

## Lo spazio



L'idea intuitiva di spazio viene dall'esperienza dei nostri movimenti e dalla percezione di corpi estesi. Il concetto più semplice associato a queste percezioni è quello di **distanza** (intervallo spaziale).

Esistono distanze che ci appaiono invariabili, come la lunghezza di un'asta solida. Possiamo scegliere un'asta come **campione di lunghezza**.

Esempio:

**1 metro** (m) = distanza tra due linee incise su una barra di platino-iridio conservata a Sèvres (circa  $1/10000000$  della distanza equatore - polo nord lungo un meridiano passante per Parigi)



Se la precisione richiesta nelle misure di distanza è grande, l'asta rigida potrebbe rivelarsi un campione insufficiente (produce anomalie nel confronto tra misure effettuate in condizioni diverse).

Come per il tempo, devono esistere procedure per individuare campioni migliori.

L'uso di campioni sempre più affidabili e di misure sempre più accurate ha portato alla conclusione che la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un dato intervallo di tempo è un invariante (è sempre la stessa, in ogni condizione e per ogni osservatore). Dunque essa stessa può essere scelta come campione.

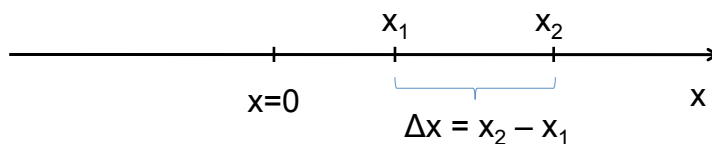
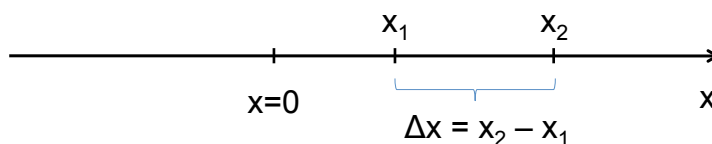
**1 metro** (m) = distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a  $(1 / 299\,792\,458)$  s

Una volta stabilito il campione possiamo usarne delle riproduzioni con la precisione desiderata per la misura di distanze generiche.

Lo distanza è la grandezza fisica che si misura con il metro.



Il confronto di una distanza generica tra due punti nello spazio e l'intervallo campione fornisce un numero reale, rappresentabile da un punto su una retta orientata:



Questa retta orientata è una rappresentazione di uno spazio uni-dimensionale.

La scelta del punto d'origine ( $x=0$ ) è arbitraria. Non cambia le distanze  $\Delta x$ .

Lo spazio è **omogeneo** (come il tempo). Non esiste un punto privilegiato per la misura delle distanze!!

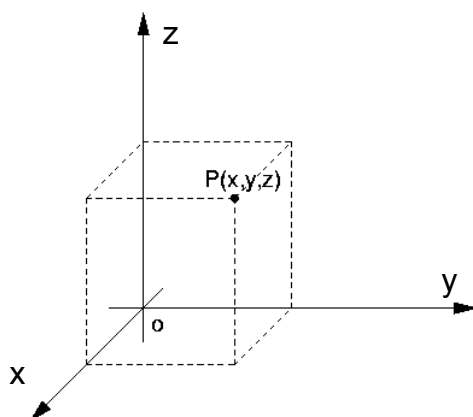
Lo spazio in cui si muovono i corpi della meccanica classica è uno **spazio tridimensionale**.

La distanza di un punto P generico da un punto O assegnato non è sufficiente a stabilire dove si trova P nello spazio; occorre specificare in quale direzione muoversi per andare da O a P.

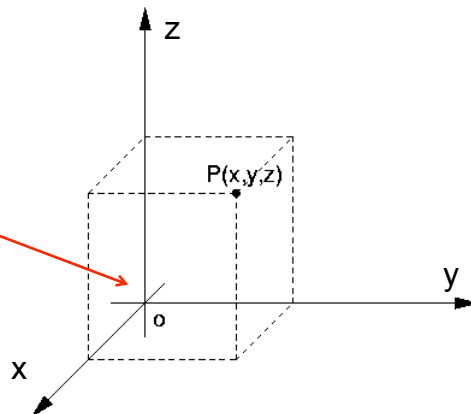
Un modo efficace ed univoco di rappresentare ciascun punto P consiste nell'introdurre 3 rette orientate perpendicolari tra loro e specificare le distanze da percorrere lungo ciascuna retta per giungere in P.

Si ottiene una terna di numeri reali per ogni P.

Le rette orientate si chiamano **assi cartesiani** e i tre numeri sono le **coordinate del punto P**

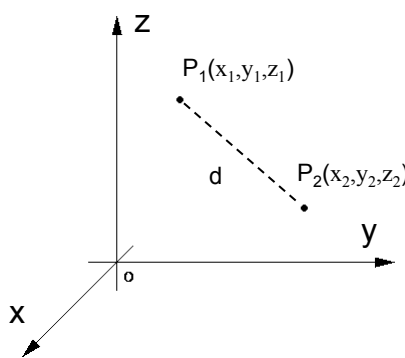


La scelta dell'origine  
( $x=0, y=0, z=0$ ) è  
arbitraria. Lo spazio è  
**omogeneo**



L'orientazione degli assi è anch'essa  
arbitraria. Lo spazio è **isotropo**. Non  
esiste una direzione privilegiata per la  
misura di distanze.

Scegliere assi  
**perpendicolari** non è  
necessario, ma è  
conveniente. Ad  
esempio, si può usare  
il teorema di Pitagora  
per calcolare la  
distanza tra due punti:



$$d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$$

Questa è invariante per traslazioni e rotazioni degli assi.

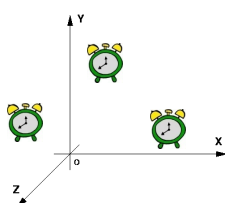
La posizione di un punto P, inteso come punto nello spazio individuato dalle distanze  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (coordinate cartesiane), può essere identificata come la posizione di una **particella**, intesa come entità fisica, materiale, di cui si vuole seguire il moto.

Gli oggetti fisici di cui abbiamo esperienza comune sono corpi **estesi**. In molte situazioni, tuttavia, l'estensione di un corpo può risultare irrilevante ai fini della descrizione del moto. In tal caso, un corpo può essere approssimato con una **particella** di dimensioni trascurabili (**punto materiale**). Conviene cominciare con la trattazione della meccanica di una **singola particella**, per poi passare a quella dei **sistemi di particelle** e, quindi, dei **corpi estesi**.

La **posizione di una particella** è determinata dalla misura di tre lunghezze (coordinate).

Se la particella si muove, le coordinate variano nel tempo. La descrizione del moto richiede dunque l'uso di tre assi orientati e un insieme di orologi sincronizzati.

**assi orientati + orologi = sistema di riferimento**



Questo modo di rappresentare la posizione di una particella si basa sull'assunzione che i corpi si muovano in uno spazio **euclideo**. Inoltre si assume che spazio e tempo siano **continui**, cioè distanze e intervalli di tempo siano rappresentati da un continuo di numeri reali.

Si tratta di una **scelta convenzionale** riguardante la struttura geometrica dello spazio e del tempo, necessaria per formalizzare la descrizione dei fenomeni fisici in termini matematici.

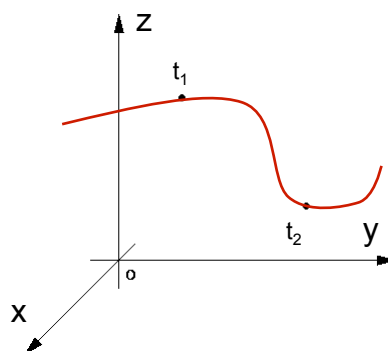
La scelta fatta dalla fisica classica newtoniana è la più vicina alla nostra esperienza empirica quotidiana [ma non è l'unica possibile!!].

Il sistema di riferimento permette di tradurre il moto di una particella in tre funzioni del tempo:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{array} \right.$$

**leggi orarie !!**

Il luogo dei punti per cui passa la particella al variare del tempo è una curva continua, detta **traiettoria**. Può essere ottenuta eliminando il tempo  $t$  dalle leggi orarie, se note.



Ora che abbiamo detto cos'è la posizione di una particella nello spazio e nel tempo, possiamo definire lo **spostamento**, la **velocità** e l'**accelerazione**.

Prima però conviene aprire una parentesi matematica per introdurre il formalismo dei **vettori**.

