Il Corso di Fisica per Scienze Biologiche

- Prof. Attilio Santocchia
- Ufficio presso il Dipartimento di Fisica (Quinto Piano) Tel. 075-585 2708
- E-mail: attilio.santocchia@pg.infn.it
- Web: http://www.fisica.unipg.it/~attilio.santocchia/
- Testo: Fondamenti di Fisica (Halliday-Resnick-Walker, Casa Editrice Ambrosiana)

Indice della Lezione

- Cosa è la meccanica
- Moto Rettilineo a una dimensione
- Moto Bidimensionale
- Moto a 3 dimensioni
- I vettori
- Operazioni sui vettori

Meccanica

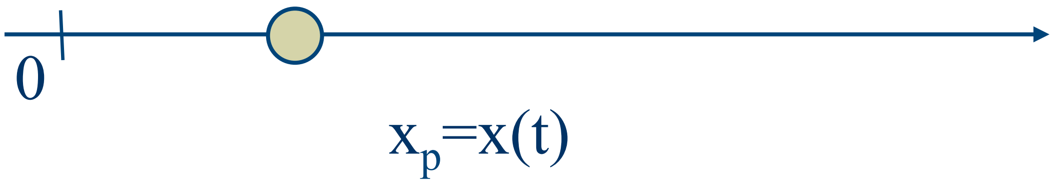
- Cinematica: studio del moto di un punto materiale (in una, due e tre dimensioni)
- Dinamica del punto materiale: studio delle cause del moto del punto materiale
- Cinematica dei sistemi di punti materiali (e dei corpi rigidi)
- Dinamica dei sistemi di punti materiali (e dei corpi rigidi)
- Statica dei Corpi Rigidi

Moto Rettilineo

- Siamo su una retta (1 dimensione)
- Definiamo un sistema di riferimento
  - Origine + Unità di Misura + Verso
  - La posizione del punto è data dalla coordinata del punto x
  - Lo spostamento del punto è dato da $\Delta x = x_1 - x_2$
- Il punto materiale si muove $\Rightarrow$ possiamo parlare di traiettoria
  - Successione delle posizioni assunte dal punto materiale nel sistema di riferimento

Moto Unidimensionale

- Una sola coordinata in funzione del tempo è sufficiente a descrivere il moto



- Questo vale anche quando il moto avviene lungo una qualunque linea… non necessariamente retta
- In questo caso il moto viene descritto da una coordinata curvilinea

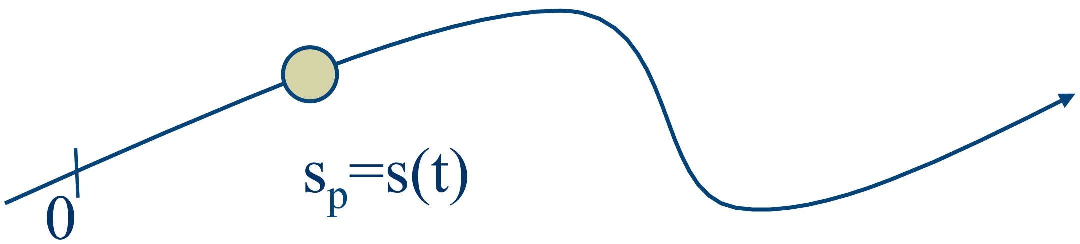
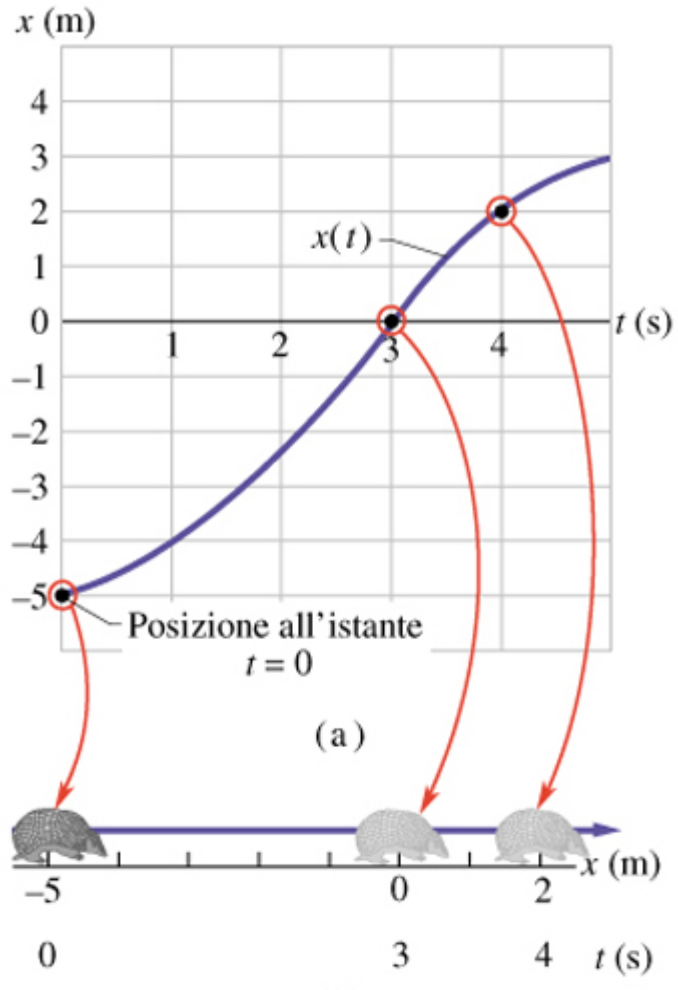


Diagramma Orario

Un diagramma orario è un grafico della legge

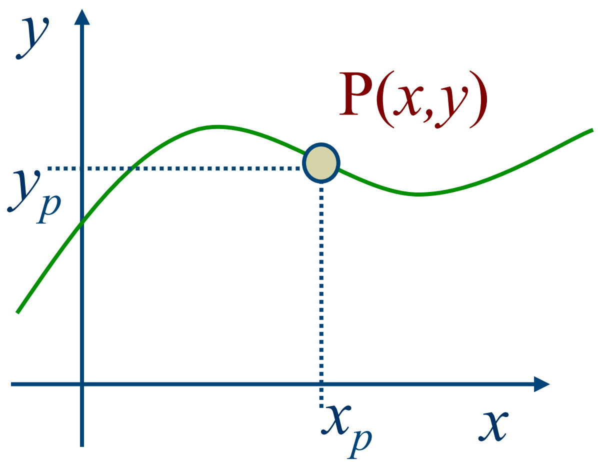
$x_p = x(t)$

su un sistema di assi cartesiani a 2 dimensioni.



Moto Bidimensionale

- Siamo nel piano, occorrono 2 coordinate.
- Definisco un sistema di assi cartesiani
- La posizione del punto è determinata dalle sue coordinate P(x,y) :



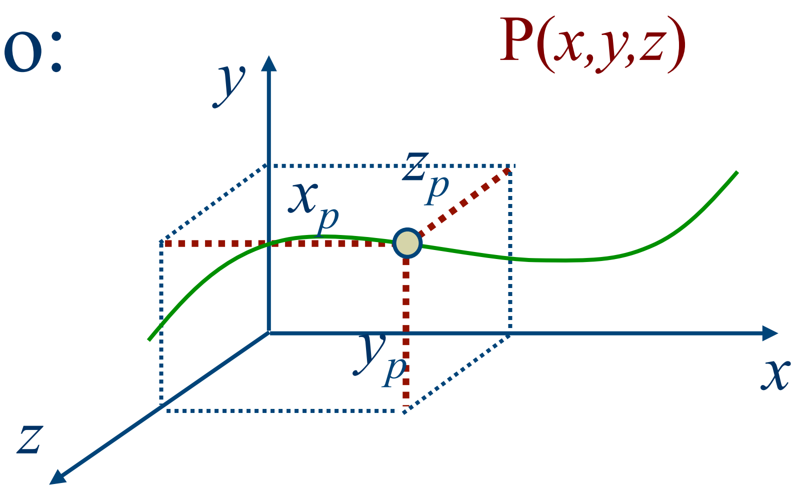
- Le coordinate, se il punto si muove nel piano, sono poi funzione del tempo:

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}$$

Moto a 3 dimensioni

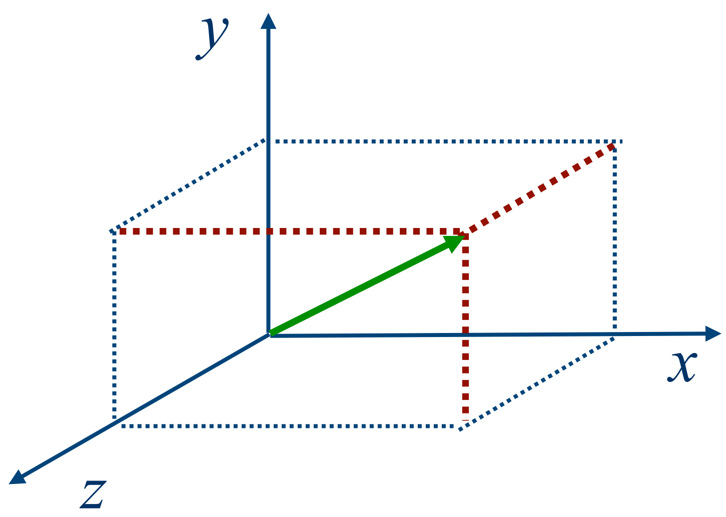
- Siamo nello spazio
- Il sistema di riferimento ora richiede 3 assi cartesiani e la posizione del punto è caratterizzata da 3 coordinate P(x,y,z)
- Se il punto si muove, le coordinate sono funzione del tempo:

$$\begin{cases} x=x(t) \\ y=y(t) \\ z=z(t) \end{cases}$$



Scalari e Vettori

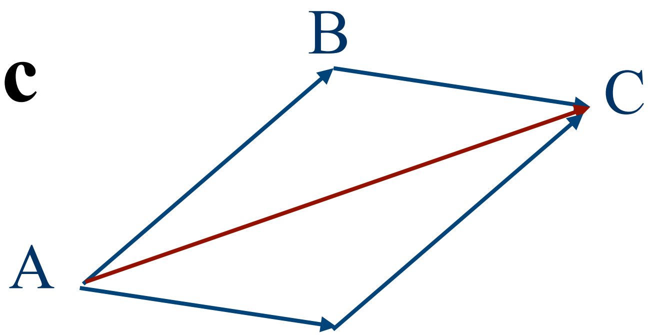
- Una grandezza può essere di tipo scalare o vettoriale
- Le grandezze scalari sono quelle grandezze che non hanno direzione e verso e il loro valore è sufficiente per la loro definizione (insieme all'unità di misura). Esempio: temperatura, tempo, massa, energia
- Le grandezze vettoriali sono quelle grandezze in cui è necessario specificare anche una direzione ed un verso: posizione, velocità, forza
- Un vettore è quindi caratterizzato da una direzione, un verso, il valore del vettore (o modulo) e un punto d'applicazione



Operazioni su Scalari e Vettori

- Le operazioni sugli Scalari sono equivalenti alle normali operazioni studiate in algebra
- Le operazioni sui Vettori sono invece abbastanza diverse…
- Per prima cosa possiamo identificare un vettore con uno **spostamento** (è solo uno dei casi di grandezza vettoriale… ma è utile per capire cosa significa operare con i vettori)

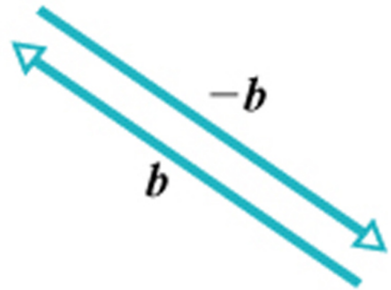
$$\overrightarrow{AB} = \vec{a} = \mathbf{a}$$
$$\overrightarrow{BC} = \vec{b} = \mathbf{b}$$
$$\overrightarrow{AC} = \vec{c} = \mathbf{c}$$

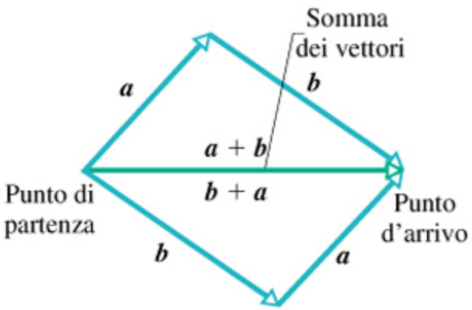


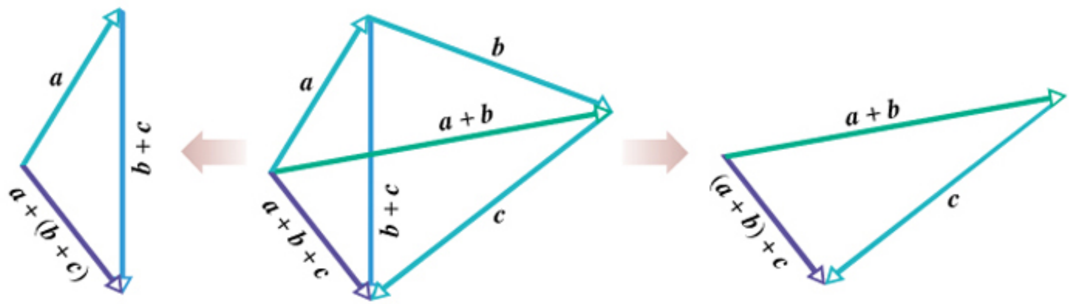
$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$$
$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$
$$\mathbf{a} + \mathbf{b} = \mathbf{c}$$

Somma e Sottrazione di Vettori

- La **somma** di un vettore si ottiene semplicemente applicando metodi grafici come nella figura precedente (e con un po' di geometria e trigonometria siete poi in grado di trovare tutto quello che serve…)
- La **differenza** di due vettori si ottiene sommando al primo l'inverso del secondo (cioè il vettore con la stessa direzione, stesso modulo, stesso punto d'applicazione ma verso opposta)
- Per somma e differenza valgono le regole tipiche dell'aritmetica (associativa e commutativa)





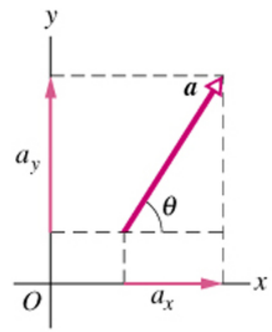


Componenti di un Vettore

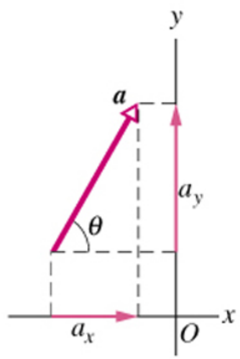
- Sono le proiezioni sugli assi del vettore
- Nel piano (2 dimensioni)
  - $a_x = a\cos\theta \quad a_y = a\sin\theta \quad \tan\theta = a_y/a_x$
  - $a = (a_x^2 + a_y^2)^{1/2}$
- Nello spazio (3 dimensioni)
  - $a_x = a\sin\theta\cos\phi \quad a_y = a\sin\theta\sin\phi \quad a_z = a\cos\theta$
  - $a = (a_x^2 + a_y^2 + a_z^2)^{1/2} \quad \tan\phi = a_y/a_x \quad \tan\theta = (a_x^2 + a_y^2)^{1/2}/a_z$
- I **versori** sono i vettori di modulo unitario che indicano le direzioni degli assi del sistema cartesiano:

  asse x $\Rightarrow \boldsymbol{i}$ asse y $\Rightarrow \boldsymbol{j}$ asse z $\Rightarrow \boldsymbol{k}$
- Un vettore generico ***a*** può quindi essere espresso come:

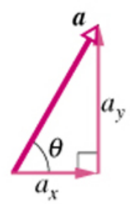
$$\mathbf{a} = a_x\boldsymbol{i} + a_y\boldsymbol{j} + a_z\boldsymbol{k}$$



(a)



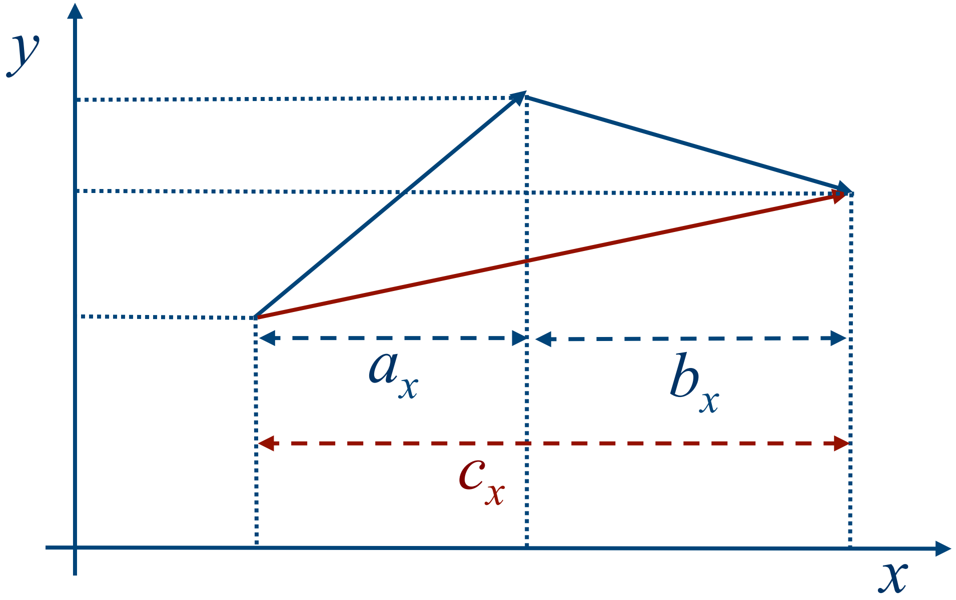
(b)



(c)

Somma di Vettori

- La somma di un vettore si ottiene semplicemente applicando metodi grafici
- La somma (differenza) delle componenti (proiezioni) di un vettore è uguale al componente (proiezione) della somma
- La somma dei moduli (differenza) di un vettore è diverso dal modulo della somma



$$\mathbf{a} + \mathbf{b} = \mathbf{c}$$
$$\Downarrow$$
$$a_x + b_x = c_x$$
$$a_y + b_y = c_y$$
$$a_z + b_z = c_z$$
$$\Downarrow$$
$$a + b \neq c$$

Altre Operazioni

- Per operare con i vettori occorre conoscere molto bene la trigonometria
- Il prodotto di un vettore per uno scalare è un vettore con la stessa direzione del vettore originale, verso concorde od opposto a seconda del segno dello scalare e modulo uguale al prodotto del modulo del vettore per il valore (privato del segno) dello scalare

$$\mathbf{a} = k\mathbf{b}$$

- Il prodotto di due vettori può essere di due tipi a seconda se il risultato è uno scalare o un vettore…
- Si parla quindi di Prodotto Scalare o Prodotto Vettoriale di 2 vettori

Prodotto Scalare

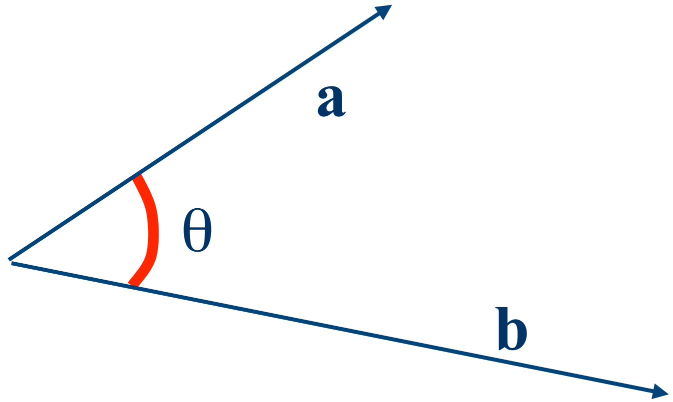
- Il risultato è uno scalare
- Se θ è nullo (cioè i due vettori hanno stessa direzione e verso) il prodotto è massimo
- Se θ è ±π/2 il prodotto è nullo
- Se θ è ±π il prodotto è minimo
- Per il prodotto scalare vale la proprietà commutativa:

$$k = \mathbf{a}\cdot\mathbf{b} = \mathbf{b}\cdot\mathbf{a}$$

- Il modulo di un vettore si calcola usando il prodotto scalare:

$$\mathbf{a}\cdot\mathbf{a} = a^2 = |a|^2 = a_x^2 + a_y^2 + a_z^2$$

$$k = \mathbf{a}\cdot\mathbf{b}$$



$$k = \mathbf{a}\cdot\mathbf{b} = |\boldsymbol{\alpha}||\mathbf{b}|\cos\theta = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

Prodotto Vettoriale

- Il risultato è un vettore
- Direzione perpendicolare al piano formato dai 2 vettori (applicati allo stesso punto)
- Verso regola della mano destra
- Modulo area del parallelogramma

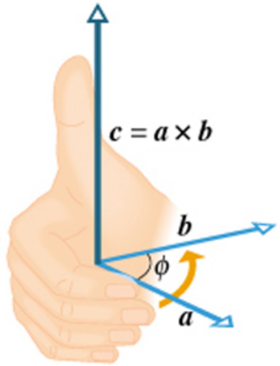
$$|\mathbf{c}| = \mathbf{a} \times \mathbf{b} = |\mathbf{a}||\mathbf{b}| \sin\theta$$

- Se θ è 0 o ±π (cioè i due vettori hanno stessa direzione) il prodotto è nullo
- Se θ è ±π/2 il modulo del prodotto è massimo
- Per il prodotto vettoriale vale la proprietà ANTI-commutativa:

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = -\mathbf{b} \times \mathbf{a}$$

- Le componenti di un vettore si calcolano tramite il discriminante della matrice

$$\mathbf{c} = \mathbf{a} \times \mathbf{b}$$



$$\begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$\mathbf{c} = c_x\mathbf{i} + c_y\mathbf{j} + c_z\mathbf{k} = (a_y b_z - a_z b_y)\mathbf{i} + (a_z b_x - a_x b_z)\mathbf{j} + (a_x b_y - a_y b_x)\mathbf{k}$$