# Misura delle Grandezze Fisiche e Notazione Scientifica

"*Ogni misurazione è un'operazione chiaramente definita che dà un determinato risultato numerico e che, se immediatamente ripetuta, darà lo stesso risultato*". E.Schröedinger

Come abbiamo visto, alla base di ogni teoria fisica c'è un processo di misura, ossia di confronto tra un oggetto da misurare, ad es. una **grandezza fisica *B*,** e un opportuno oggetto ad esso <u>omogeneo</u> assunto come **unità di misura [*b*]**. Il **risultato** della misura sarà dunque un **numero *b*** che esprime il rapporto tra la grandezza fisica e la sua unità di misura, ossia ci dice <u>quante volte l'unità di misura è contenuta nella grandezza misurata</u>:

$$B = b \pm \Delta b \ \ [b]$$

In questa espressione è presente anche **l'errore** $\Delta b$, equivalente alla cosiddetta **incertezza stimata** e spesso sottinteso (nel senso che non compare esplicitamente)**,** mentre il numero $b$ può essere convenientemente espresso nella cosiddetta **notazione scientifica**, dove si riportano **solo le cifre significative** sotto forma di numeri decimali con una sola cifra (la più significativa) nella parte intera, e moltiplicandole per una opportuna **potenza di dieci.**

# Potenze di Dieci e Ordini di Grandezza

Dato un numero espresso in **notazione scientifica**, ad esempio $36900 = 3.96 \cdot 10^4$ oppure $0.0021 = 2.1 \cdot 10^{-3}$, il valore numerico con segno dell'esponente della potenza di dieci si chiama "**ordine di grandezza**" del numero considerato, che può esprimere ad esempio la misura di una certa grandezza fisica.

La notazione scientifica in **potenze di dieci** ha diversi vantaggi:

- Innanzitutto fa sì che **il numero di cifre significative, e quindi l'accuratezza della misura, vengano indicati chiaramente** dal numero decimale che precede la potenza di dieci.
- Essa è inoltre utile in quei casi in cui **ci interessa conoscere solo il valore approssimato** di una certa grandezza, perchè magari un calcolo accurato potrebbe richiedere troppo tempo o troppi dati supplementari, oppure perchè vogliamo controllare se il risultato di un calcolo è approssimativamente corretto. In questi casi la notazione scientifica permette di effettuare rapidamente la cosiddetta "*stima dell'ordine di grandezza*"
- Infine, la notazione scientifica permette di **esprimere in maniera concisa numeri molto grandi o molto piccoli**, consentendo così anche di confrontarli più agevolmente tra loro semplicemente confrontando i loro ordini di grandezza.

**Definizione di logaritmo (inverso dell'esponenziale)**

Il logaritmo *y* di un numero *x* in una certa base *a* è l'esponente che bisogna dare alla base per ottenere il numero *x:*

$$Se: \quad \log_a x = y \quad allora: \quad a^y = x \;\; e \;\; viceversa$$

**si legge "logaritmo di *x* in base *a*"**

Per esempio:

$\log_3 81 = 4$ perché $3^4 = 81$

$\log_{10} 100 = 2$ perchè $10^2 = 100$

Se $\log_{10} X = 13 \rightarrow X = 10^{13}$

Se $\log_{10} X = -7 \rightarrow X = 10^{-7}$

# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:**

$\log_{10}$ **L** (m)

| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |

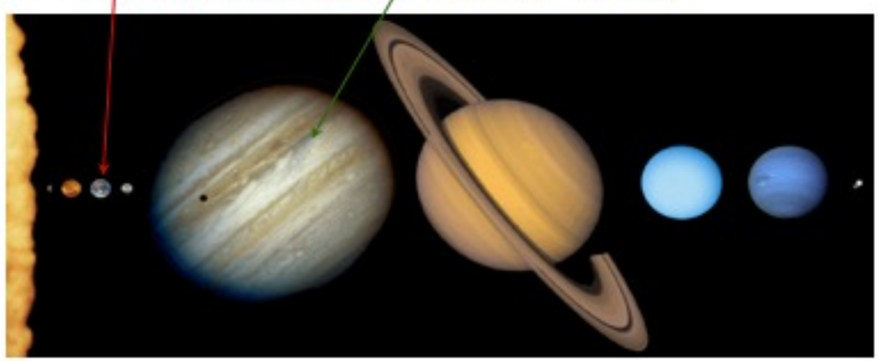
- **velocità della luce nel vuoto:** 299792458 m/s $\approx 2.99 \cdot 10^8$ m/s
- **1 anno luce (a.l.)** $\approx 2.99 \cdot 10^8$ m/s $\cdot$ 365.25 g $\cdot$ 86400 s/g $\approx 0.946 \cdot 10^{16}$ m
- **dimensioni del sistema solare** $\approx 10^{13}$ m $\approx$ 10 ore-luce

Diametro:

Terra : $1{,}274 \cdot 10^4$ Km

Giove: $1{,}4 \cdot 10^5$ Km

Sole: $1{,}4 \cdot 10^6$ Km



- **dimensioni della nostra galassia** (Via Lattea) $\approx 1.6 \cdot 10^{21}$ m ($\approx 1.6 \cdot 10^5$ a.l.)
- **distanza della galassia più vicina** (Andromeda , M31) $\approx 2.5 \cdot 10^{22}$ m ($\approx 2.5 \cdot 10^6$ a.l.)
- **dimensioni dell' Universo conosciuto** $\approx 10^{26}$ m ($\approx 10^{10}$ a.l.)

# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:** $\log_{10} \mathbf{L}$ (m)

| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |

# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:**

$\log_{10} L$ (m)

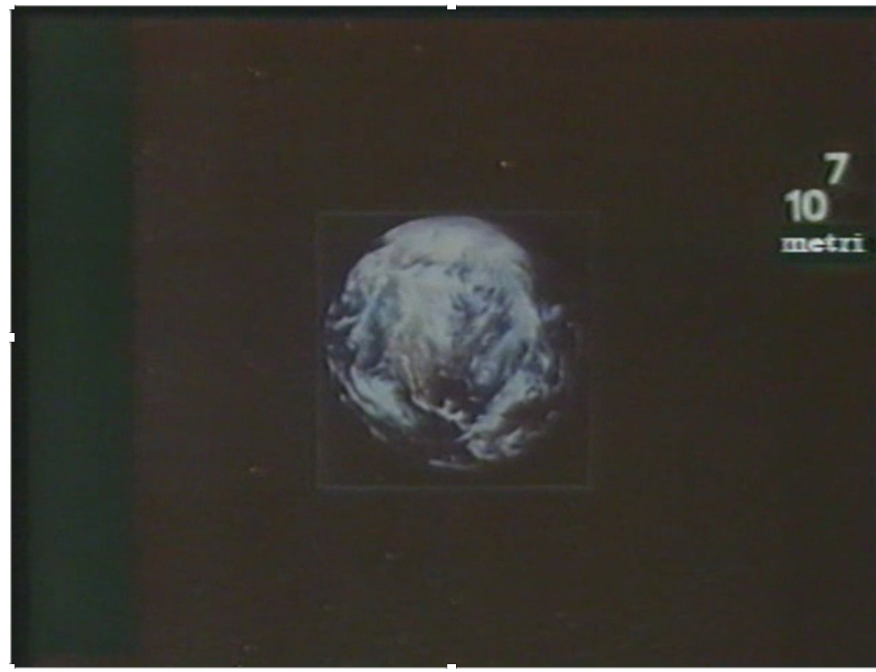
| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |

# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

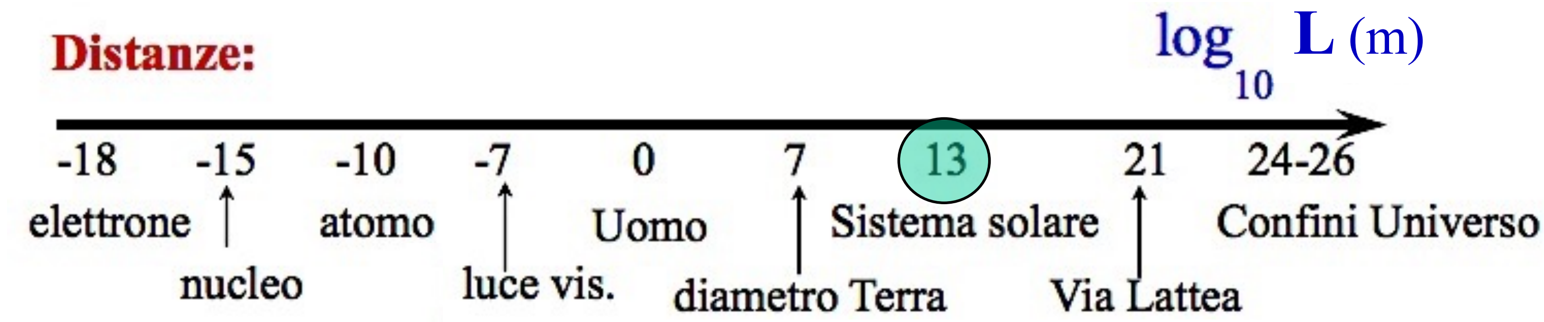
**Distanze:**

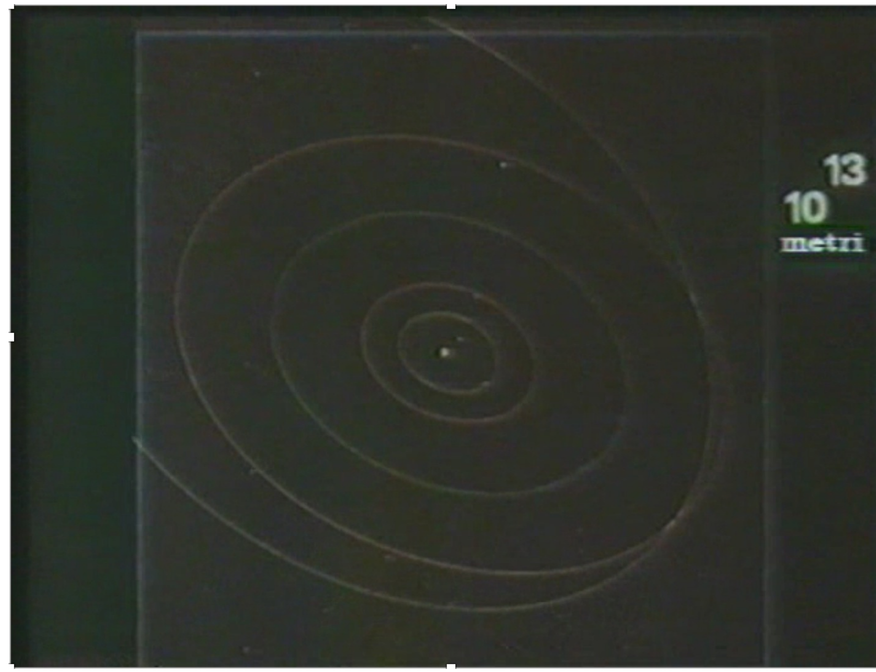
$\log_{10} L$ (m)

| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |



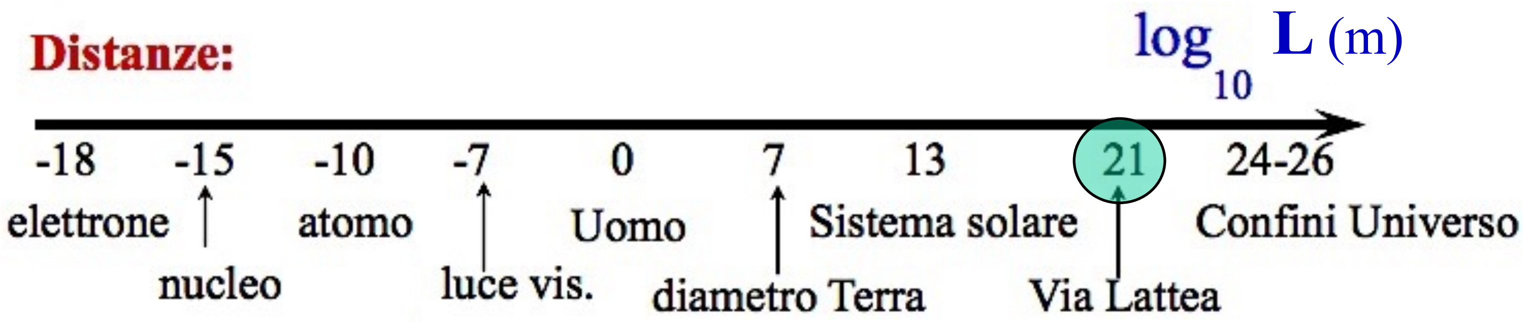
# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

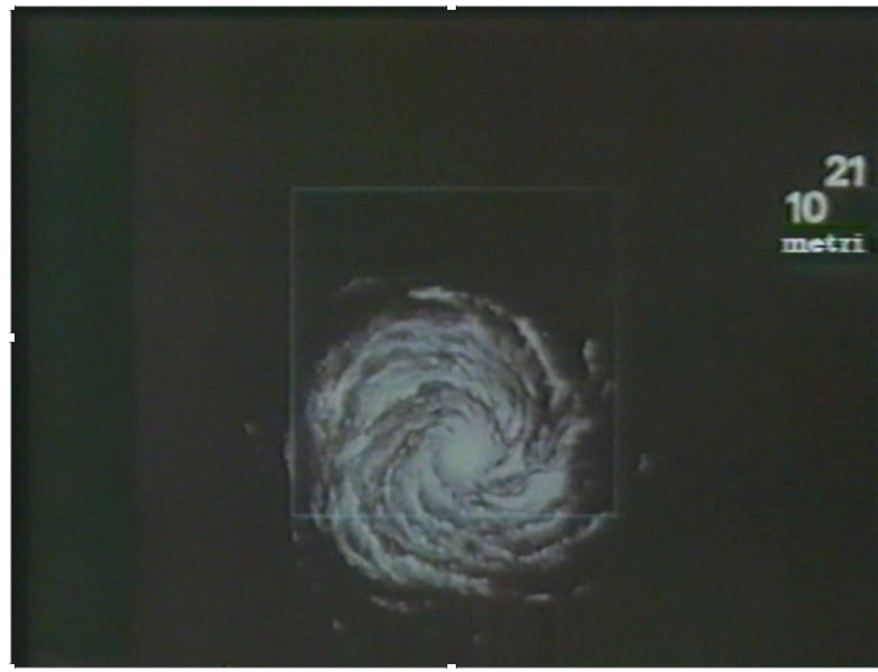


# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:**



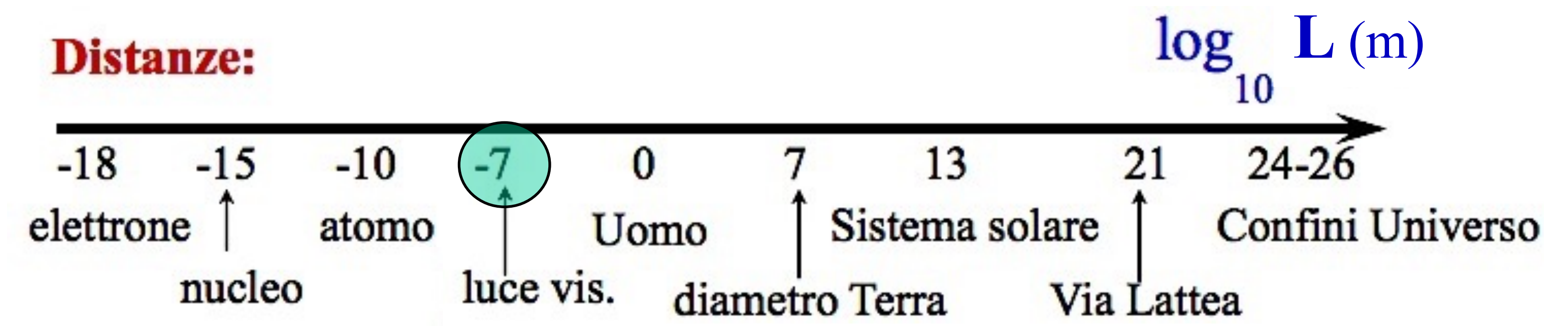
# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

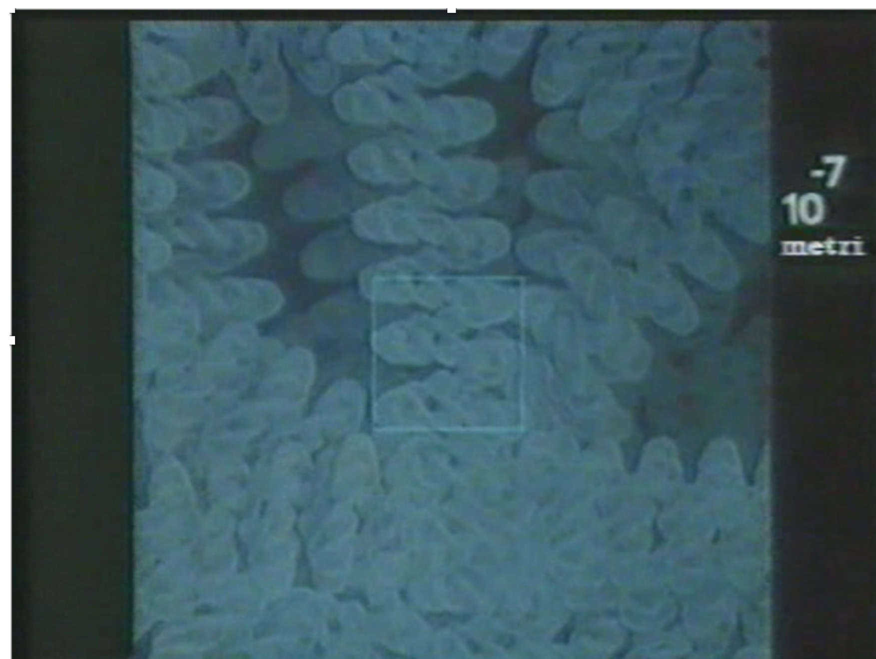
**Distanze:**

$\log_{10} L$ (m)

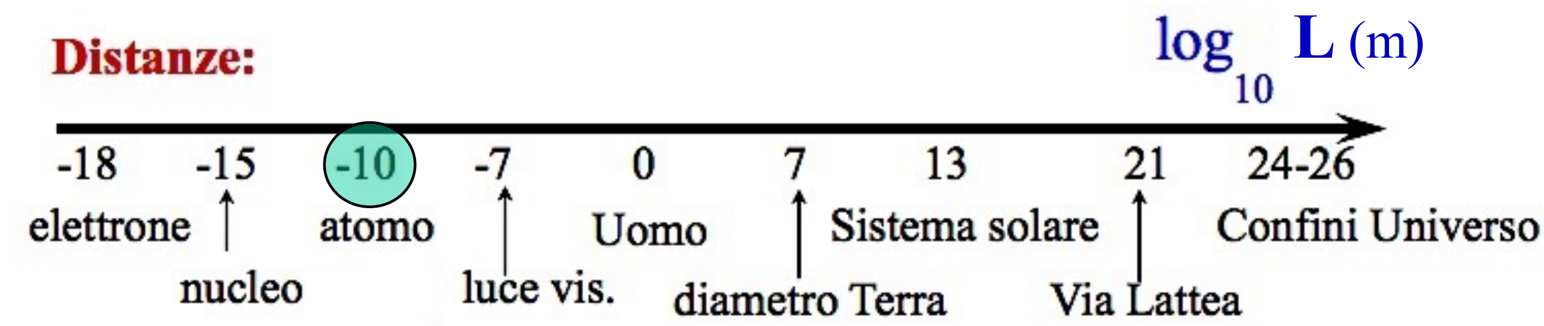
| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |

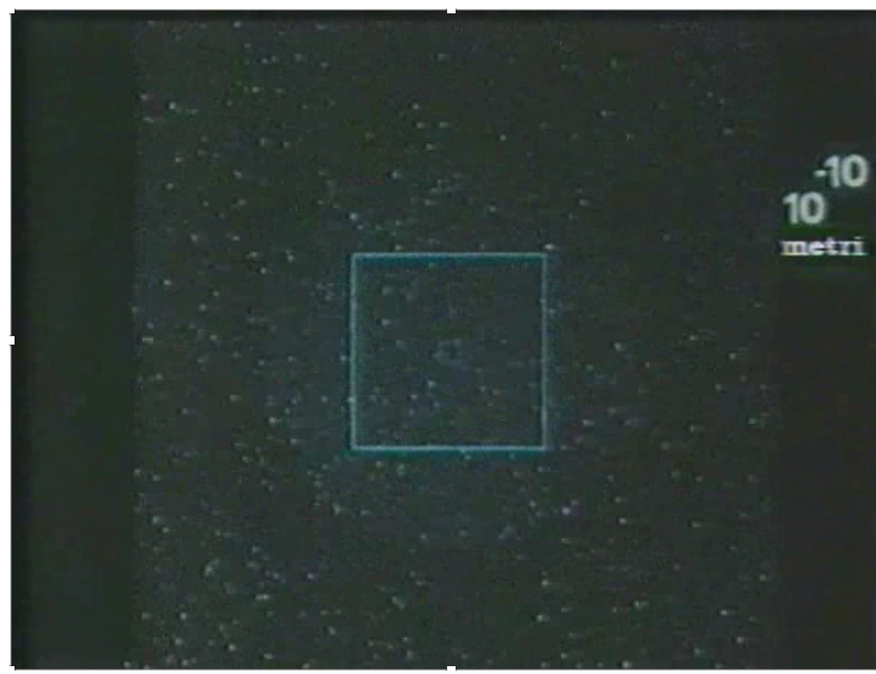
# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci



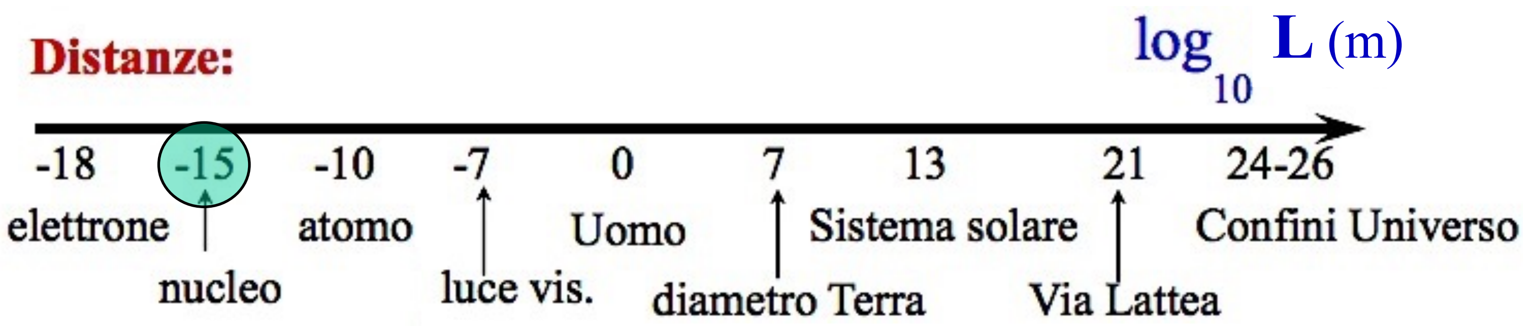



# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci



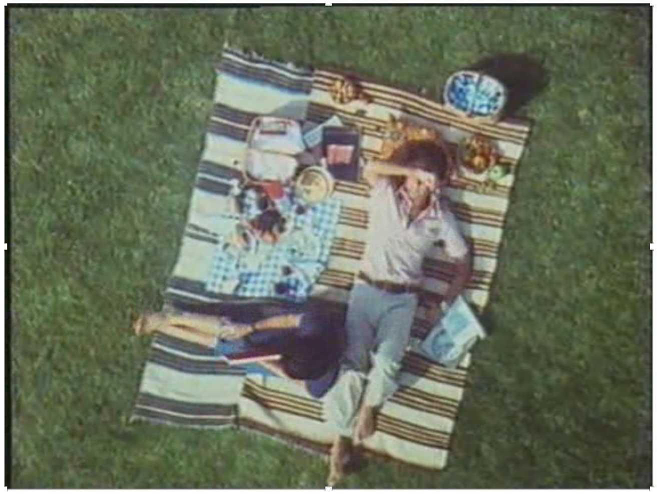
# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

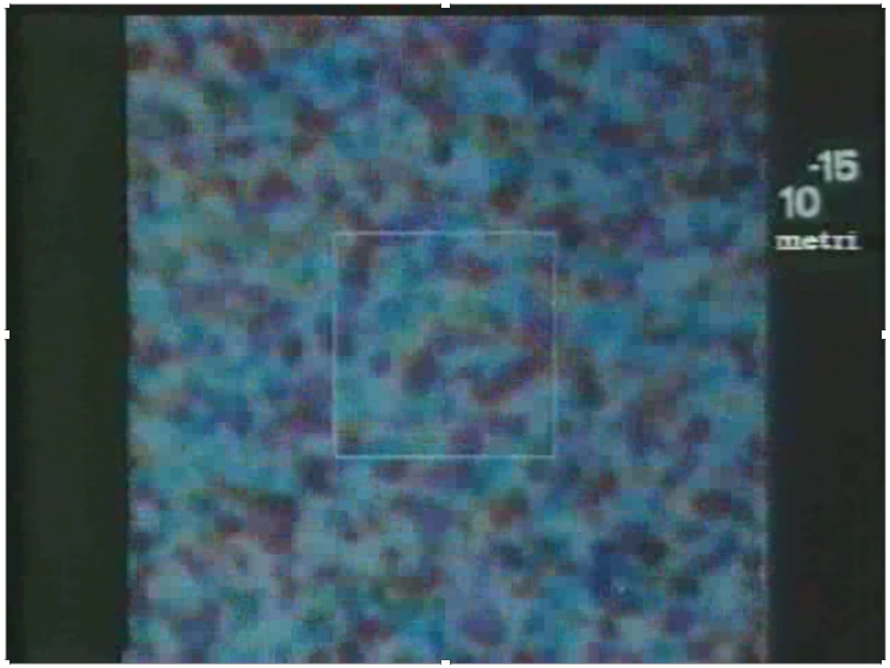



# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:** $\log_{10} L$ (m)

| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |





# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:** $\log_{10}$ **L** (m)

-18 elettrone
-15 nucleo
-10 atomo
-7 luce vis.
0 Uomo
7 diametro Terra
13 Sistema solare
21 Via Lattea
24-26 Confini Universo

**Tempi:** $\log_{10} T(s)$

-15 Periodo di oscill. del campo e.m. della luce visibile ( $c = \lambda\nu = \lambda / T$)

-3 Periodo di oscillazione di una nota musicale ($\nu_{La}$ = 440 Hz)

5 "giorno"

7 "anno"

15 Periodo di rivoluzione del Sole nella nostra Galassia (220 milioni di anni)

17 Età dell' Universo ($10^{10}$ anni)

**Masse :** $\log_{10}$ M (Kg)

-30 elettrone
-27 protone
-7 batterio
2 Uomo
24 Terra
30 Sole
42 Galassia

# Ordini di Grandezza e Potenze di Dieci

**Distanze:** $\log_{10} L$ (m)

| -18 | -15 | -10 | -7 | 0 | 7 | 13 | 21 | 24-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | nucleo | atomo | luce vis. | Uomo | diametro Terra | Sistema solare | Via Lattea | Confini Universo |

**Tempi:** $\log_{10} T(s)$

| -15 | -3 | 5 | 7 | 15 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|
| Periodo di oscill. del campo e.m. della luce visibile ( $c = \lambda\nu = \lambda / T$) | Periodo di oscillazione di una nota musicale ($\nu_{La} = 440$ Hz) | "giorno" | "anno" | Periodo di rivoluzione del Sole nella nostra Galassia (220 milioni di anni) | Età dell' Universo ($10^{10}$ anni) |

**Masse :** $\log_{10} M$ (Kg)

| -30 | -27 | -7 | 2 | 24 | 30 | 42 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| elettrone | protone | batterio | Uomo | Terra | Sole | Galassia |

# LA MECCANICA CLASSICA

LA MECCANICA CLASSICA

## Cinematica

Studia il movimento dei corpi
(cioè ***come*** essi si muovono)

## Dinamica

Studia le cause del movimento dei corpi
(cioè ***perchè*** essi si muovono)

## Statica

Si occupa delle condizioni di equilibrio dei corpi

LA MECCANICA CLASSICA

## Cinematica

Studia il movimento dei corpi
(cioè ***come*** essi si muovono)

## Dinamica

Studia le cause del movimento dei corpi
(cioè ***perchè*** essi si muovono)

## Statica

Si occupa delle condizioni di equilibrio dei corpi
(è un caso particolare della Dinamica)

# LA CINEMATICA

# Dalla Filosofia Naturale alla Scienza

**Galileo Galilei (1564-1642)**

Alla fine del 1500, quando **Galileo** per primo cominciava ad eseguire esperimenti sistematici utilizzando il linguaggio matematico per formulare le leggi che scopriva, quella che oggi chiamiamo Scienza si chiamava "**Filosofia Naturale**" e lo stesso Galileo quando parlava di matematica si riferiva in realtà, più che altro, alla **geometria**.

> « *La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto* »
>
> *Galileo, Il Saggiatore*, cap.6

Galileo aveva ereditato questa visione dai filosofi dell'antica **Grecia** (IV e III secolo a.C.). Si dice infatti che sopra l'entrata dell'Accademia Platonica di Atene fosse scritto: "*Nessuno varchi questa soglia se non conosce la geometria*".


In realtà nel IX secolo d.C., in **Persia**, alcuni filosofi islamici (primo fra tutti Muhammad al-Khwārizmī) avevano introdotto una nuova disciplina per la risoluzione di problemi matematici, basata sul lavoro di studiosi indiani ed ellenici: **l'algebra** (da *al-jabr*, completamento). A partire da essa erano poi state introdotte le identità, le equazioni e infine le funzioni del tipo $y = f(x)$

# A proposito di Identità ed Equazioni…

## IDENTITA' ed EQUAZIONI sono entrambe UGUAGLIANZE, ma qual è la differenza?

| EQUAZIONE | IDENTITA' |
| --- | --- |
| $x + y = 3x$ | $2(x + y) = 2x + 2y$ |
| Ad es. $x = 1$ e $y = 2$ | Ad es. $x = 1$ e $y = 2$ |
| ma **non** $x = 2$ e $y = 1$ | ma anche $x = 2$ e $y = 1$, etc… |

Un'**uguaglianza** fra **due espressioni** di cui **almeno una letterale**, verificata ….

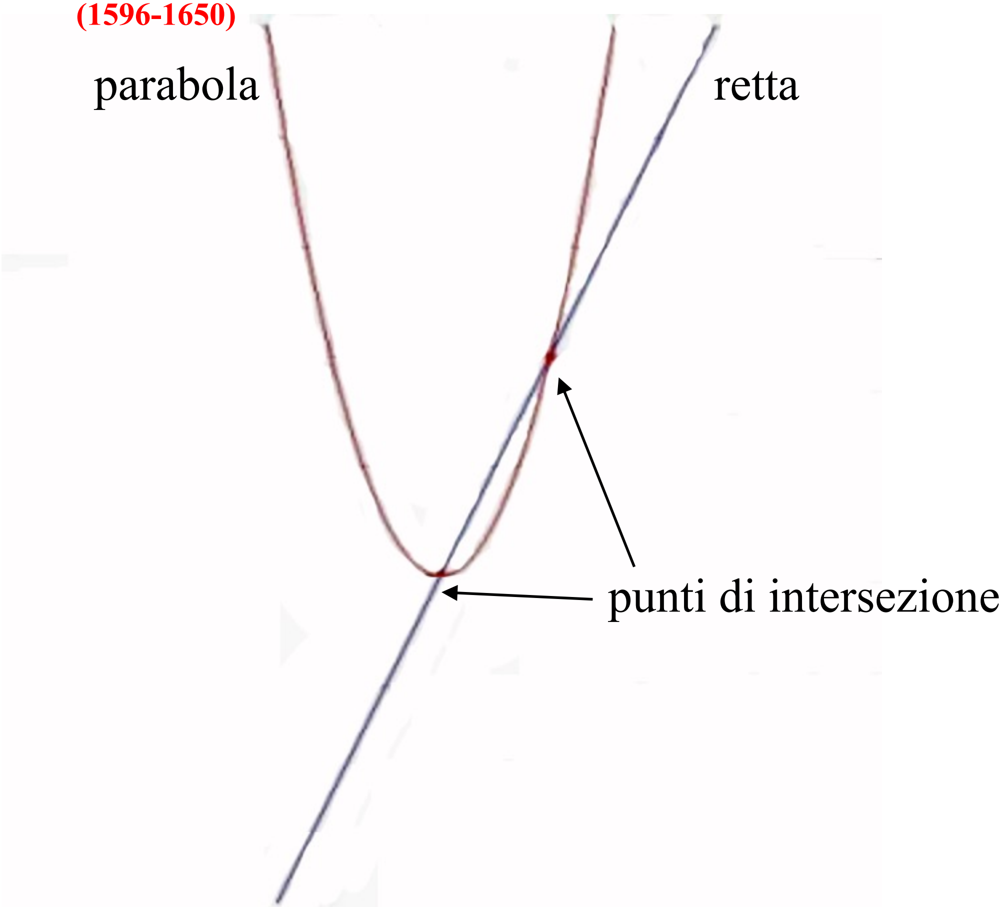
… per **qualsiasi valore** attribuito alla lettera o alle lettere che vi figurano, si chiama **identità**.

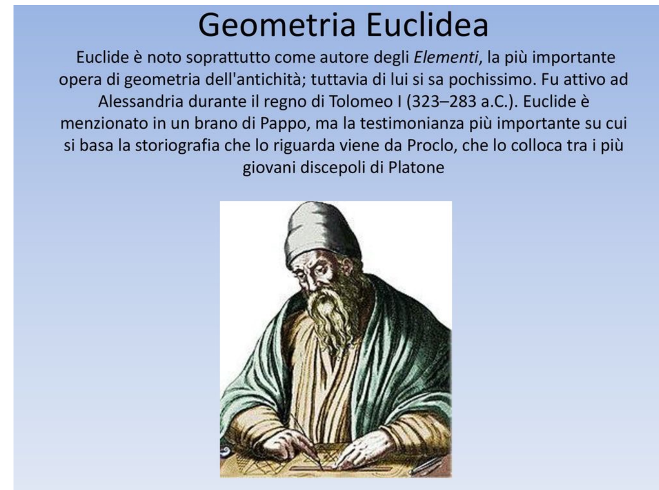
…. **solo per particolari valori** attribuiti alla lettera o alle lettere che vi figurano, si chiama **equazione**.

→ detti «soluzioni dell'equazione»

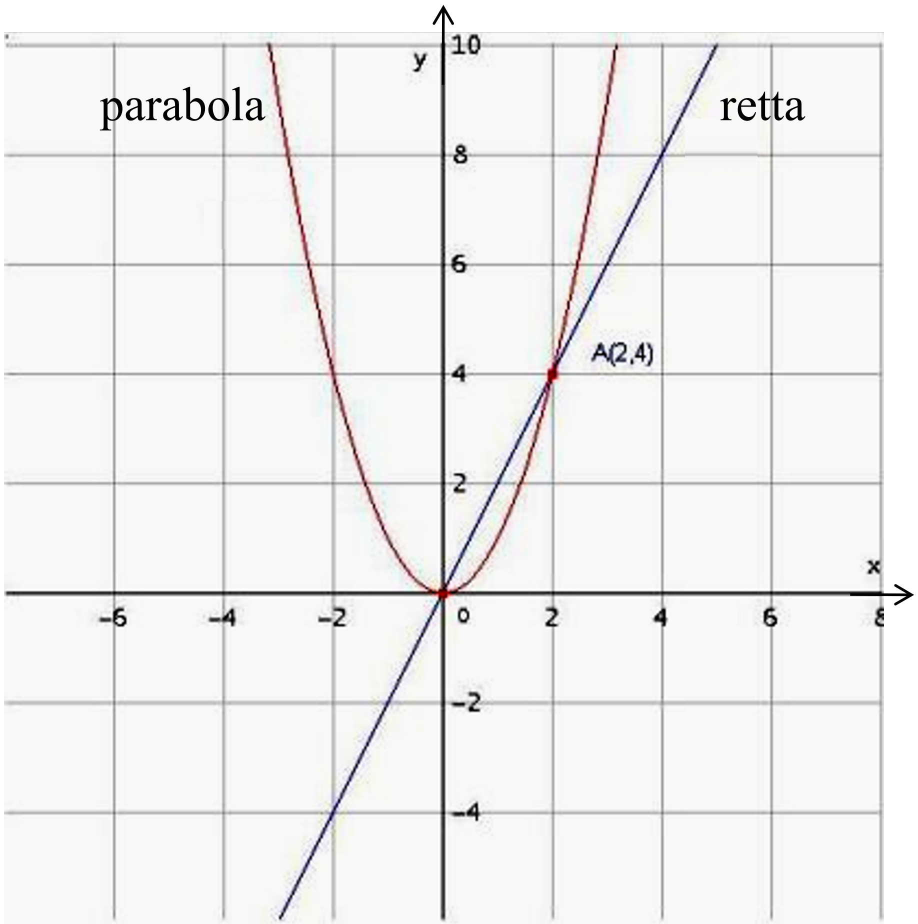
**Renato Cartesio (1596-1650)**

Ai tempi di Galileo quindi esistevano due diversi metodi per la risoluzione dei problemi matematici, la geometria e l'algebra. Fu **Cartesio**, di una generazione più giovane di Galileo, ad unificare queste due discipline introducendo nel 1637 le basi della "**geometria analitica**", che – attraverso i cosiddetti "**diagrammi cartesiani**" – permetteva di rappresentare visivamente le equazioni algebriche sotto forma di figure geometriche.



Ai tempi di Galileo quindi esistevano due diversi metodi per la risoluzione dei problemi matematici, la geometria e l'algebra. Fu **Cartesio**, di una generazione più giovane di Galileo, ad unificare queste due discipline introducendo nel 1637 le basi della "**geometria analitica**", che – attraverso i cosiddetti "**diagrammi cartesiani**" – permetteva di rappresentare visivamente le equazioni algebriche sotto forma di figure geometriche.



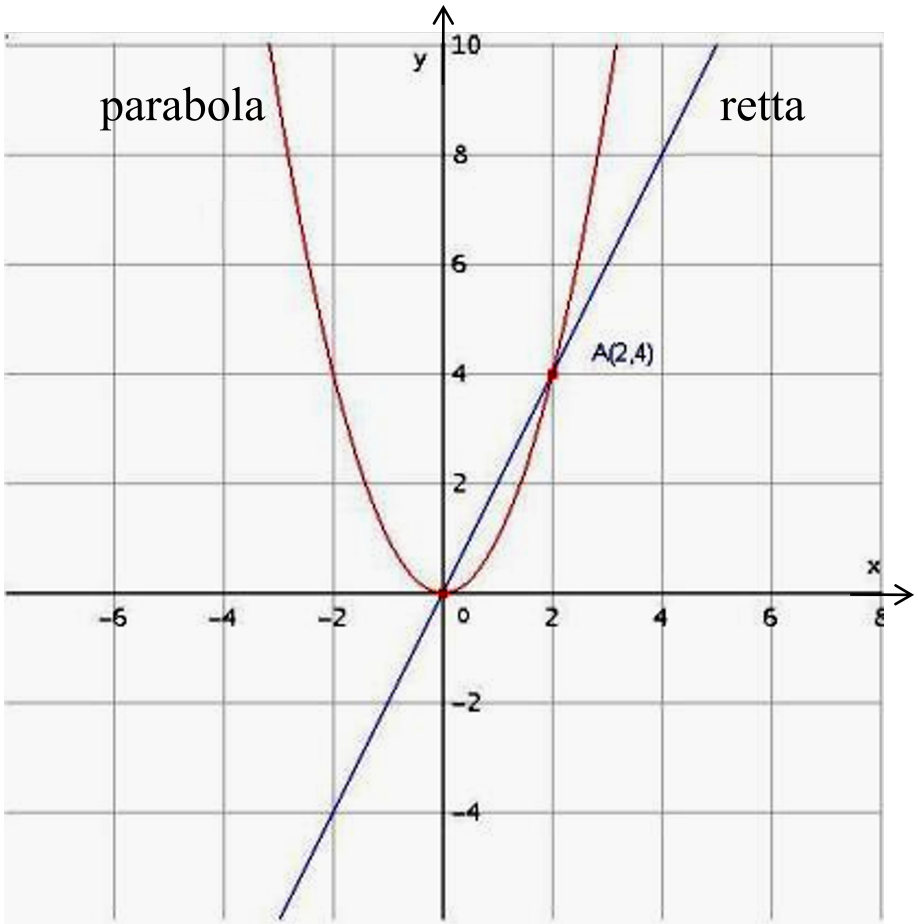

Equazione di primo grado:

$$2x - y = 0$$ retta

Reminder: il grado di un'equazione è **il massimo esponente con cui compare l'incognita (o, come in questo caso, le incognite)**. Se il grado è 1, l'equazione si dice lineare.

| $x$ | $y$ |
|---|---|
| -2 | -4 |
| 0 | 0 |
| 2 | 4 |
| 4 | 8 |
| ⋮ | ⋮ |

Ai tempi di Galileo quindi esistevano due diversi metodi per la risoluzione dei problemi matematici, la geometria e l'algebra. Fu **Cartesio**, di una generazione più giovane di Galileo, ad unificare queste due discipline introducendo nel 1637 le basi della "**geometria analitica**", che – attraverso i cosiddetti "**diagrammi cartesiani**" – permetteva di rappresentare visivamente le equazioni algebriche sotto forma di figure geometriche.




**Equazione di primo grado:**

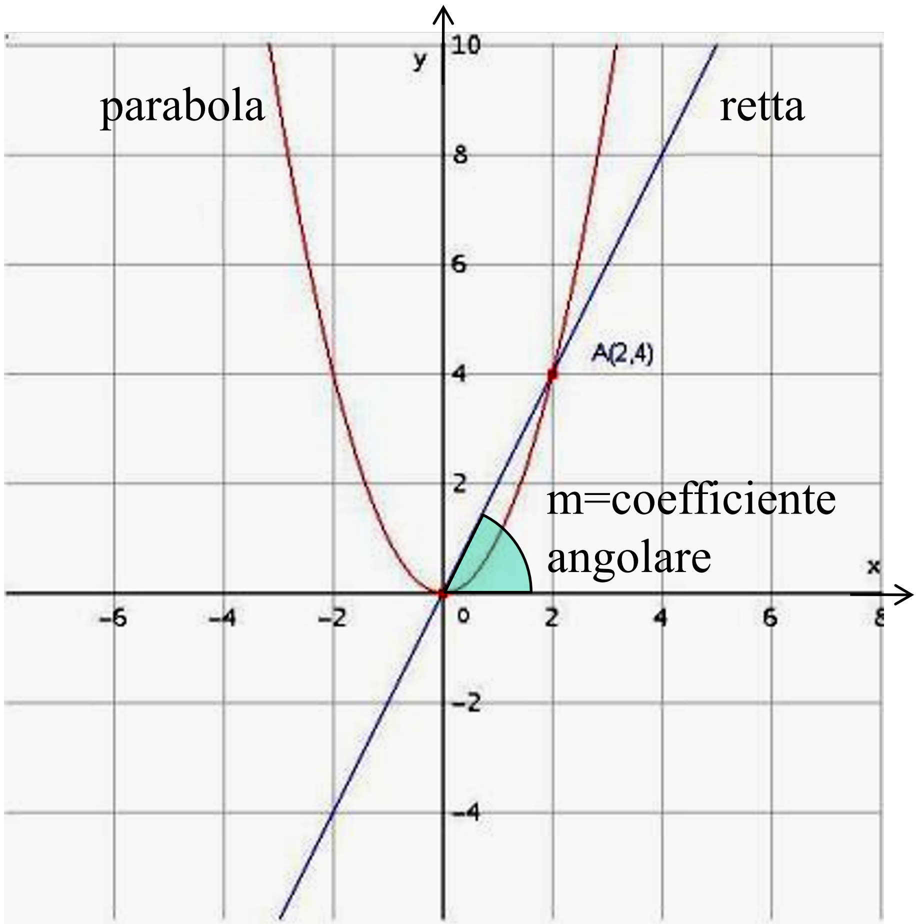
$$2x - y = 0$$ retta

**Equazione di secondo grado:**

$$x^2 - y = 0$$ parabola

| $x$ | $y$ |
|---|---|
| -2 | 4 |
| 0 | 0 |
| 2 | 4 |
| 4 | 16 |
| ⋮ | ⋮ |

Ai tempi di Galileo quindi esistevano due diversi metodi per la risoluzione dei problemi matematici, la geometria e l'algebra. Fu **Cartesio**, di una generazione più giovane di Galileo, ad unificare queste due discipline introducendo nel 1637 le basi della "**geometria analitica**", che – attraverso i cosiddetti "**diagrammi cartesiani**" – permetteva di rappresentare visivamente le equazioni algebriche sotto forma di figure geometriche.




**Equazione di primo grado:**

$$2x - y = 0$$ retta

**Equazione di secondo grado:**

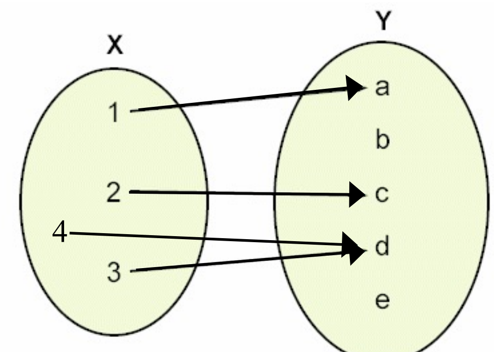
$$x^2 - y = 0$$ parabola

**Funzioni (algebriche)**

$$\begin{array}{cccc} f: & X & \longrightarrow & Y \\ & x & \longmapsto & f(x) \end{array}$$

dominio codominio

$$y = f(x)$$



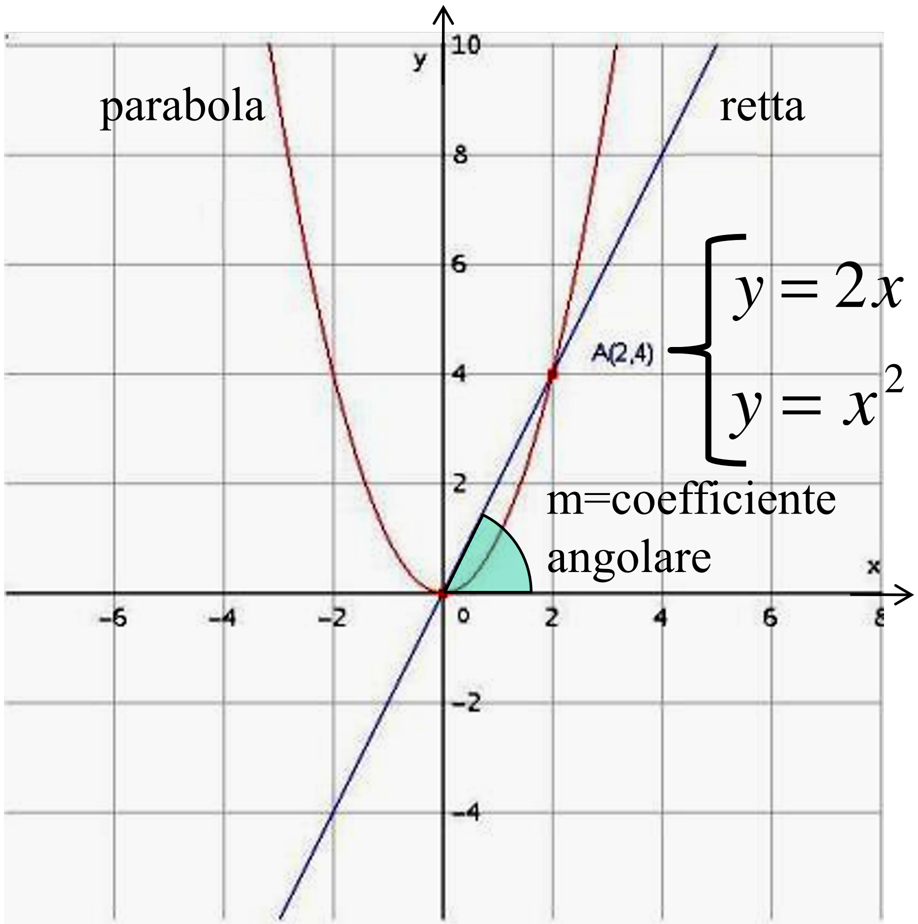

$$y = 2x$$

$$y = mx$$

$$y = mx + q$$

$$y = x^2$$

Ai tempi di Galileo quindi esistevano due diversi metodi per la risoluzione dei problemi matematici, la geometria e l'algebra. Fu **Cartesio**, di una generazione più giovane di Galileo, ad unificare queste due discipline introducendo nel 1637 le basi della "**geometria analitica**", che – attraverso i cosiddetti "**diagrammi cartesiani**" – permetteva di rappresentare visivamente le equazioni algebriche sotto forma di figure geometriche.




Equazione di primo grado:

$2x - y = 0$ retta

Equazione di secondo grado:

$x^2 - y = 0$ parabola

Le coordinate (x,y) dei punti di intersezione tra la retta e la parabola si ottengono risolvendo il SISTEMA di due equazioni in due incognite costituito appunto dalle due equazioni di primo e secondo grado che rappresentano, rispettivamente, la retta e la parabola:

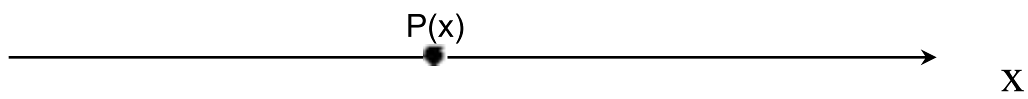
$\rightarrow 2x = x^2 \rightarrow x = 2, x = 0$

$\rightarrow y = 4, y = 0$

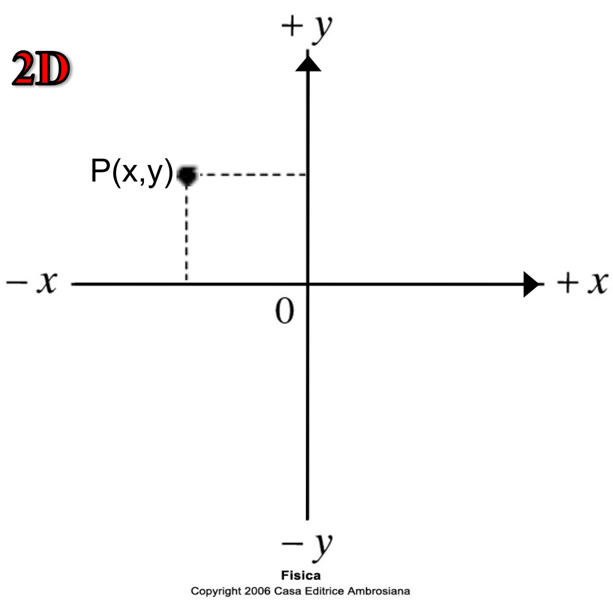
Reminder: questa è un'equazione di secondo grado in una incognita («spuria», ossia senza termine noto); se non ve le ricordate, ripassatevele!

# Diagrammi cartesiani in una, due e tre dimensioni

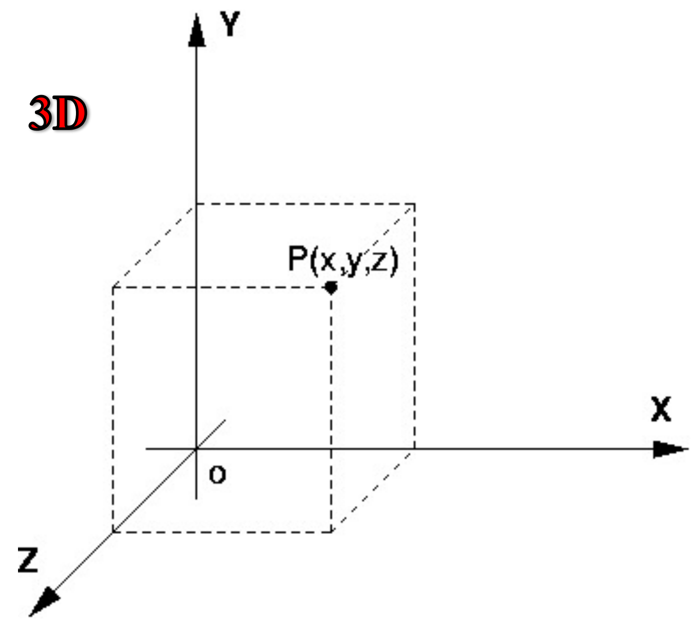
**1D**




**2D**



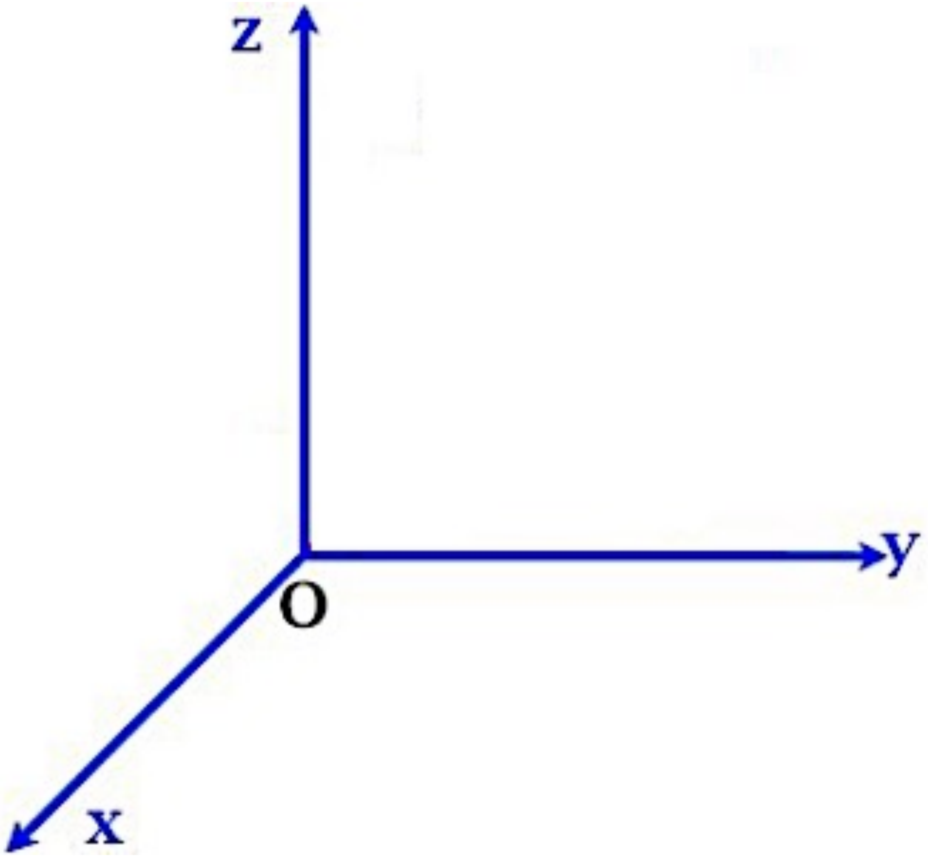

**3D**



# I 3 Concetti Fondamentali della Cinematica

## 1) Il Sistema di Riferimento

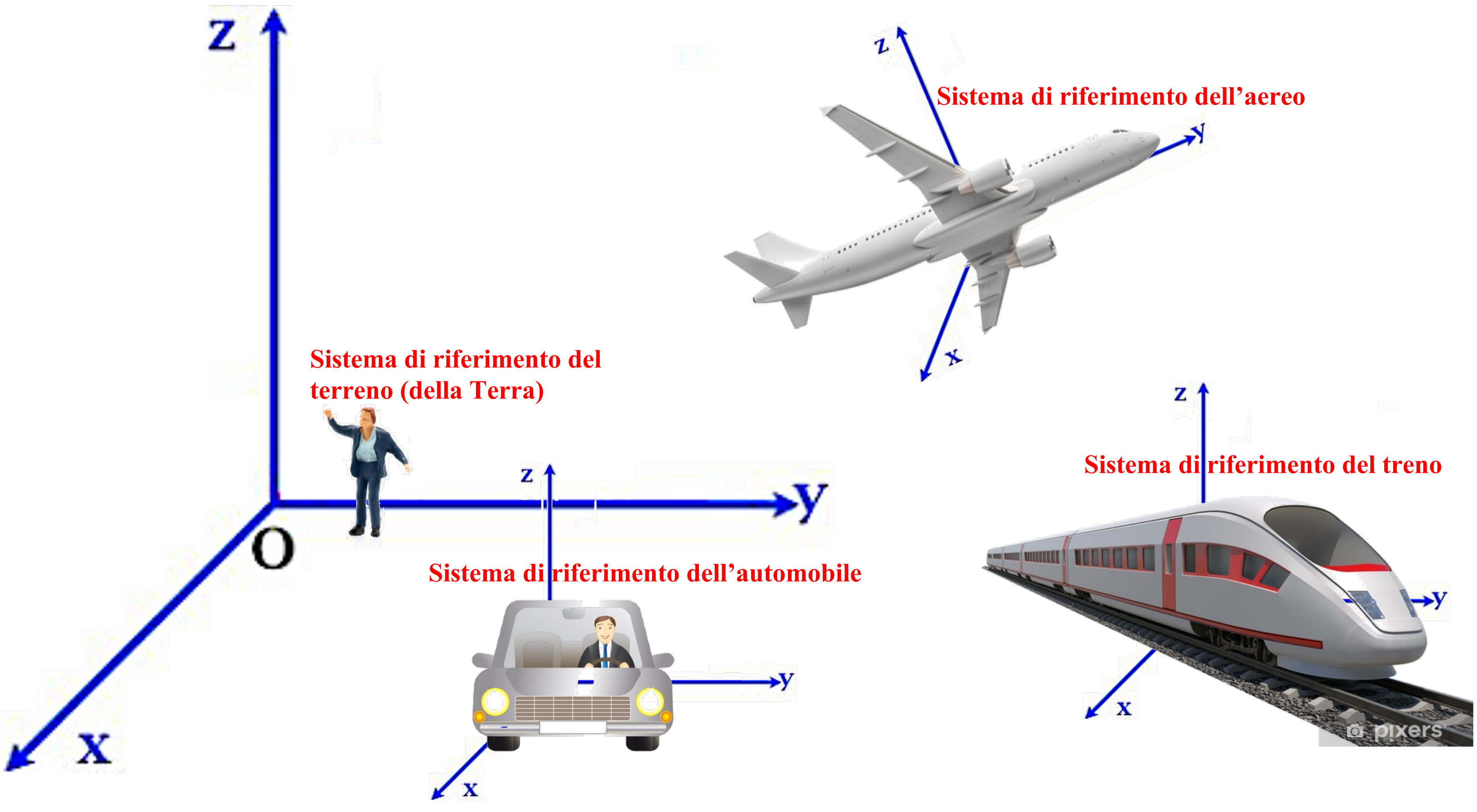
**E' l'insieme di tutti gli oggetti rispetto ai quali il movimento avviene con le stesse caratteristiche ed è rappresentato di solito da un <u>diagramma cartesiano</u>**



# I 3 Concetti Fondamentali della Cinematica

## 1) Il Sistema di Riferimento

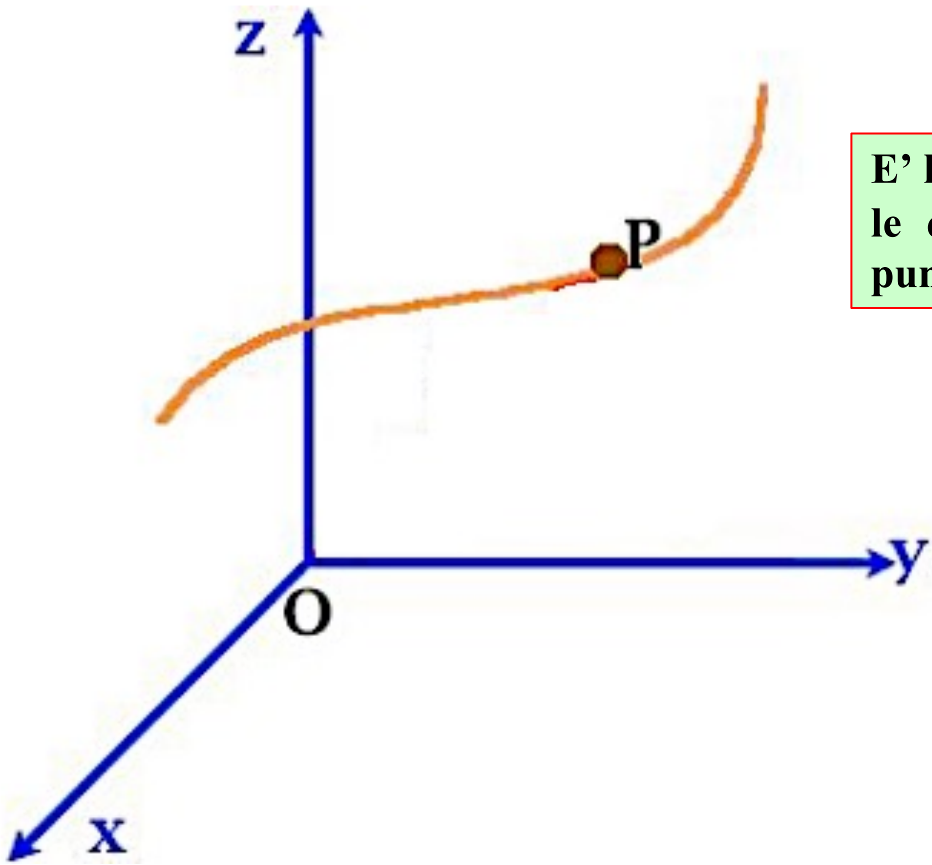
**E' l'insieme di tutti gli oggetti rispetto ai quali il movimento avviene con le stesse caratteristiche ed è rappresentato di solito da un <u>diagramma cartesiano</u>**



# I 3 Concetti Fondamentali della Cinematica

## 1) Il Sistema di Riferimento

**E' l'insieme di tutti gli oggetti rispetto ai quali il movimento avviene con le stesse caratteristiche ed è rappresentato di solito da un <u>diagramma cartesiano</u>**




## 2) La Traiettoria

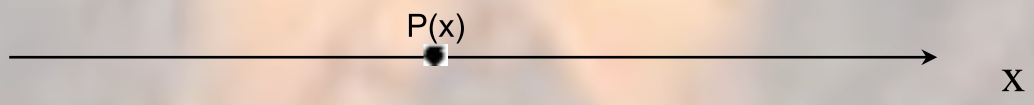
**E' la linea che unisce tutte le posizioni attraverso le quali è passato un oggetto (ad esempio un punto materiale P) in movimento**

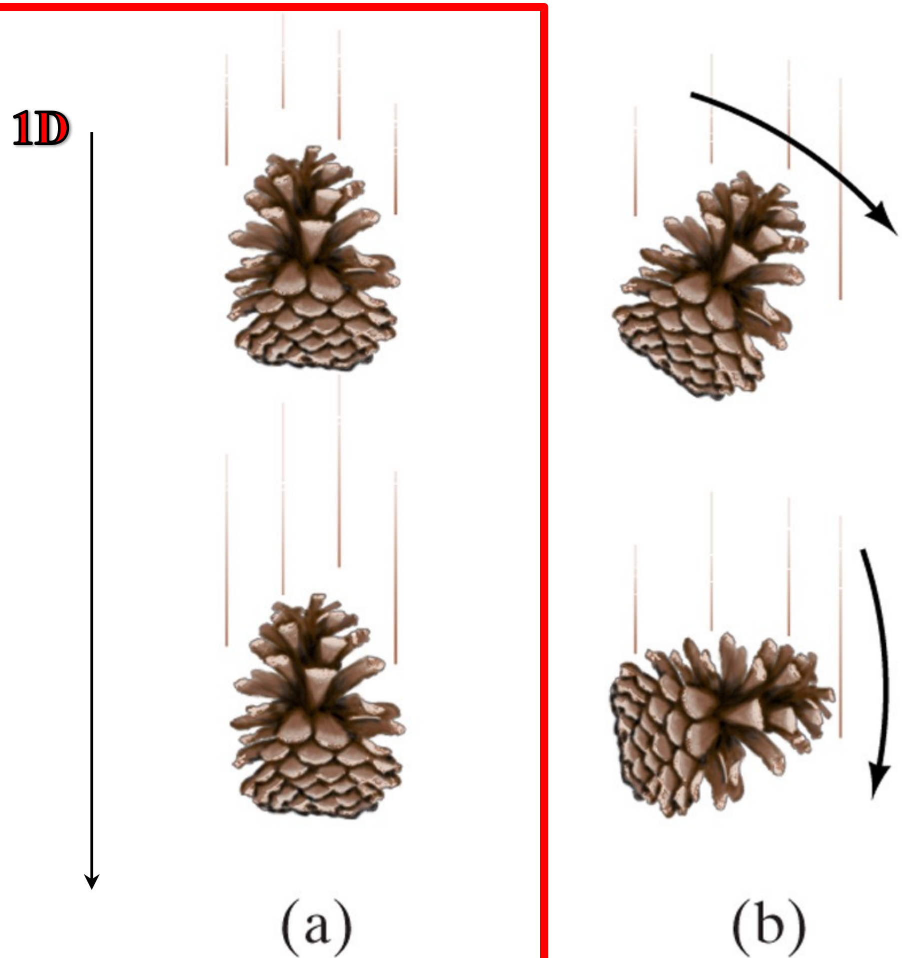
## 3) Il Punto Materiale

**E' un oggetto così piccolo rispetto alle dimensioni della traiettoria da esso percorsa che può essere considerato un punto geometrico (però dotato di massa). Talvolta ci riferiremo ad esso utilizzando altri termini quali "corpo" o "particella".**

# Cinematica in una dimensione

**1D**






**Moto di traslazione**

**Moto di rototraslazione**