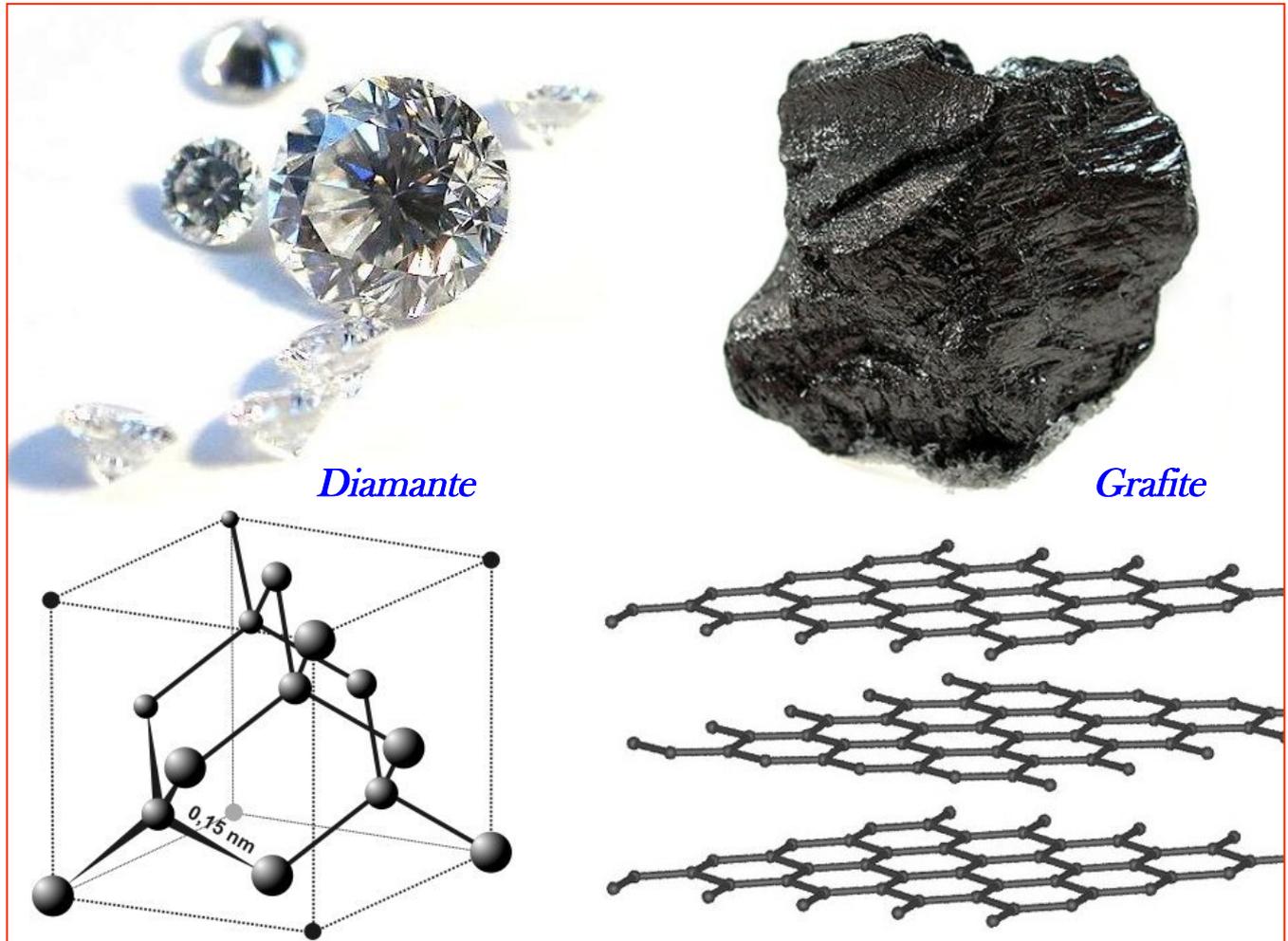


*L'atomo di Carbonio.*

Elemento  
essenziale per la vita, è  
per lo  
più fatto di spazio vuoto.

Una nube di *sei elettroni*,  
orbita  
attorno al nucleo.

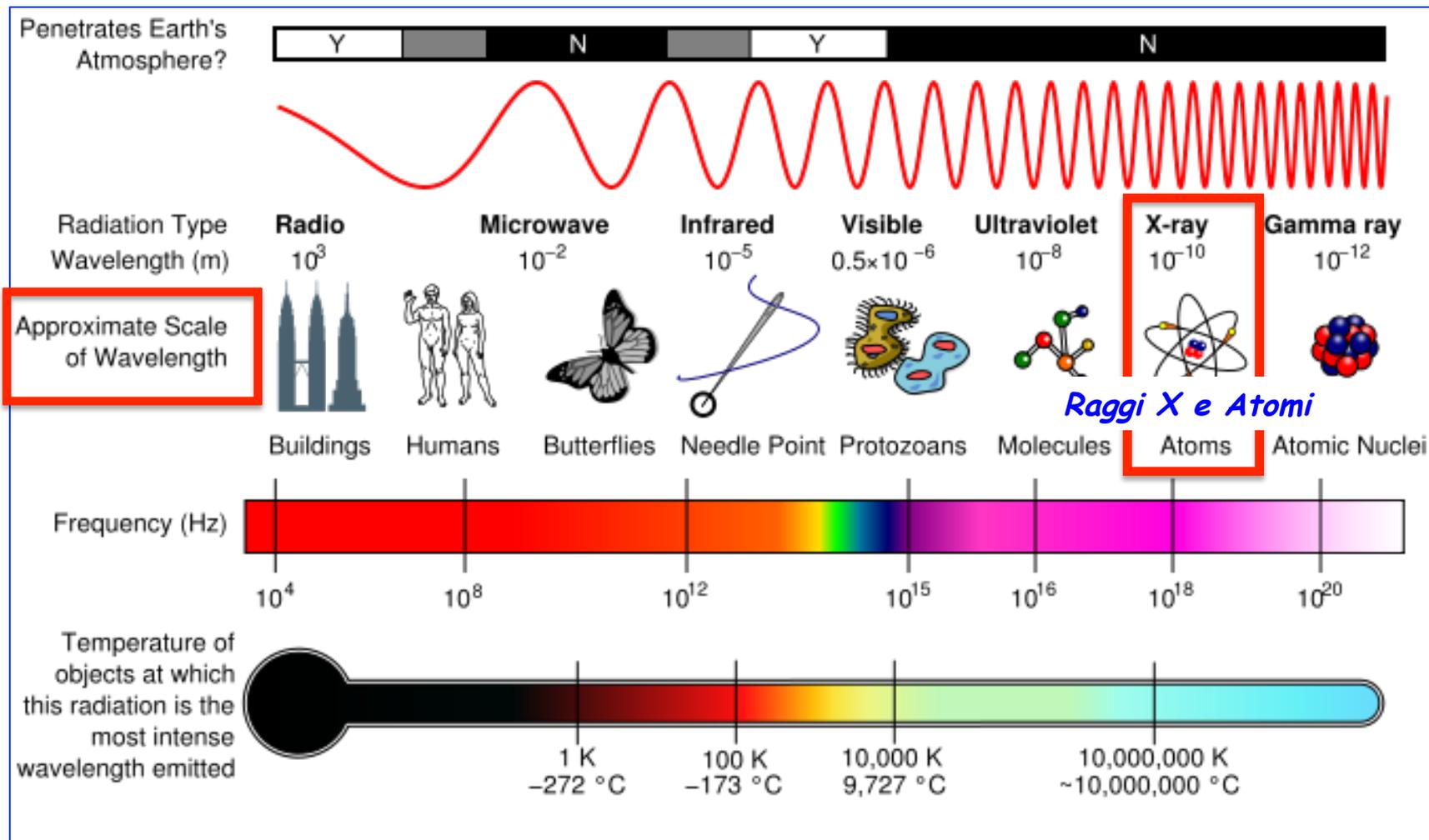
Struttura Atomica - nm



Un *diamante grezzo* e un *blocco di grafite* appaiono così diversi ma sono entrambi composti da carbonio puro. *Ciò che conferisce al diamante la sua lucentezza è la sua diversa struttura atomica.*

*Foto: Wikipedia.*

# Spettro elettromagnetico e raggi X

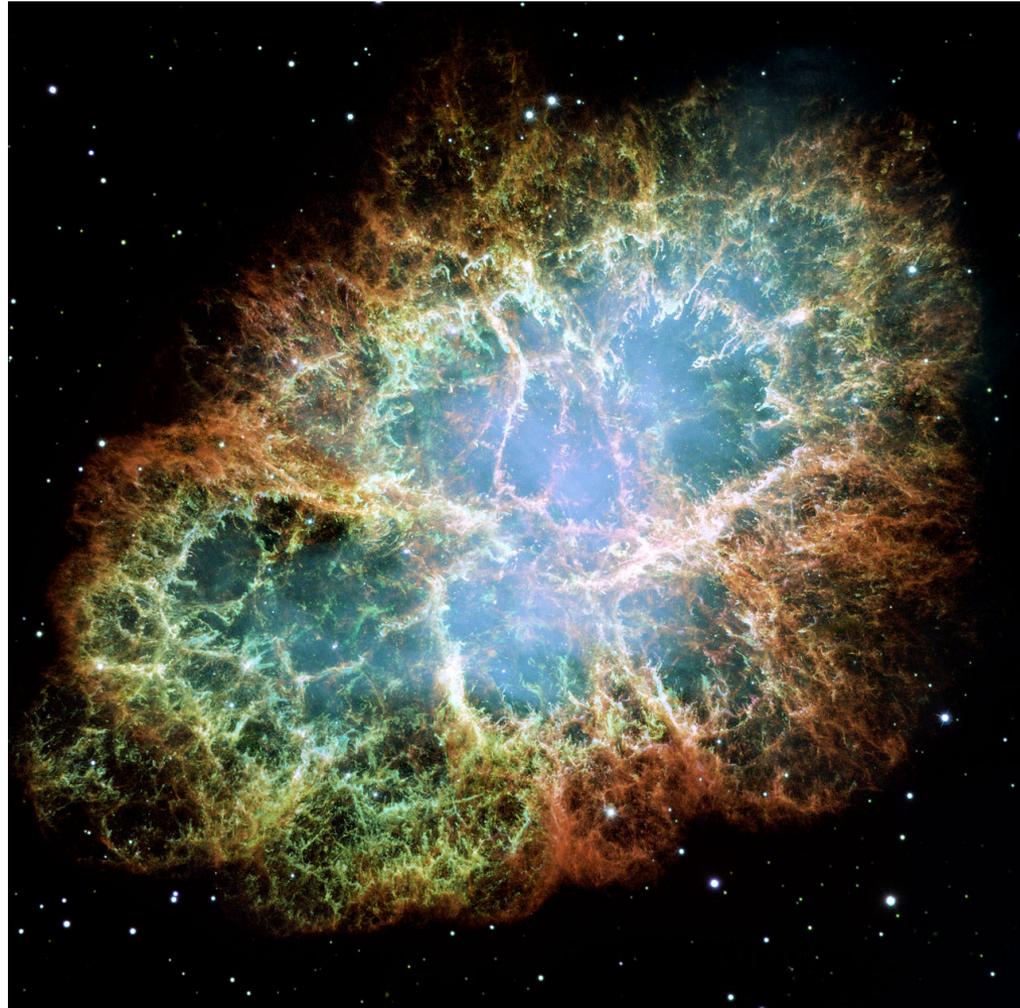


La **lunghezza d'onda** ( $\lambda$ ) e la **frequenza** ( $\nu$ ) (numero di oscillazioni effettuate dall'onda nell'unità di tempo) sono strettamente connesse: più alta è la frequenza più piccola è la lunghezza d'onda. Questo dipende dal fatto che la luce si propaga ad una velocità costante  $c$  ( $c = 299792 \text{ km/s}$ ) e la relazione che lega **lunghezza d'onda** e **frequenza** è:

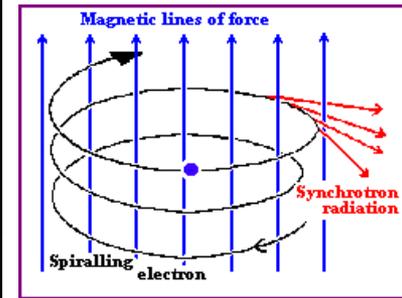
$$\lambda \nu = c.$$

# Luce di Sincrotrone "naturale"

La **Nebulosa del Granchio** è ciò che rimane dell'esplosione di una grande stella di neutroni, la cui luce ha raggiunto la Terra nel 1054, e si trova a 6500 anni luce da noi, nella costellazione del Toro.



Rappresenta uno degli oggetti del cielo più studiati dagli astrofisici.



*NASA Hubble Space Telescope image of the Crab Nebula (NASA, ESA and Allison Loll/Jeff Hester (Arizona State University)).*

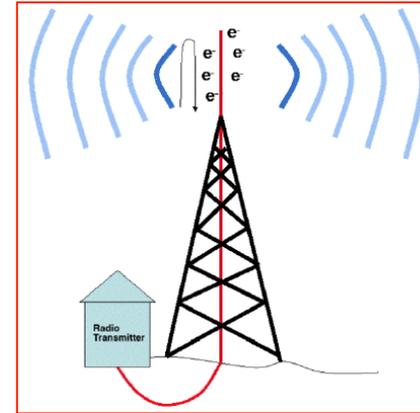
Nel 1953 Iosif Sklovskij propose che la **regione diffusa di colore blu fosse generata soprattutto dalla radiazione di sincrotrone**, ossia la radiazione prodotta da **particelle cariche** (in questo caso gli elettroni) che sono **costrette a muoversi a velocità prossime alla velocità della luce in traiettorie curve da un campo magnetico**; tre anni dopo questa teoria fu confermata dalle osservazioni. Negli anni sessanta si scoprì che la sorgente dei livelli di curvatura degli elettroni è il forte campo magnetico prodotto dalla stella di neutroni al centro della nebulosa.

# Luce di sincrotrone

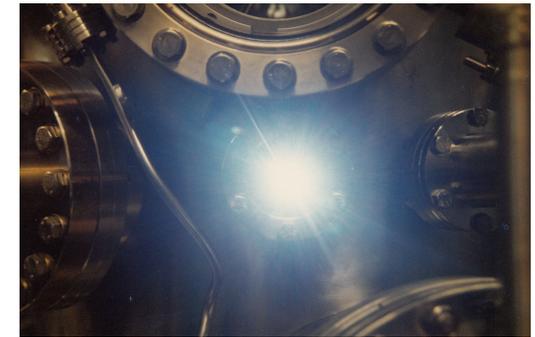
Particelle cariche come elettroni e positroni, se accelerate, emettono radiazione.

$v$  = velocità particelle  
 $c$  = velocità luce

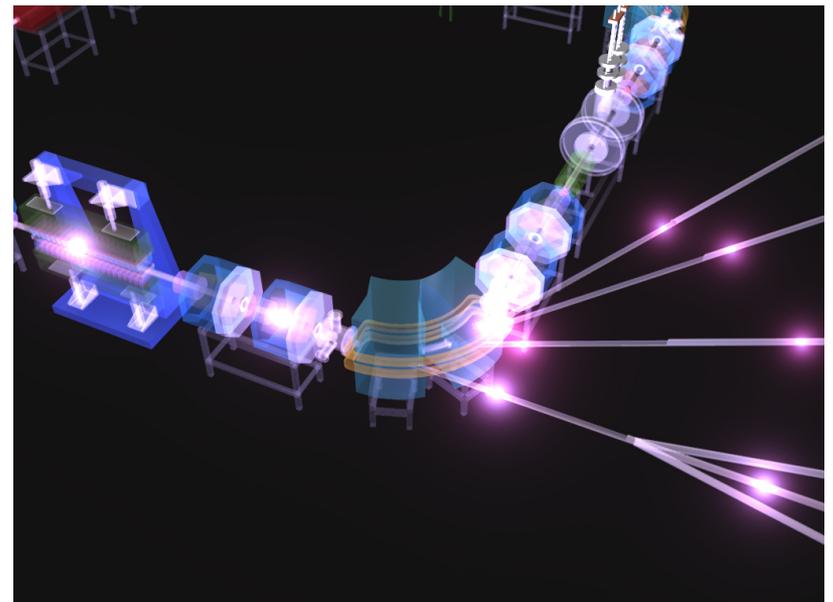
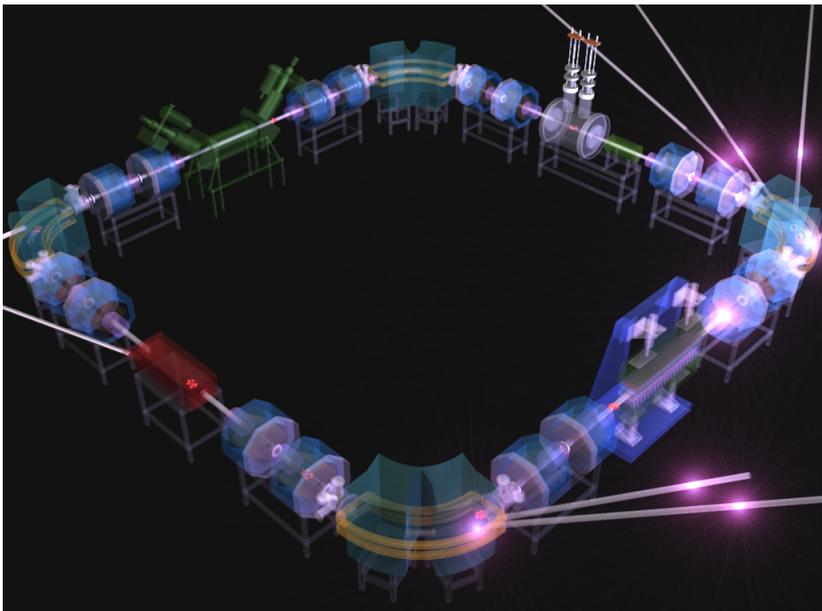
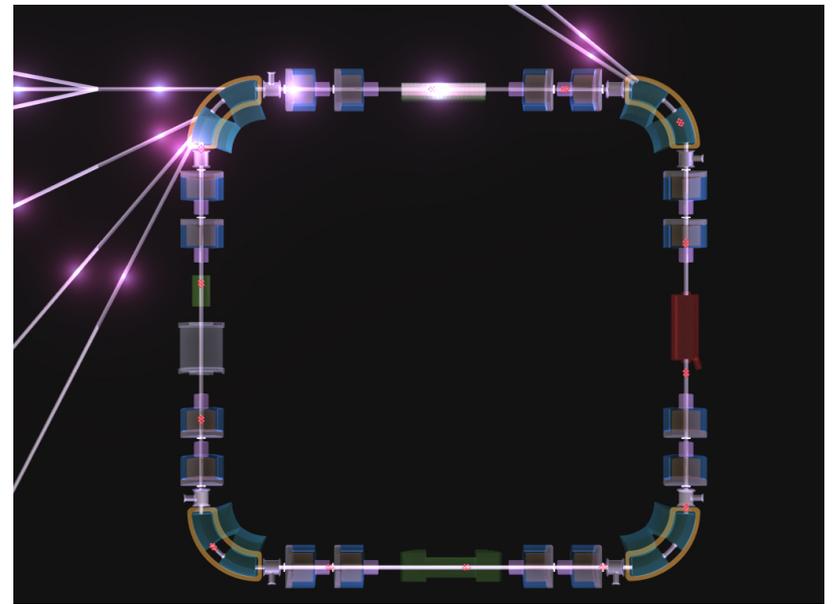
$v \ll c$  or  $\beta = v/c \ll 1$



Quando particelle cariche, che si muovono a velocità relativistiche ( $v \approx c$ ), in acceleratori circolari di particelle come sincrotroni e/o anelli di accumulazione, sono costrette a cambiare la direzione del loro moto sotto l'azione di campi magnetici, **la radiazione emessa prende il nome di Luce di Sincrotrone.**



$v \approx c$  or  $\beta = v/c \approx 1$

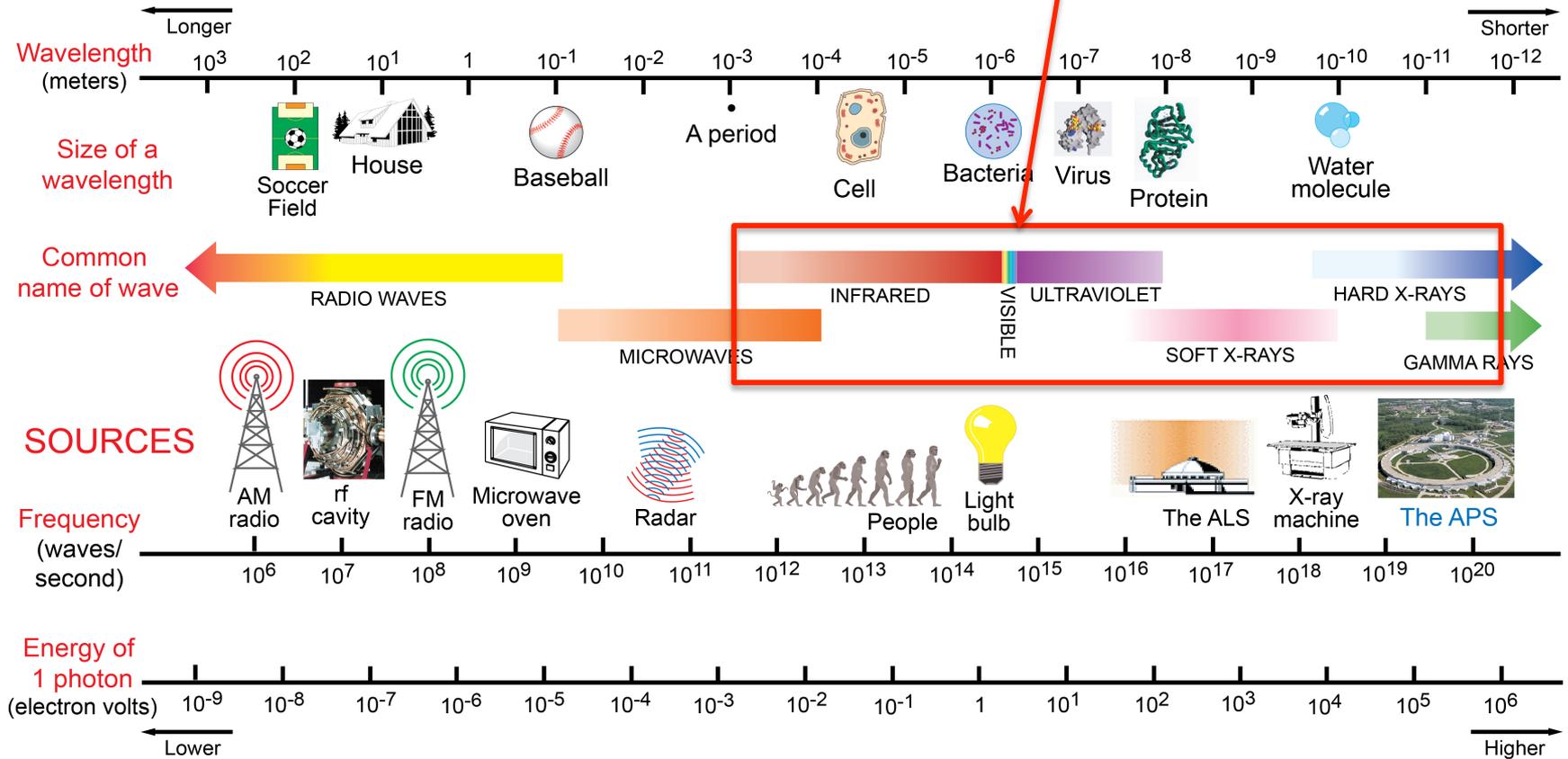


ASTRID (Aarhus - Denmark) <http://www.isa.au.dk/animations/pictures/pic-index.asp>

[http://www.isa.au.dk/animations/Finalmovie/astrid\\_total\\_v2.mov](http://www.isa.au.dk/animations/Finalmovie/astrid_total_v2.mov)

*Intervallo spettrale coperto dalla luce di sincrotrone raggi X inclusi.*

# THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



**Preparazione campioni presso l'Univ.  
degli Studi de L'Aquila**

**Misure con i raggi X dell'anello di  
accumulazione ADONE -  
Laboratori Nazionali di Frascati**

**Risultati???**

## Extended x-ray-absorption fine-structure and near-edge-structure studies on evaporated small clusters of Au

A. Balerna, E. Bernieri, P. Picozzi, A. Reale, and S. Santucci  
*Istituto di Fisica, Università de L'Aquila, L'Aquila, Italy*

E. Burattini  
*Consiglio Nazionale delle Ricerche and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare,  
Laboratori Nazionali di Frascati, 00044 Frascati, Italy*

S. Mobilio  
*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali Frascati, 00044 Frascati, Italy*  
(Received 31 May 1984)

The  $L_3$  Au edge of small evaporated gold clusters has been studied by x-ray-absorption spectroscopy at the Frascati synchrotron radiation facility. Sample discontinuity and particle size were controlled by optical transmission measurements and electron microscopy analysis. The extended x-ray-absorption fine-structure spectra showed evidence of nearest-neighbor-distance contraction, whose value reached 2.5% for the smallest clusters. The behavior of the nearest-neighbor-distance contraction versus cluster diameter agreed with a macroscopic liquid-drop model. Increases in the nearest-neighbor-distance fluctuations around the equilibrium positions were found due to the higher mobility of the surface atoms with respect to the bulk ones. The slight increase of static disorder together with the general features of the x-ray-absorption near-edge structure spectra allowed us to exclude structural changes from the fcc bulk metal structure to the icosahedral structure, even for clusters of 50 atoms.

## Dynamic properties and Debye temperatures of bulk Au and Au clusters studied using extended x-ray-absorption fine-structure spectroscopy

A. Balerna and S. Mobilio  
*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Frascati, C.P. 13, 00044 Frascati, Italy*  
(Received 25 November 1985)

The  $L_3$  edge of bulk Au has been studied using x-ray-absorption spectroscopy in the temperature range 16–300 K. An effective Debye temperature of 165 K is derived from the thermal behavior of the extended x-ray absorption fine-structure Debye-Waller factors. Their behavior is also calculated for finite systems by using a free-bounded-sphere density of states and a Debye approximation for the phonon spectra. An excellent agreement is found with experimental data previously reported on Au clusters with mean diameters ranging from 15 to 43 Å. This confirms that the dynamic properties of Au clusters are well described by a liquid-drop model in agreement with heat-capacity measurements.

# Evoluzione

# Luce di sincrotrone e raggi X



ADONE



EURATOM



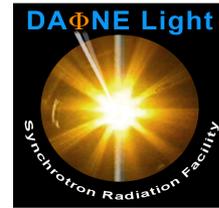
HASYLAB



DAΦNE

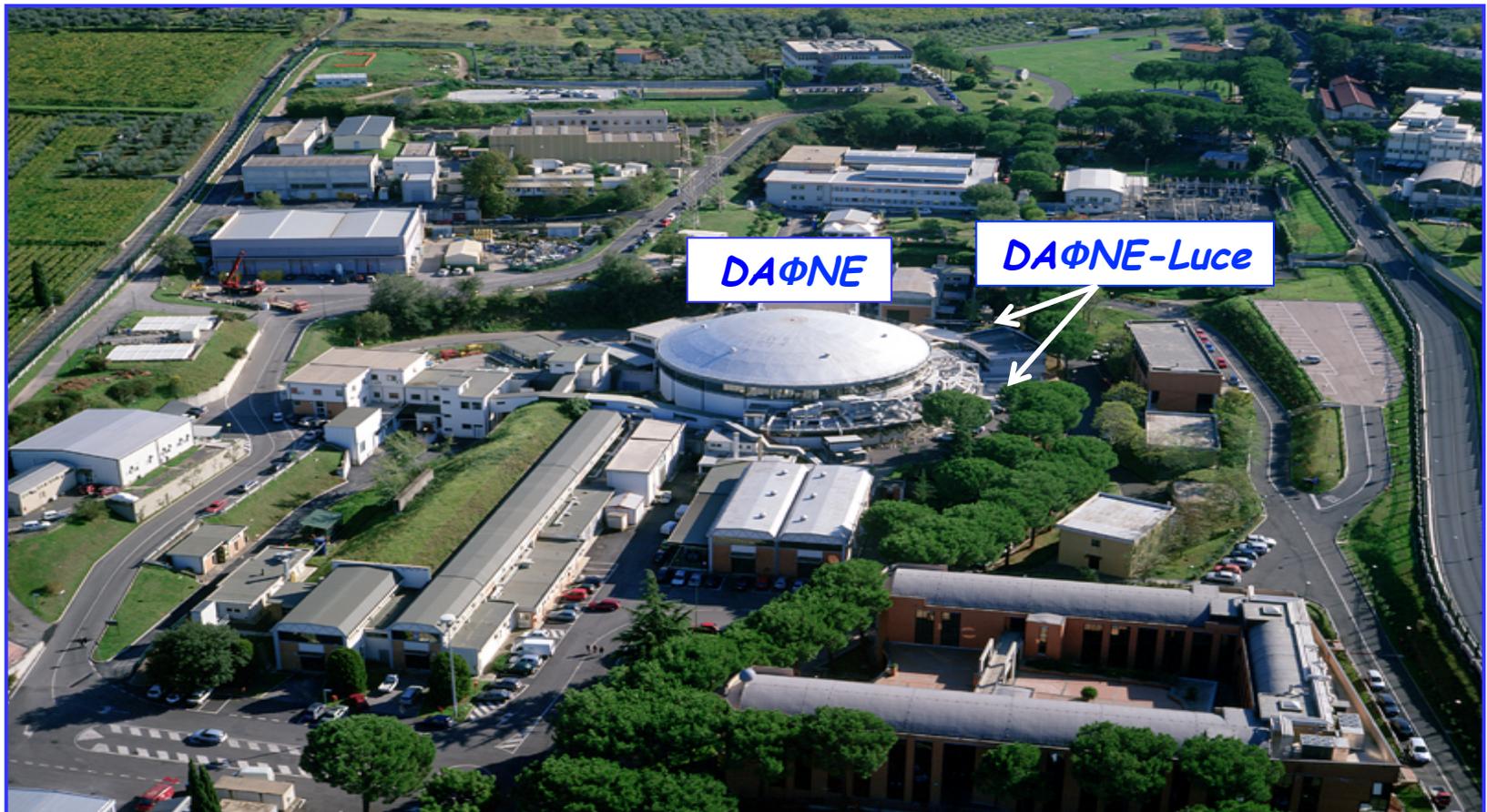


ESRF Grenoble

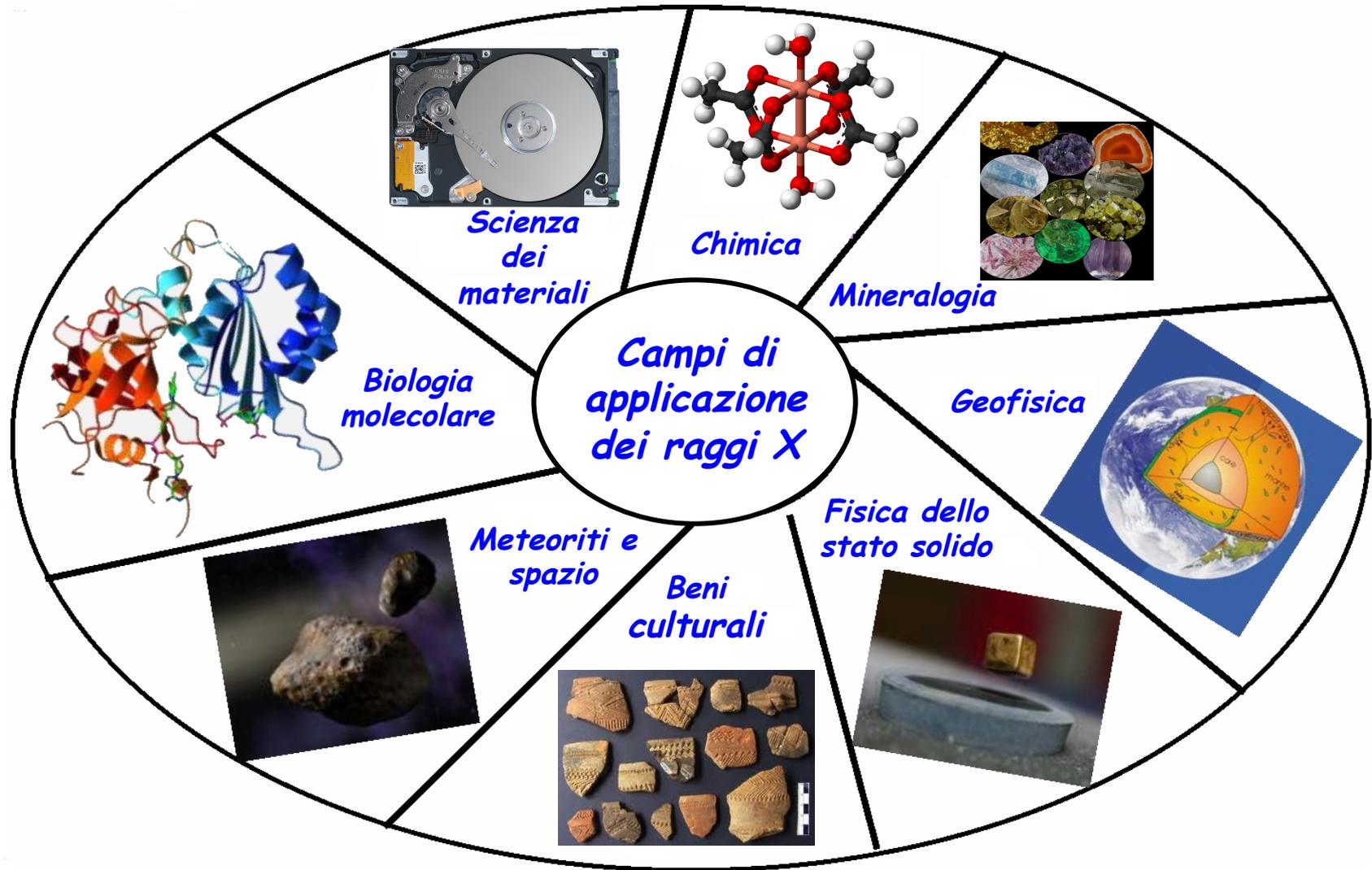


# *DAΦNE-Luce*

*INFN-LNF Facility di Luce di Sincrotrone*



# *Raggi X e applicazioni*



**Chiudiamo il cerchio:  
Archeologia e Fisica**

# *Papiri di Ercolano letti senza srotolarli grazie ai raggi X*

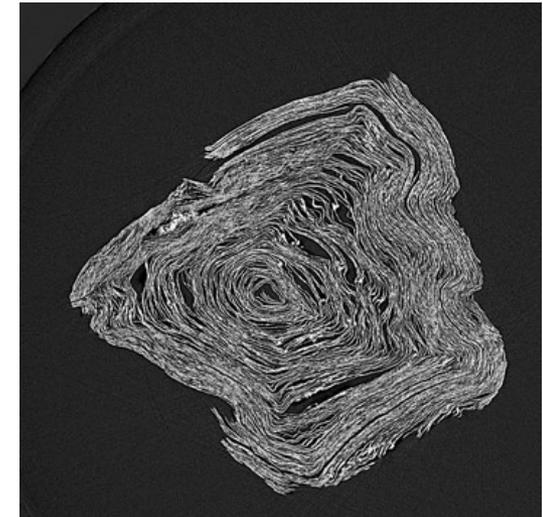


*Un particolare ingrandito del papiro decifrato. PHerc.Paris.4. La zona fotografata e' di 5cm. (Credit: E. Brun)*

I *papiri di Ercolano* 'sopravvissuti' alla *disastrosa eruzione del Vesuvio del 79 d.C.* sono circa *800 rotoli* recuperati durante la campagna di scavi voluta nel *1754 dal re Carlo di Borbone*, all'interno di una villa *sepolta sotto oltre 15 metri di cenere*, da allora chiamata "*Villa dei Papiri*".

La *carbonizzazione* ha reso i *rotoli fragili* e i tentativi di leggerli fatti finora, con l'apertura meccanica, li hanno inevitabilmente rovinati o distrutti.

A *rendere possibile la lettura senza aprire i rotoli* è una tecnica non invasiva, chiamata *tomografia a raggi X a contrasto di fase*, utilizzata presso la struttura Europea di la luce di sincrotrone, *ESRF (European Synchrotron Radiation Facility)*, di Grenoble.



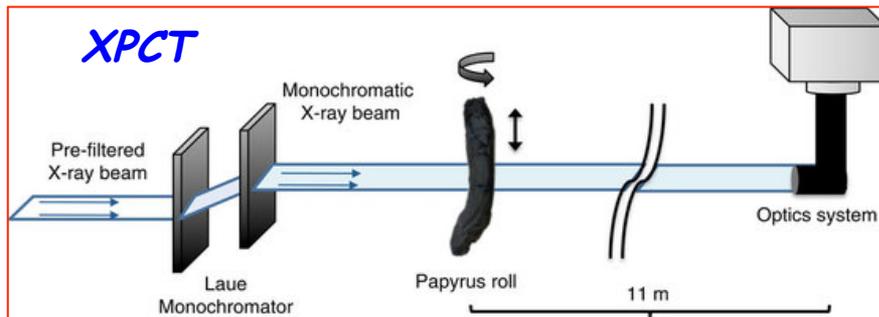
*Sezione del papiro.* La sequenza di lettere e' stata trovata in un frammento di uno strato interno. (Credit: CNRS-IRHT UPR 841 / ESRF / CNR-IMM Unité de Naples)

*V. Mocella et al., Nature Communications - DOI: 10.1038/ncomms6895- Gennaio 2015*

<https://www.youtube.com/watch?v=d3aWBgNYOCU>

# *Papiri di Ercolano letti senza srotolarli grazie ai raggi X*

La nuova tecnica, *XPCT (X-ray Phase Contrast Tomography)* è simile a una TAC medica e permette di *distinguere tra materiali che hanno limitato contrasto tra loro, come i papiri carbonizzati e l'inchiostro nero*. Applicata a due papiri arrotolati, ha *prodotto delle immagini tridimensionali, nella quali alcune lettere del testo spiccavano sulle fibre carbonizzate del papiro* grazie allo spessore (pochi micron) dell'inchiostro a base di nerofumo utilizzato dall'antico amanuense. Si tratta di due brevissime frasi (*24 lettere in tutto*) scritte in greco, la lingua in cui, anche nel mondo romano, venivano scritte le opere filosofiche.



Un prospetto *dell'alfabeto di lettere greche* scovate dagli studiosi nella *parte interna* di un papiro carbonizzato (*PHerc. Paris. 4*), dove le diverse spire erano più separate, viene *riportato sulle prime due righe*, mentre *sulla terza* viene riportata l'immagine IR delle *stesse lettere ottenute invece da un papiro che è stato srotolato (PHerc. 1471)* e usato come riferimento.

Grazie per la vostra attenzione

