



Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



**A cosa ci serve un corso  
di Fisica Generale?**



Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



**Per rispondere a questa domanda,  
chiedetevi prima se sapreste rispondere a  
queste...**





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Perché un foglio aperto cade più lentamente di una pallina da tennis mentre uno accartocciato cade alla stessa velocità?



(a)



(b)





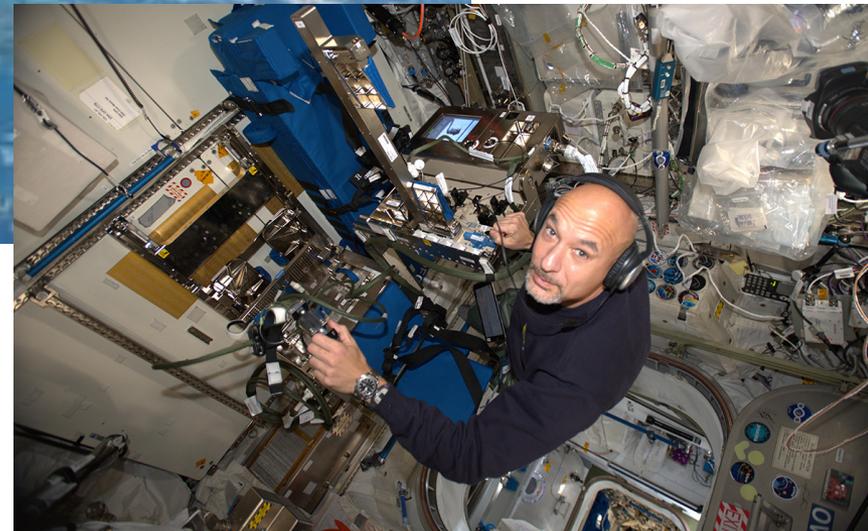
Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Perché gli astronauti «galleggiano» dentro le stazioni spaziali mentre sono in orbita attorno alla Terra?





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Perché i seggiolini di una giostra rotante si allontanano dal perno centrale della giostra quando acquistano velocità?





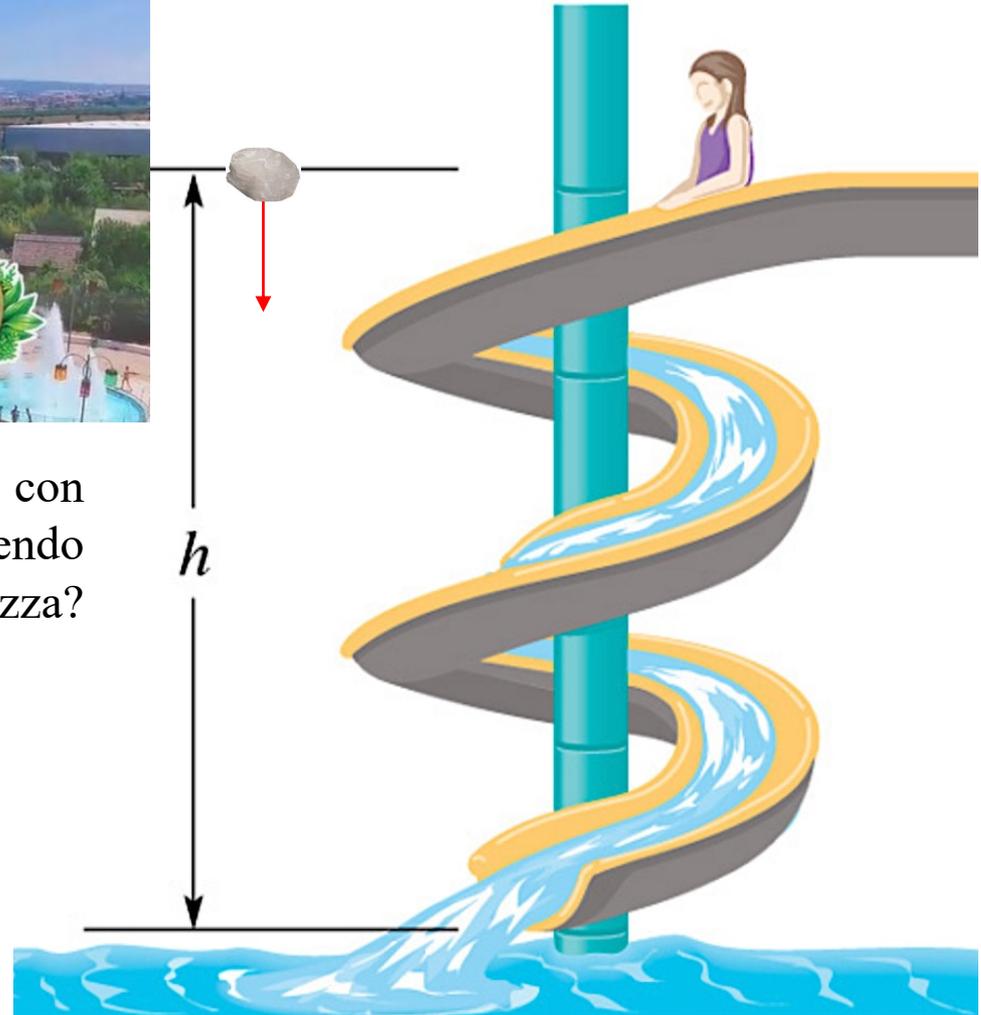
Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Chi arriva in acqua con maggiore velocità partendo da fermo dalla stessa altezza?  
La pietra o la ragazza?

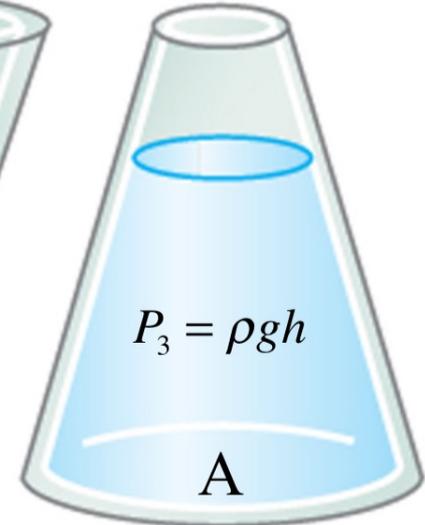
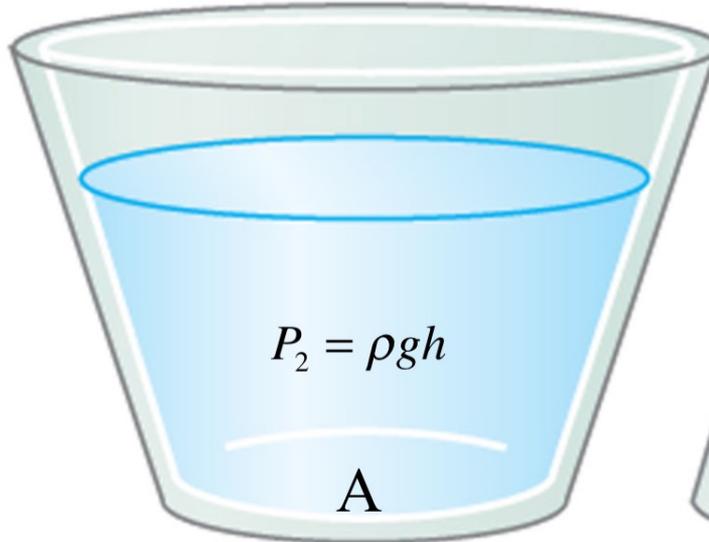
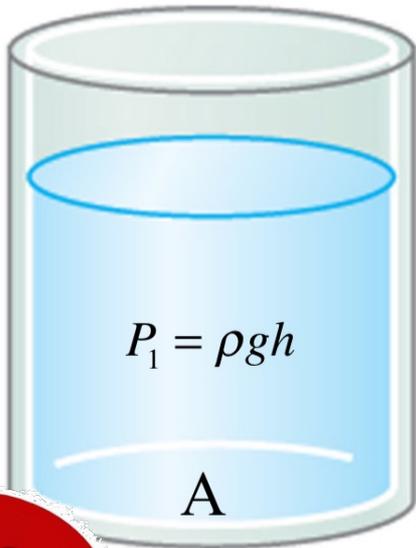




Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Sul fondo di quale di questi tre recipienti la pressione sarà maggiore?





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Qual è il meccanismo che ci permette di bere una bibita con la cannuccia, visto che non esiste nessuna «forza aspirante»?





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Come riesce a volare un aereo?



E come fa una barca a vela ad andare contro vento?



Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Cos'è successo ai capelli di questa ragazza? Ha solo sbagliato parrucchiere o c'è di mezzo qualche legge fisica?

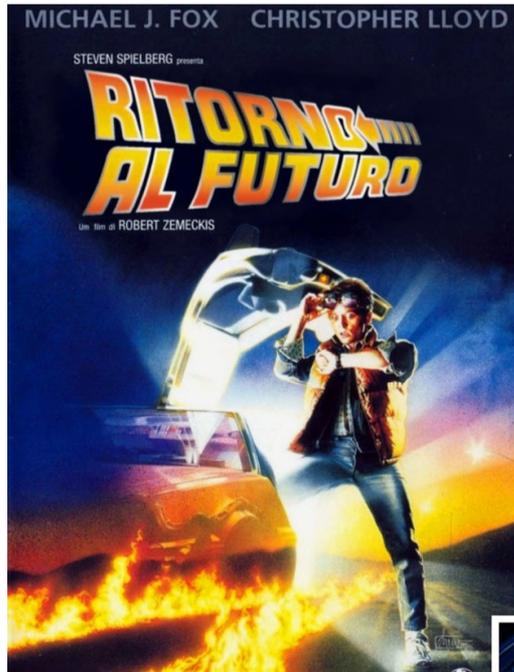




Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Perché Marty, nel film «Ritorno al Futuro», ha bisogno proprio dell'energia di un fulmine per tornare nella sua epoca con la macchina del tempo?





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Come riescono a ruotare le pale di un ventilatore o la ventola di un phone per capelli? Che relazione c'è con la ruota di un mulino ad acqua?





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



Cosa intendiamo quando ci lamentiamo che «non c'è campo» per fare una telefonata col nostro cellulare? Di che campo stiamo parlando?





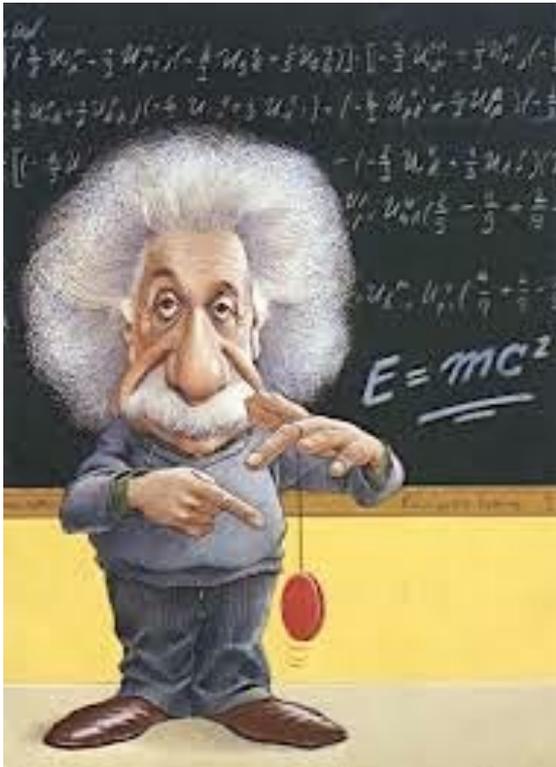
Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



**Non preoccupatevi se non vi vengono tutte le risposte adesso:  
lo scopo di questo corso è proprio quello di mettervi in condizione  
di rispondere a queste e a tante altre domande simili!**





# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino

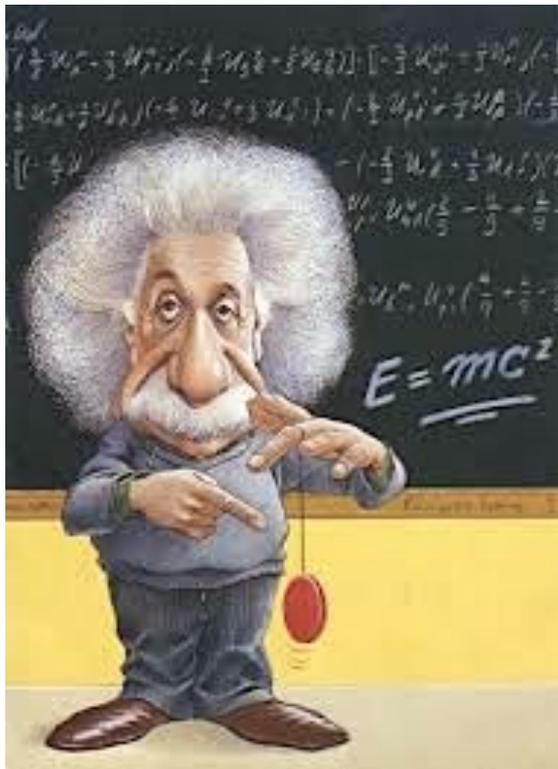


## Obiettivi formativi:

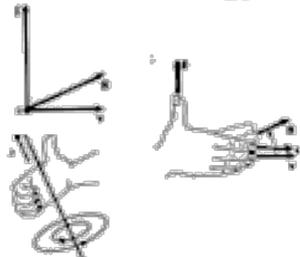
Comprensione dei meccanismi del **metodo scientifico** e delle principali **leggi fisiche** della meccanica, della termodinamica e dell'elettromagnetismo. Capacità di svolgere **semplici esercizi** sugli argomenti del programma svolto.

## Prerequisiti:

Conoscenza della **matematica** di base della scuola secondaria superiore.



$$\begin{aligned} \vec{F} &= m \vec{a} & \vec{p} &= m \vec{v} & KE &= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m} & W_{tot} &= \Delta(KE) = KE_f - KE_i & A_{\text{cylinder}} &= 4\pi r^2 \\ \frac{R}{mv^2} & & & & & & k &= 8.99 (10)^9 \left[ \frac{Nm^2}{C^2} \right] & k &= \frac{1}{4\pi \epsilon_0} & A_{\text{cubo}} &= \pi r^2 \\ F &= k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} & \epsilon_0 &= 8.85 (10)^{-12} \left[ \frac{C^2}{Nm^2} \right] & \epsilon_0 &= 8.85 (10)^{-12} \left[ \frac{C^2}{Nm^2} \right] & & & V_{\text{sphere}} &= \frac{4}{3} \pi r^3 \\ E &= \frac{F}{q} & E &= k \frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r^2} & V &= k \frac{q}{r} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r} & V &= \frac{U}{q} & & \sim e^{-t/RC} \\ \sum_{\text{surf}} E_{\perp} \Delta A &= \frac{q}{\epsilon_0} & Q &= VC & C &= \frac{A \epsilon_0}{d} & \sigma &= \frac{Q}{A} & V &= Ed & E &= \frac{\sigma}{\epsilon_0} & U &= \frac{QV}{2} = \frac{CV^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} \\ \sum_{\text{junc}} I_j &= 0 & \sum_{\text{loop}} V_j &= 0 & V &= IR & P &= IV = I^2 R = \frac{V^2}{R} & R_{\text{ser}} &= R_1 + R_2 & \frac{1}{C_{\text{ser}}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ F &= q \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{\perp} = q v_{\perp} B = q v B \sin(\theta) & & & & & & & \frac{1}{R_{\text{par}}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} & C_{\text{par}} &= C_1 + C_2 \\ F &= ILB_{\perp} = I_{\perp} LB = ILB \sin(\theta) & & & & & & & B &= \frac{\mu_0 I}{2 \pi r} \\ \sum_{\text{curv}} B_{\parallel} \Delta l &= \mu_0 I_{\perp} & & & & & & & \mu_0 &= 4 \pi (10)^{-7} \text{ Tm/A} \end{aligned}$$





Laurea Triennale N.O. in Scienze Naturali ed Ambientali

# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



## Obiettivi formativi:

Comprensione dei meccanismi del **metodo scientifico** e delle principali **leggi fisiche** della meccanica, della termodinamica e dell'elettromagnetismo. Capacità di svolgere **semplici esercizi** sugli argomenti del programma svolto.

## Prerequisiti:

Conoscenza della **matematica** di base della scuola secondaria superiore.

## Struttura delle Lezioni e Strumenti Didattici:

- Il **Corso** (8 CFU) si compone di circa 60 ore di lezioni frontali, della durata di due ore ciascuna.
- Le **lezioni** si terranno in questa aula il **lunedì** dalle ore 09.00 alle 11.00, il **martedì** dalle ore 14.00 alle ore 16.00 e il **mercoledì** dalle ore 11.00 alle 13.00.
- Tutti gli studenti devono assicurare almeno il **60% di presenze**, che sono comunque necessarie per poter iscriversi alla prima sessione di esami (sessione invernale 2023, appelli di Gennaio e Febbraio).
- A sostegno delle lezioni frontali si farà uso di **slides** e altro **materiale multimediale e audiovisivo** e gli argomenti teorici trattati saranno chiariti con esempi pratici e con lo svolgimento di esercizi.
- L'**esame** finale è di tipo **orale** ma prevede anche lo svolgimento di un **esercizio** dello stesso livello di difficoltà di quelli presentati nelle slides e risolti durante il corso.
- Per qualsiasi **chiarimento** il docente riceve gli studenti telematicamente. Gli appuntamenti possono essere concordati via email ([alessandro.pluchino@dfa.unict.it](mailto:alessandro.pluchino@dfa.unict.it)).
- Per scaricare le **slides** delle lezioni, inserire nel proprio browser l'indirizzo:  
**<http://www.pluchino.it/TEACHING-SAN.html>**
- Per avere informazioni aggiornate sul corso e su eventuali **modifiche** di orario visitare la BACHECA STUDENTI sul sito: **<http://www.pluchino.it/>**



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

# ALESSANDRO PLUCHINO HOME PAGE

DIPARTIMENTO DI  
FISICA E ASTRONOMIA "ETTORE MAJORANA"



HOME BIO PUBLICATIONS TEACHING BOOKS ET AL

## Highlights

### Ig Nobel 2022



### The 20th First Annual Ig Nobel Prize Ceremony

Thursday, September 30, 2010 7:30 PM  
Sanders Theater, Harvard University  
Tickets: \$65, \$39, and \$35 Student tickets: \$34 and \$31

World presenters: *The Boredom Science*  
Keynote Speaker: Richard Louick  
Who's Who with a Nobel laureate: Gerard  
Microbial Misconceptions by Evelyn Evelyn  
The 2017 Lecture: Neil Gaiman, Mary Elise  
Oliver, Sergey Nazarenko, et al.

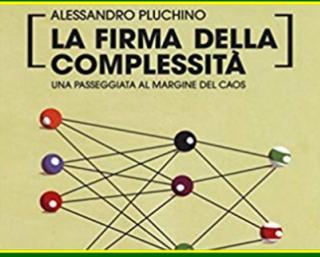


# Welcome to the Alessandro Pluchino HOME PAGE

Associate Professor of Theoretical Physics  
Computational and Mathematical Models

[alessandro.pluchino@ct.infn.it](mailto:alessandro.pluchino@ct.infn.it)  
[alessandro@pluchino.it](mailto:alessandro@pluchino.it)

## Events-Talks



Beneficial Role of Noise in Complex

Special Issue



## CORSO DI SISTEMI DINAMICI, CAOS E COMPLESSITA' (DFA)

- Si avvisano gli studenti che le lezioni del corso di "Dinamic Systems, Chaos and Complexity" 2021-22 sono iniziate il 28 febbraio 2022, come da calendario didattico del DFA, e proseguiranno ogni lunedì e martedì dalle 9.00 alle 11.00.

### Nonlinear Science Working Group

for exploring the complex world

NONLINEAR SCIENCE WORKING GROUP

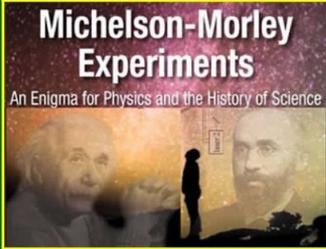
www.non-linear-science.org

20th International Symposium on

"Disordered Systems: Theory and Its Applications" (DSS-2020)

20/11/2020

"Complexity and COVID-19"



- Gli appelli d'esame 2022 sono disponibili sul portale per la prenotazione. Su richiesta, sono concessi prolungamenti.

- Per ulteriori richieste di informazioni sugli esami o di chiarimenti sul programma del corso gli studenti sono pregati di contattarmi via email.



## CORSO DI FISICA GENERALE (SAN)

- Si avvisano gli studenti del corso di FISICA GENERALE per Scienze Ambientali e Naturali 2021-22 che gli appelli d'esame della sessione invernale sono disponibili sul portale per la prenotazione. Su richiesta, sono concessi prolungamenti.

- Per ulteriori richieste di ricevimento è possibile contattarmi via email e fissare un appuntamento.



### Other Materials

### Previous Events-Talks



Sotto a chi Prof...



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

ALESSANDRO PLUCHINO HOME PAGE

DIPARTIMENTO DI  
FISICA E ASTRONOMIA "ETTORE MAJORANA"



HOME BIO PUBLICATIONS TEACHING BOOKS ET AL

## LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE AMBIENTALI E NATURALI (I-32)

**CORSO DI FISICA GENERALE - SLIDES DELLE LEZIONI DEL PROF. A. PLUCHINO**

**8CFU, Primo Semestre A.A.2022-2023**

Programma 2022-2023

LEZIONE 01: Introduzione - Il Metodo Scientifico (03/10/2022)

<http://www.pluchino.it/TEACHING-SAN.html>

 AVVISI

 ORARIO DELLE LEZIONI

 DOCENTI

 PROGRAMMI

 CALENDARIO ESAMI

 LAUREE

## STUDIA CON NOI

Regolamento didattico

Piano didattico programmato

Piano didattico erogato

Requisiti di ammissione

Come iscriversi

Valutazione degli studenti

Docenti tutor

Studenti tutor

Piani di Studio

## OPPORTUNITÀ

Stage e tirocini

Mobilità internazionale

# Alessandro PLUCHINO

Professore associato di **FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI [FIS/02]**



**Ufficio:** DFA 319

**Email:** [alessandro.pluchino@ct.infn.it](mailto:alessandro.pluchino@ct.infn.it)

**Telefono:** 095-3785423

**Sito web:** [www.pluchino.it](http://www.pluchino.it)

 [www.facebook.com/alessandro.pluchino](https://www.facebook.com/alessandro.pluchino)

 [live:alessandro\\_3716](https://twitter.com/live:alessandro_3716)

**Orario di ricevimento:** Lunedì e giovedì dalle 11:00 alle 13:00 Si prega di contattare comunque anticipatamente via mail il docente.

BIOGRAFIA

CURRICULUM

PUBBLICAZIONI

INSEGNAMENTI

ATTIVITÀ DI RICERCA

GUIDA ALLE TESI DI LAUREA

Alessandro Pluchino è professore associato di fisica teorica, metodi e modelli matematici ed ha conseguito l'abilitazione scientifica nazionale a professore ordinario in fisica teorica delle interazioni fondamentali (02/A2). E' incaricato di ricerca presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN, Gruppo IV) e coordinatore locale dell'iniziativa specifica LINCOLN.

La sua attività di ricercatore verte principalmente sull'elaborazione di modelli matematici e computazionali dei sistemi complessi, attraverso l'utilizzo di strumenti quali la network analysis e le simulazioni ad agenti, ma si occupa anche di fisica fondamentale, meccanica statistica, reti complesse e teoria del caos, con applicazioni ai sistemi biologici, geologici, ecologici, economici e sociali. Si interessa anche dello sviluppo di metodi di ottimizzazione con applicazioni all'ingegneria gestionale, alle infrastrutture e ai trasporti. E' membro dell'Editorial Board di svariate riviste scientifiche, tra cui PLOS ONE ed ENTROPY.



# Corso di Fisica Generale

A.A.2022-2023 - Prof. Alessandro Pluchino



$$\vec{F} = m \vec{a} \quad \vec{p} = m \vec{v} \quad KE = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m} \quad W_{\text{tot}} = \Delta(KE) = KE_2 - KE_1 \quad A_{\text{sphere-cylinder}} = 4\pi r^2$$
$$k = 8.99 (10)^9 \left[ \frac{Nm^2}{C^2} \right] \quad k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \quad A_{\text{cylinder}} = \pi r^2$$
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad V_{\text{sphere}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

- Sommario degli argomenti del Corso:**
- 1) Introduzione al Metodo Scientifico
  - 2) Grandezze Fisiche e Sistemi di Misura
  - 3) Cinematica in 1 e 2 dimensioni
  - 4) Dinamica e Gravitazione
  - 5) Meccanica dei Fluidi
  - 6) Calorimetria e Termodinamica
  - 7) Elettrostatica ed elettrodinamica
  - 8) Elettromagnetismo e onde elettromagnetiche

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \vec{E} = k \frac{q}{r^2}$$

$$\sum_{\text{surf}} \vec{E}_{\perp} \Delta A = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$$

$$\sum_{\text{junc}} I_j = 0 \quad \sum_{\text{loop}} \mathcal{E} = \sum_{\text{loop}} \mathcal{E}_{\text{ind}} + \sum_{\text{loop}} \mathcal{E}_{\text{emf}}$$

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}_{\perp} = q v B_{\perp}$$

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}_{\perp} = I L B_{\perp}$$

$$\sum_{\text{curv}} \vec{B}_{\perp} \Delta l = \mu_0 I_{\perp}$$

$$\sim e^{-t/RC}$$

$$\frac{QV}{2} = \frac{CV^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2$$

$$\mu_0 = 4\pi (10)^{-7} \text{ Tm/A}$$

## Libro di testo consigliato:

- D.C.Giancoli, *Fisica*, Ed.Ambrosiana, Milano

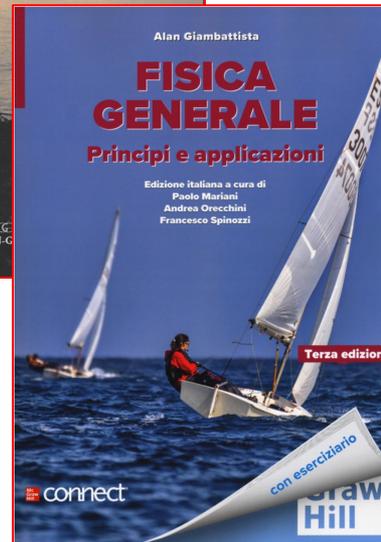
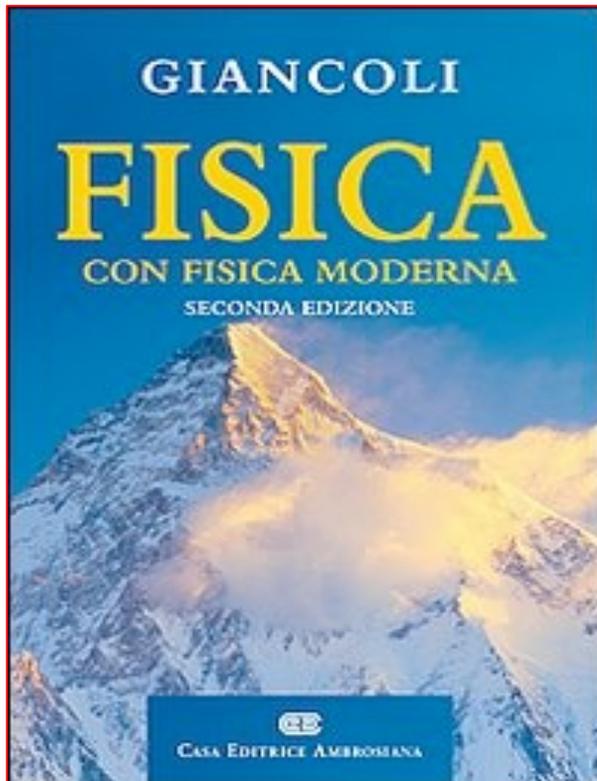
## Testi aggiuntivi o alternativi:

- G.Bellia, *"Fisica per un anno. 21 spunti di conoscenza"*, Idelson Gnocchi

- A.Giambattista, *"Fisica Generale. Principi e applicazioni"* (terza ed.), McGrawHill

- D.Halliday, R.Resnick, J.Walker, *Fondamenti di Fisica* (sesta ed.), Ed.Ambrosiana, Milano

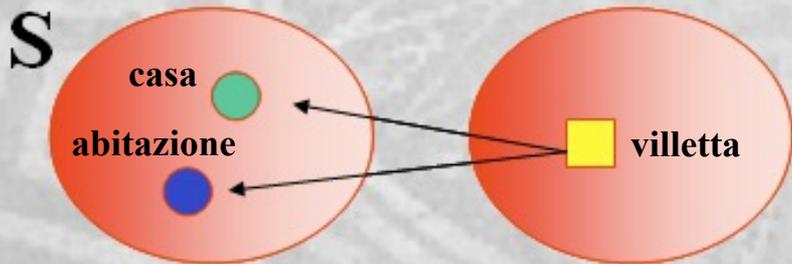
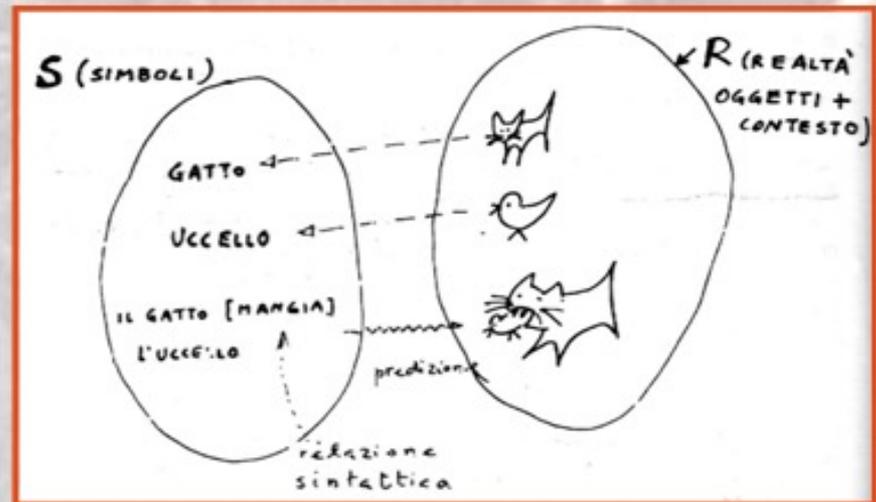
- P.J.Nolan, *Fondamenti di Fisica*, Ed.Zanichelli, Bologna



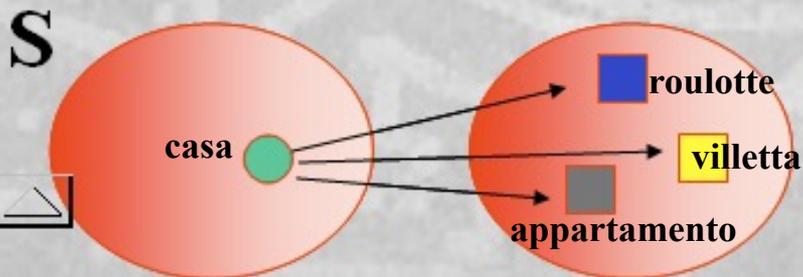
# Introduzione al Metodo Scientifico

# Il Linguaggio della Scienza

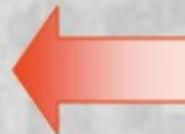
Il linguaggio ordinario è fatto dalle parole che usiamo tutti i giorni e che indicano oggetti o eventi che osserviamo con i nostri sensi. Queste parole hanno una ricchezza che le rende adatte a molti usi, cioè sono **'polisemiche'** in quanto possono indicare realtà diverse.



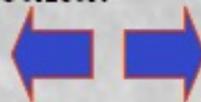
R



R



La creatività del linguaggio umano si basa proprio sulla sua **polivocità**: lo stesso oggetto (nello spazio R-della realtà), visto in contesti differenti, è reso da simboli differenti (nello spazio S-dei simboli). Viceversa la stessa parola, in sede di interpretazione, può essere associata a diverse realtà.



# “...UNA VECCHIA PORTA LA SBARRA...”

**Si tratta semplicemente di una robusta vecchietta che porta una sbarra?**



**O invece si sta parlando di una apertura e di una vecchia porta che la sbarra?**



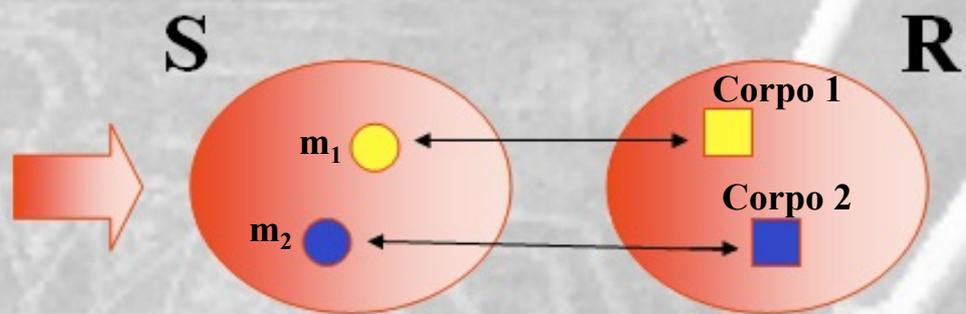
Per evitare queste ambiguità il linguaggio scientifico (o, più in generale, il linguaggio formale) cerca di associare ad ogni realtà un unico simbolo e viceversa, generando così una specie di 'codice segnaletico' che crei una **corrispondenza biunivoca** (1:1) tra il simbolo e la realtà che esso vuole indicare.

## Legge della Gravitazione Universale

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Inoltre, mentre nel linguaggio ordinario la sintassi è collaudata da tutta una eredità storica, nel caso del linguaggio scientifico le relazioni fra i numeri di uscita dai vari apparati di misura vanno **'indovinate'**.

Qualcuno dice 'inventate', nel senso però che alla base di questo ~~processo~~ processo c'è una intuizione (**IPOTESI**) che in qualche modo coglie il giusto comportamento della natura.



Come il linguaggio ordinario, anche quello scientifico possiede una **grammatica**: qui però le relazioni sintattiche tra le parole diventano relazioni sintattiche tra numeri, cioè saranno **equazioni** scritte in forma matematica.



Ma perché riteniamo che una data ipotesi sia fondata su un reale comportamento della Natura?



$$\text{Ex: } a = F/m$$

Perché la relazione, che è una legge matematica fra numeri, messa sotto forma di equazioni, permette di trovare delle soluzioni; e tali soluzioni rappresentano delle **'previsioni'** riguardanti il comportamento del fenomeno esaminato.

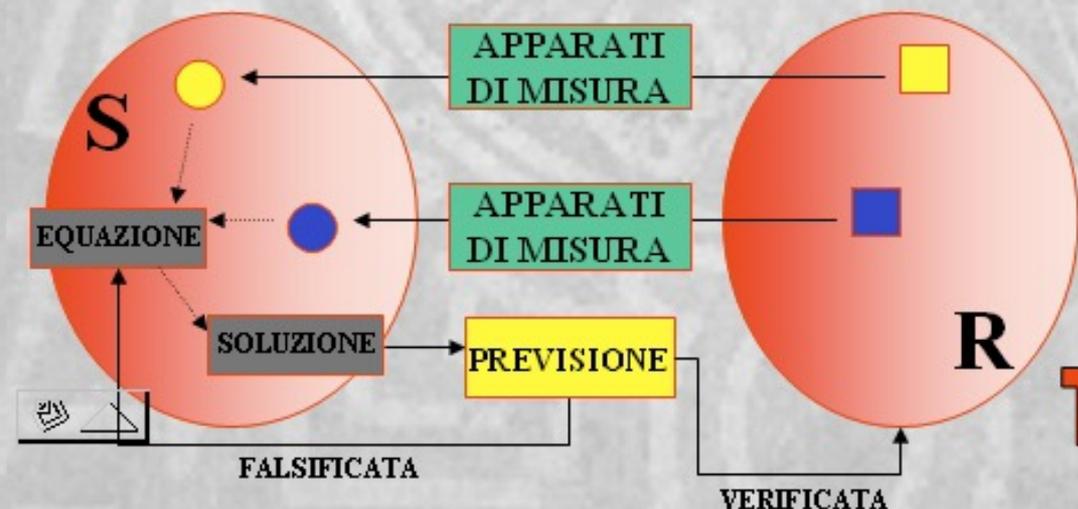
Se la previsione si avvera, allora è **'probabile'** (non **'certo'**!) che la relazione ipotizzata sia quella giusta e la probabilità sarà tanto più alta quanto maggiore è il numero di **'verifiche'** che avremo fatto. Se invece la previsione è **'falsificata'** dalla realtà, allora siamo sicuri che l'ipotesi era sbagliata, e dovremo formularne un'altra.



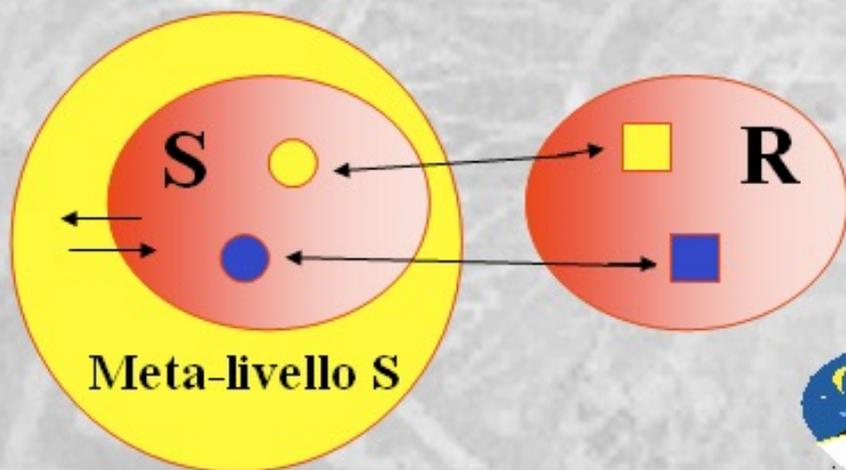
Un'ipotesi sufficientemente verificata (**'corroborata'**) può essere confidentemente considerata come una **LEGGE** di Natura (salvo poi doverla cambiare in caso di falsificazione!).

Così nascono le

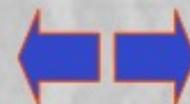
# TEORIE SCIENTIFICHE



Questo meccanismo di **'autocorrezione'** è ciò che distingue la scienza da tutte le altre modalità di pensiero. La scienza è, per così dire, **'aperta da ambedue le estremità'**, dato che essa spinge in avanti la frontiera della conoscenza e, nello stesso tempo, rivede la conoscenza sulla quale il suo progresso è basato.



Questo significa che, nel fare scienza, sono sempre coinvolti almeno **due livelli** di pensiero e che sono necessari due livelli di linguaggio per descrivere la nostra teorizzazione.



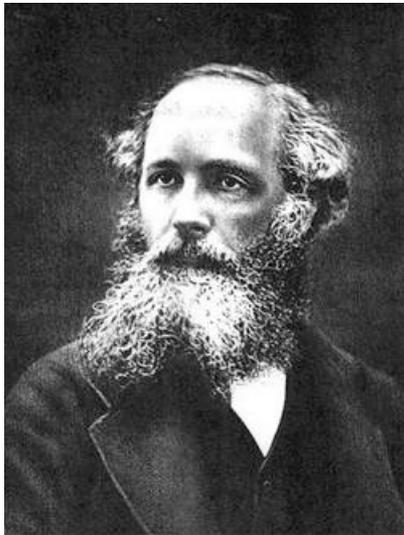
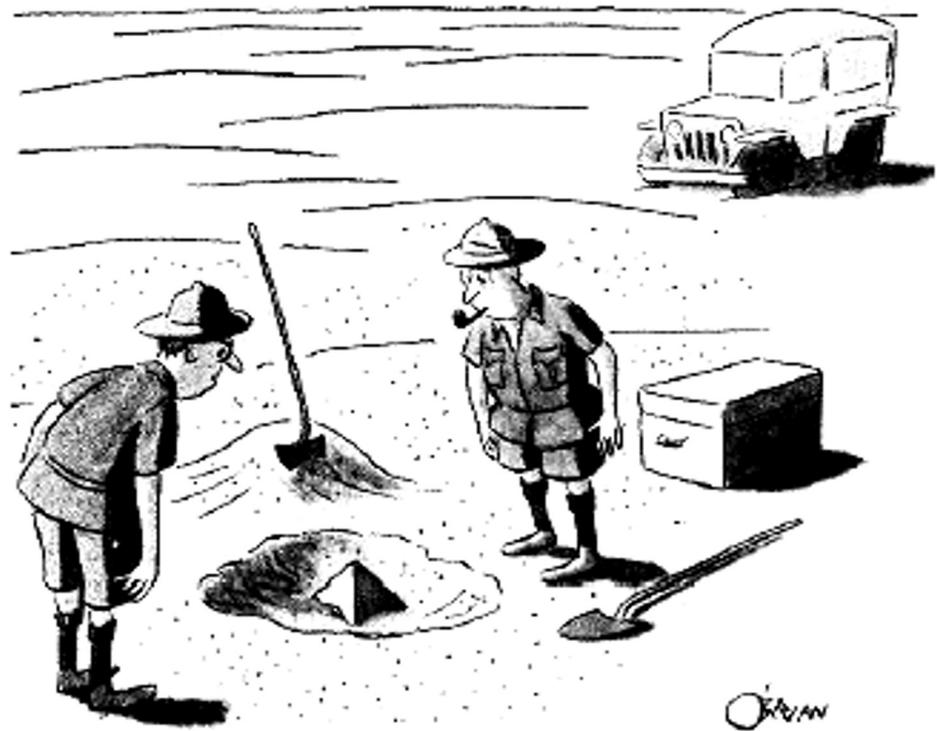
Noi dobbiamo criticare i nostri concetti, e non solo farne uso, e ciò comporta il **parlare su di essi**: questo introduce la meta-linguistica e, dunque, la meta-teoria, che rappresenta anche un più alto livello di consapevolezza.

Stando al di sopra del livello di effettivo svolgimento della scienza, lo si può esaminare e vedere le connessioni e le relazioni e così **comprendere** la scienza, anziché limitarsi a conoscerne i fatti.



# La portata delle scoperte scientifiche è spesso imprevedibile...

*“Questa potrebbe essere la scoperta del secolo...  
Dipende solo, naturalmente, da quanto va in profondità...”*



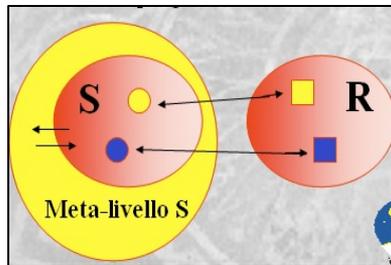
*James Clerk Maxwell  
1831-1879*

*Equazioni di Maxwell*



# Comprendere e ripensare la Scienza

Una **buona teoria fisica** non deve limitarsi a connettere un sempre più vasto numero di esperienze, ma – come quella di Newton, Maxwell o quelle di Einstein – deve essere anche feconda, ossia **suggerire nuove domande e problemi**. Deve insomma permetterci di ampliare la portata del contenuto fisico dei nostri modelli, fornendoci una qualche forma di **comprensione** che non può essere ricondotta a mera manipolazione di simboli o di strumenti tecnologici.



Una scienza incapace di **ripensare** continuamente i propri fondamenti e metodi e proporre nuove prospettive è una scienza condannata a morte per esautoramento del proprio potenziale culturale.

Ciò è tanto più urgente in quanto oggi ci troviamo di fronte a tutta una serie di **problemi globali** che riguardano la biosfera nel suo complesso e hanno conseguenze preoccupanti sulla vita del genere umano, procurando danni che potrebbero presto diventare irreversibili. E la scienza ha una grande **responsabilità** in proposito.

