Appunti di Fisica

Riccardo Lo Iacono

Dipartimento di Matematica & Informatica
Università degli studi di Palermo
Sicilia
a.a. 2021-2022

Indice

– 1 – Il SI e le grandezze di misura.

Per poter descrivere i fenomeni naturali, è necessario misurare gli aspetti che caratterizzano gli stessi. A ciascuna di queste misure è assegnata una grandezza fisica, di cui a seguito si riportano quelle "fondamentali".

- lunghezza;
- massa;
- tempo.

Il dover comunicare i risultati di un esperimento, comporta la necessità di un'unità di misura univoca. Proprio per far fronte a tale bisogno nel 1960, nacque il "Sistema Internazionale" (SI), il quale si occupò di stabilire le unità di misura per le grandezze fisiche.
Alcune delle principali furono

- il kilogrammo (kg) per la massa;
- il metro (m) per la lunghezza;
- il secondo (s) per il tempo;

Altre unità di misura furono stabilite, ma si parlerà di ciascuna quando necessarie.

– 2 – Analisi dimensionale.

In fisica il concetto di dimensionale ha un significato particolare, con esso infatti si caratterizza la natura di una grandezza.

Si avrà spesso il bisogno di verificare la correttezza di un'equazione, in questi casi uno strumento utile è l'analisi dimensionale. Questa permette di verificare se tutti i membri di una certa equazione appartengano alla stessa dimensione.

Esempio.

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

L'equazione sopra indicata è dimensionalmente consistente poiché, se analizzata dal punto di vista delle unità di misura si ha

$$|L| = |L| + \frac{|L|}{|T|}|T| + \frac{|L|}{|T|^2}|T|^2$$

Viceversa un'equazione del tipo

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^3$$

risulta essere inconsistente dimensionalmente poiché, se analizzata dal punto di vista delle unità di misura si ha

$$|L| = |L| + \frac{|L|}{|T|}|T| + \frac{|L|}{|T|^2}|T|^3$$

il che è inconcepibile.

– 3 – Cifre significative.

La misurazione di grandezze fisiche comporta spesso una correttezza dei valori ottenuti solo entro certi limiti. Tale incertezza è dovuta a vari fattori, quale ad esempio la qualità dello strumento utilizzato.

Al fine di dare una corretta rappresentazione del valore, si usano spesso le cifre significative. (Nei presenti appunti ci si limiterà alla terza cifra.)
Quando si svolgono operazioni, per assegnare un corretto numero di cifre significative si utilizzano le seguenti regole.

1. Operazioni di somma e sottrazione: il numero di cifre significative del risultato deve essere uguale al numero di cifre significative degli operandi.

   Esempio.

   $$12.3 + 1.92 = 14.2 \text{ non } \ 14.22$$

2. Operazioni di prodotto e divisione: il numero di cifre significative deve essere uguale al numero minimo di cifre significative degli operandi.

   Esempio.

   $$12.1 \cdot 1.001 = 12.1 \text{ non } \ 12.10121$$

– 4 – Posizione e velocità.

Il moto unidimensionale studia il moto di un corpo, idealizzato come punto materiale, la cui massa e dimensione sono trascurabili.

– 4.1 – Posizione e velocità.

Si consideri una retta orientata, per stabilire la posizione di un punto $x \neq 0$, è necessario sapere dove questi si trovi rispetto il punto di riferimento.
Si consideri la seguente retta orientata ove sono stati fissati i punti x_i e x_f.

Si definisce spostamento, la variazione di posizione del punto in un certo lasso di tempo. Cioè

$$\Delta x = x_f - x_i$$

Dalla variazione di posizione si può ricavare la velocità media con cui avviene tale spostamento, la quale è data dalla seguente relazione.

$$\mathbf{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Spesso però risulta utile conoscere la velocità del corpo in un certo istante di tempo, in questo caso si parlerà di velocità istantanea ed è data dalla seguente relazione.

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$$

– 5 – Moto di un corpo puntiforme.

Un corpo puntiforme è soggetto a molti moti, ma nei presenti appunti si studieranno i seguenti.

- Moto rettilineo uniforme;
- Moto uniformemente accelerato.

– 5.1 – Moto rettilineo uniforme.

Si definisce moto rettilineo, il moto di un corpo che si muove a velocità costante. Cioè

$$v = costante = \mathbf{v}$$

da cui, poiché la velocità è costante, segue

$$x(t) = x_0 + v_0 t$$

– 5.2 – Moto uniformemente accelerato.

Si definisce moto uniformemente accelerato, un moto che si muove con accelerazione costante. Cioè

$$a = costante = \mathbf{a}$$

da cui, poiché l'accelerazione è costante, segue

$$x(t) = x_0 + \mathbf{v}t$$

ma poiché la velocità varia linearmente

$$\mathbf{v} = \frac{v_0 + v_f}{2}$$

da cui segue

$$\begin{aligned} x(t) &= x_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} t \\ &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \end{aligned}$$

– 6 – Moto del proiettile.

La presente analisi del moto del proiettile è svolta sulla base di due ipotesi quali

1. in caduta libera l'accelerazione rimane costante per tutto il moto;
2. la resistenza dell'aria è trascurata.

Si consideri la figura di seguito riportata.

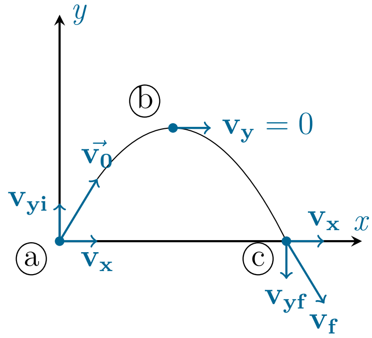

Figura 1: Schema rappresentativo di moto del proiettile.

Siano ⓐ, ⓑ, ⓒ rispettivamente: il punto di partenza del proiettile, il punto in cui il proiettile raggiunge l'altezza massima, il punto in cui il proiettile raggiunge lo stesso livello orizzontale di partenza.

Dalla *Figura 1* si nota che:

- lungo x, la posizione del corpo varia di moto rettilineo uniforme, poiché la velocità $\mathbf{v_x}$ rimane costante per tutto il moto. Dunque se si considera $\mathbf{r_x}$ lo spostamento lungo x, segue

$$\mathbf{r_x}(t) = \mathbf{r_0} + \mathbf{v}t$$

- lungo y, la posizione del corpo varia di moto uniformemente accelerato, poiché la velocità $\mathbf{v_y}$ varia, ma rimane costante l'accelerazione dovuta alla gravità. Dunque se si considera $\mathbf{r_y}$ lo spostamento lungo y, segue

$$\mathbf{r_y}(t) = \mathbf{r_0} + \mathbf{v_0}t + \frac{1}{2}\mathbf{a}t^2$$

– 6.1 – Gittata e altezza massima.

Si consideri la figura di seguito riportata.

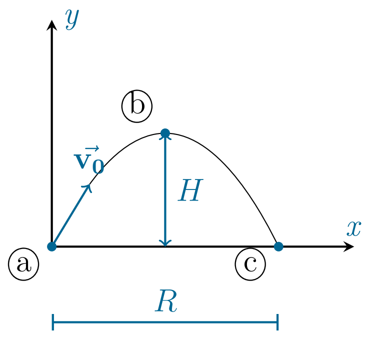

Figura 2: Schema rappresentativo di moto del proiettile con gittata e altezza.

Dalla *Figura 2*, supponendo che in ⓐ, $x_0 = 0$ e il proiettile ha una certa velocità $\mathbf{v_y}$, si nota che:

- ⓑ è il punto di massima elevazione raggiunto dal proiettile;
- ⓒ è il punto in cui il proiettile raggiunge lo stesso livello orizzontale di partenza.

Ponendo H e R rispettivamente: distanza massima verticale, distanza massima orizzontale, segue

$$H = \frac{\mathbf{v_0}^2 \sin^2 \theta_0}{2\mathbf{g}}$$

$$R = \mathbf{v_x} \cos \theta_0 \frac{\mathbf{v_x}^2 \sin 2\theta_0}{\mathbf{g}}$$

Pertanto si ha che R è massima se $\theta_0 = 45$.

– 7 – Moto circolare uniforme.

Si definisce moto circolare uniforme, il moto di un corpo che, muovendosi su un percorso circolare, mantiene una velocità costante.

Fatto.
Un corpo che si muove a velocità costante su una traiettoria circolare, possiede un'accelerazione.

Poiché la velocità è una grandezza vettoriale, la presenza di un'accelerazione è dovuta a due possibili ragioni, quali:

1. variazione del modulo della velocità;

2. variazione della direzione della velocità.

L'accelerazione del moto circolare è dovuta proprio a ques'ultimo motivo. Infatti, il vettore velocità, sempre tangente alla traiettoria circolare, è perpendicolare al raggio della stessa.

Si consideri ora la figura di seguito riportata.

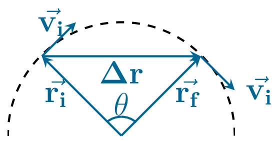

Figura 3: TODO

Ponendo $\vec{\mathbf{v_i}}$ e $\vec{\mathbf{v_f}}$ coda contro coda, si nota che l'angolo fra essi compreso è θ, da cui i triangoli $\widehat{r_i \Delta r r_f}$ e $\widehat{v_i \Delta v v_f}$ sono simili.
È possibile pertanto stabilire una relazione tra i lati come segue.

$$\frac{|\Delta \vec{\mathbf{v}}|}{\mathbf{v}} = \frac{|\Delta r|}{\mathbf{r}}$$

ove $\mathbf{v} = \mathbf{v_i} = \mathbf{v_f}$ e $\mathbf{r} = \mathbf{r_i} = \mathbf{r_f}$.
Risolvendo rispetto $\vec{\mathbf{v}}$ e calcolando il limite per $\Delta \to 0$, segue

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{r}} \frac{|\Delta \vec{\mathbf{r}}|}{|\Delta t|} = \frac{\mathbf{v}^2}{\mathbf{r}} = \mathbf{a_c}$$

– 8 – Leggi del moto.