

# *I mondi paralleli della fisica moderna*

*Franco Montanari*

*francomontanari55@gmail.com*

# ***Struttura del corso***

- **Modulo 1 – La crisi della fisica classica**
- **Modulo 2 – La Relatività Ristretta o Speciale**
- **Modulo 3 – La Relatività Generale**
- **Modulo 4 – La fisica quantistica**
- **Modulo 5 – La fisica atomica**
- **Modulo 6 – La fisica nucleare**
- **Modulo 7 – La fisica delle particelle ed il Modello Standard**
- **Modulo 8 – La Cosmogenesi**

# La notazione scientifica

Multipli e prefissi nelle unità di misura			
multipli	Prefissi	multipli	Prefissi
$10^{24}$	yotta - Y	$10^{-1}$	deci - d
$10^{21}$	zetta - Z	$10^{-2}$	centi - c
$10^{18}$	exa - E	$10^{-3}$	milli - m
$10^{15}$	peta - P	$10^{-6}$	micro - $\mu$
$10^{12}$	tera - T	$10^{-9}$	nano n
$10^9$	giga - G	$10^{-12}$	pico - p
$10^6$	mega - M	$10^{-15}$	femto - f
$10^3$	kilo - k	$10^{-18}$	atto - a
$10^2$	etto - h	$10^{-21}$	zepto - z
10	deca - da	$10^{-24}$	yocto - y

$$4,5 \times 10^{-3} \text{ metri} = 4,5 \text{ millimetri}$$

$$4,5 \times 10^{-15} \text{ metri} = 4,5 \text{ femtometri}$$

$$36 \times 10^9 \text{ byte} = 36 \text{ gigabyte}$$

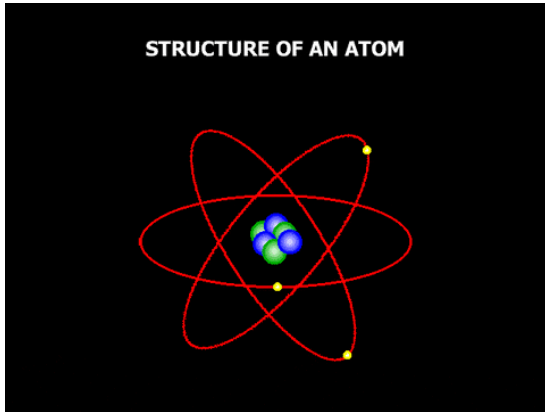
$$\text{Massa Terra} = 5,9 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa elettrone} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

## ***Il titolo***

***..... perchè ... " I mondi paralleli ...." ?***

# *I mondi paralleli*



**LE PARTICELLE ATOMICHE**

$10^{-18}$  metri  
 $10^{-35}$  m (*lunghezza di Planck*)

$2,18 \times 10^3$  Km/s

$\sim 10^{-26}$  secondi



**L'UOMO**

*lunghezze*

$10^4$  metri

*velocità*

$10^2$  Km/h

*tempo*

$3,6 \times 10^2$  secondi



**IL COSMO**

$10^{26}$  metri

$200 \times 10^3$  m/s

$10^{18}$  secondi

**luce** =  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  (*vuoto*)

# *Il quadro generale*

## **FISICA CLASSICA**

- Il "nostro" mondo :
  - Il "senso comune"
  - Il determinismo dei fenomeni
  - Le nostre velocità
  - Il tempo "assoluto"
  - Principio di causalità

## **FISICA MODERNA**

- Fuori dal "senso comune"
- Il mondo sub-atomico
- Le altissime velocità
- Il tempo non assoluto
- Probabilità ed indeterminazione
- Il cosmo ( le grandi masse )



400 a.C.  
ragionamento  
deduttivo

1600  
metodo  
sperimentale

1900  
crisi della fisica  
classica

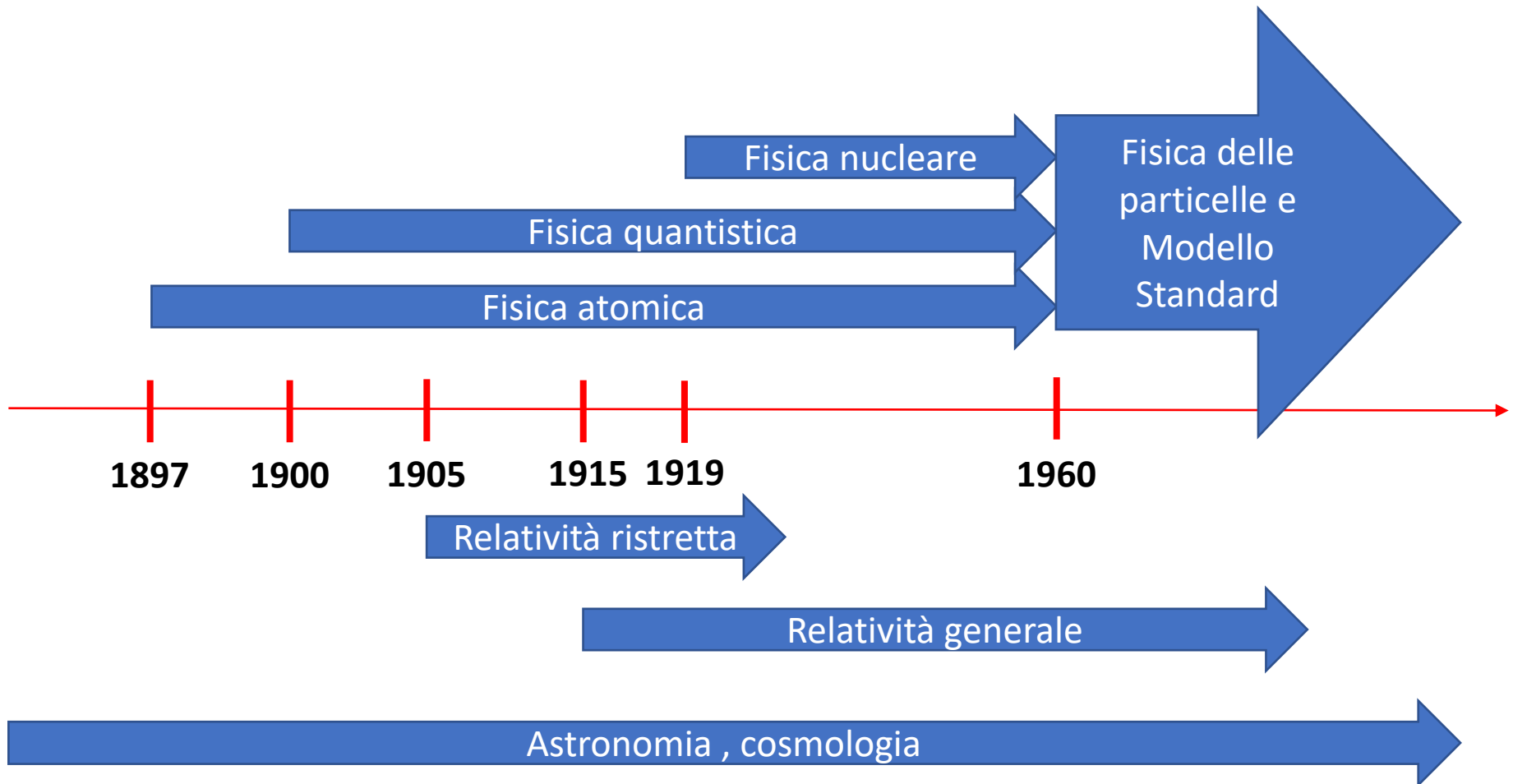
oggi  
teoria del  
tutto (TOE)

**Aristotele**  
**Democrito**

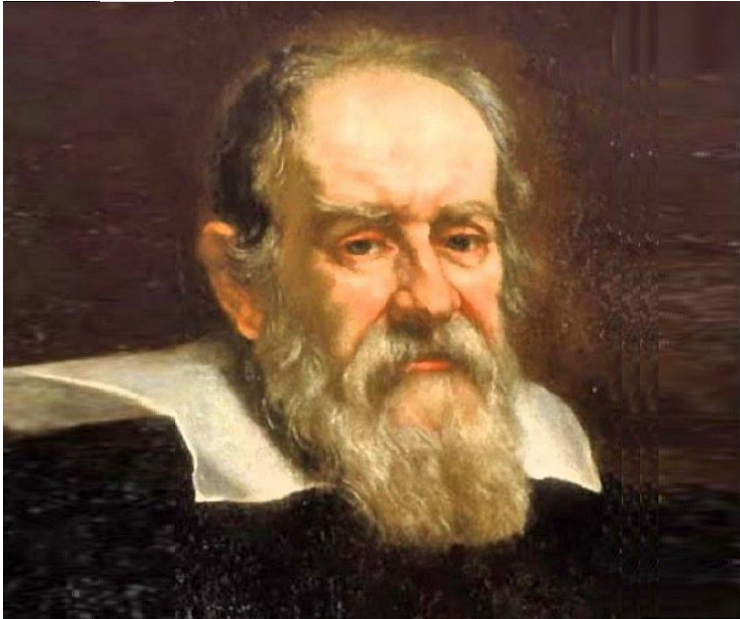
**Galileo**  
**Newton**

**Einstein , Planck, Bohr**

# *La cronologia*



# *La crisi della fisica classica*



**Galileo Galilei 1564 - 1642**

- **Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo**
- **Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze**



**Isaac Newton 1643 - 1727**

- **Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Principi matematici della filosofia naturale)**



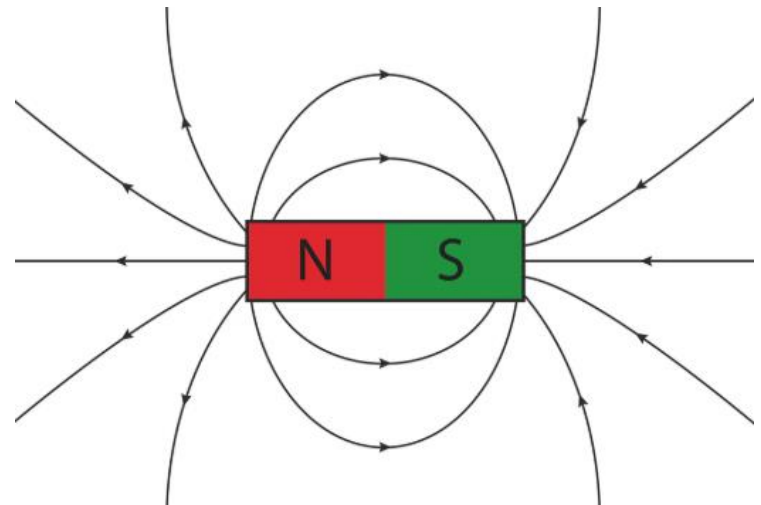
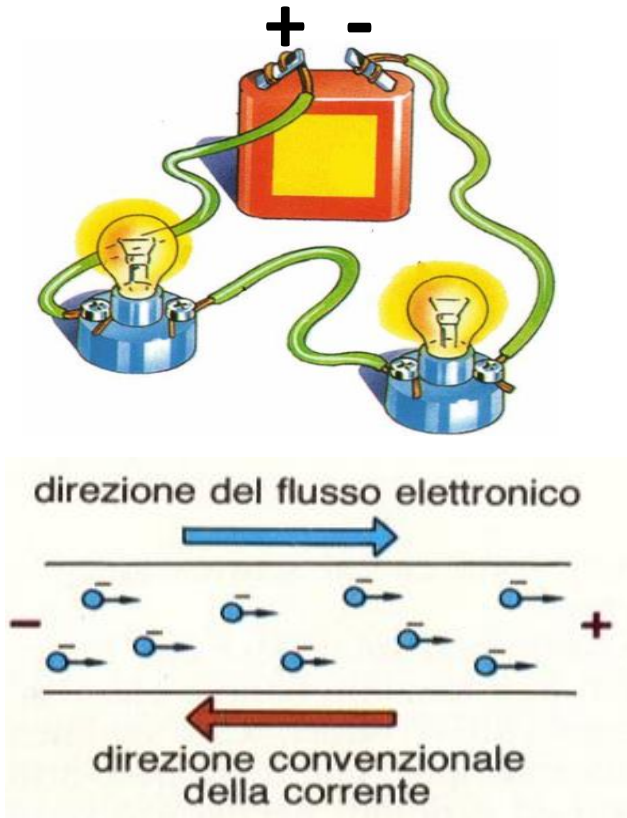
## ***Fatti e personaggi ( prima del 1900 )***

- **1600/1700 : nasce la fisica classica:**
  - **La Meccanica ( cinematica, statica e dinamica ) → Galileo e Newton**
  - **L'approccio rigorosamente sperimentale**
- **1815 : termodinamica e freccia del tempo (Clausius, Boltzmann)**
- **1859 : Darwin e l'evoluzionismo**
- **1865 : nasce l'elettromagnetismo ( Faraday, Maxwell )**
- **1869 : la chimica e il sistema periodico degli elementi (Mendeleev)**
- **1873 : i jeans con i rivetti di rame (Levis Strauss)**
- **1874 : scade il brevetto del telefono di Meucci**
- **1887 : Michelson e Morley .... alla ricerca dell'etere**
- **1895 : nasce il cinema (i Fratelli Lumiere)**
- **1900 : la "gaffe" di Lord Kelvin nel suo discorso all'Associazione Britannica per il progresso della scienza**

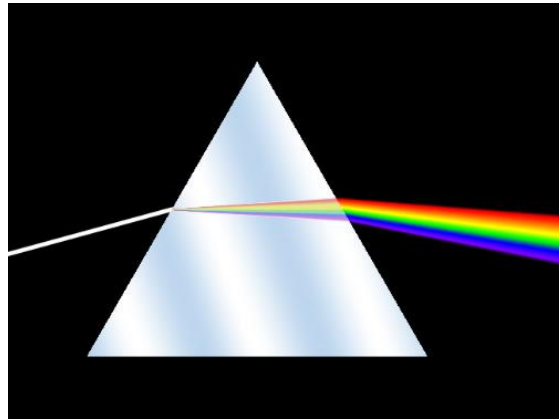
## ***Le certezze dei fisici ( prima del 1900 )***

- **Il Mondo :**
  - **esiste lo spazio assoluto**
  - **esiste il Tempo assoluto**
  - **vale la Relatività galileiana**
  - **valgono le leggi del moto di Newton**
  - **la gravitazione universal e l'azione "a distanza"**
  - **si conoscono due tipi di forze: gravitazionale e elettromagnetica**
  
- **Leggi deterministiche o probabilistiche per i sistemi "complessi"**
  
- **Un Sistema fisico può essere completamente descritto da: posizione, velocità, forze, massa e carica**

# ***Electricità+magnetismo= onde e.m.***



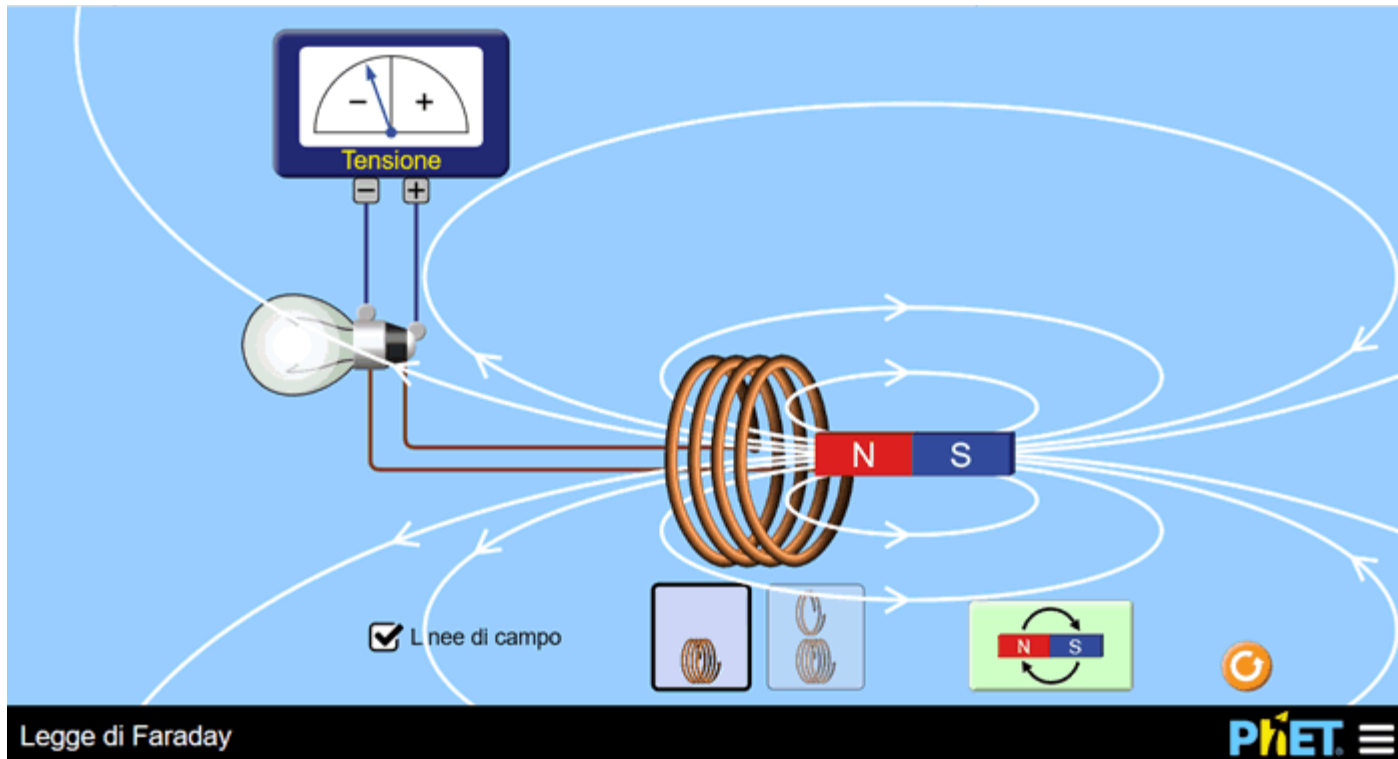
# ***Segnali radio, luce e raggi X***



**Cosa hanno in comune ?**

**Sono onde elettromagnetiche con caratteristiche diverse**

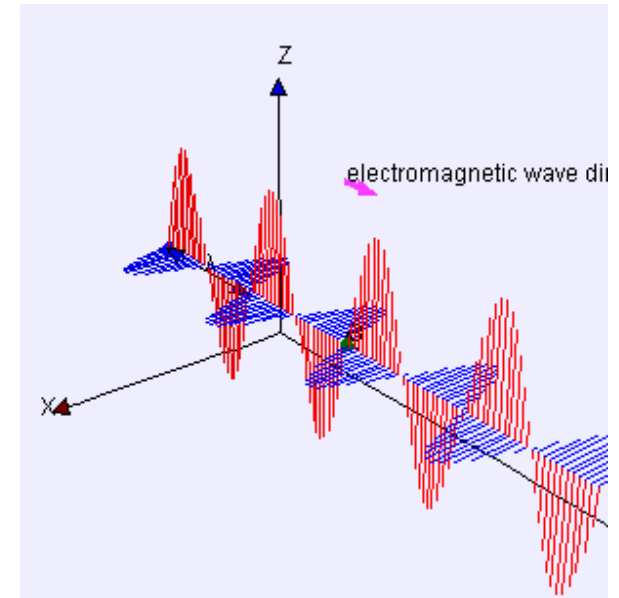
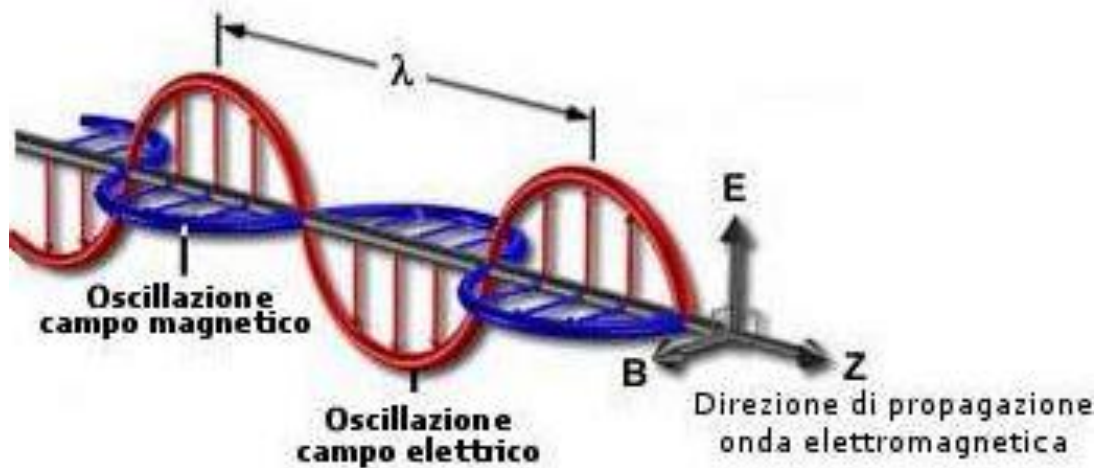
# ***Elettromagnetismo***



- un campo magnetico che varia nel tempo genera un campo elettrico
- un campo elettrico variabile genera un campo magnetico

# Le onde elettromagnetiche

La radiazione elettromagnetica o «onda» e.m. è un'entità fisica reale che si propaga nello spazio con velocità definita e proprietà specifiche



$$f = \frac{c}{\lambda}$$

*f = frequenza di oscillazione dei campi E e B*

# La velocità delle onde elettromagnetiche

$$v_{\text{onde e.m.}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

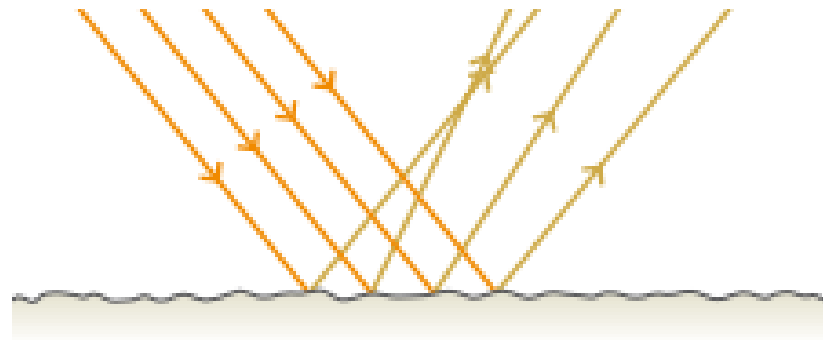
- $\epsilon_0$  = costante dielettrica nel vuoto
- $\mu_0$  = permeabilità magnetica nel vuoto

$$c = 2,998 \times 10^8 \frac{m}{s} = 300.000 \frac{Km}{secondo} \text{ (nel vuoto)}$$

**La velocità delle onde e.m. che si propagano in un mezzo materiale è sempre minore di quella che si ha nel vuoto**

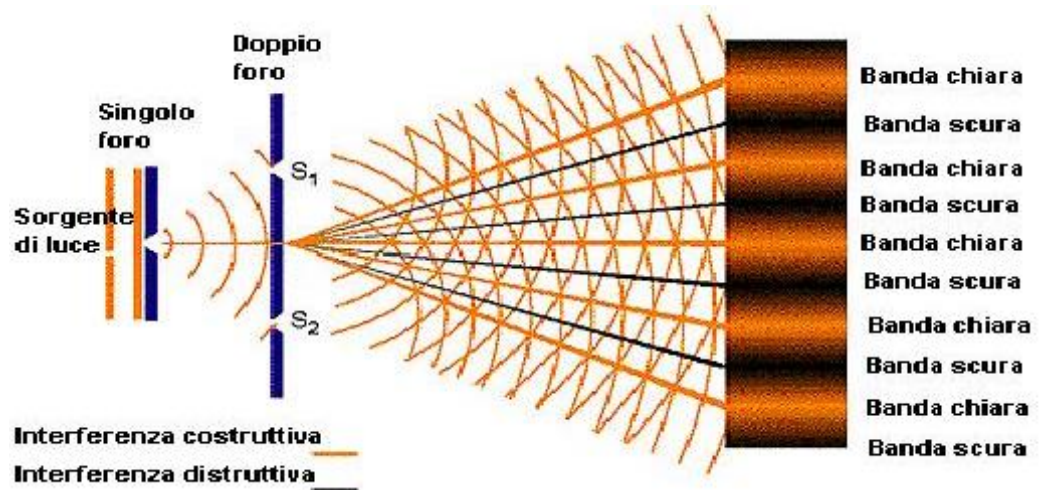
# Comportamento ondulatorio

- **diffusione**



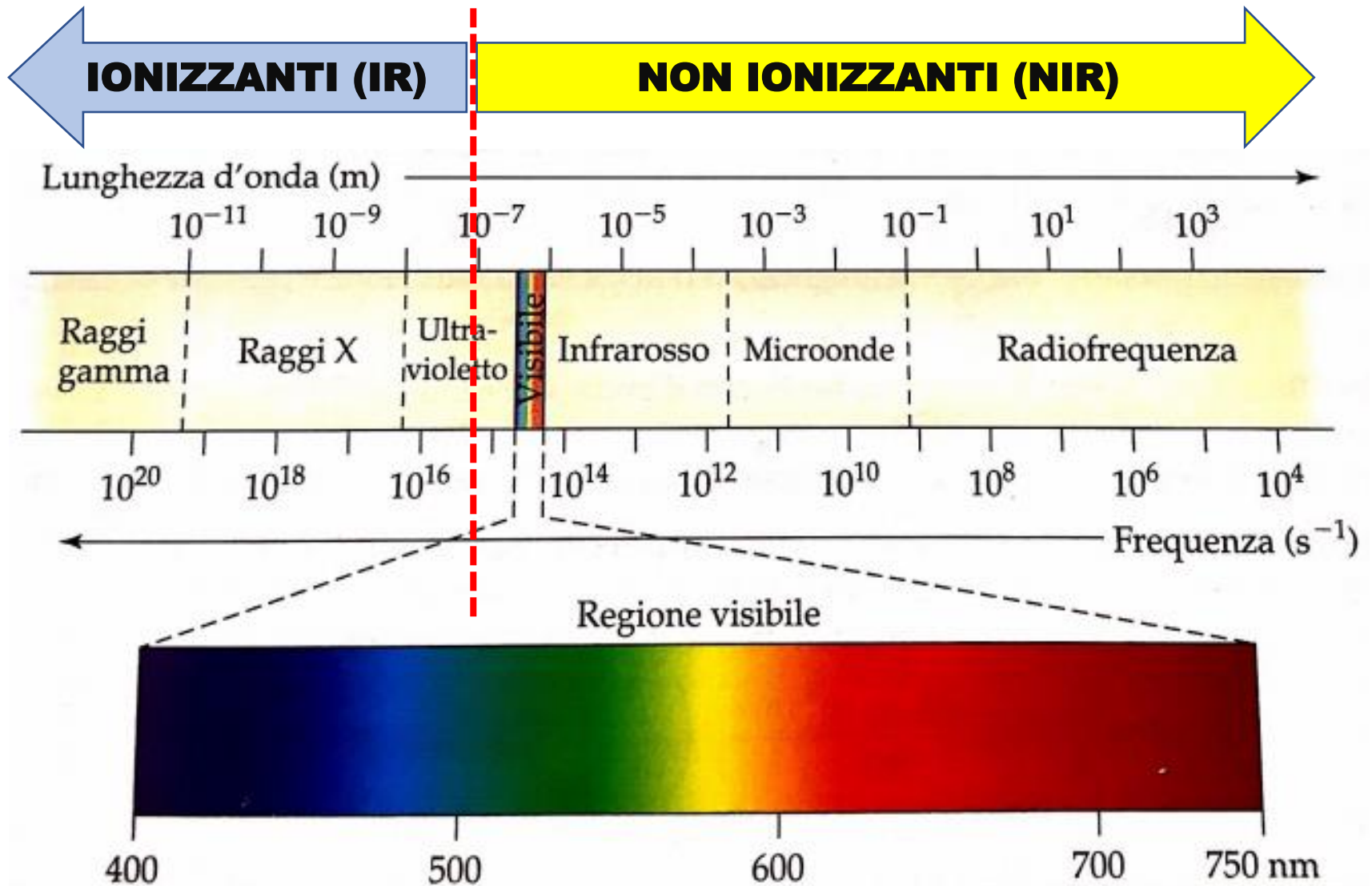
La luce su una superficie scabra viene diffusa.

- **Interferenza**





# Lo spettro elettromagnetico



# La radiazione visibile , infrarossa , ultravioletta



- Non sono visibili
- Percepriamo il loro calore
- Effetto serra

- Favoriscono reazioni chimiche
- Abbronzano

- Le percepiamo sotto forma di colori
- Perchè un oggetto è verde ??

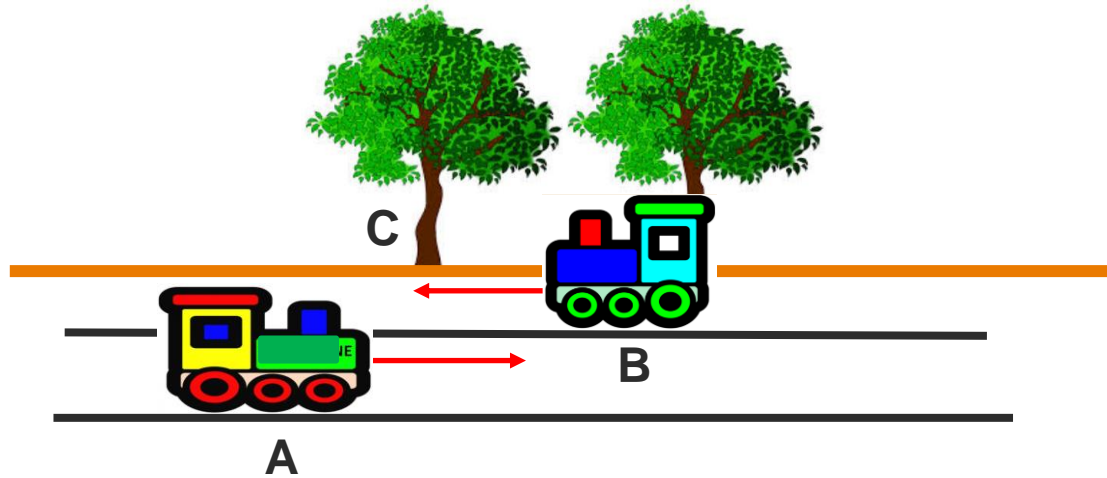
# ***Le onde elettromagnetiche nella fisica classica***

- **Concatenazione di un campo elettrico e magnetico**
- **Si propagano come onde**
- **La velocità di propagazione dipende dal mezzo in cui si muovono e nel vuoto tale velocità è di :**

$$c = 2,998 \times 10^8 \frac{m}{s} = 300.000 \frac{Km}{secondo} \text{ (nel vuoto)}$$

- **Equazioni di Maxwell ( 1865 )**

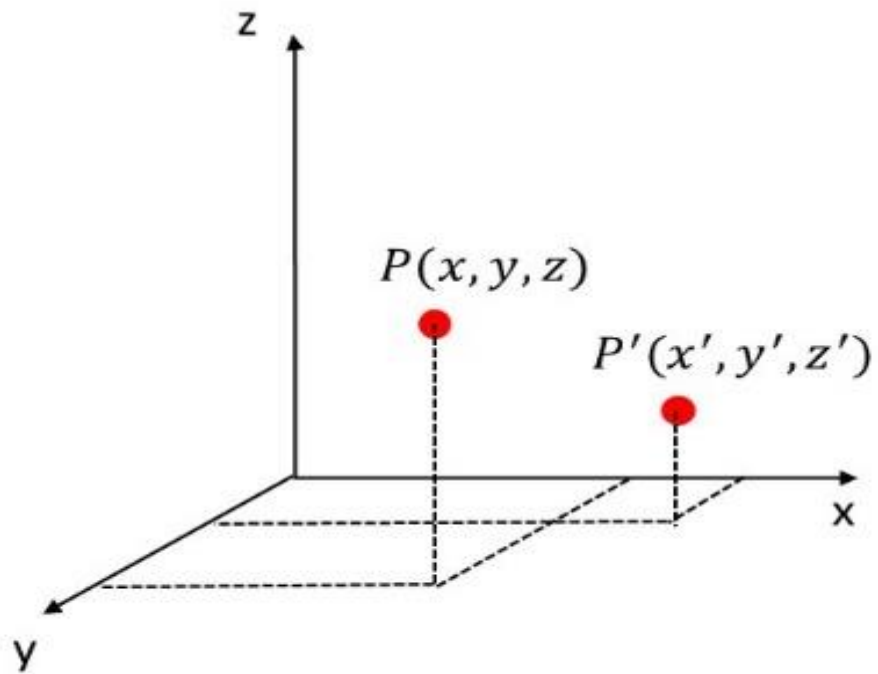
# *La relatività delle velocità nella fisica classica*



- **Le velocità di A e B sono entrambe di 80Km/h ma :**
  - **Osservatore in C : due treni a 80 Km/h in versi opposti**
  - **Osservatore in A : A fermo , B a 160Km/h e alberi a 80 Km/h nel verso di B**
  - **Osservatore in B : B fermo , A a 160 Km/h e alberi a 80 Km/h nel verso di A**

**Il moto è relativo e non assoluto : dipende dal Sistema di riferimento scelto**

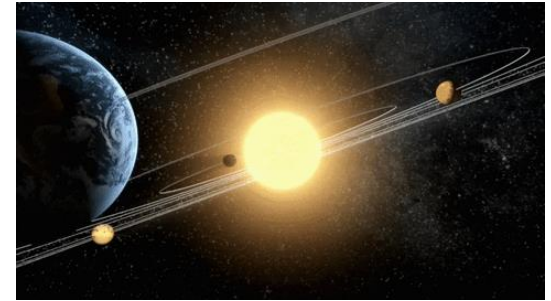
# ***Il sistema di riferimento***



# *La velocità dipende .....*



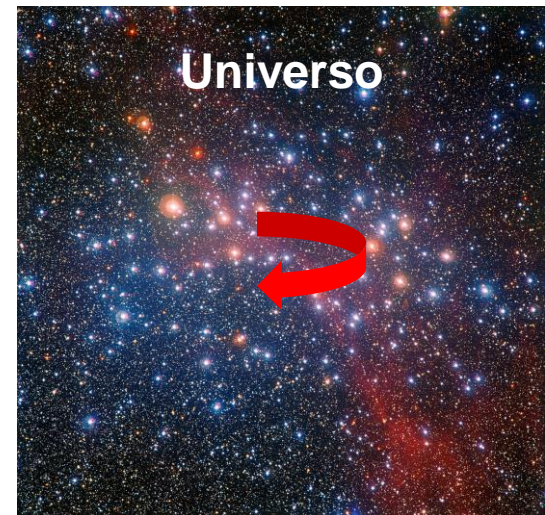
$v = 1.670 / 1.110 \text{ Km/h}$



$v = 107.000 \text{ Km/h}$

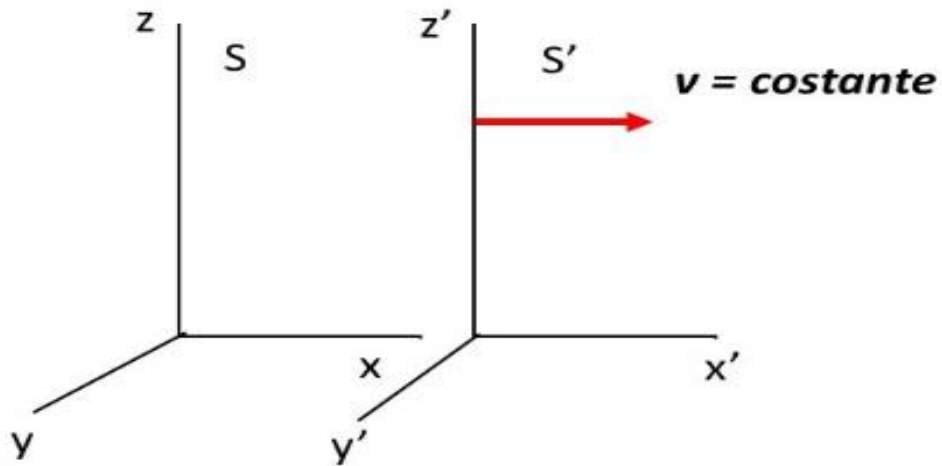


$v = 885.000 \text{ Km/h}$



$v = 2.000.000 \text{ Km/h}$

# *I sistemi di riferimento inerziali*



- In quiete o fermi
- In moto con velocità costante





# ***La sensazione del movimento***

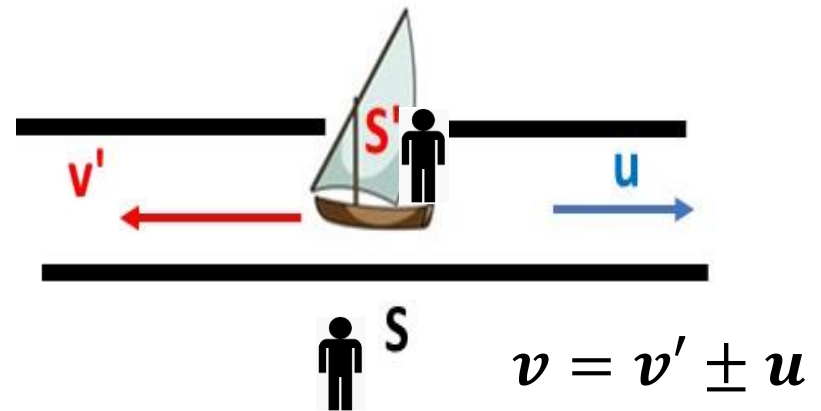


- **Sistema di riferimento inerziale → nessuna sensazione del movimento**
- **Sistema di riferimento NON inerziale → sensazione del movimento per la presenza di forze d'inerzia**



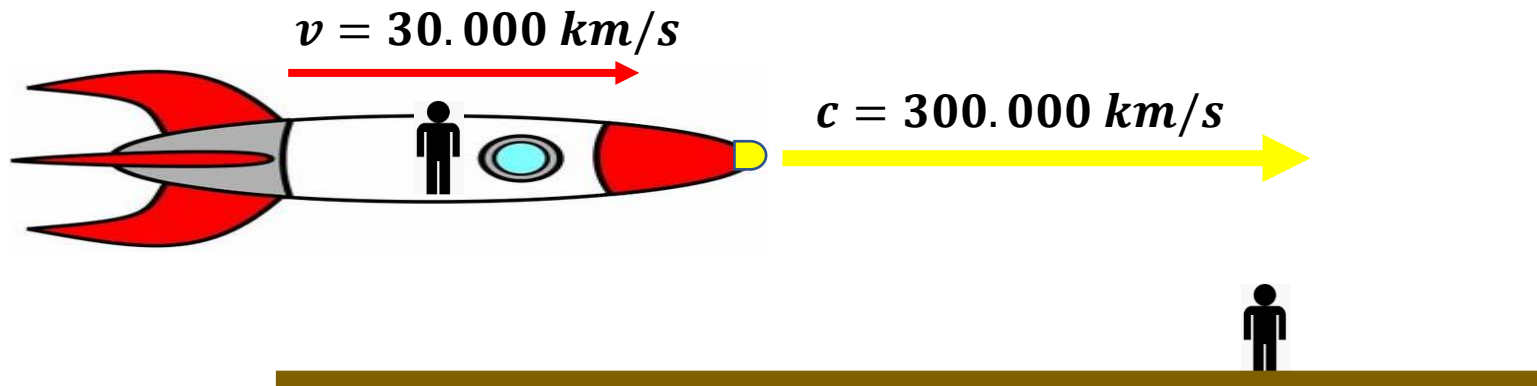
# La relatività galileiana (le trasformate di Galileo)

La composizione delle velocità nei sistemi di riferimento inerziali



Il tempo ( quarta coordinata ) è lo stesso in tutti i sistemi inerziali

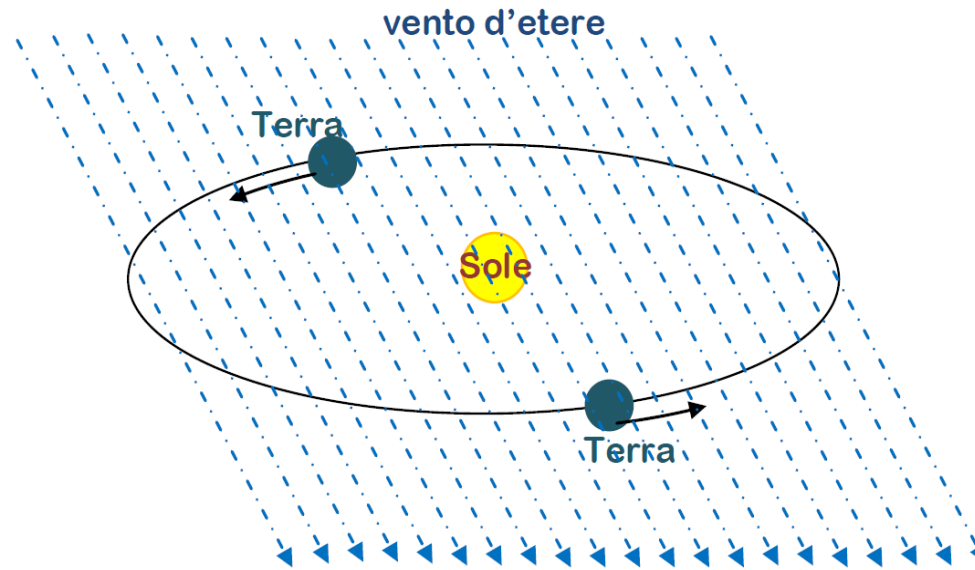
## *Il punto critico – la velocità della luce*



$$c' = c + v = 330.000 \text{ km/s}$$

- **Inconciliabile con i dati sperimentali e con le equazioni di Maxwell**
- **Sempre 300.000 km/s in qualsiasi sistema di riferimento inerziale**

# *L'etere luminifero*



*Le ricerche del fantomatico Etere luminifero da parte dei fisici Michelson e Morley e di tanti altri daranno esito negativo per cui .....*

**Le teorie galileiane → BOCCIATE E DA BUTTARE !!!!**

# ***Le convinzioni/criticità della fisica classica***

- Il tempo , inteso come misurazione e assoluto **NO!**
- La velocità della luce , come tutte le velocità , deve sottostare alle trasformate di Galileo ( valide per tutta la meccanica classica ) **NO!**
- I corpi sono , essenzialmente continui con la materia uniformemente distribuita **NO!**
- Le onde elettromagnetiche hanno una natura ondulatoria cioè sono onde che si propagano **NO!**

**Relatività  
Speciale**

**Meccanica  
quantistica**