

FISICA

LECTURE 1

Prof. Marco Ruggieri
Dipartimento di Fisica e Astronomia
Università di Catania

How you can contact me

Email address

- marco.ruggieri@dfa.unict.it

Office

- Dipartimento di Fisica e Astronomia, room 326

Pagina docente

- <https://www.dfa.unict.it/docenti/marco.ruggieri>

Se decidessi di creare un account Facebook o Instagram ve lo farò sapere!

The background is a gradient of dark blue and purple, speckled with small white dots resembling stars. In the top right corner, there is a large, faint, circular graphic with concentric rings and radial lines, resembling a compass or a stylized sun. In the bottom right corner, there is a smaller, faint, circular graphic with concentric rings and a dashed line, resembling a stylized atom or a small sun. In the bottom left corner, there is a faint, circular graphic with concentric rings and a dashed line, resembling a stylized atom or a small sun.

*If you cannot understand anything,
you have the right to interrupt and ask me*

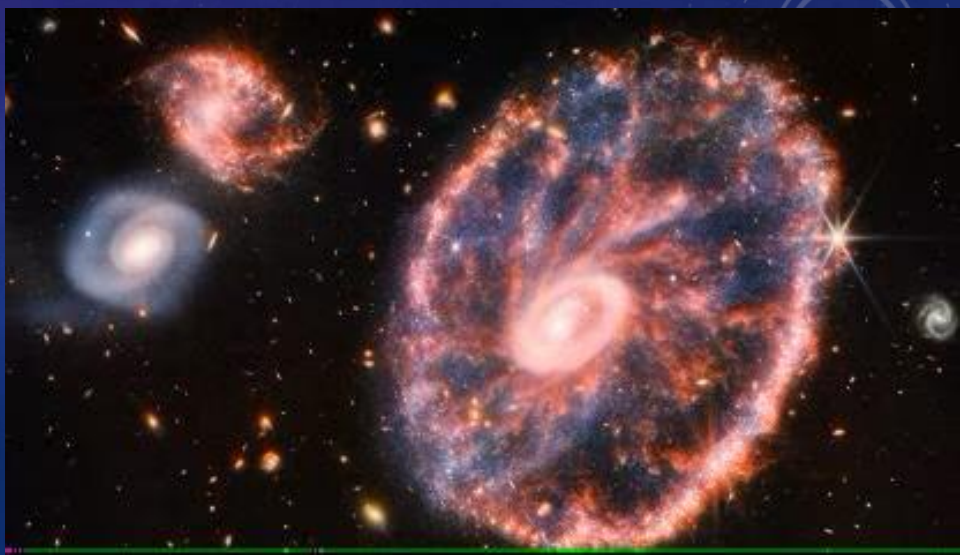
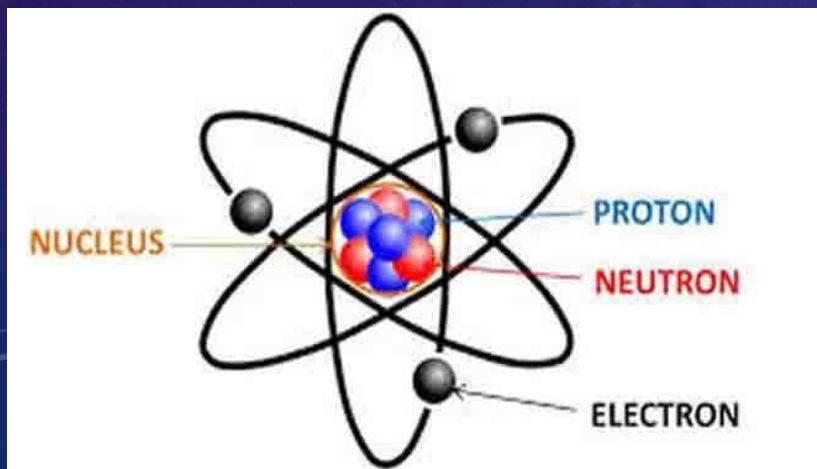
La Fisica è la scienza della natura per eccellenza: serve ad *interpretare e descrivere* tutti i fenomeni naturali, dalle scale *microscopiche* (atomi, nuclei atomici, particelle elementari) fino a quelle *macroscopiche* (stelle, cosmologia).

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi(\vec{r},t)+U(\vec{r})\Psi(\vec{r},t)=i\hbar\frac{\partial\Psi(\vec{r},t)}{\partial t}$$

Equazione di Schrodinger

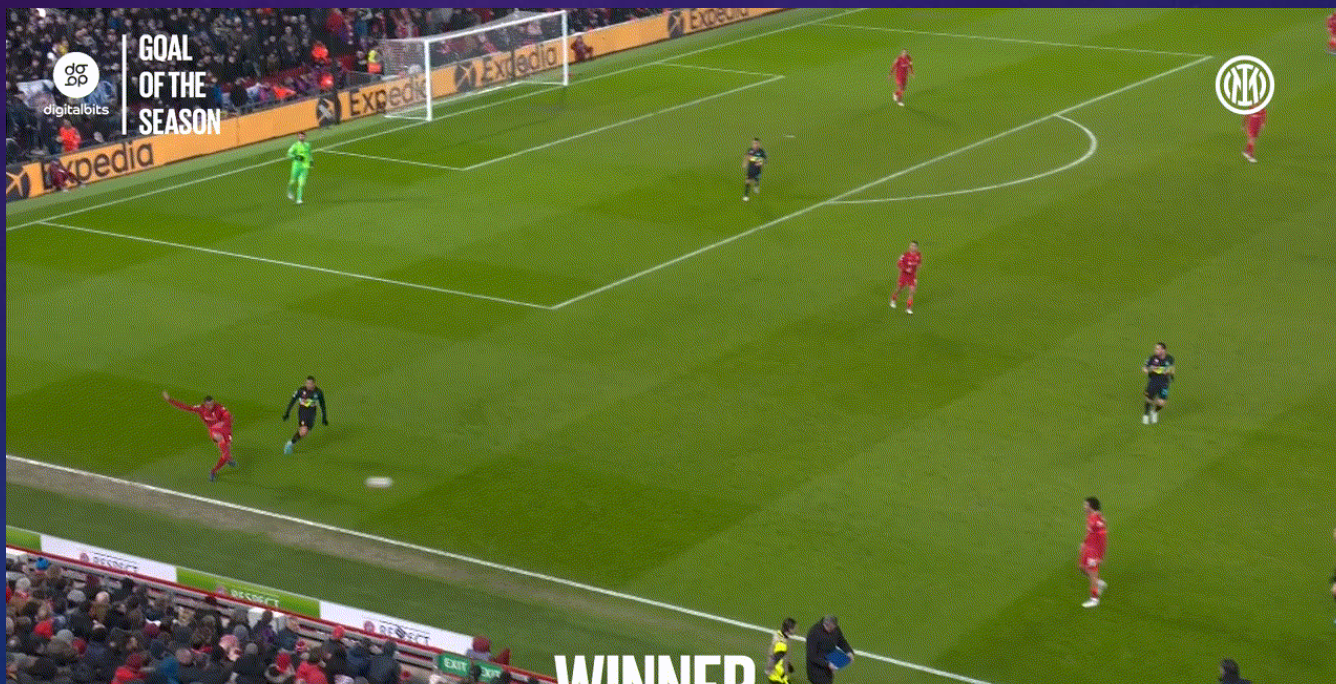
$$R_{\mu\nu}-\frac{1}{2}R\,g_{\mu\nu}+\Lambda\,g_{\mu\nu}=\frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

Equazione di Einstein



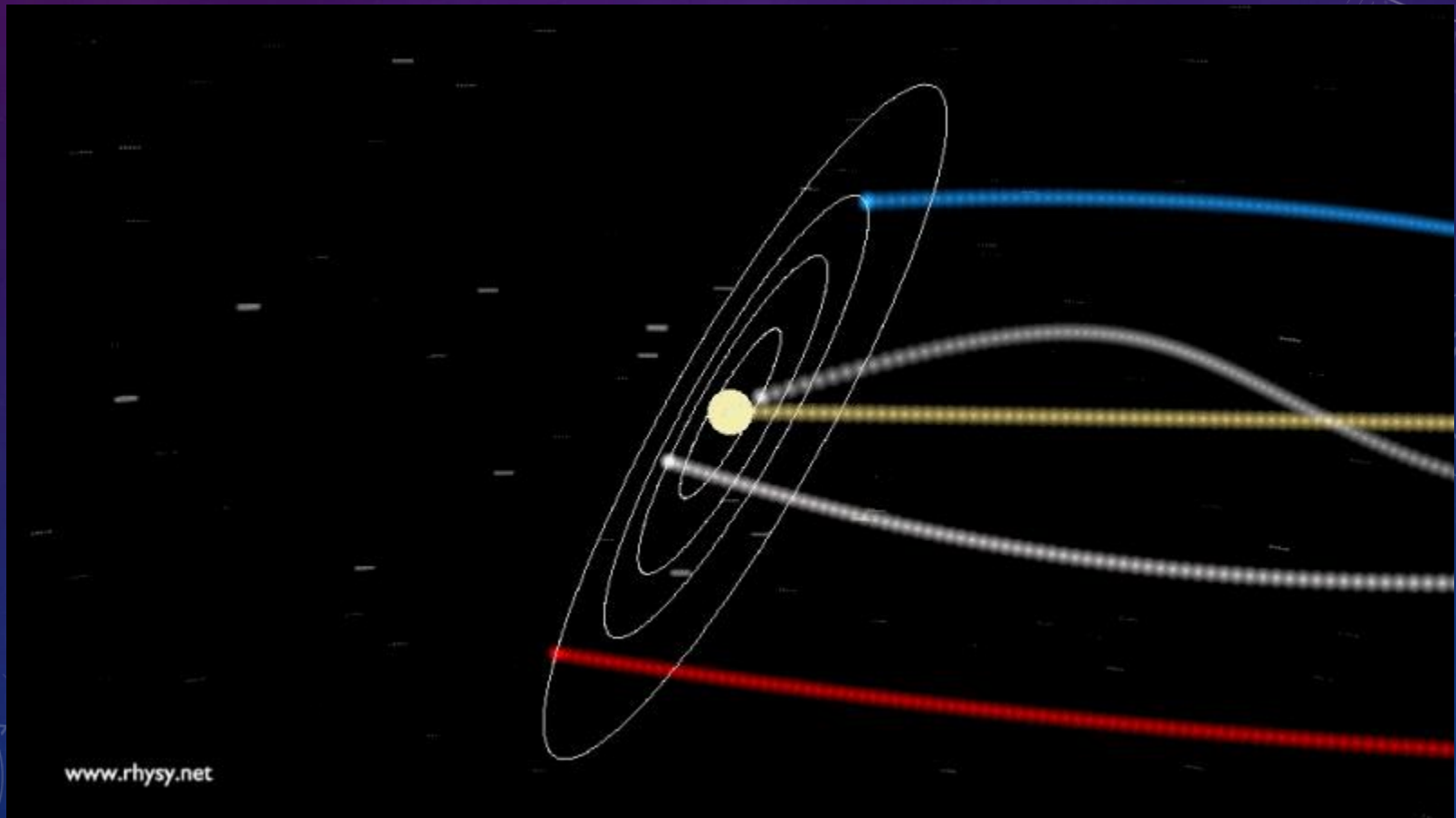
Alcune delle cose che la Fisica descrive: *Il tiro a effetto (spin-shot)!*

Goal di Lautaro in **Liverpool-Inter 0-1**
Ottavi di Champions League
8 Marzo 2022



WINNER
LAUTARO MARTÍNEZ

Alcune delle cose che la Fisica descrive:
Il moto del sistema solare nella galassia

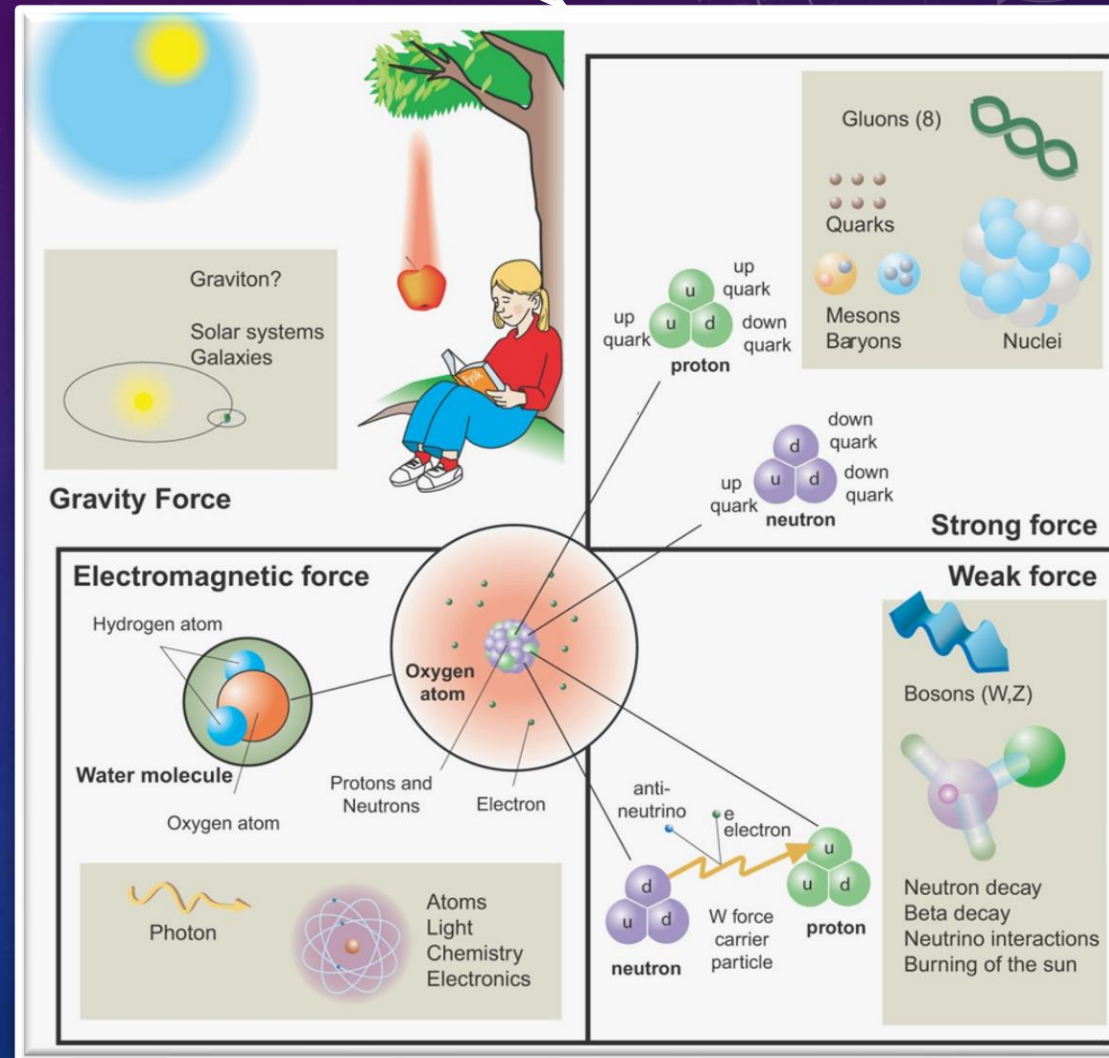
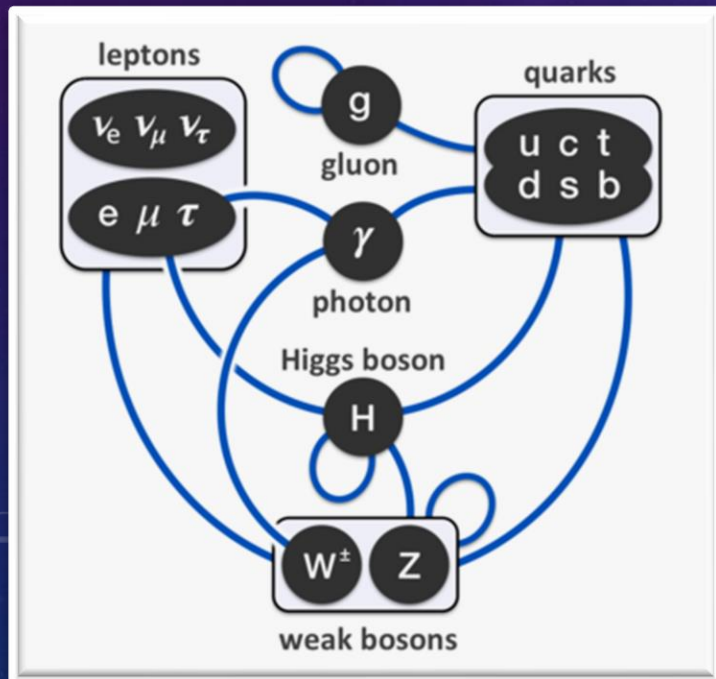


THE FIVE FUNDAMENTAL INTERACTIONS

A qualitative view of the fundamental interactions.

The four fundamental forces

Higgs interaction

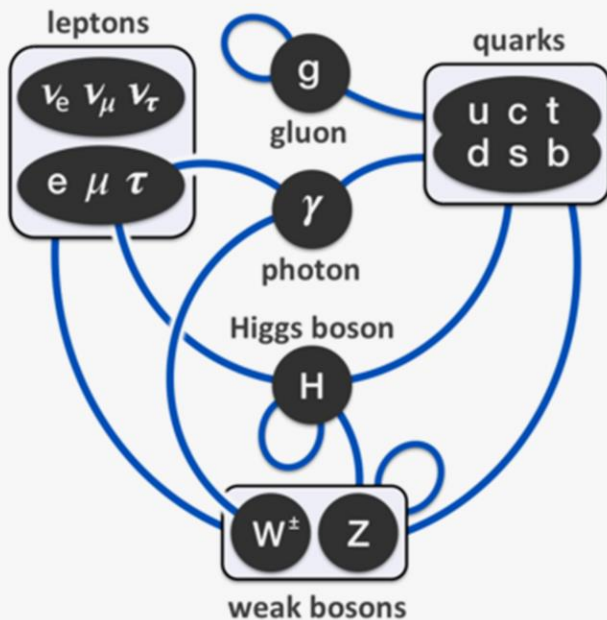


THE FIVE FUNDAMENTAL INTERACTIONS

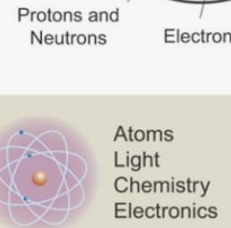
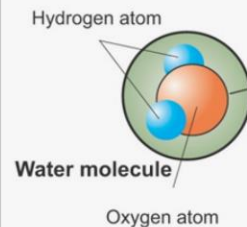
The Electroweak force



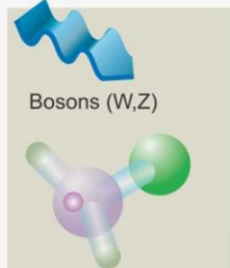
**MAY THE
FORCE
BE
WITH YOU**



Electromagnetic force



Weak force



Neutron decay
Beta decay
Neutrino interactions
Burning of the sun

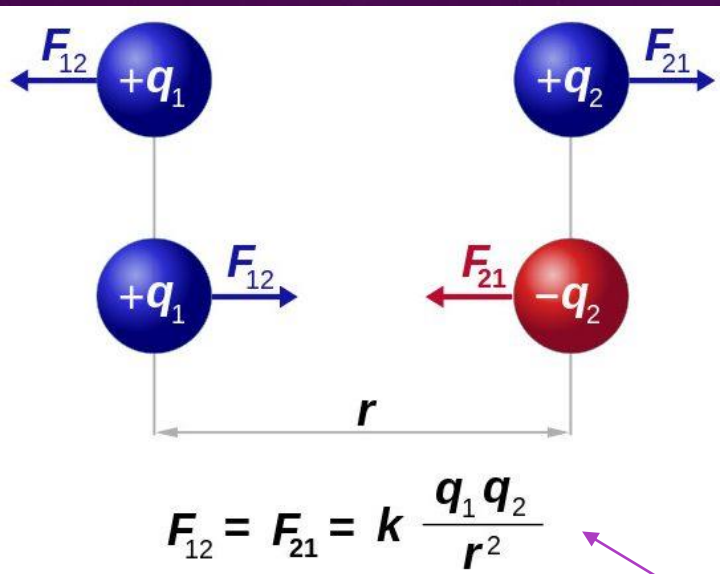
FROM THE ELECTROWEAK TO THE ELECTROMAGNETIC FORCE



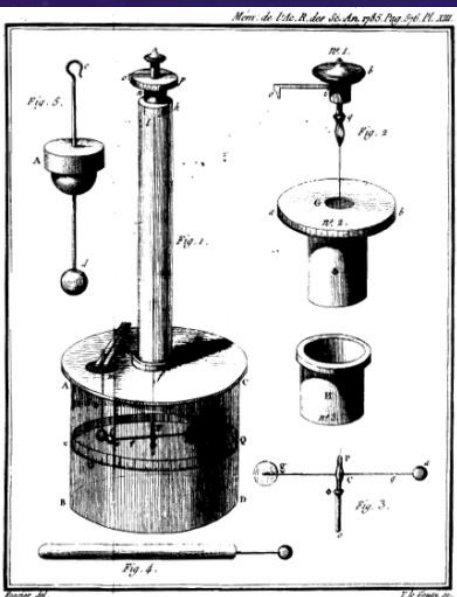
After the Big Bang, the electroweak force permeated the young Universe.

After a short while, the weak and electromagnetic forces followed «different paths».

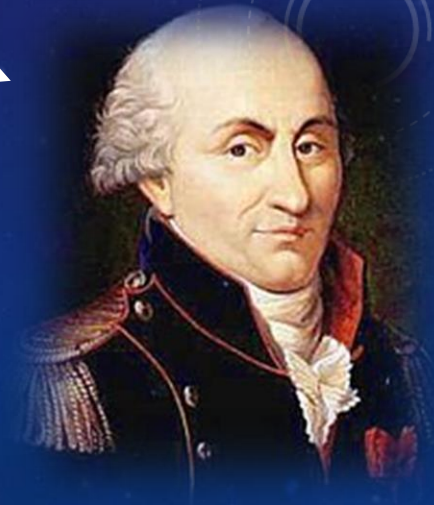
THE ELECTRIC FORCE



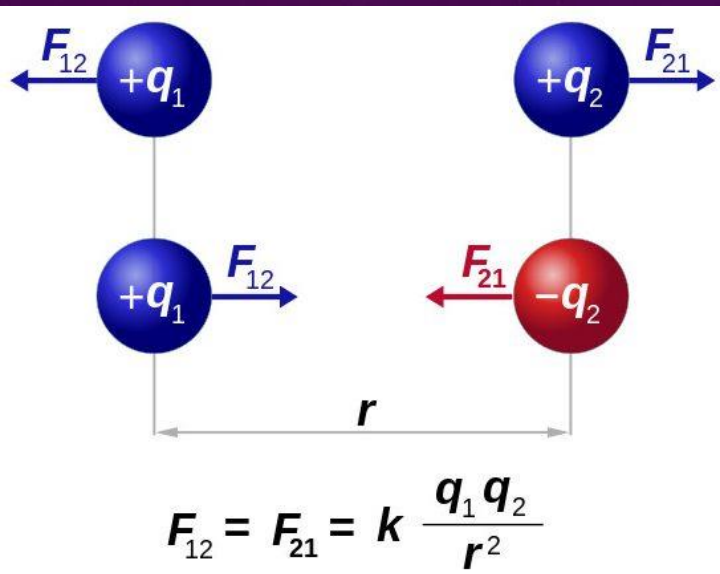
*Like charges repel each other.
Opposite charges attract each other.*



Coulomb, circa 1780

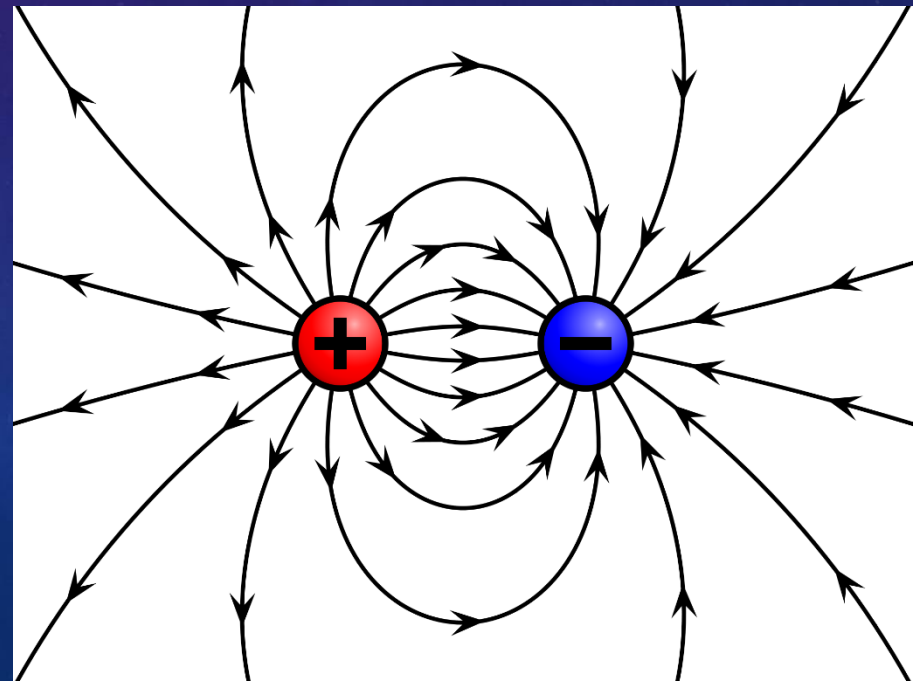


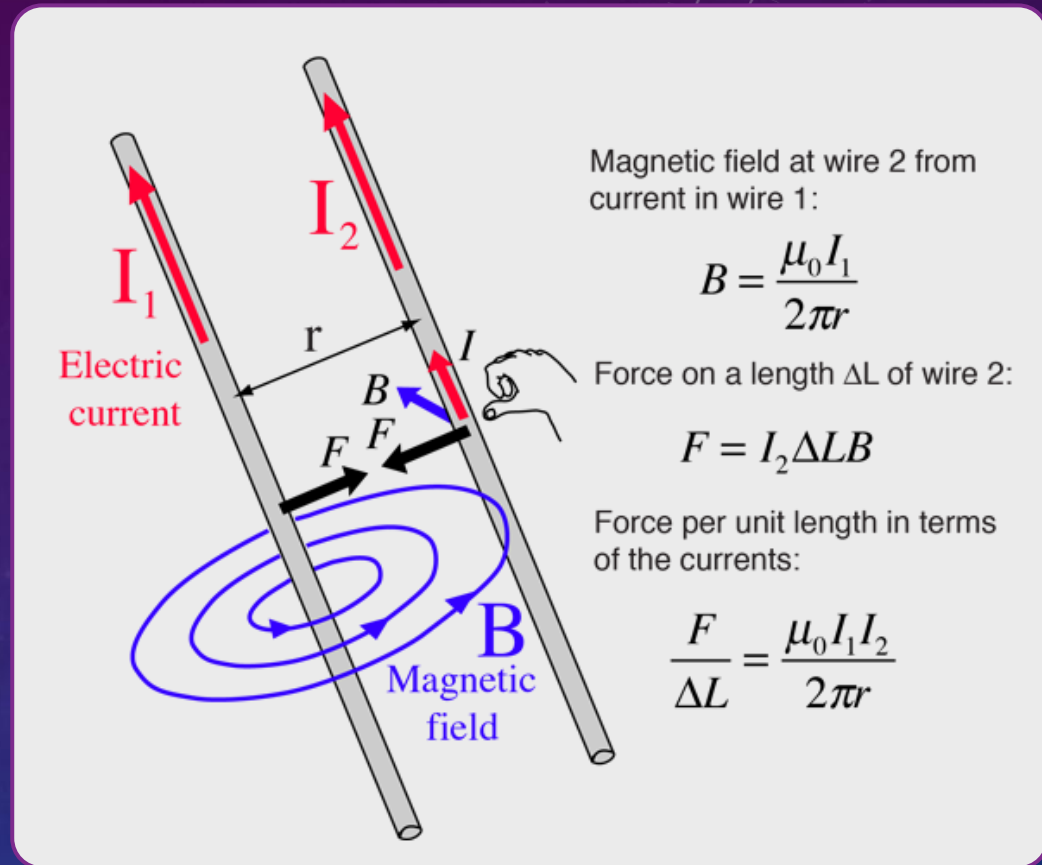
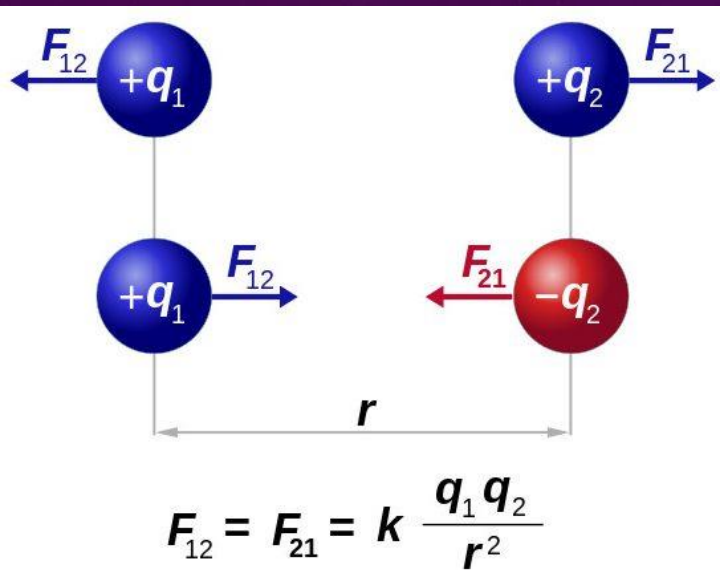
THE ELECTRIC FORCE



*Like charges repel each other.
Opposite charges attract each other.*

One charge interacts with the electric field produced by the other charge.





Electric and magnetic forces are described in terms of the same entity:

Electromagnetic field

Electromagnetic interaction is responsible of:

- *Stability of atoms*
- *Forces between atoms, molecules*

Almost everything that we can see/touch on Earth is there thanks to the electromagnetic interaction.

Electromagnetic interaction is responsible of:

- *Stability of atoms*
- *Forces between atoms, molecules*

Aurora Borealis
*Interaction of
electrons (from Sun)
with atmosphere*



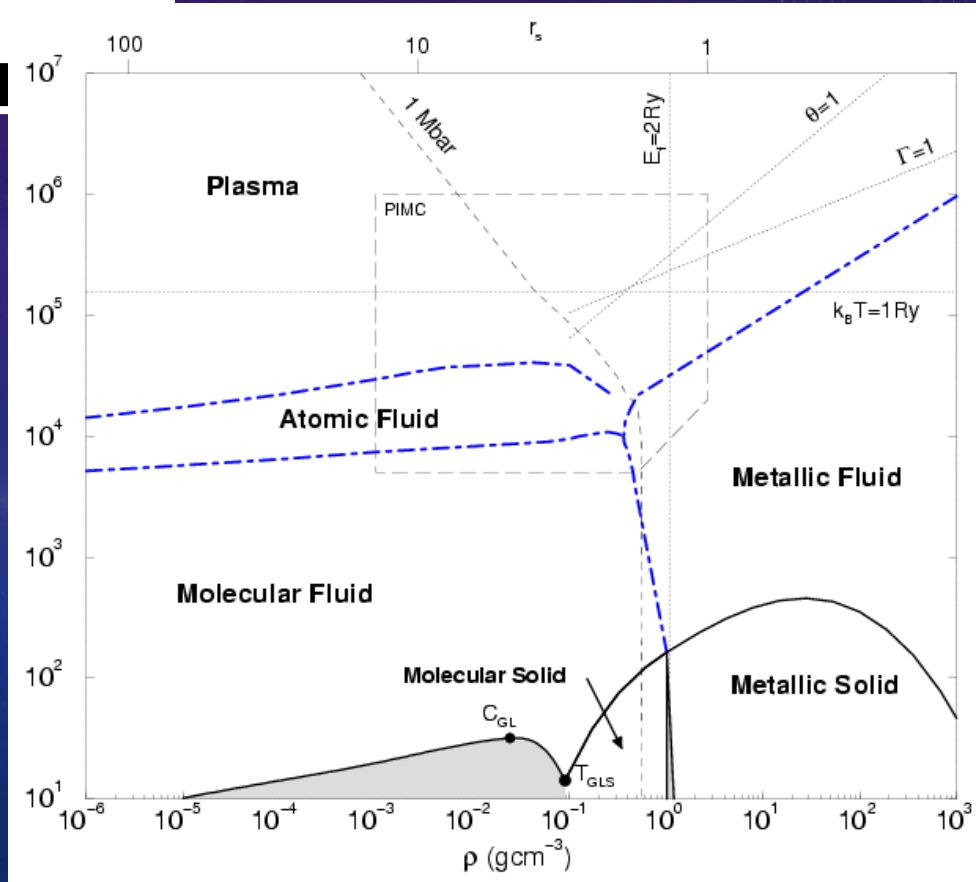
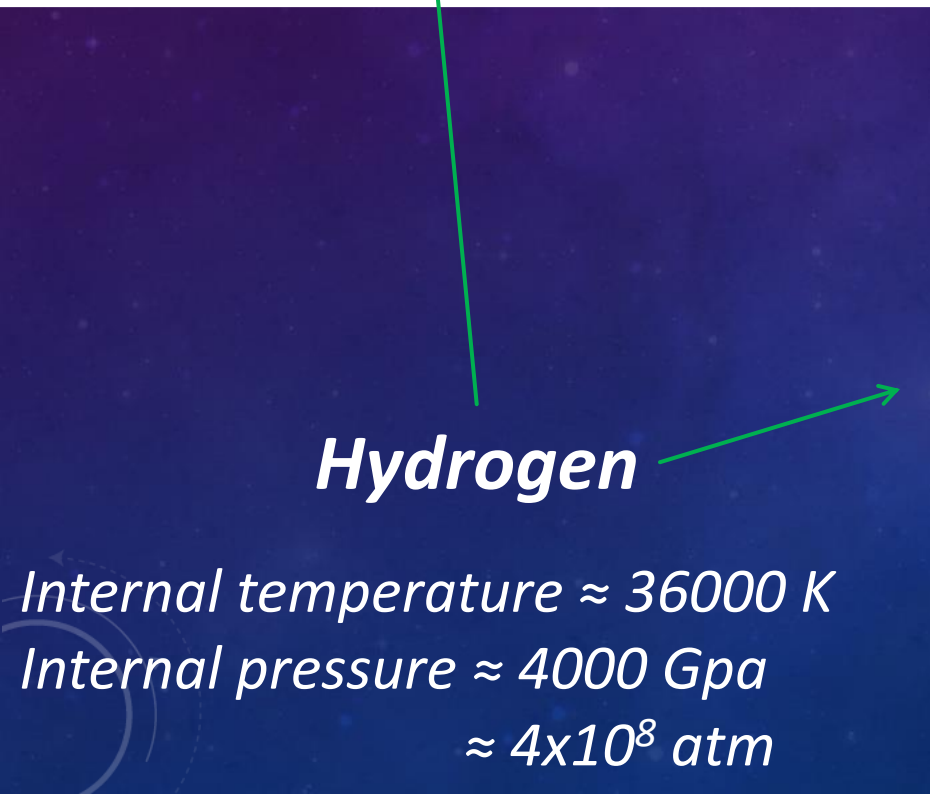
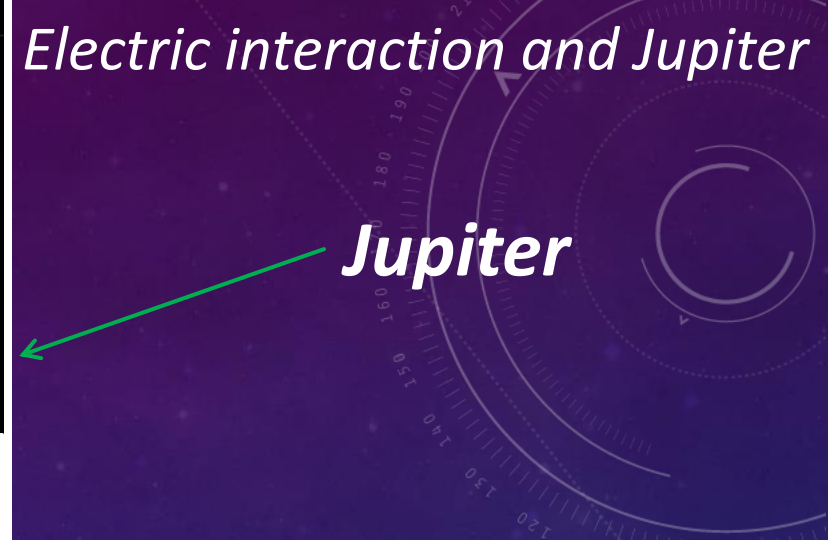
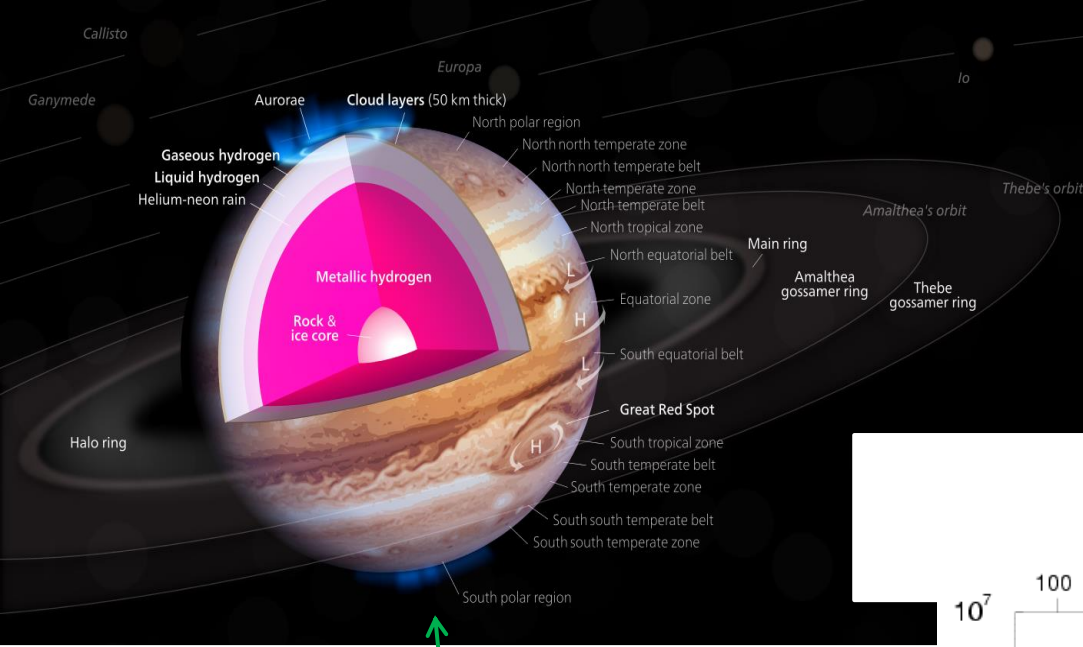
Electromagnetic interaction is responsible of:

- *Stability of atoms*
- *Forces between atoms, molecules*

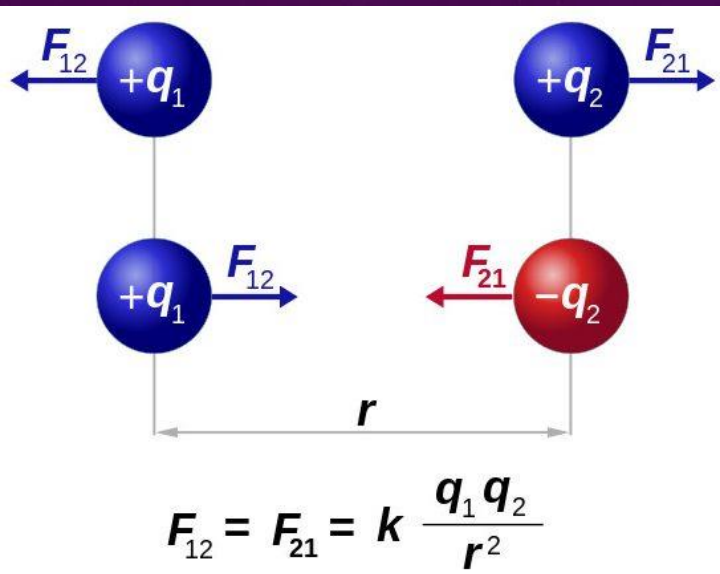
Blue sky

*Interaction of
EM waves (from Sun)
with atmosphere*





CAN WE UNDERSTAND THE ELECTRIC FORCE?



*Like charges repel each other.
Opposite charges attract each other.*



This is a fact!

However, it is not possible to understand ***why*** this happens using only the Science of the 19th century, aka ***Classical Physics***.

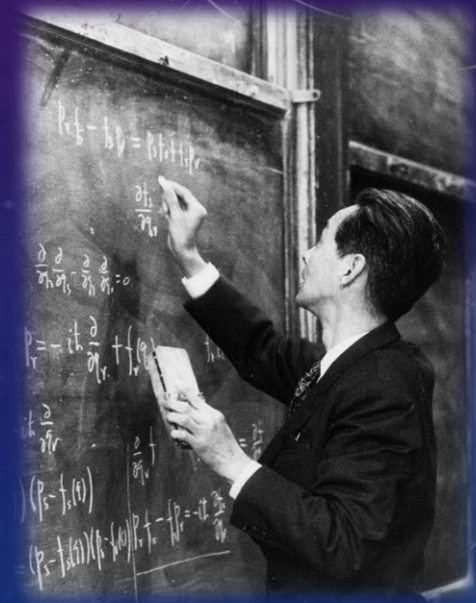
CAN WE UNDERSTAND THE ELECTRIC FORCE?

Understanding the electric force is an example of how Physics allows us to know Nature at a very deep level.



Richard Feynman

Julian Schwinger



Shin'ichiro Tomonaga

Nobel prize for Physics in 1965, for their studies on the quantum theory of electromagnetic interaction (QED)

CAN WE UNDERSTAND THE ELECTRIC FORCE?

Understanding the electric force is an example of how Physics allows us to know Nature at a very deep level.

*The EM field is
made up of photons*



For example
The radiation coming from the Sun
consists of many photons that hit
our bodies, the plants, our pets,
the seas and so on.

In this course we will focus on classical physics.

Risultati di apprendimento attesi

L'obiettivo del presente insegnamento è fornire agli studenti le conoscenze di base della fisica classica, in particolare meccanica, termodinamica, ed elettromagnetismo. Laddove possibile, saranno discussi elementi di fisica moderna, includendo relatività speciale e meccanica quantistica. Alla fine del corso, gli studenti avranno una conoscenza dei concetti basilari del metodo scientifico e della fisica classica, e saranno in grado di impostare e/o risolvere un problema di fisica.

Il corso prevede 48 ore di lezioni frontali, di cui 24 di teoria e 24 di esercitazioni. In particolare, le esercitazioni consisteranno sia in esercizi numerici svolti in classe, che in sviluppi formali (ad esempio, dimostrazioni di risultati enunciati nella parte di teoria).

In dettaglio, i risultati di apprendimento attesi, classificati in base ai descrittori di Dublino, sono i seguenti.

1. Conoscenze e capacità di comprensione

- Comprendere i principi fondamentali della fisica, inclusi concetti come la meccanica, l'elettromagnetismo e la termodinamica.
- Identificare e spiegare le leggi fisiche che governano il comportamento della materia e dell'energia nell'universo.
- Dimostrare una solida comprensione dei concetti matematici e teorici che sottendono la fisica.

2. Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione

- Applicare i principi fisici per risolvere problemi pratici in diversi contesti, come il moto dei corpi, l'analisi di circuiti elettrici, ecc.
- Interpretare dati sperimentali e applicare le leggi fisiche per analizzare i risultati.
- Sviluppare modelli fisici per descrivere e comprendere fenomeni complessi.

3. Capacità di trarre conclusioni

- Eseguire analisi critica dei dati sperimentali e giungere a conclusioni basate su prove scientifiche.
- Identificare e risolvere problemi fisici complessi, utilizzando il pensiero critico e la logica.
- Valutare in modo critico le teorie fisiche esistenti e riconoscere i loro limiti.

WHAT IS THIS COURSE ABOUT

In this course we will focus on classical physics.

4. Abilità comunicative

- Comunicare in modo chiaro e conciso i risultati delle analisi fisiche, sia in forma scritta che verbale.
- Presentare in modo efficace concetti fisici complessi a un pubblico non esperto.
- Collaborare con gli altri e partecipare attivamente alle discussioni scientifiche.

5. Capacità di apprendere

- Dimostrare la capacità di apprendere in modo autonomo, approfondendo la conoscenza della fisica al di là del livello di base.
- Adattarsi e applicare conoscenze e competenze acquisite in nuovi contesti e problemi.

WHAT IS THIS COURSE ABOUT

In this course we will focus on classical physics.

Prerequisiti richiesti

Per seguire con profitto il corso, gli studenti dovrebbero avere già conoscenze consolidate di analisi matematica (in particolare, derivate e integrali, equazioni differenziali ordinarie del primo e del secondo ordine). Questi argomenti saranno comunque rivisti brevemente all'inizio del corso, o dovunque siano necessari a supporto dei concetti spiegati in classe. Sebbene una buona conoscenza dell'algebra vettoriale sia preferibile, le operazioni tra vettori saranno discusse all'inizio del corso.

Frequenza lezioni

La frequenza è obbligatoria.

In this course we will focus on classical physics.

Contenuti del corso

Fisica e metodo scientifico: il metodo scientifico, la fisica, le branche della fisica moderna, sistemi di unità di misura

Cinematica del punto materiale: vettori e matrici, operazioni tra vettori, legge oraria di un punto materiale, velocità media e istantanea, accelerazione, moti piani

Dinamica del punto materiale: Principio di relatività, forze, sistemi inerziali, principio di inerzia, forza e accelerazione, massa inerziale, impulso e quantità di moto, momento angolare e momento di una forza, lavoro ed energia cinetica, campi conservativi ed energia potenziale, conservazione dell'energia meccanica, esempi di forze, soluzioni dell'equazione del moto

Elementi di dinamica dei sistemi: leggi fondamentali e terzo principio della dinamica, centro di massa, equazioni cardinali, sistemi di forze, equilibrio dei corpi rigidi, momento di inerzia, energia cinetica e momento angolare di un corpo rigido, rotolamento

Elementi di meccanica dei fluidi: azioni meccaniche sui fluidi, statica dei fluidi, idrostatica nel campo della gravità, idrodinamica, tensione superficiale

Primo principio della termodinamica: calore e temperatura, gas perfetto e trasformazioni, scala assoluta delle temperature, primo principio della termodinamica e applicazioni ad un gas perfetto. Secondo principio della termodinamica: enunciati del secondo principio, ciclo di Carnot, entropia e secondo principio, entropia di un gas perfetto e di un corpo solido, interpretazione microscopica delle grandezze termodinamiche

Elementi di Elettromagnetismo: carica elettrica, legge di Coulomb, campo elettrico, potenziale elettrostatico, dipolo elettrico, energia elettrostatica, correnti stazionarie, campo magnetico, energia magnetica, cenni sull'induzione elettromagnetica, equazioni di Maxwell



Fondamenti di Fisica

di Serway-Jewett

VI Edizione

adattamento a cura di

Roberto Bellotti
Vittorio Cataudella

Maurizio Acciarri
Carlo Altucci
Pia Astone
Antonio Bartolotta
Gastone Castellani
Marco De Spirito
Antonio Emanuele
Angelo Galante
Paola Scamporrì
Roberto Stroppi
Cristiano Viappiani



THE TEXTBOOKS



Corrado Mencuccini
Vittorio Silvestrini

FISICA

MECCANICA E TERMODINAMICA

con esempi ed esercizi




CASA EDITRICE AMBROSIANA

Corrado Mencuccini
Vittorio Silvestrini

FISICA

ELETTROMAGNETISMO E OTTICA

con esempi ed esercizi




CASA EDITRICE AMBROSIANA



Programmazione del corso

Argomenti		Riferimenti testi
1	Introduzione alla fisica, metodo scientifico, dimensioni, algebra vettoriale (4 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 2
2	Cinematica del punto materiale (4 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 2
3	Dinamica del punto materiale (6 ore, di cui 4 di esercitazioni)	testi 1 e 2
4	Lavoro ed energia (4 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 2
5	Elementi di meccanica dei sistemi (4 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 2
6	Cinematica e dinamica delle oscillazioni (2 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 2
7	Elementi di meccanica dei fluidi (4 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 2
8	Elementi di termodinamica classica e teoria cinetica dei gas (8 ore, di cui 4 di esercitazioni)	testi 1 e 2
9	Legge di Coulomb, campo elettrico, legge di Gauss e potenziale elettrico (6 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 3
10	Corrente elettrica (2 ore)	testi 1 e 3
11	Campo magnetico (2 ore, di cui 2 di esercitazioni)	testi 1 e 3
12	Induzione elettromagnetica ed equazioni di Maxwell (2 ore)	testi 1 e 3

Verifica dell'apprendimento

Modalità di verifica dell'apprendimento

La valutazione avverrà tramite una prova scritta, contenente tre esercizi semplici sugli argomenti discussi nel corso, ed un colloquio orale. Tra i criteri di formulazione del voto finale si valuterà la correttezza delle risposte, nonché la capacità da parte dello studente di esprimersi con un adeguato linguaggio tecnico e di fare collegamenti con altri argomenti del programma.

Esempi di domande e/o esercizi frequenti

Secondo principio della dinamica

Sistemi di riferimento inerziali

Primo principio della termodinamica

Secondo principio della termodinamica

Energia interna

Entropia

Meccanica dei sistemi di punti materiali

Idrostatica

Equazioni di Maxwell

Campo elettrostatico