Percorsi di Eccellenza

Lauree in Fisica e in Astrofisica - 2026

25/02/2026, ore 13 Aula Conversi
Sapienza - Dipartimento di Fisica

Informazioni generali

Docenti responsabili:

Prof.ssa Chiara Cammarota chiara.cammarota@uniroma1.it

Prof. Marco Felici marco.felici@uniroma1.it

Prof.ssa Paola Leaci paola.leaci@uniroma1.it

Prof. Riccardo Mazzarello riccardo.mazzarello@uniroma1.it

Prof. Lorenzo Monacelli lorenzo.monacelli@uniroma1.it

Prof. Giampaolo Pisano giampaolo.pisano@uniroma1.it

Prof. Alfredo Urbano alfredo.urbano@uniroma1.it

Pagina elearning dei percorsi di eccellenza:
https://elearning.uniroma1.it/course/view.php?id=6088

Attività

Ogni student* deve svolgere almeno 100 ore di attività all'anno (entro il 31 ottobre) = 4 CFU/anno
- 1 CFU = 8 ore di didattica frontale e 25 ore di impegno complessivo per lo/a studente/studentessa.

Il numero dei CFU complessivi sono calcolati per 8 mesi il primo anno (3 CFU), 12 il secondo (4 CFU):

- studenti della LT: 3+4 = **7 CFU** totali / 75+100 ore
- studenti della LM: 8 mesi residui: **3 CFU** totali / 75 ore

Tra le attività proposte ci sono:

- **mini-corsi di 1/2 CFU** organizzati da docenti del Dipartimento.
- **attività di approfondimento individuali** equivalenti ad un impegno di 25 ore (1 CFU)
- **seminari di classe della SSAS** (scuola superiore di studi avanzati di Sapienza). Sono equivalenti a 3 CFU di didattica se seguiti nella loro interezza, inclusi approfondimenti e lavori individuali.

Per gli studenti impegnati in un periodo di studio **all'estero**, è possibile svolgere le attività previste dal percorso di eccellenza presso l'Istituto che li ospita sotto la supervisione di docenti. E' richiesta una relazione scritta da parte dei docenti responsabili che esprima un giudizio sull'attività svolta.

Altre attività come la partecipazione a scuole estive o summer programs o anche la partecipazione a corsi di Dottorato sono rendicontabili come attività del percorso di eccellenza purché precedentemente autorizzate dai responsabili dei PdE e certificate da una relazione scritta con attestato di partecipazione.

Altri adempimenti

- Entro il 31 di ottobre di ogni anno, gli studenti e le studentesse dovranno completare tutte le attività relative al percorso di eccellenza e compilare una **relazione** da consegnare ai responsabili dei Percorsi di eccellenza.
  - Il modello di relazione è disponibile qui
  - La consegna è prevista tramite **google form**
- Gli studenti e le studentesse del II anno della triennale devono completare gli esami previsti per l'anno di corso entro il 31 ottobre, con media pesata superiore a 27/30
- Gli studenti e le studentesse del III anno della triennale e del II anno della magistrale devono completare gli esami previsti per l'anno di corso con media pesata superiore a 27/30 entro il 31 ottobre e laurearsi entro il 30 novembre.
  - Subito dopo la laurea, tutte le studentesse e gli studenti devono inviare ai docenti tutor tramite **google form** un certificato infostud in cui risulti voto e data di laurea.

Assegnazione tutor

I docenti tutor sono:

- **Laurea Triennale II Anno:** Prof. Riccardo Mazzarello e Prof. Lorenzo Monacelli
- **Laurea Triennale III Anno**: Prof. Giampaolo Pisano e Prof.ssa Paola Leaci
- **Laurea Magistrale**: Prof. Alfredo Urbano e Prof. Marco Felici

(i tutor non sono i docenti con cui si svolgono le attività di approfondimento)

Inserite le vostre preferenze per le attività, entro il **15 marzo 2026**, nel google form https://forms.gle/C6JEwgJaWhw684499

Attività di approfondimento

- Ciascun docente potrà assegnare a chi ne fa richiesta, un argomento affine al proprio corso su cui chiedere un **approfondimento**.
- **L'approfondimento** potrà consistere in :
  - Approfondimento di un argomento di programma
  - Esperienza di laboratorio
  - Simulazione / calcolo al computer
  - …..
- La/Il docente valuterà il compito didattico corrispondente a circa 25 ore ed equivalente ad 1 CFU (8 ore) di didattica frontale (fino a un massimo di 2 CFU con lo stesso docente)
- Le modalità di **verifica** dell'argomento trattato potranno essere sotto forma di relazione scritta, di presentazione, o altro. Sono comunque decise dal docente.
- Il/La docente comunicherà l'esito del lavoro fatto dallo/a studente/essa al tutor responsabile del percorso di eccellenza, esprimendo **un giudizio**, tramite compilazione del **google form** apposito (accessibile solo ai docenti Sapienza) oppure per i docenti esterni inviando ai tutor il modello disponibile **qui**

CORSI SSAS

La SSAS (https://web.uniroma1.it/sssas/ **Link attualmente inattivo a causa dell'attacco informatico**) propone dei seminari per ciascuna delle quattro classi:

- Scienze giuridiche, politiche, economiche e sociali
- Scienze della vita
- Scienze e tecnologie
- Studi umanistici

che possono essere seguiti indipendentemente dalla classe di appartenenza. I corsi disponibili sono visualizzabili qui.

Coloro che sono interessati ad uno o a più corsi dovranno inviare all'indirizzo didattica.ssas@uniroma1.it una mail con la richiesta di iscrizione che sarà, comunque, vincolata alla disponibilità dei posti. La richiesta dovrà essere inviata entro e non oltre le ore 10.00 di lunedì 2 marzo 2026.

Ciascun seminario è corrisponde a 3 CFU se seguito **comprese le attività di approfondimento individuale** da concordare con il docente (lavoro propedeutico, lavoro ex-post dello studente, studio e discussione di paper).

In caso di mancato svolgimento della componente di approfondimento individuale, il carico didattico andrà valutato caso per caso e potrà essere ridotto a 1 o 2 CFU.

Si noti che gli attestati di partecipazione ai corsi SSAS devono essere richiesti unicamente alla segreteria SSAS (sara.marroni@uniroma1.it) e non ai docenti dei corsi.

MINI CORSI Proposti

1. **Andrea Caputo** - Dinamica Galattica e Materia Oscura **LT e LM**
2. **Andrea Messina** - Probabilistic Inference and Forecasting in Science **LT e LM**
3. **Mauro Papinutto, Federico Mescia (LNF)** - Introduction to Axion Physics **LM**
4. **Ernesto Placidi** - Termodinamica delle superfici, dalla goccia alle nanostrutture, passando per i cristalli **- LT LM**
5. **Carlo Mancini Terracciano** - Differentiable programming **- LT LM**
6. **Marco Vignati** - Data Analysis in the Frequency Domain: FFT, filtraggio digitale dei segnali e teoria del rumore - **LT LM**
7. **Marco Drago** - Gravitational Wave Open Data Workshop **- LT LM**
8. **Lorenzo Monacelli** - Elettromagnetismo avanzato **LT**
9. **Luca Leuzzi** - Dall'entropia al machine learning **LT**
10. **Jose Lorenzana**-Metodi di variabile complessa in elettrostatica, magnetostatica e superfluidità bidimensionale**LTLM**
11. **Dominik Schleicher** - Computational Astrophysics - **LT e LM**
12. **G. Israel, A. Papitto, R. Amato, C.Malacaria**-Segnali dallo spazio profondo: lo studio delle Pulsar a raggi X, **LT LM**
13. **Katia Biazzo** e colleghi - Star and Planet Formation - **LT e LM**
14. **Antonello Calabro' , Paola Dimauro** - Morfologia delle galassie con applicazioni a dati Euclid e JWST - **LT**
15. **Roberta Tripodi -** La natura dei nuclei galattici attivi a varie epoche cosmiche - **LT LM**

MINICORSI proposti

16. **Roberta Piacentini-** Biofisica Sperimentale: Spettroscopia UV-Vis,Fluorescenza e Cinetica Molecolare **LTLM**
17. **E. Nichelli, M. Faccini -** Comunicare la Scienza: Tecniche di Public Speaking e Divulgazione - **LT LM**
18. **E. Dotto, E. M. Epifani, D. Perna S. Ieva** - Fisica del sistema solare: Superfici e piccoli corpi - **LT LM**
19. **S. Mastrogiovanni, P. Leaci, S. D'Antonio, E. Maggio, E. Majorana, L. Naticchioni, P. Puppo, S. Di Pace** - Gravitational waves: from instrumentation to observation - **LM**
20. **I. Ermolli, M. Murabito, T. Mihailescu** - Il Sole e le Relazioni Sole-Terra - **LT LM**
21. **A. Stamerra, A.Carosi** - Experimental Multimessenger and High-Energy Astrophysics - **LT LM**
22. **C. Bigongiari, S. Lombardi e M. Palatiello** - Osservazione dei raggi gamma al alta energia con telescopi Cherenkov - **LM**
23. **Andrea Giansanti:** Computational Biophysics (a biased view) **LT e LM**
24. **A. Polimeni, L. Baldassarre, M. De Luca. M. Felici, E. Placidi, R. Trotta:** Quantum Mechanics and Nanotechnology **- LT** e **LM**
25. **Antonella Cotugno e Fabrizio Lanciotti** - Information Literacy - **LT e LM**
26. **Visita ai Laboratori Nazionali di Frascati: LT e LM** (max 20 studenti)

INFN Laboratori Nazionali di Frascati

Proposta per minicorso di eccellenza rivolto a studentesse e studenti della Laurea Triennale e Magistrale (accesso limitato a 20 studenti) **1 CFU**

Durata: 12 ore - 2 giorni

Periodo: 16-17 luglio 2026 dalle 9:00 alle 13:30

Sede: Laboratori Nazionali di Frascati

Contenuti: In questo percorso didattico studentesse e studenti investigheranno i temi fondamentali legati agli acceleratori di particelle e alle tecnologie ad essi connesse. Dopo un'introduzione teorica sulla fisica delle particelle e degli acceleratori, seguirà un'attività sperimentale dedicata allo studio delle caratteristiche dell'elettrone tramite tubi a vuoto. La seconda parte prevede una lezione interattiva sui rivelatori di particelle e una visita guidata all'anello di accumulazione DAFNE e alla facility TEX. Saranno approfonditi il loro funzionamento, le strumentazioni impiegate e gli esperimenti attuali e futuri.

Dinamica galattica [e suo uso per la ricerca di materia oscura]



Andrea Caputo
Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma

a.caputo@uniroma1.it

Organizzazione:

Lezioni frontali alla lavagna: 5 ore

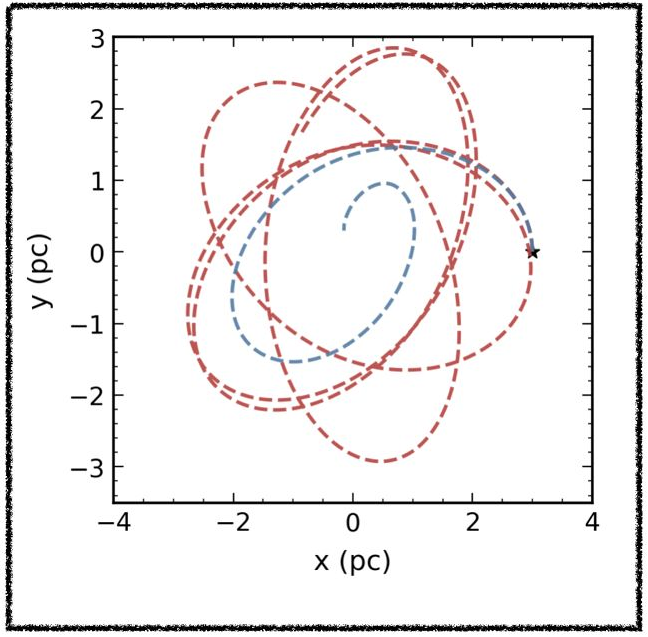
Argomenti trattati:

- Equazione di Boltzmann e funzioni di distribuzione di sistemi stellari;
- Orbite stellari, con o senza N-body modelling;
- Teoria cinetica per sistemi stellari;
- Dynamical friction, incontri ad alta velocità, mergers, tides.

$$\sigma_r^2 \equiv \overline{v_r^2} = \frac{1}{\nu}\int \mathrm{d}v_r\, v_r^2 \int \mathrm{d}^2\mathbf{v}_\mathrm{t}\, f[\tfrac{1}{2}(v_r^2+v_\theta^2+v_\phi^2)+\Phi, rv_\mathrm{t}],$$
$$= \frac{2\pi}{\nu}\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{d}v_r\, v_r^2 \int_0^{\infty}\mathrm{d}v_\mathrm{t}\, v_\mathrm{t} f[\tfrac{1}{2}(v_r^2+v_\mathrm{t}^2)+\Phi, rv_\mathrm{t}],$$
$$\sigma_\theta^2 \equiv \overline{v_\theta^2} = \frac{1}{\nu}\int \mathrm{d}v_\theta\, v_\theta^2 \int \mathrm{d}v_\phi \int \mathrm{d}v_r\, f[\tfrac{1}{2}(v_r^2+v_\theta^2+v_\phi^2)+\Phi, rv_\mathrm{t}],$$
$$= \frac{\pi}{\nu}\int_0^{\infty}\mathrm{d}v_\mathrm{t}\, v_\mathrm{t}^3 \int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{d}v_r\, f[\tfrac{1}{2}(v_r^2+v_\mathrm{t}^2)+\Phi, rv_\mathrm{t}],$$
$$\sigma_\phi^2 = \sigma_\theta^2.$$

Lezioni numeriche: 3 ore

- Evoluzione numerica di oggetti massivi in un background di materia oscura;
- N-body tree codes



Orientato a studenti del **secondo o terzo anno della triennale**, e studenti della **magistrale**.
Pre-requisiti: meccanica, meccanica classica, fisica computazionale [meccanica statistica un vantaggio, ma non necessario]

Periodo: Maggio-Giugno

Introduction to Axion Physics

The program offers a comprehensive introduction to the field of axion physics, covering a range of subjects from particle physics to astrophysics and cosmology, including the principles of axion detection. It caters to a diverse group of students with interests in both theoretical and experimental studies.

Part 1:
- Axion and Particle Physics.
- The strong CP problem and the QCD vacuum structure
- Peccei Quinn mechanism.
- Axion chiral potential (axion mass and coupling to photons)
- Benchmark axion models

Part 2:
- Axions in Astrophysics:

Part 3:
- Axions in Cosmology

Part 4:
- Axion detection

Federico Mescia (U. Barcelona & INFN-LNF):
Lectures every Thursday, Aula 8 Ed. Fermi, from 9:00-11:00

Introduction to Axion Physics

$$S_{QED} = \int_{V_4} d^4x \left(F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + F_{\mu\nu}\tilde{F}^{\mu\nu} \right)$$

vanishing in QED because trivial U(1) vacuum

$$S_{QCD} = \int_{V_4} d^4x \left(G_{\mu\nu}G^{\mu\nu} + G_{\mu\nu}\tilde{G}^{\mu\nu} \right)$$

present in QCD because non-trivial SU(3) vacuum

New sources of CP violation never observed: Strong CP problem

Axion is the best solution of explain the non-observation of this new CP sources

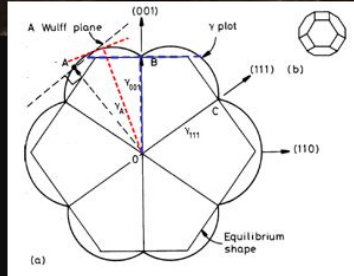
Axion a new spin-0 particle beyond the SM

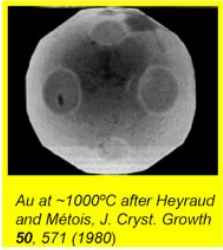
Federico Mescia (U. Barcelona & INFN-LNF):
Lectures every Thursday, Aula 8 Ed. Fermi, from 9:00-11:00

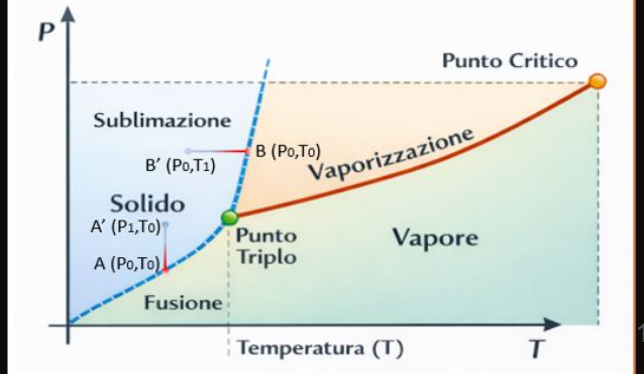
Termodinamica delle superfici, dalla goccia alle nanostrutture, passando per i cristalli

- Richiami ai potenziali termodinamici. Tensione di superficie.
- Cristallo all'equilibrio: Sovrassaturazione e surraffreddamento, Equazione di Gibbs-Thomson,
- Equazione di Laplace, g-plot e Teorema di Wulff, Cristallo su una superficie
- Formula di Herring, Approccio atomistico alla crescita dei cristalli, Modello di Jackson.









Dall'entropia al machine learning

Mini-corso in due moduli per il percorso di eccellenza L-30

1) L'entropia, un concetto ubiquo tra termodinamica, meccanica statistica, teoria dell'informazione, meccanica quantistica, sistemi dinamici caotici, sistemi vetrosi

2) Inferenza statistica e machine learning in fisica statistica: il problema di Ising inverso e oltre

Luca Leuzzi
Istituto di Nanotecnologia,
CNR-NANOTEC, Roma
luca.leuzzi@cnr.it
Stanza 313, edificio Marconi

Lezioni tra il 20/3 e il 29/5 (venerdì pomeriggio)



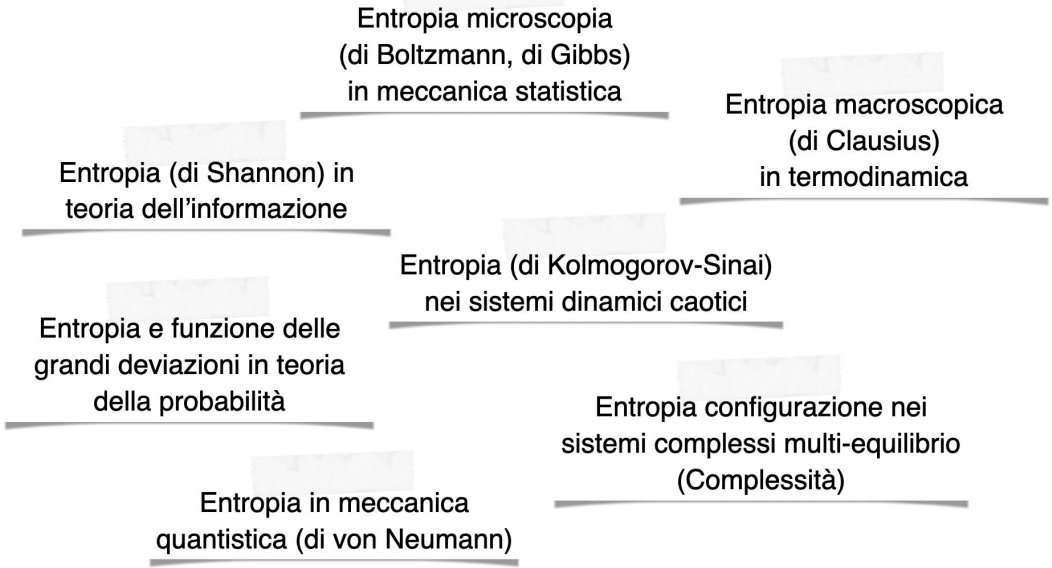
CNRNANOTEC
INSTITUTE OF NANOTECHNOLOGY

1) L’entropia, un concetto ubiquo tra termodinamica, meccanica statistica, teoria dell'informazione, meccanica quantistica, sistemi dinamici caotici, sistemi vetrosi

1CFU: 8 ore di frequenza e 1 elaborato scritto od orale.

Programma di massima - in ordine entropico

Entropie — https://elearning.uniroma1.it/course/view.php?id=18219



C. E. SHANNON, A Mathematical Theory of Communication, The Bell System Tech. J., 27, pp. 379–423, 623–656, 1948.

E. T. Jaynes, Information Theory and Statistical Mechanics, Phys. Rev. 106, 620, 1957.

L. Leuzzi, E. Marinari, G. Parisi, Probability Theory for Quantitative Scientists, Cambridge University Press 2023

G. Boffetta, A. Vulpiani, Probabilità in fisica, Springer-Verlag Italia 2012.

Breuer - Petruccione, *The theory of open quantum systems,* Clarendon Press, Oxford, 2002.

2) Inferenza statistica e machine learning in fisica statistica: il problema di Ising inverso e oltre

1CFU: 8 ore di frequenza e 1 elaborato scritto od orale o contributo su GitHub.

Programma di massima
Inferenza statistica e machine learning: il problema di Ising inverso
https://elearning.uniroma1.it/course/view.php?id=13503

- Definizioni fondamentali dell'inferenza bayesiana.
- Principio di massima entropia e derivazione probabilistica della distribuzione di equilibrio in meccanica statistica.
- Prototipo di modello fisico con soluzione di equilibrio e variabili interagenti: modello di Ising (problema diretto).
- Modello di Ising inverso, massima verosimiglianza, Boltzmann machine learning.
  Inferenza statistica mediante teoria di campo medio e della risposta lineare.
  Inferenza statistica mediante pseudo-verosimiglianza.
- Altri modelli di fisica statistica: Blume-Capel, Potts.
  Generazione numerica dei dati sintetici (simulazioni Monte Carlo).
  https://github.com/bsfn-0323/mf_inference

H. Chau Nguyen, R. Zecchina & J. Berg (2017) Inverse statistical problems: from the inverse Ising problem to data science, Adv. in Physics
Bayesian Reasoning and Machine Learning, David Barber, Cambridge University Press 2012
L. Leuzzi, E. Marinari, G. Parisi, Probability Theory for Quantitative Scientists, Cambridge University Press 2023
David J.C. McKay, Information theory, inference and learning algorithms, Cambridge University Press 2003.

Probabilistic Inference and Forecasting in Science



Andrea Messina (andrea.messina@uniroma1.it)

The course begins with a probability theory review. Real-world problems are probabilistically modeled and solved using **Bayesian networks** to infer quantities of interest from data, connecting to measuring physical quantities and quantifying **uncertainty**. A similar approach ranks the strength of **cause-effect relationships** between hypotheses and observations based on experimental results.

- 10-12 hour course
- lecture attendance (1 CFU)
- individual project (1 CFU)

Class code: r54wqdrx [link]

Elettromagnetismo Avanzato

Lezioni di approfondimento su temi avanzati del corso di elettromagnetismo.

6 Lezioni da 2 ore ciascuna,
approfondimenti di elettromagnetismo.



Corso modulare da 1 o 2 CFU

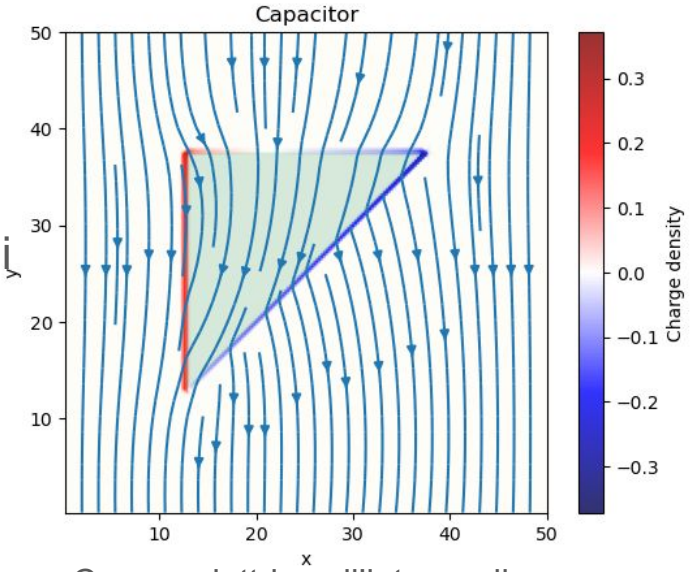
- Frequenza alle lezioni (1 CFU)
- Approfondimento facoltativo su uno degli argomenti (1 CFU)

Prof. Lorenzo Monacelli lorenzo.monacelli@uniroma1.it

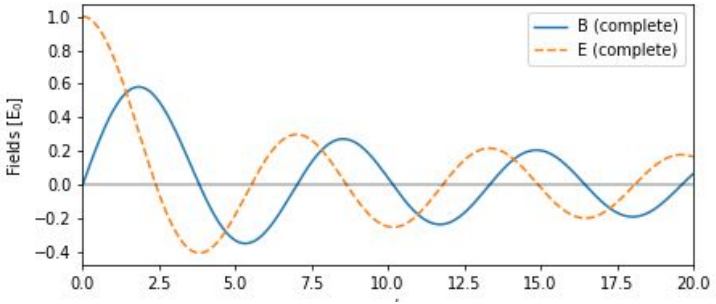
Prof. Lorenzo Monacelli lorenzo.monacelli@uniroma1.it

Elettromagnetismo avanzato

- Risoluzione analitica e numerica dell'equazione di Poisson: come conduttori e dielettrici alterano il campo elettrico
- Risolvere l'elettrodinamica: la cavità risonante di Feynman
- Soluzione numerica elettrodinamica relativistica



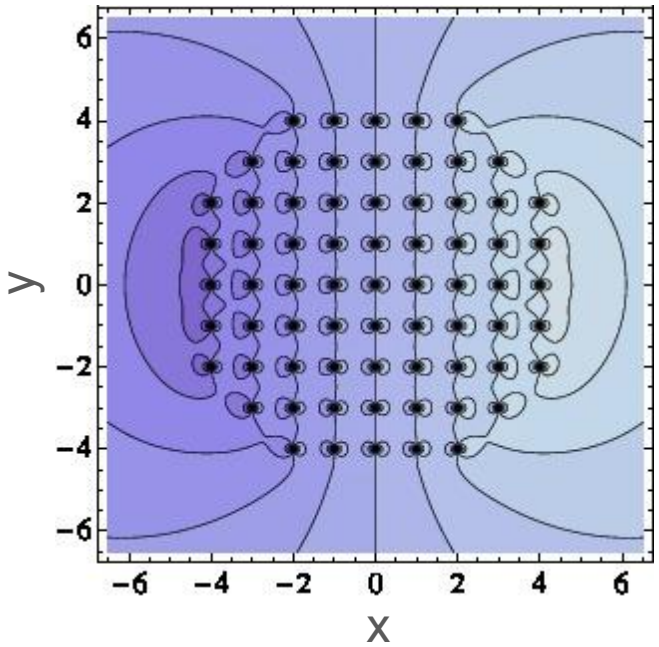
Campo elettrico all'interno di un condensatore contenente un dielettrico di forma triangolare.



Campi elettrici e magnetici in mutua induzione all'interno di una cavità risonante

Metodi di variabile complessa in elettrostatica, magnetostatica e superfluidità bidimensionale

Docente: José Lorenzana 1 CFU



Svariati problemi in fisica richiedono la soluzione della equazione di Laplace con condizione di contorno appropriate. Per problemi tridimensionali questo richiede un notevole sforzo numerico (vedi corso Monacelli). In due dimensioni è possibile risolvere molti problemi semplicemente graficando funzioni di variabile complessa. Spiegheremo il metodo e discuteremo diverse applicazioni.
La figura mostra le line equipotenziali per una circolo formato da dipoli eletrici bidimensionali.

Differentiable Programming

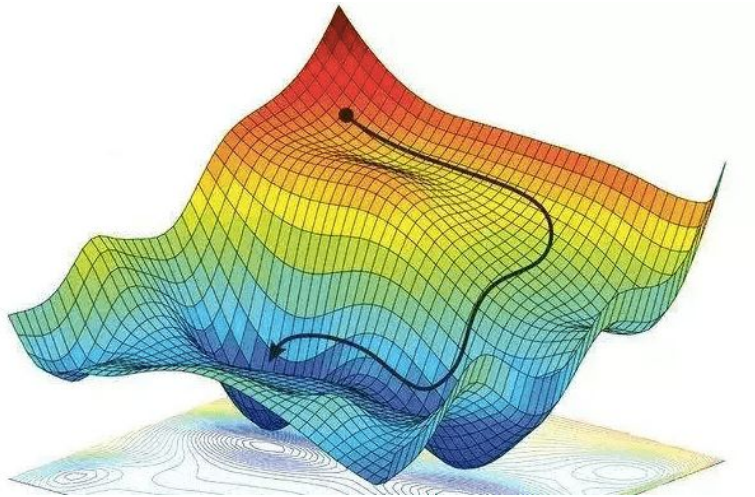
Academic year 2025-2026

Carlo Mancini Terracciano, Lorenzo Arsini, Francesca Nicolanti

The new paradigm for **programs** - **simulations** - **experiments** optimisation

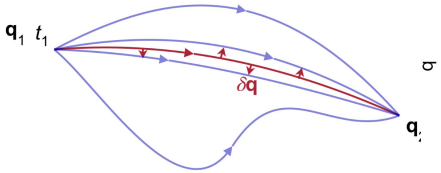
Summary:

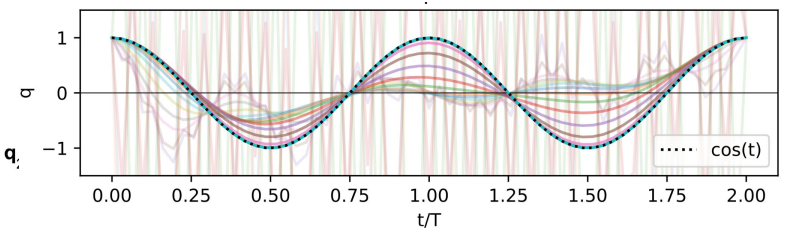
- **8h course** (1 CFU) both theoretical and hands on sessions
- **Final project** - solving an optimization problem in a physical system
- For both **Bachelor** and **Master** students



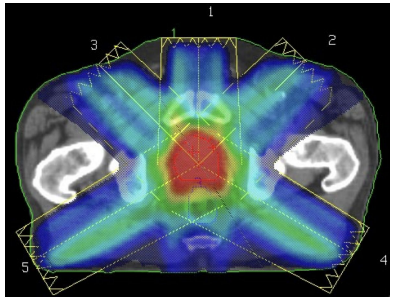
carlo.mancini-terracciano@uniroma1.it - lorenzo.arsini@uniroma1.it - francesca.nicolanti@uniroma1.it

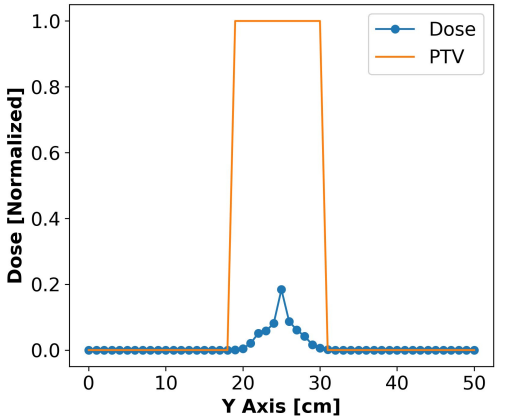
Program:





- DP basics: How do we compute derivatives of a code?
  - **Automatic differentiation**, forward and reverse mode
    a.k.a. backpropagation
- DP frameworks
  - **pytorch**, **jax**, autodiff, Enzyme
- DP vs Neural Networks
  - NN as differentiable **surrogate models** for experiments optimisation
- Practical tips
  - how do we differentiate a **boundary**?
- Many examples
  - Medical physics, Lagrangian systems, HEP, etc…





carlo.mancini-terracciano@uniroma1.it - lorenzo.arsini@uniroma1.it - francesca.nicolanti@uniroma1.it

Corso: Dominio delle frequenze e analisi dati

Obiettivo: fornire le basi dell'analisi dei segnali e del rumore nel dominio di Fourier.

Applicazioni: ricerche di Materia Oscura, Onde Gravitazionali, Cosmologia, Risonanza Magnetica, Radar, etc…

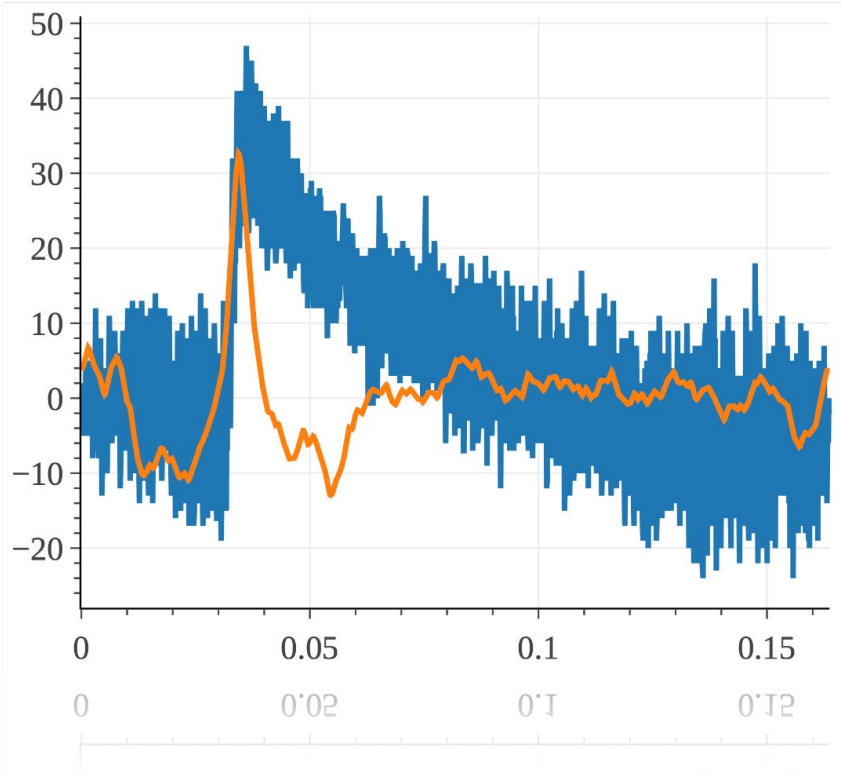
Svolgimento:
8 ore frontali + 8 ore di esercitazioni al pc.

Platea: dal terzo anno in poi.

Docente: Marco Vignati.

Prerequisiti:

- Analisi matematica, meccanica statistica.
- Programmazione a livello base in Python, ROOT, R o simili.



mail docente: marco.vignati@uniroma1.it

Corso: Dominio delle frequenze e analisi dati

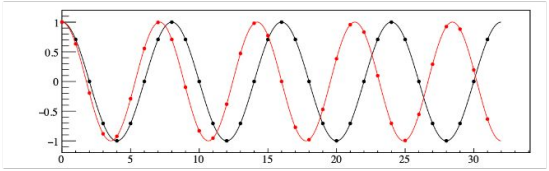
Programma

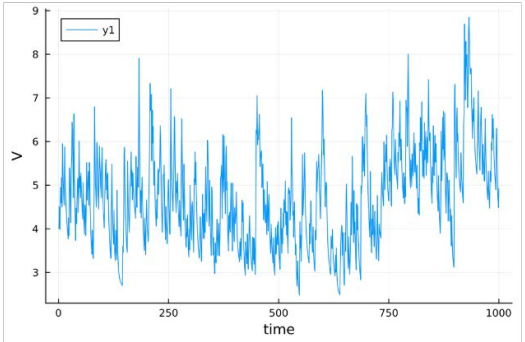
Trasformate. Serie e trasformata di Fourier, trasformata di Laplace.

Campionamento. aliasing, teorema di Nyquist, trasformata di Fourier discreta

Rumore. Teoria generale. Rumore bianco shot e Johnson, Generazione-ricombinazione, Rosa, rumore di quantizzazione, stima del rumore.

Filtraggio digitale. trasformata Z. Filtri FIR e IIR (Finite and infinite impulse response). Filtro adattato o ottimo.





$$\begin{aligned} y_0 &= 0 + \frac{\Delta t}{2\tau} \\ y_1 &= e^{-\Delta t/\tau}\frac{\Delta t}{2\tau} + \frac{\Delta t}{2\tau} \simeq \frac{\Delta t}{\tau} \\ y_2 &= \frac{\Delta t}{\tau}e^{-\Delta t/\tau} \\ y_n &= \frac{\Delta t}{\tau}e^{-n\Delta t/\tau} \end{aligned}$$

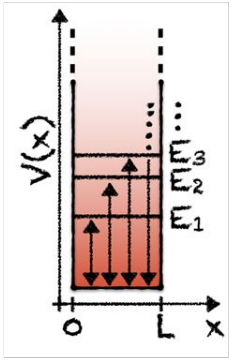
$$H_k = \frac{1}{\sum_l \frac{|S_l|^2}{N_l}}\frac{S_k^*}{N_k}$$

Leonetta Baldassarre, Marta De Luca, Marco Felici, Ernesto Placidi, Antonio Polimeni, Rinaldo Trotta

Quantum mechanics applied to semiconductor nanostructures

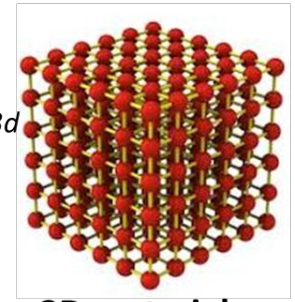
introductory basic principles of solid state physics

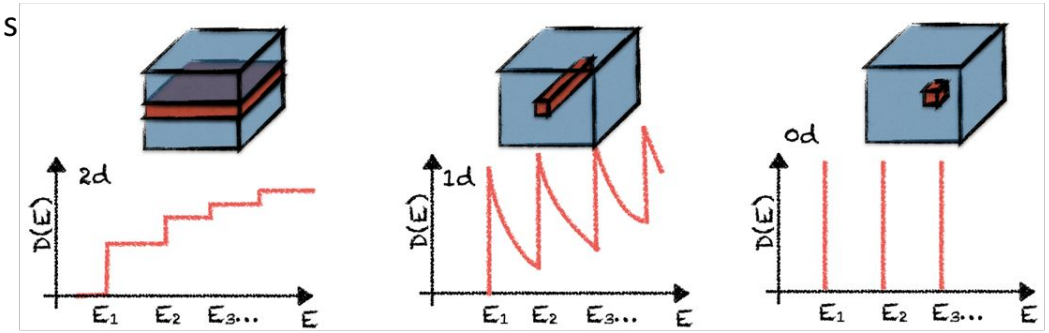
$$\left[-\left(\frac{\hbar^2}{2m^*}\right)\frac{\partial^2}{\partial \boldsymbol{R}^2}+U(\boldsymbol{R})\right]C(\boldsymbol{R})\approx[E-E_c(\boldsymbol{0})]C(\boldsymbol{R})$$

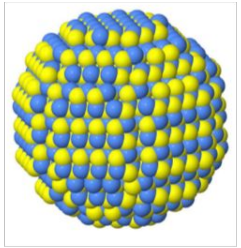


Toward low dimensionality: from 3D to 0D

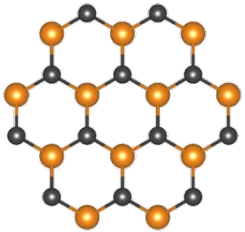
fabrication methods



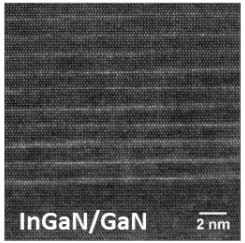




2D materials



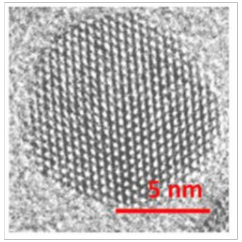
Quantum wells



wires



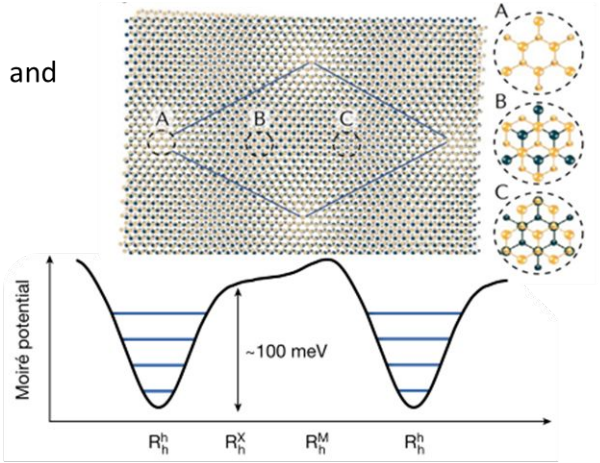
dots

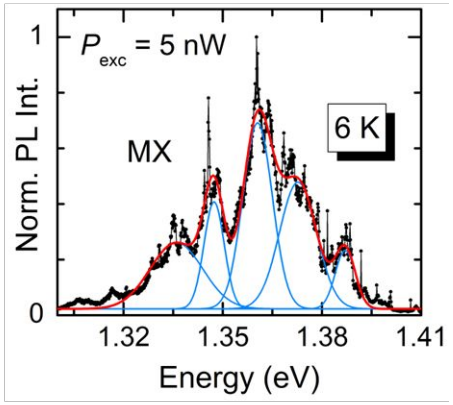




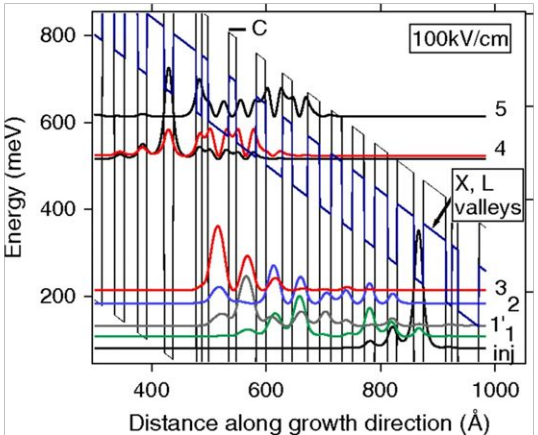
Chemistry Nobel Prize 2023

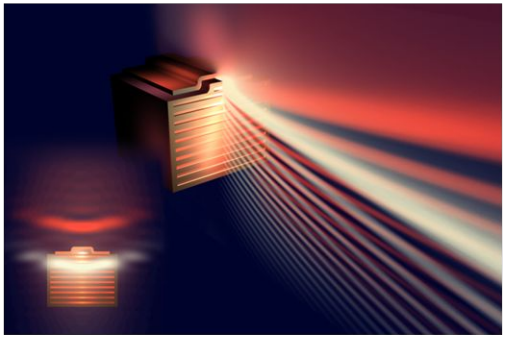
Spectroscopic studies
methodologies, examples and laboratory sessions





and devices
the quantum cascade laser:
operational principles and applications





- **2 CFU** (2 hrs. x 4 lectures + 1-day visit to a laboratory of choice);
- All students are welcome (but **3rd year-LT** and **LM** students may benefit the most);

Proposta minicorso per gli/le student* del percorso di eccellenza di Fisica (laurea triennale e magistrale) – a.a 2025/2026

Biofisica Sperimentale: Spettroscopia UV-Vis, Fluorescenza e Cinetica Molecolare

Roberta Piacentini
Dipartimento di Scienze Biochimiche – CU027 Lab 206
roberta.piacentini@uniroma1.it

Mini-corso di 8 ore (1 CFU) suddivise in 4 incontri

- 4h lezioni frontali
- 4h esperienza in laboratorio

Corso diretto a student* del 3 anno LT e student* della LM

Obiettivo: Il corso introduce i principi e le applicazioni sperimentali della spettroscopia UV-Vis e fluorescenza per lo studio di biomolecole, con particolare riferimento alle proteine. Gli/Le student* svolgeranno attività pratiche di spettroscopia per la caratterizzazione e lo studio di interazioni molecolari. La parte di cinetica molecolare prevede l'utilizzo di tecniche quali biolayer interferometry e stopped-flow spectroscopy per l'analisi di processi di legame. Il corso prevede di fornire competenze pratiche nell'acquisizione, analisi e interpretazione quantitativa di dati spettroscopici e cinetici.

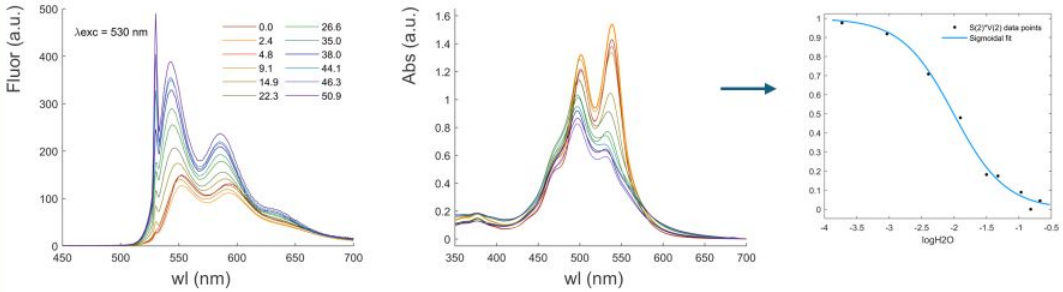
Periodo: aprile-settembre

Prova finale: presentazione orale risultati / approfondimento

Proposta minicorso per gli/le student* del percorso di eccellenza di Fisica (laurea triennale e magistrale) – a.a 2025/2026

Biofisica Sperimentale: Spettroscopia UV-Vis, Fluorescenza e Cinetica Molecolare

Roberta Piacentini
Dipartimento di Scienze Biochimiche – CU027 Lab 206
roberta.piacentini@uniroma1.it

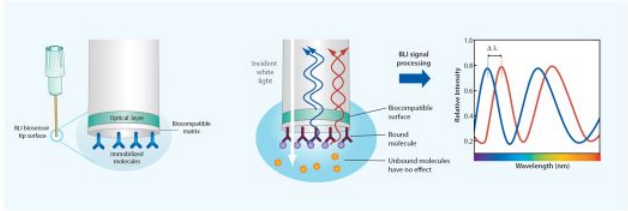


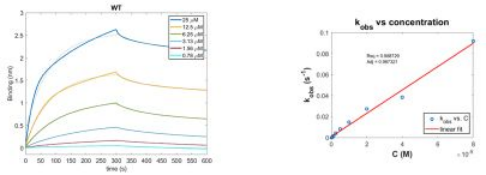
Polimerizzazione molecola perylene-based in acido trifluoroscetico indotta da aggiunte di acqua

La **spettroscopia UV-Vis e la fluorescenza** sono strumenti fondamentali della biofisica sperimentale perché permettono di collegare segnali ottici misurabili a proprietà molecolari.

L'assorbimento UV-Vis fornisce informazioni quantitative su concentrazione e presenza di specifici cromofori, mentre la fluorescenza, grazie alla sua elevata sensibilità, consente di studiare interazioni molecolari, cambiamenti conformazionali e microambienti locali anche a basse concentrazioni.

Lo **studio della cinetica molecolare** è essenziale per comprendere non solo la struttura, ma anche la dinamica dei sistemi biologici. Attraverso la determinazione di costanti di velocità e meccanismi di reazione, è possibile descrivere processi come legame ligando-proteina e attività enzimatica, ottenendo una visione meccanicistica dei fenomeni biochimici nel tempo.





Rappresentazione della tecnica di biolayer interferometry per la quantificazione del binding molecolare e esempio di dataset di interazione proteina ferritina HFt-WT con recettore CD71

MODELLING BIOLOGICAL SYSTEMS

(From the molecular scale to Systems biology)

Andrea Giansanti
Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma

andrea.giansanti@federazione.uniroma1.it

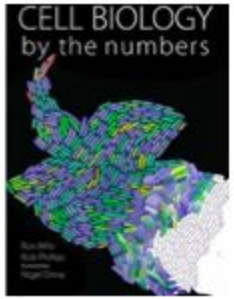
Proposta di minicorsi (temi di approfondimento)
per il percorso di eccellenza laurea triennale e magistrale in Fisica 2025-26

DIPARTIMENT DIPARTIMENTO DI FISICA

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

List of themes

- The epistemological shift at the beginning of XXI century (bottom up vs top down: no more theory BIG DATA!)
- Codon bias a computable regulation code of cell biology
- Towards a global history of computational (protein) biophysics?
- Challenges and hints from AI, the **AlphaFold** case
- **Cell biology by the numbers** (Ron Milo, Rob Phillips, http://book.bionumbers.org/ Forcing equilibrium statistical physics at the nanoscale (Feynman)
- **Systems Biology** and **Systems Thinking** (Howard T.Odum): facing cellular non equilibrium situations with integrative models (e.g. **plasma cells, myeloma, cancer metabolism as a predator prey model**))
- ....



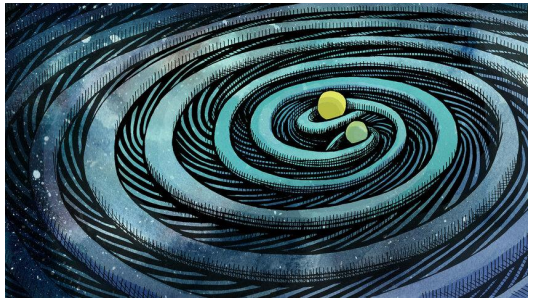
- **A set of 5 lectures (may 2026)**

  - biophysics /biological physics
  - from the Schroedinger equation to molecular dynamics
  - cell energetica and stochastic theory of non equilibrium states.
  - Systems Thinking a thermodynamic setting for open systems
  - Towards a quantum biology?

Gravitational Wave Open Data Workshop



- **Contatti:** M. Drago, S. Mastrogiovanni, F. Pannarale, L. Piccari
- **Scopo:** Gli studenti e le studentesse parteciperanno al Gravitational Wave open data workshop, dove impareranno tecniche base di analisi dati per onde gravitazionali.
- **Programma** (**2 CFU**)**:** Dal 20 Aprile ai primi di Maggio 2026
    - 4 ore di lezioni online offerte da relatori LIGO e Virgo.
    - 12 ore di pratica in python a laboratorio di calcolo
    - ~8 ore di studio individuale.



- **Prova finale:** Alla fine del workshop saranno forniti dei dati simulati con segnali di onde gravitazionali. Gli studenti e le studentesse dovranno identificare i segnali presenti e fare una presentazione ai docenti sui risultati e le tecniche utilizzate.
- Programma complementare al corso a slide successiva.

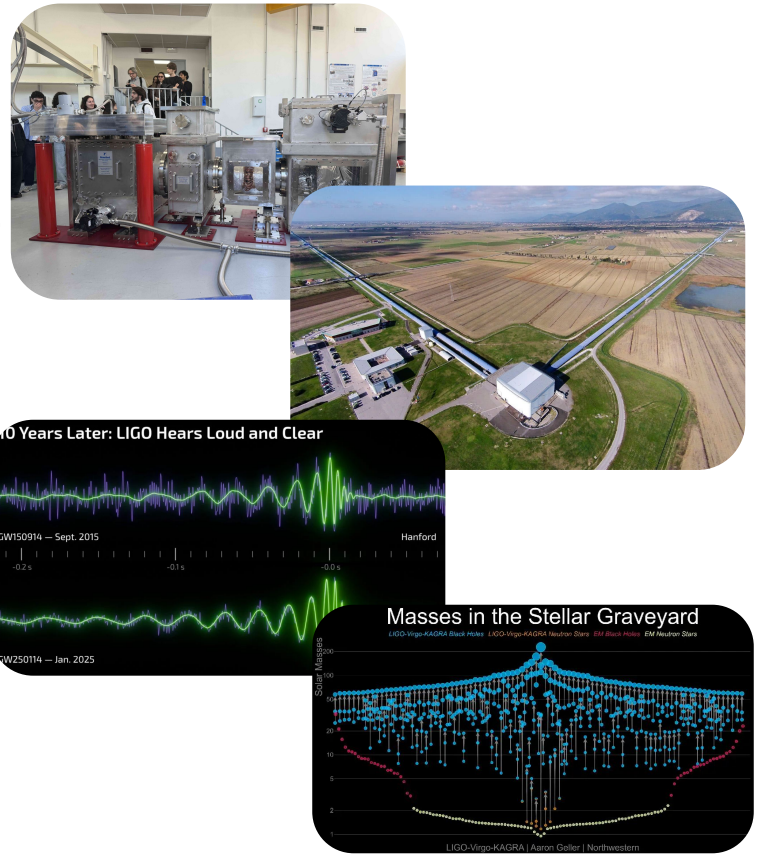
Gravitational waves: from instrumentation to observation

S. Mastrogiovanni, P. Leaci, S. D'Antonio, E. Maggio, E. Majorana, L. Naticchioni, P. Puppo, S. Di Pace

The course consists into 16 hours (2CFU) of lectures on topics related to gravitational wave (GW) detections and observations.

- Instrumentation (8 hours): Principia of GW detection, basics of interferometric detectors, noise sources and their characteristics.
- Observation (8 hours): Basics of signal processing and Bayesian statistic, searches for persistent GW signals, tests of general and cosmology with compact binary coalescences.
- Visit to the ARC GW labs (1-2 hours): Guided visit to the Sapienza ARC GW lab

Final test: The student is expected to make a 20-mins presentation on one of the topics discussed during the course.



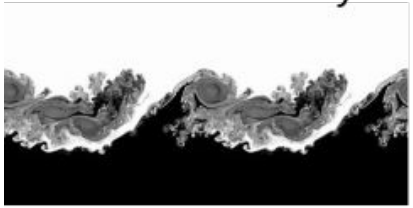
Computational Astrophysics

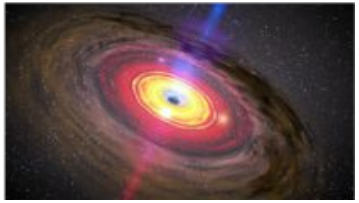


Prof. Dominik Schleicher
Marconi building, room 220
dominik.schleicher@uniroma1.it

Organization: 16 hours of classes (April – June)

An introduction to the field of computational astrophysics, including numerical methods to solve ordinary and partial differential equations, such as the Poisson equation for gravity, many body problems (N-body) and fluid dynamics. The course will lalso provide an introduction to the topic of supercomputing and the use of GPUs on systems such as the Leonardo Booster at CINECA.





Studenti: Triennale e Magistrale

Class contents

- Ordinary differential equations
- Physical and numerical stability, error control, stiff methods
- Direct N-body simulations
- Smooth Particle Hydrodynamics
- Gravity solvers
- Supercomputing:
  parallelization and GPUs
- Example:
  Nbody6++GPU for direct N-body simulations

.

Including two special lectures by
Dr. Francesco Flammini Dotti
(New York University of Abu Dhabi)



Corso di Information Literacy.
Acquisire le competenze per orientarsi nell’universo della ricerca bibliografica.

Dipartimento di Fisica. Biblioteca.

Antonella Cotugno e Fabrizio Lanciotti

Information Literacy. Cos'è e a cosa serve.

Finalità: Il corso si propone di fornire le competenze necessarie per imparare a localizzare, valutare e utilizzare le fonti informative al fine di migliorare la conoscenza delle stesse.

Per *Information Literacy* si intende una serie di abilità e di competenze utili a svolgere quei compiti che presuppongono l'uso dell'informazione, come: accedere, interpretare, analizzare, gestire, creare, comunicare, archiviare e condividere i contenuti informativi. Si riferisce, quindi, all'applicazione delle competenze, alle qualità e alla consapevolezza necessarie a fare il miglior uso dell'informazione e a interpretarla con criterio. Include l'esercizio del pensiero critico e fa riferimento all'informazione in tutte le sue forme: non solo cartacee, ma anche digitali.
L'Information Literacy aiuta a comprendere i temi etici e legali connessi all'uso dell'informazione: la privacy, la protezione dei dati, l'open access, l'open data, la proprietà intellettuale.
Perché fare un corso di Information Literacy in biblioteca? L'intera attività di mediazione documentale della biblioteca può essere considerata come uno strumento di educazione all'informazione. La biblioteca è un ambiente adatto allo sviluppo delle competenze informative. Il bibliotecario ha, per formazione, competenze documentali fondamentali per aiutare l'utenza nell'affrontare tutti quei problemi legati al reperimento di una corretta informazione.
.

Attività formativa teorico-pratica, in presenza, per la presentazione e l'utilizzo dei servizi e delle risorse della Biblioteca di Fisica.
(1 CFU - 8 ore di lezioni frontali suddivise in 4 moduli da 2 ore)

Modulo 1
I cataloghi elettronici
-Alcune definizioni : tipologie di documenti, cataloghi elettronici (nazionali e internazionali: OPAC Sapienza, SBN, ACNP, Karlsruhe, Worldcat, Library of Congress, Bibliothèque National de France, British Library).
-Come leggere una scheda catalografica (catalogazione descrittiva e semantica) e localizzare un documento.

Modulo 2
L'universo informativo : dalle enciclopedie all'open archive
Cenni storici,Wikipedia,Arxiv,Open Access, catalogo IRIS, copyright e copyleft.

Modulo 3
Bibliometria e bibliografia
Indici di citazione, banche dati (Scopus e WoS), redazione di bibliografie (Zotero) e verifica della correttezza delle fonti

Modulo 4
Esercitazioni e verifica delle competenze acquisite.

Percorsi di Eccellenza

offerta formativa

INAF Osservatorio Astronomico di Roma

Lauree in Fisica e Astrofisica - 2026

INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

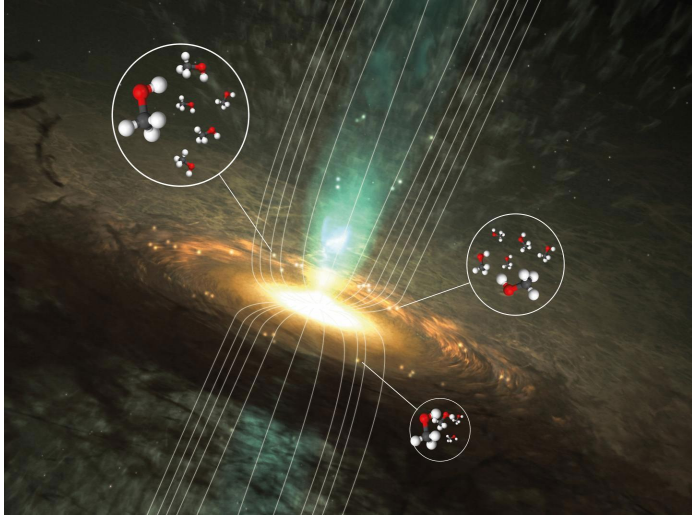


OAR

Astrochimica

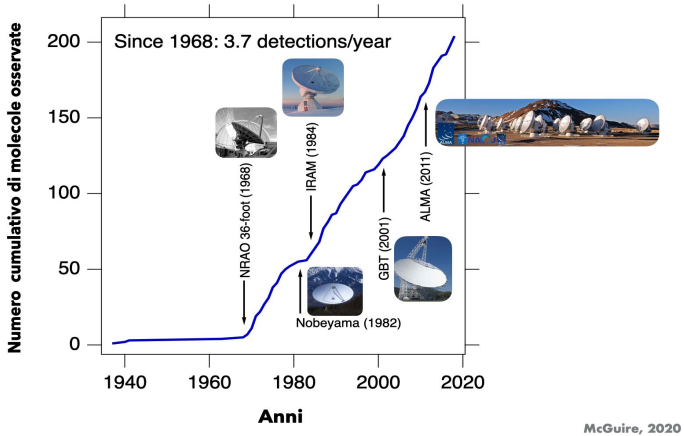
Prof. Stefano Bovino

Anno accademico 2024/2025



- Mini-corso di 8 ore (1 CFU)
- Orientato a studenti del 3 anno LT e studenti della LM
- **Obiettivo**: Introdurre i concetti fondamentali di questa disciplina all'interfaccia tra astronomia e chimica

Come rispondere a domande fondamentali nell'astrofisica: dalla formazione stellare all'origine della vita



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Percorsi di Eccellenza

Turbolenza ed intermittenza nei plasmi spaziali: simulazioni numeriche ed osservazioni in-situ

Oreste Pezzi (ISTP/CNR) oreste.pezzi@istp.cnr.it

Simone Benella (IAPS/INAF) simone.benella@inaf.it

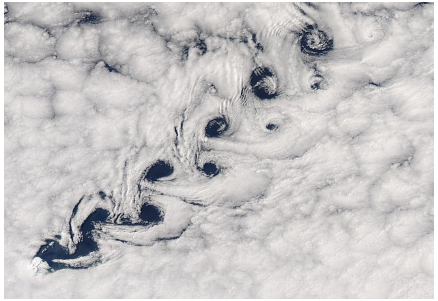
Turbulence is a frequent condition of fluids and plasmas, observed over an embarrassing broad range of scales. It controls important phenomena such as transport, mixing, diffusion and energization, clustering …



Coffee and cream (<m)



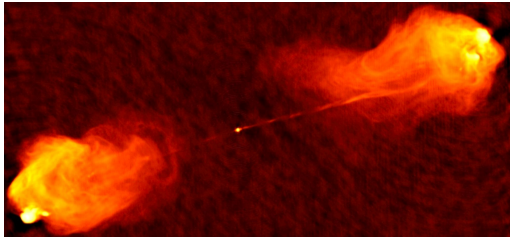
Wakes (m-km)



Von Karman vortex (planetary)



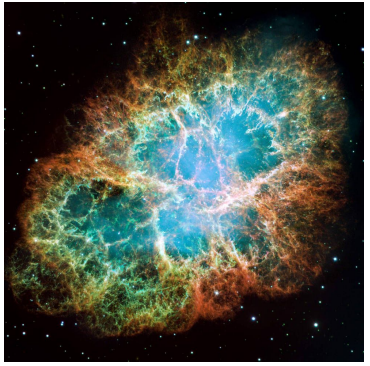
Jupiter (planetary)



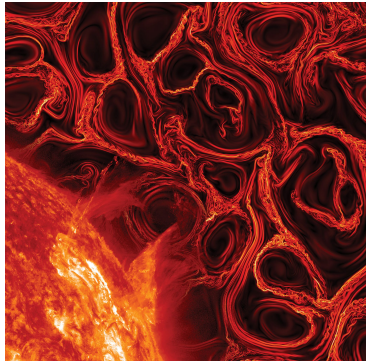
Radio lobes (Mpc)



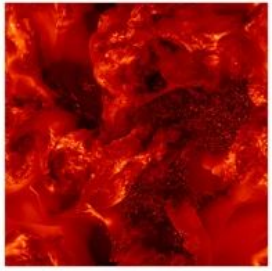
The interstellar medium (100-1000 pc)



Supernova Remnants (pc)



The Sun and the solar wind (100 AU)

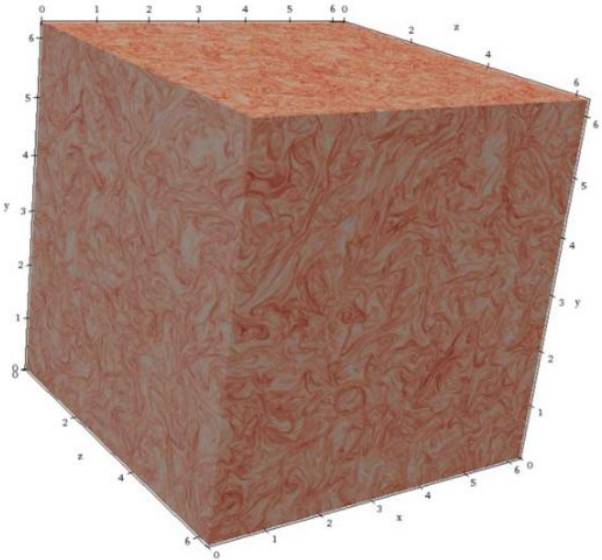


Black holes (10-100 kpc)

Organization

1. **Introduction to plasma turbulence** (8 hours, 4 lectures):
   a. Fully-developed turbulence in fluids and plasmas: self-similarity and typical scales of dynamical equations;
   b. Richardson's cascade and Kolmogorov/Kraichnan turbulence phenomenologies;
   c. Scale-dependent statistics: inhomogeneous dissipation and intermittency;
   d. Third-order moment exact relations: energy transfer rate.

2. **Techniques of analysis of in-situ observations and numerical simulations** (8 hours, 4 lectures):
   a. Stationarity, homogeneity, ergodicity and the Taylor hypothesis;
   b. Autocorrelation function and power spectral density;
   c. PDFs, structure functions, skewness, and kurtosis;
   d. Estimation of the energy transfer rate.



3. **Final project** (10-15 hours): Presentation and discussion of the results obtained from the direct analysis of in-situ observations or numerical simulations.

Period: May - June 2024

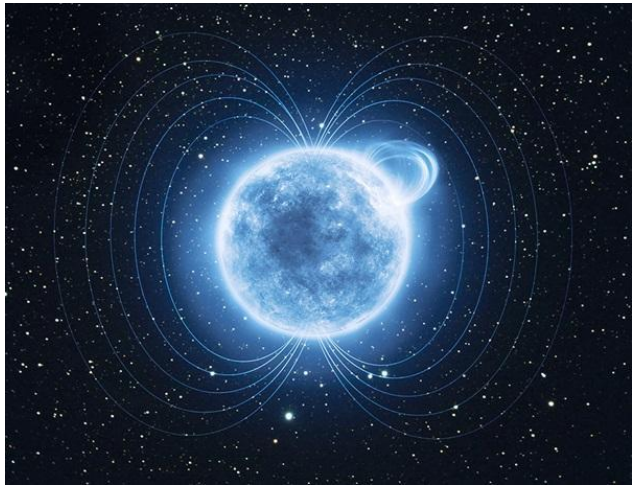
SEGNALI DALLO SPAZIO PROFONDO: LO STUDIO DELLE PULSAR A RAGGI X

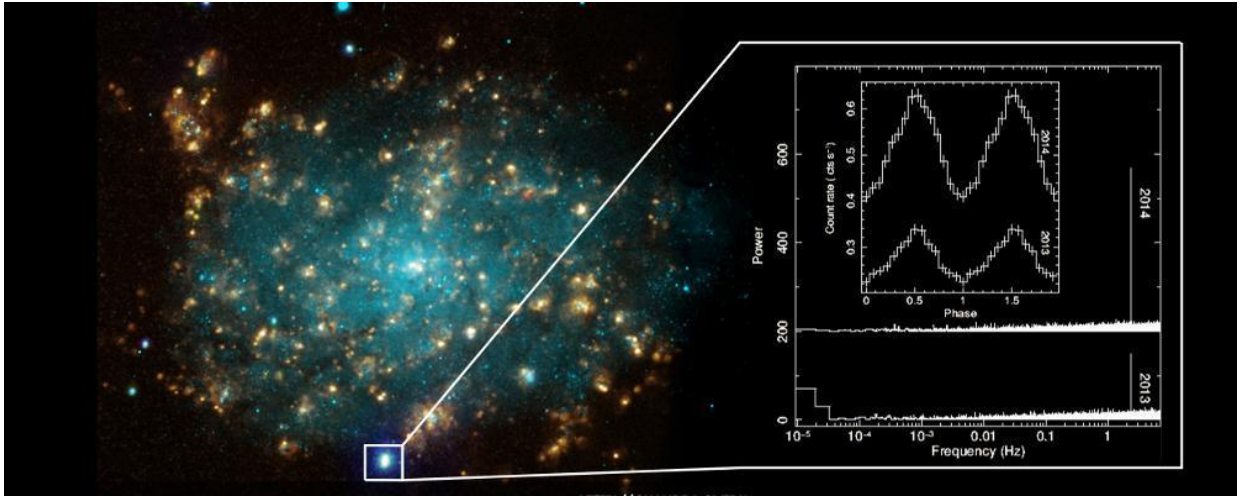
GianLuca Israel, Alessandro Papitto, Roberta Amato, Christian Malacaria
INAF OAR Osservatorio Astronomico di Roma

Per studenti/esse di Triennale/Magistrale. Attivabile con una persona.

Le pulsar X sono stelle di neutroni che emettono segnali periodici, come se fossero dei “fari cosmici”.

Le riveliamo proprio grazie ai loro segnali periodici e le studiano tramite l’analisi temporale e spettrale.





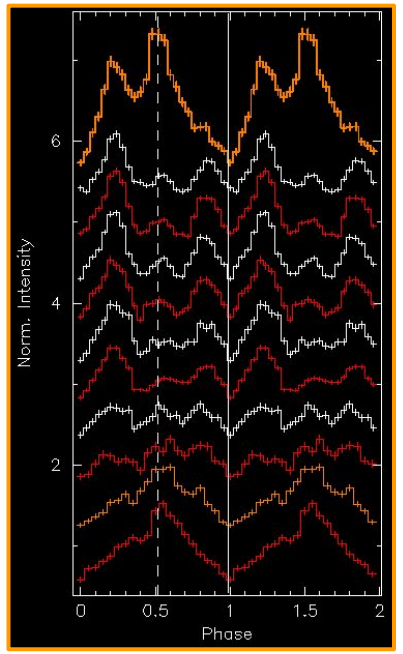
SEGNALI DALLO SPAZIO PROFONDO: LO STUDIO TEMPORALE DELLE PULSAR X (I)

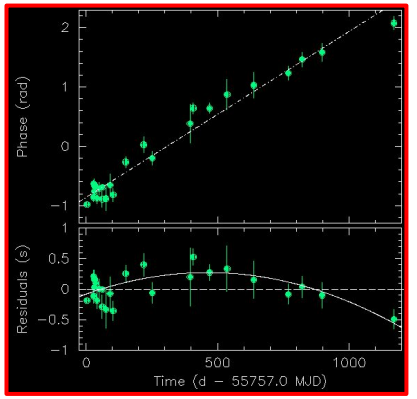
Organizzazione

- **Lezioni frontali:** 8 ore, 3/4 incontri (presso la La Sapienza)
  Argomenti trattati:
  1) breve introduzione all'astronomia X e degli oggetti compatti;
  2) Variabilità periodica e aperiodica di una curva di luce;
  3) La ricerca di segnali: FFT, rumore statistico, frazione pulsata, fase e periodo;
  4) Determinazione dei parametri orbitali di una pulsar rapida e introduzione alle tecniche di ricerca accelerate e semi-coerenti utili anche nel campo delle GW

- **Lezioni sperimentali:** ~10 ore 2-4 incontri (all'Osservatorio Astronomico di Roma)
  Durante queste lezioni lo/la studente/ssa **analizzerà delle curve di luce di una pulsar X** al fine di **trovare e studiare un segnale di spin** da una stella di neutroni.
  Un laptop personale è consigliato.

- **Prova finale:** Presentazione dei risultati ottenuti e della metodologia usata

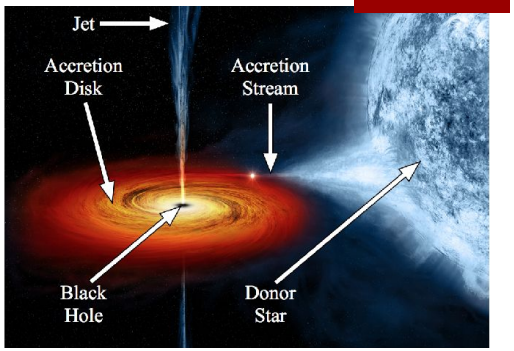




Periodo: Maggio-Giugno/Settembre-Ottobre
Per ulteriori informazioni: *gianluca.israel @ inaf.com*

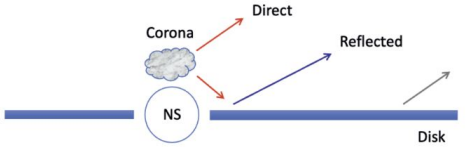
SEGNALI DALLO SPAZIO PROFONDO: LO STUDIO SPETTRALE DELLE PULSAR X (II)

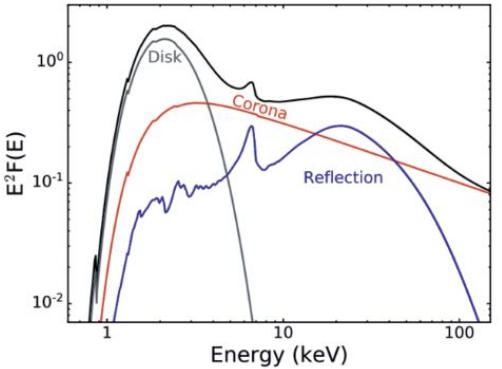
Organizzazione



- **Lezioni frontali:** 8 ore, 3/4 incontri (presso la La Sapienza)
  Argomenti trattati:
  1) Introduzione alla fisica dell'accrescimento sugli oggetti compatti, alle binarie ai raggi X e ad alcuni meccanismi di interazione radiazione-materia;
  2) Modellizzazione di uno spettro ai raggi X;
  3) Descrizione delle procedure di fitting spettrale e dei software utilizzati (Xspec).

- **Lezioni sperimentali:** ~10 ore 2-4 incontri (all'Osservatorio Astronomico di Roma).
  Durante queste lezioni lo/la studente/ssa analizzerà uno spettro di una pulsar X in accrescimento, mettendo in pratica quanto appreso nella prima parte del corso. Lo/la studente/ssa imparerà l'utilizzo del software di fitting Xspec, fitterà lo spettro, ne valuterà la qualità, studierà le componenti spettrali e dedurrà informazioni fisiche sul sistema dai parametri di best-fit. Un laptop personale è consigliato.





- **Prova finale:** Presentazione dei risultati ottenuti e della metodologia usata

Periodo: Maggio-Giugno/Settembre-Ottobre
Per ulteriori informazioni: *gianluca.israel @ inaf.com*

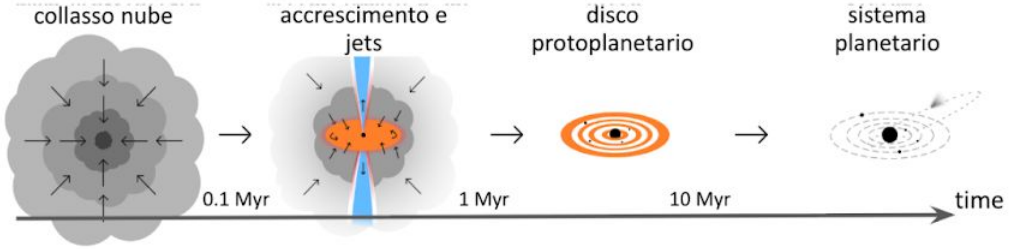
Star and Planet Formation

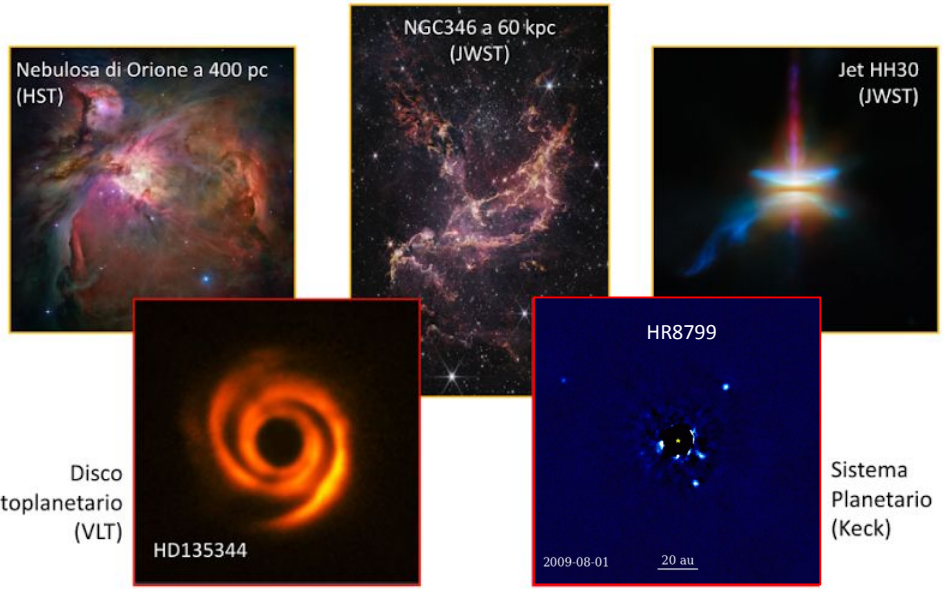
S. Antoniucci, K. Biazzo, G. Li Causi, D. Fasano, T. Giannini, M. G. Navarro, B. Nisini, F. Pedichini
(INAF - Osservatorio Astronomico di Roma)

Lezioni frontali

(La Sapienza/OAR; 8 ore LT-LM, 4 incontri)

- **Introduzione alla formazione di stelle e pianeti:** le stelle giovani e il loro ambiente circumstellare, accrescimento, jets/outflows, dischi protoplanetari, sistemi planetari giovani.
- **Caratterizzazione delle sorgenti stellari:** spettroscopia/fotometria ottica-infrarossa di oggetti stellari giovani, metodi per derivare i parametri stellari.





contatti: *katia.biazzo@inaf.it, simone.antoniucci@inaf.it*

Star and Planet Formation

S. Antoniucci, K. Biazzo, G. Li Causi, D. Fasano, T. Giannini, M. G. Navarro, B. Nisini, F. Pedichini

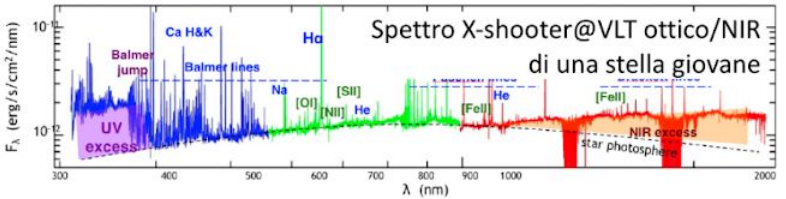
(INAF - Osservatorio Astronomico di Roma)

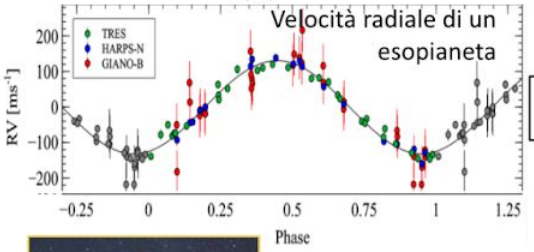
Lezioni sperimentali
(OAR; 8 ore LM, 4 incontri)

- Osservazioni delle stelle giovani con strumentazione all'avanguardia (JWST, SHARK-VIS@LBT, GIARPS@TNG, MOONS@VLT, 4MOST@VISTA)
  → ***Esperienza di spettroscopia/fotometria*** **(I)**
- Dischi protoplanetari e pianeti in formazione con imaging ad alto contrasto con Ottica Adattiva; metodi numerici per l'imaging diretto di esopianeti
  → ***Esperienza di imaging ad alto contrasto*** **(II)**
- Visita al laboratorio di ottica dell'Osservatorio **(III)**

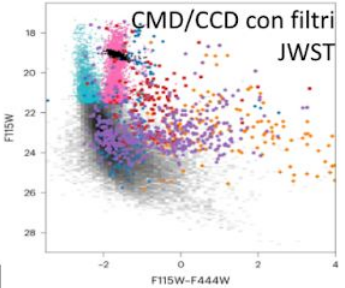
Periodo svolgimento:
→ Maggio-Settembre

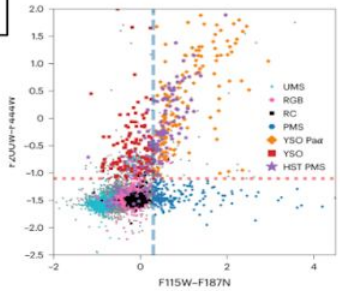
Verifica finale:
→ Presentazione di un argomento scelto (LT) e/o dei risultati di una esperienza (LM)





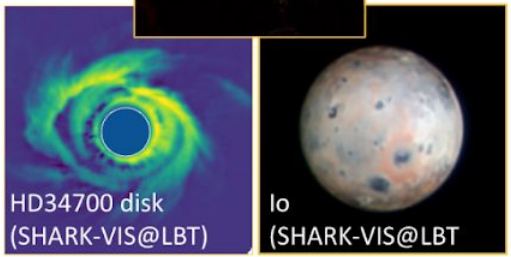
I







II



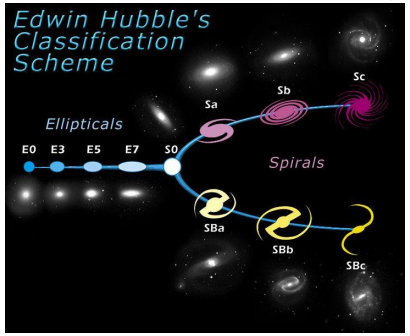
III

Banco ottico



MORFOLOGIA DELLE GALASSIE CON APPLICAZIONI A DATI EUCLID E JWST

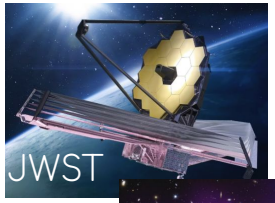
ıello Calabrò, Paola Dimauro
INAF OAR Osservatorio Astronomico di Roma
Per studenti/esse di Laurea Triennale



Le galassie nell'Universo hanno morfologie diverse. La loro forma ci dà informazioni sullo stadio evolutivo e sulle loro proprietà fisiche

<u>Osservare e studiare la forma delle galassie significa comprendere la loro storia e l'evoluzione dell'Universo.</u>

Recentemente, i telescopi spaziali Euclid e JWST, grazie alla loro sensibilità e risoluzione, hanno permesso di ottenere immagini senza precedenti di galassie nell'universo giovane (più di 10 miliardi di anni fa), e di studiare la loro morfologia.

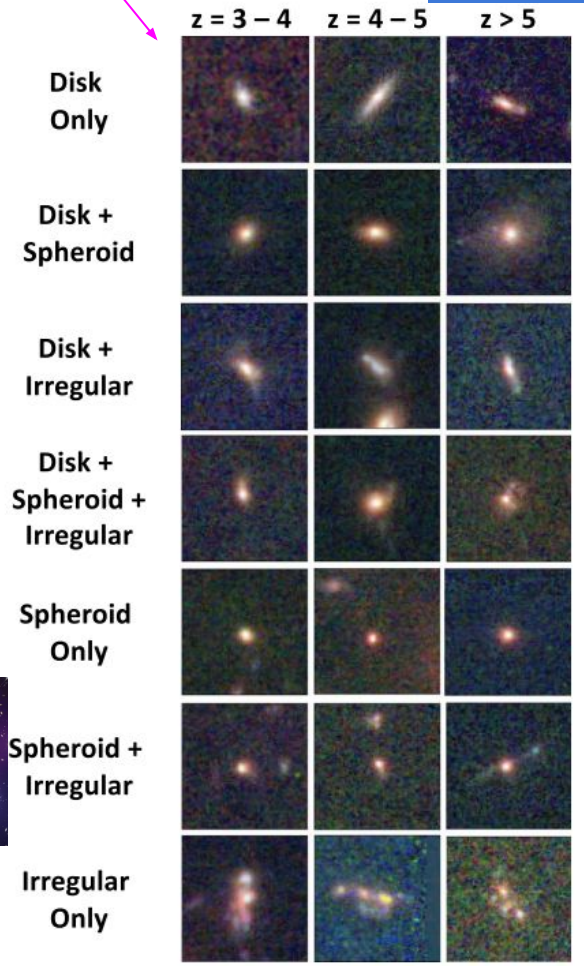




Alcuni risultati sorprendenti ottenuti finora :

- più galassie a disco di quante ce ne aspettavamo
- comparsa precoce di caratteristiche della sequenza di Hubble (strutture a spirale, bulge e barre centrali già a redshift > 3)
- conferme di galassie in rotazione a redshift > 4

La diversità morfologica delle galassie nei primi 2 miliardi di anni dell'Universo



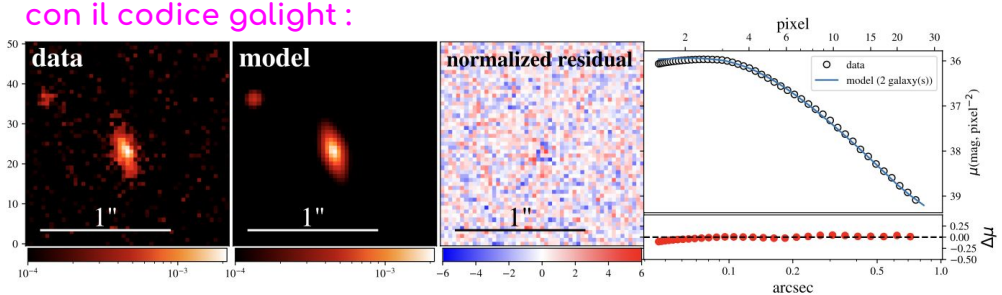
Organizzazione

- **Lezioni teoriche:** 4 ore, 2 incontri (presso La Sapienza)
  Argomenti trattati:
  1) Definizione di galassia; concetti generali di formazione ed evoluzione delle galassie
  2) Definizione di morfologia di una galassia: approccio parametrico e non parametrico; la classificazione di Hubble; morfologia delle galassie ad alto redshift
  3) relazioni di scala fondamentali tra morfologia e altre proprietà fisiche delle galassie: relazione luminosità-raggio e massa-raggio, piano fondamentale delle galassie ellittiche
  4) Introduzione ai metodi di modellizzazione del profilo di una galassia; profilo e parametri di Sersic;

- **Lezioni pratiche:** 4 ore, 2 incontri (presso La Sapienza o INAF-OAR)
  Durante queste lezioni lo/la studente/ssa analizzerà le immagini di alcune galassie osservate recentemente dai telescopi Euclid e JWST. Fittando i profili di luminosità con dei codici ampiamente utilizzati in letteratura (e.g., galight, GALFIT), si misureranno i raggi, gli indici di Sersic e le ellitticità delle galassie analizzate, e si procederà a una loro classificazione. Con dei cataloghi pubblici creati dalle osservazioni Euclid/JWST, verrà chiesto di riprodurre una relazione di scala fondamentale tra quelle analizzate nelle lezioni teoriche. Un laptop personale e' fortemente consigliato.

- **Prova finale:** Presentazione dei risultati ottenuti e della metodologia usata

Esempio di fit di Sersic di una galassia ad alto redshift con il codice galight :



Periodo: Giugno-Luglio

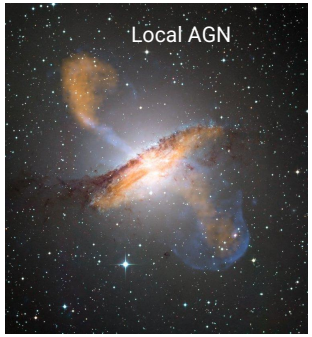
Per info:
antonello.calabro@inaf.it, paola.dimauro@inaf.it

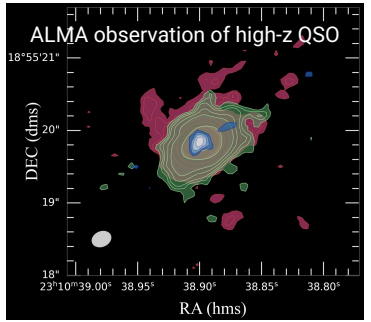
La natura dei nuclei galattici attivi a varie epoche cosmiche

Roberta Tripodi (INAF - Osservatorio Astronomico di Roma)

Destinatari: LT/LM **Per info:** roberta.tripodi@inaf.it

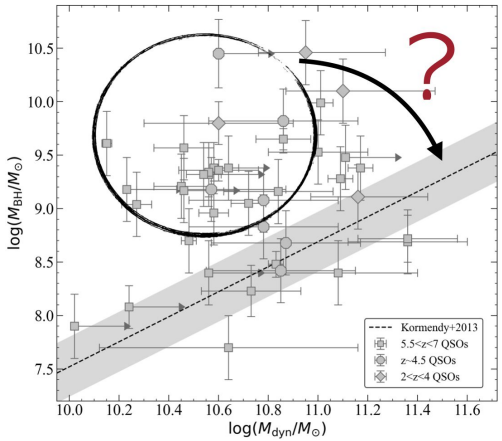
Obiettivo del corso: fornire agli studenti le conoscenze di base sulle **proprietà dei buchi neri attivi**, evidenziando la connessione tra l'evoluzione di questi buchi neri e delle loro galassie ospiti con riferimento alle **ultime scoperte scientifiche**.





Lezioni "teoriche" (8 ore, divise in 4 incontri da 2 ore):

- scoperta e fenomenologia degli degli AGN, con spiegazione del modello unificato;
- demografia ed energetica degli AGN;
- co-evoluzione del buco nero e galassia ospite;
- le più recenti scoperte dalle facilities di ultima generazione, con un focus sul primo universo.



Come evolvono gli AGN e le loro galassie ospiti?

Stile del corso: le lezioni trattano un **'hot topic' dell'astrofisica contemporanea**: la natura degli AGN. Questa risulta per lo più incerta soprattutto nelle prime fasi di evoluzione delle galassie. Perciò il corso sarà orientato principalmente a presentare le attuali domande aperte e le più recenti scoperte osservative e simulative volte a risolvere la natura misteriosa degli AGN

Verifica finale: presentazione di un approfondimento di argomento scelto tra quelli trattati e/o menzionati durante il corso.

Periodo: Aprile-Luglio (flessibile)

Comunicare la Scienza

Tecniche di Public Speaking e Divulgazione

docenti: Elisa Nichelli e Marco Faccini
INAF - Osservatorio Astronomico di Roma

Perché questo corso?
✅ Aiuta a comunicare in modo chiaro ed efficace la scienza
✅ Migliora la capacità di parlare in pubblico e interagire con il pubblico
✅ Fornisce strumenti pratici per scrivere testi divulgativi e usare i supporti visivi

Durata: 8 ore frontali + 25 ore di attività individuale.

Verifica finale: Affiancamento agli esperti dell'Osservatorio Astronomico di Roma in una serata osservativa.

🎯 **Obiettivo:** Sviluppare competenze di comunicazione essenziali per chi si affaccia al mondo della ricerca e della divulgazione scientifica.



Contenuti e struttura del corso



1️⃣ **Public speaking e strutturazione di un discorso efficace**

2️⃣ **Uso della voce e del corpo nella comunicazione**

3️⃣ **Uso dei supporti visivi**

4️⃣ **Scrittura divulgativa vs scientifica**

📌 **Struttura del corso:**

- **4 incontri da 2 ore ciascuno** con teoria ed esercizi pratici
- **Periodo:** Maggio - Settembre (flessibile in base al calendario accademico)
- **Verifica Finale:** Partecipazione a una serata osservativa guidata

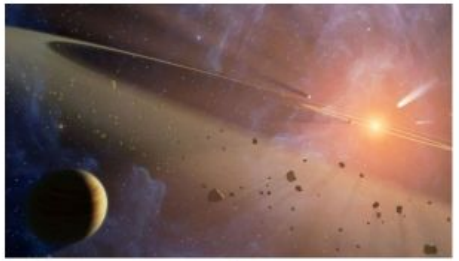
🌟 **Un corso per chi vuole comunicare la scienza con efficacia e professionalità!**

planetologia – astrobiologia – difesa planetaria

Fisica del Sistema Solare: Superfici e Piccoli Corpi

Tutors: E. Dotto, E. Mazzotta Epifani, D. Perna, S. Ieva (Osservatorio di Roma)







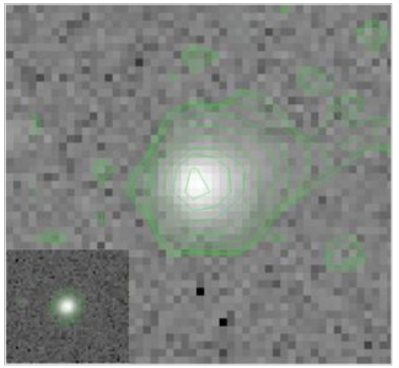
I cosiddetti «piccoli corpi» del Sistema Solare, come asteroidi e comete, sono ciò che resta fino a noi di una fase intermedia di formazione planetaria, quella dei planetesimi.
Non avendo subito le alterazioni che i pianeti hanno invece subito, asteroidi e comete ci permettono di studiare direttamente il materiale più antico del Sistema solare.

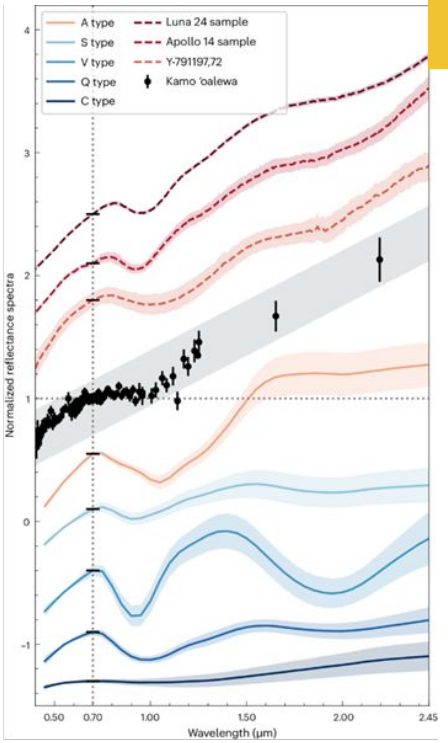
Si parla di «astrobiologia» perché si ritiene che i progenitori degli attuali asteroidi e comete siano stati fondamentali per il rilascio sulla terra di acqua e materiale organico dai quali sono scaturiti i processi che hanno poi portato allo sviluppo della vita sul nostro pianeta.

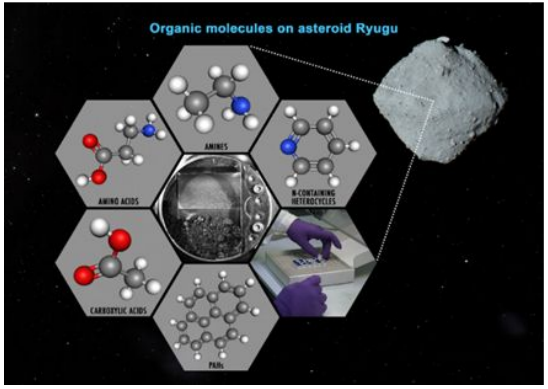
Si parla di «Difesa Planetaria» perché alcuni di questi oggetti, passando in prossimità della terra, costituiscono un potenziale pericolo per il nostro pianeta.

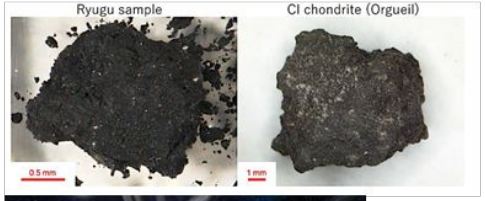
Lezioni frontali:
2 ore: origine e struttura del Sistema Solare
2 ore: asteroidi e molecole prebiotiche
2 ore: asteroidi e difesa planetaria
2 ore: comete e superficie ghiacciate
Laboratorio:
4 ore: introduzione all'analisi dati
Periodo di svolgimento: maggio-giugno

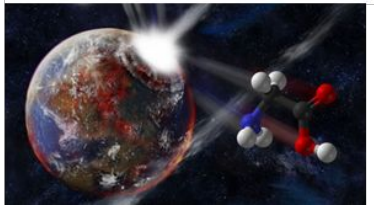
Prova finale:
→ Presentazione dei risultati ottenuti e della metodologia usata







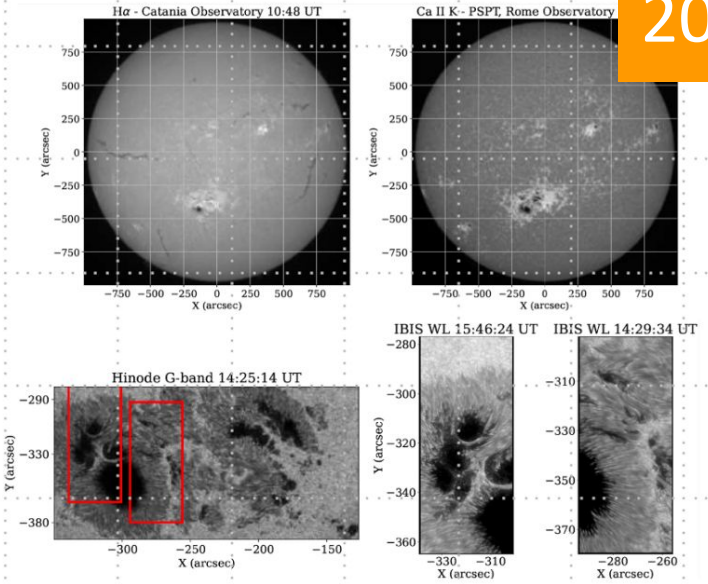


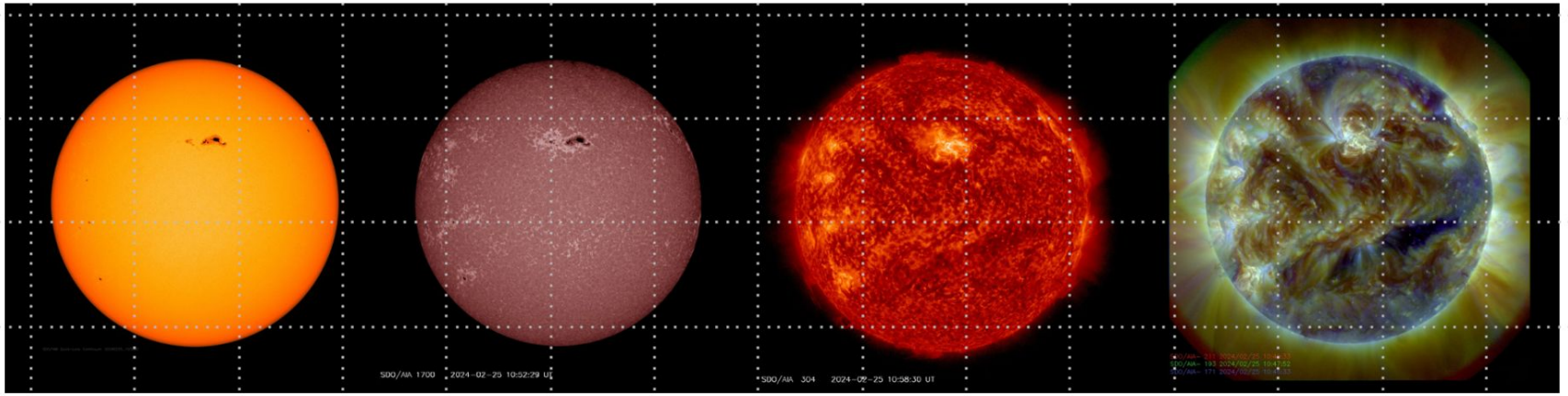


Il Sole e le relazioni Sole-Terra

Ilaria Ermolli, Mariarita Murabito, Teodora Mihailescu
INAF OAR Osservatorio Astronomico di Roma
Contatti: Ilaria.ermolli@inaf.it

L'atmosfera solare mostra **strutture a piccola e grande scala** che variano nello spazio e nel tempo a causa di **processi MHD** che coinvolgono il riscaldamento del plasma, l'accelerazione delle **particelle** e il rilascio di energia elettromagnetica **dai raggi X alle onde radio**. Il Sole è un **laboratorio ideale** per lo studio di questi processi, che non possono essere osservati con la stessa **risoluzione** in altre stelle e oggetti astrofisici. Il Sole è inoltre la **principale fonte di energia per la Terra e per l'intera eliosfera**.





Il Sole e le relazioni Sole-Terra

Studenti LT/LM

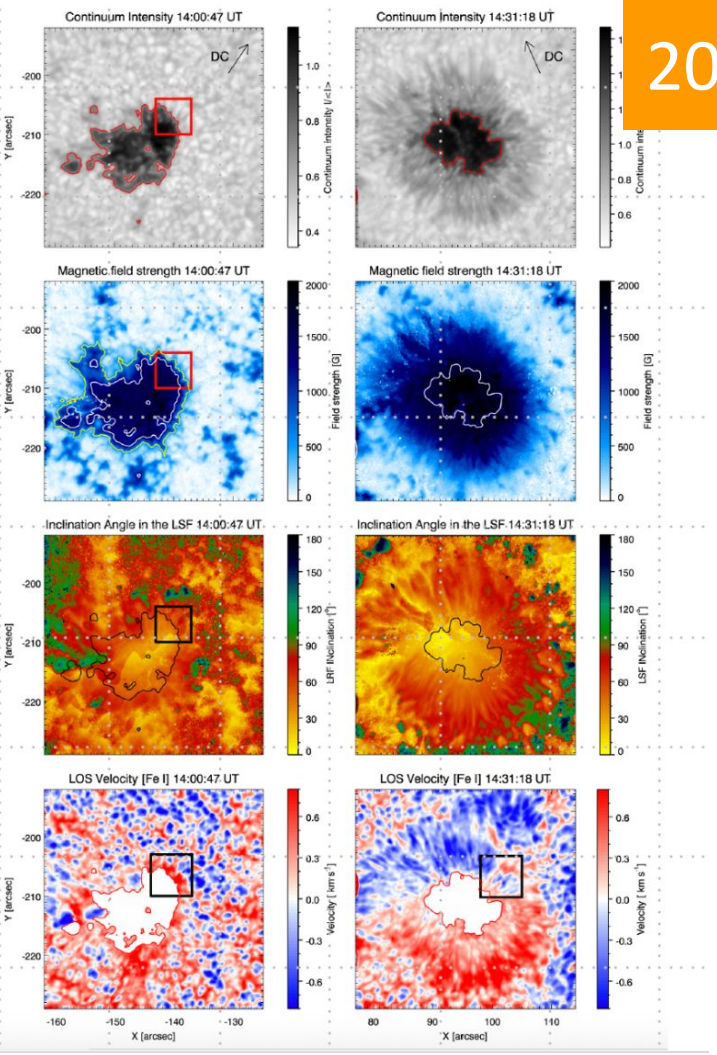
Organizzazione Modulare (1 o 2 CFU)

- **Modulo 1 - Lezioni frontali**: 8 ore, 4 incontri
  Argomenti trattati:
  1. Interno e atmosfera del Sole
  2. Campo magnetico a piccola e grande scala
  3. Space weather e relazioni Sole-Terra
  4. Strumentazione e metodi, Visita @ INAF OAR/attività pratica

- **Modulo 2 - Lezioni sperimentali**: 8 ore, 4 incontri
  1. Stima dei campi di velocità e magnetici in una regione dell'atmosfera solare osservata ad alta risoluzione (scrittura e utilizzo di programmi Python)
  2. Stima dei campi magnetici in una regione dell'atmosfera solare osservata ad alta risoluzione

- **Prova finale**:
  modulo 1: presentazione di un argomento a scelta;
  modulo 2: presentazione dei risultati ottenuti

Periodo maggio-settembre



Experimental Multimessenger and High-Energy Astrophysics

Docenti: Antonio Stamerra, Alessandro Carosi
Osservatorio Astronomico di Roma Contact: *antonio.stamerra@inaf.it*

Studenti: Triennale e Magistrale

Contenuti del Corso

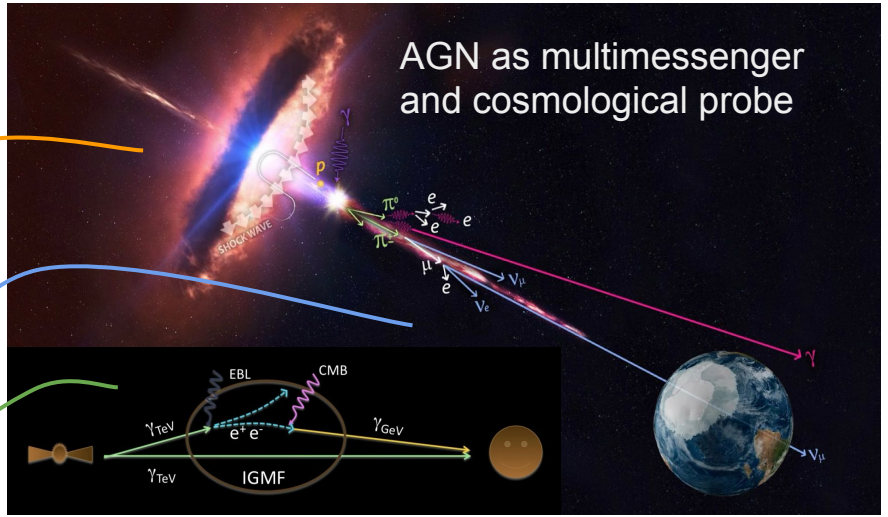
Il mini-corso introduce lo studio delle sorgenti astrofisiche gamma e dei processi che le portano a emettere radiazione ad altissime energie (GeV-TeV-PeV, 10^9 - 10^15 eV).

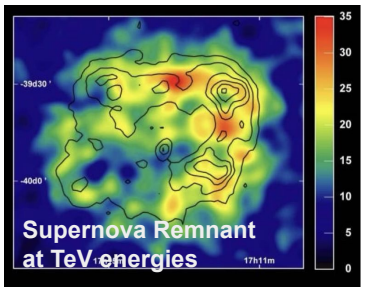
Le principali sorgenti GeV-TeV sono:

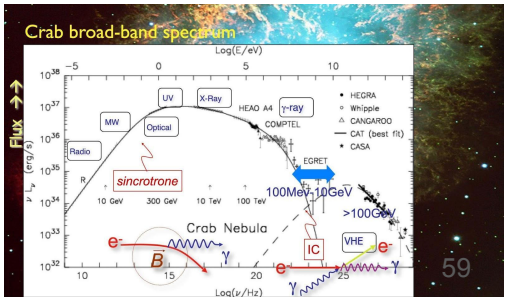
- **Nuclei Galattici Attivi (AGN)** con getti di plasma relativistici, in particolare i blazar (AGN con il getto diretto verso di noi).
- **Gamma-Ray Burst (GRB)** e altri oggetti extra-galattici.
- **Resti di supernovae e pulsar**, appartenenti alla nostra galassia.

Astrofisica multimessaggera. I processi fisici di queste sorgenti sono quelli tipici della fisica delle particelle. Questi processi sono anche associati a fenomeni transienti che determinano la produzione di neutrini energetici (come il recente neutrino da 200 PeV osservato da Km3Net) e alle controparti (come i GRB) delle onde gravitazionali (GW).

Cosmological probes. I TeV-blazar possono essere utilizzati come "fari cosmici" per lo studio dei fondi cosmologici come il fondo luminoso delle galassie (EBL) e i campi magnetici intergalattici (IGMF).







Experimental Multimessenger and High-Energy Astrophysics

Docenti: Antonio Stamerra, Alessandro Carosi
Osservatorio Astronomico di Roma Contact: *antonio.stamerra@inaf.it*

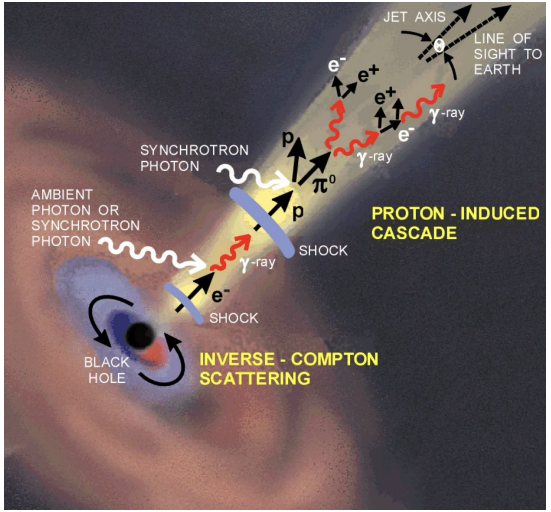
Studenti: Triennale e Magistrale

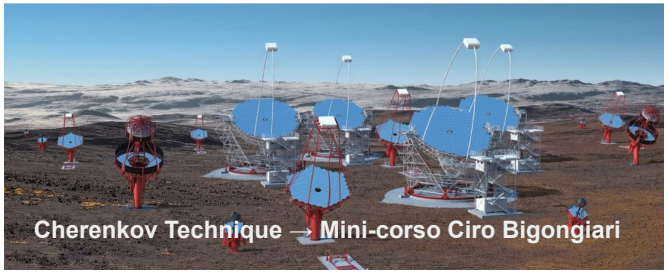
Struttura del Corso

Contenuti/argomenti trattati:

1. Processi fisici e metodi osservativi: introduzione all'astrofisica delle alte energie e alla rivelazione gamma.
2. Processi di emissione ad alta energia: sincrotrone, inverse Compton, emissione adronica, processi di beaming relativistico, SED dei blazar e GRB
3. Fondo cosmico e campi magnetici: extragalactic background light e intergalactic magnetic field, con metodi di misura tramite raggi gamma da blazar.
4. Osservazione multi-messaggera: rivelazione di neutrini astrofisici e onde gravitazionali, controparti elettromagnetiche e connessione con l'emissione gamma.
5. Esercitazione pratica: utilizzo strumenti online di costruzione SED e/o applicativi per la simulazione della propagazione gamma per studi IGMF. (da definire insieme)

Durata: 8 ore frontali + 2 ore pratica
Periodo di svolgimento: Luglio o Settembre
Organizzazione: 4 incontri da 2 ore + 2 ore pratica
Verifica finale: Relazione e colloquio su uno dei temi presentati a scelta.





Osservazione dei raggi gamma ad alta energia con telescopi Cherenkov

Docenti: Ciro Bigongiari, Saverio Lombardi, Michele Palatiello
Osservatorio Astronomico di Roma Contact: *saverio.lombardi@inaf.it*

Studenti: Magistrale

Contenuti del Corso

Il mini-corso introduce le principali tecniche di osservazione e rivelazione dei raggi gamma di energie tra GeV-TeV-PeV (10^9 eV fino a 10^15 EV) da sorgenti astrofisiche.

Strumenti principali:

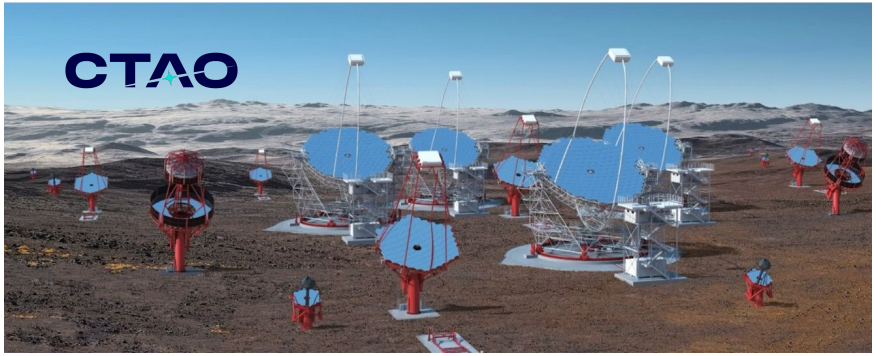
- Osservatori e strumenti su satellite, dallo spazio (*Fermi*/LAT)
- Osservatori e telescopi da terra (IACT, Imaging Air Cherenkov Telescopes)

Sciami Atmosferici iniziati da particelle gamma e raggi cosmici

Tecniche di rivelazione e analisi e misura degli spettri, curve di luce e mappe delle sorgenti.



Le meteore come rappresentazione di uno sciame atmosferico, rivelato dai telescopi Cherenkov.



Osservazione dei raggi gamma ad alta energia con telescopi Cherenkov

Docenti: Ciro Bigongiari, Saverio Lombardi, Michele Palatiello
Osservatorio Astronomico di Roma Contact: *ciro.bigongiari@inaf.it*

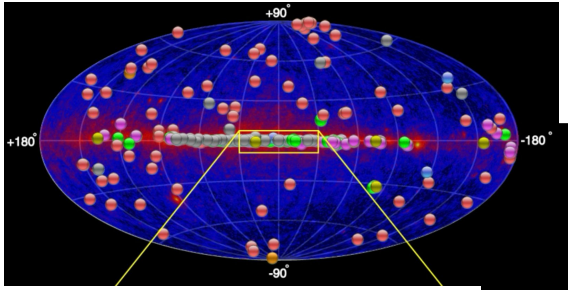
Studenti: Magistrale

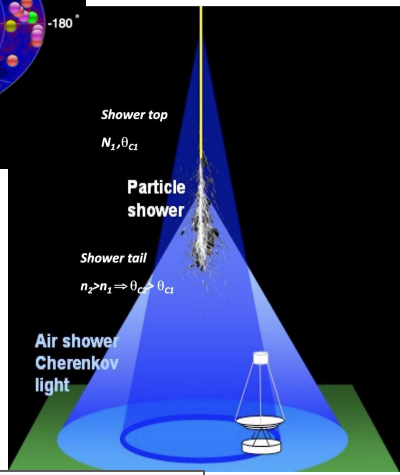
Struttura del Corso

Contenuti/argomenti trattati:

1. Introduzione al cielo nei raggi gamma da GeV a PeV: panoramica generale sugli oggetti e sugli strumenti attualmente in operazione.
2. Introduzione alla tecnica Cherenkov Imaging: utilizzata dai telescopi Cherenkov attuali (MAGIC, VERITAS, H.E.S.S.) e dal futuro Cherenkov Telescope Array (CTA).
3. Rivelazione di raggi gamma di altissima energia (VHE): metodi per la rilevazione di raggi gamma (E > 20 GeV) da sorgenti stazionarie e transitorie.
4. Tecniche di analisi dati: valutazione della significatività statistica, estrazione di skymap, curve di luce e spettri.
5. Sessione pratica: esperienza diretta con Gammapy utilizzando eventi simulati CTA da una sorgente gamma di tipo AGN o GRB transitorio.

Durata: 8 ore frontali + 2 ore pratica
Periodo di svolgimento: Luglio o Settembre
Organizzazione: 4 incontri da 2 ore + 2 ore pratica
Verifica finale: Relazione su parte pratica con colloquio.





Instrument Response Function **IRF**

$$\frac{dN_\gamma}{dt}(E',\Omega',t') = \int_E \int_\Omega \mathrm{IRF}(E',\Omega',t' \mid E,\Omega,t) \circ \Phi(E,\Omega,t)$$

Detection rate

measured (test beam) or computed through Monte Carlo simulations