

# Appunti Fisica Generale

Alessandro Sieni, Gianluca Mondini

March 6, 2015

## Contents

<b>1</b>	<b>Appunti 03/03/2015</b>	<b>3</b>
1.1	Ordini di grandezza . . . . .	3
1.2	Calcolo dimensionale . . . . .	3
1.2.1	Definizione . . . . .	3
1.2.2	Esempi . . . . .	3
1.3	Vettori . . . . .	4
1.3.1	Introduzione . . . . .	4
1.3.2	Operazioni sui vettori . . . . .	4
1.3.3	Rappresentazione di un vettore . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Appunti 04/03/2015</b>	<b>5</b>
2.1	Rappresentazione di un vettore . . . . .	5
2.1.1	Coordinate . . . . .	5
2.1.2	Freccia nel piano . . . . .	6
2.1.3	Modulo e Argomento . . . . .	6
2.1.4	Versori . . . . .	6
2.2	Prodotto scalare . . . . .	7
2.3	Cinematica . . . . .	7
2.3.1	Traiettoria . . . . .	7
2.3.2	Equazione oraria . . . . .	8
2.3.3	Velocità e accelerazione . . . . .	8
2.3.4	Esempi . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Appunti 05/03/2015</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Appunti del 06/03/2015</b>	<b>9</b>

# 1 Appunti 03/03/2015

## 1.1 Ordini di grandezza

Quando si parla di ordini di grandezza intendiamo non una precisa quantità ma un'indicazione utile ad effettuare delle stime che non devono essere necessariamente precise.

## 1.2 Calcolo dimensionale

### 1.2.1 Definizione

Il calcolo dimensionale ci permette di lavorare solo con le dimensioni che compongono le componenti da studiare e ci permette di verificare se alcuni procedimenti o calcoli sono corretti dal punto di vista dimensionale, ovvero se la dimensione ottenuta è coerente con quella di ciò che dobbiamo calcolare. Nel caso di alcuni casi semplici è possibile ottenere delle formule senza alcun procedimento, ma solo mediante l'utilizzo del caso dimensionale.

### 1.2.2 Esempi

Esaminiamo in questo esempio la formula per ottenere il tempo di caduta di un corpo da una fissata altezza. Solo studiando in maniera puramente intuitiva il fenomeno una persona può ipotizzare che la velocità possa dipendere dall'accelerazione di gravità (  $g$  ) dal tempo di caduta (  $t$  ) e dall'altezza dalla quale il corpo viene lanciato, quindi riportando queste tre grandezze sotto forma di dimensioni otteniamo che:

$$g = [V][T]^{-1} = [L][T]^{-2}$$

e dato che  $[V] = [L][T]^{-1}$  dobbiamo riottenere la stessa dimensione, e per farlo dobbiamo trovare gli esponenti  $x, y, z$  da assegnare a  $g, t, h$  che si andranno a moltiplicare, che ci permettano di ritrovare la stessa dimensione, in poche parole :

$$[L][T]^{-1} = \underbrace{([L][T]^{-2})^x}_g \underbrace{[T]^y}_t \underbrace{[L]^z}_h$$

Da questo procediamo in modo algebrico ottenendo

$$[L][T]^{-1} = \underbrace{[L]^x [T]^{-2x}}_g \underbrace{[T]^y}_t \underbrace{[L]^z}_h$$

da cui abbiamo un sistema a due equazioni ma a tre variabili ( $x, y, z$ ) in quanto

$$\begin{aligned} x + z &= 1 \\ y - 2x &= -1 \end{aligned}$$

Per risolvere questo problema proviamo a non considerare l'altezza come fattore determinante per calcolare la velocità e troviamo quindi come si comporta il tempo di caduta rispetto a  $g$  e  $h$ .

$$[T] = [T]^y ([L][T]^{-2})^x$$

ottenendo stavolta un sistema a due equazioni e due incognite che ha come soluzione  $x = -\frac{1}{2}$  e  $y = \frac{1}{2}$ . Infatti la formula del tempo di caduta di un corpo è proprio  $\sqrt{\frac{h}{g}}$ .

## 1.3 Vettori

### 1.3.1 Introduzione

In fisica l'utilizzo di vettori invece che di semplici scalari è fondamentale in quanto ci permettono di rappresentare in modo corretto la realtà (ad esempio non è possibile rappresentare la posizione di un corpo con un solo numero, ma ne sono necessari 3, uno per ogni asse cartesiano  $x,y,z$ ).

### 1.3.2 Operazioni sui vettori

Le operazioni che è possibile effettuare sui vettori sono le seguenti :

- Somma
- Prodotto tra un vettore ed uno scalare
- Prodotto scalare tra due vettori
- Prodotto vettoriale

#### *Somma*

La somma tra due vettori restituisce un vettore le cui componenti corrispondono alla sommatoria delle componenti relativi alla solita posizione, esempio :

$$(1, 2, 3) + (7, -3, 4) = (1 + 7, 2 + (-3), 3 + 4) = (8, -1, 7)$$

#### *Prodotto di un vettore per uno scalare*

Il prodotto di un vettore per uno scalare si ottiene moltiplicando ciascuna componente per lo scalare, esempio :

$$3 * (4, 2, 5) = (4 * 3, 2 * 3, 5 * 3) = (12, 6, 15)$$

### ***Prodotto scalare tra due vettori***

Il risultato del prodotto scalare tra due vettori sarà appunto uno scalare che corrisponderà alla sommatoria del prodotto delle relative componenti dei due vettori, esempio presi  $U = (1, 2, 3)$  e  $V = (3, 4, 5)$  il prodotto scalare tra U e V sarà :

$$U * V = \sum_{i=1}^3 (U_i * V_i) = (1 * 3) + (2 * 4) + (3 * 5) = 26$$

### ***Prodotto vettoriale tra due vettori***

#### **1.3.3 Rappresentazione di un vettore**

Per rappresentare un vettore ci sono 4 possibili modi :

- Mediante le coordinate
- Mediante una freccia nel piano
- Mediante il modulo del vettore e il suo argomento
- Mediante l'utilizzo di versori

## **2 Appunti 04/03/2015**

### **2.1 Rappresentazione di un vettore**

Per rappresentare un vettore ci sono 4 possibili modi :

- Mediante le coordinate
- Mediante una freccia nel piano
- Mediante il modulo del vettore e il suo argomento
- Mediante l'utilizzo di versori

#### **2.1.1 Coordinate**

Quando si rappresenta un vettore mediante coordinate si esplicita una tupla di n numeri l'esempio più classico è  $V = (1, 2, 3)$

### 2.1.2 Freccia nel piano

Quando si rappresenta un vettore con una freccia si utilizzano le stesse coordinate illustrate sopra ma le si proiettano in un ipotetico spazio n-dimensionale (ovviamente questo nei modelli matematici, perché in quelli fisici non si supera la terza dimensione, eccetto alcuni rari casi) e si traccia una freccia che parte dall'origine degli assi e che arriva proprio nel punto dello spazio avente come coordinate cartesiane le componenti del vettore.

### 2.1.3 Modulo e Argomento

Quando si rappresenta un vettore con la notazione modulo e argomento intendiamo esprimere il modulo del vettore (nel caso sia rappresentabile in uno spazio con una freccia la sua lunghezza partendo dall'origine degli assi) e dato che la sola lunghezza non è sufficiente (in quanto dando solo la lunghezza di una freccia si potrebbe intendere una circonferenza di centro 0 e raggio uguale al modulo della freccia) viene espresso anche l'angolo che forma il vettore con un asse (nel caso sia su un piano) e con 2 assi (nel caso sia su uno spazio tridimensionale), esempio:

$$\vec{U} = (3, 30^\circ)$$

In questo esempio viene indicato che il vettore  $\vec{U}$  ha un modulo dal valore 3 e un inclinazione con gli assi di  $30^\circ$ .

### 2.1.4 Versori

Prima di illustrare la rappresentazione per versori è opportuno esprimere il concetto di versore.

Il versore è un normale vettore che però rispetta queste due caratteristiche :

- Ha modulo pari ad 1
- Corrisponde con uno degli assi cartesiani

Introdotte queste due caratteristiche si può subito notare l'esistenza di tre versori, corrispondenti agli assi x,y,z. Questi versori sono :

- $\vec{i} = (1, 0, 0)$
- $\vec{j} = (0, 1, 0)$
- $\vec{k} = (0, 0, 1)$ ,

Costruire un qualunque vettore con l'utilizzo di questi tre versori è molto semplice in quanto basterà esprimere il vettore come una sommatoria di multipli di versori, ad esempio :

$$\vec{U} = (7, -3.5) = 7\vec{i} + (-3)\vec{j} + 5\vec{k} = (7, 0, 0) + (0, -3, 0) + (0, 0, 5) = (7, -3, 5)$$

## 2.2 Prodotto scalare

Un'operazione molto importante per i vettori è il prodotto scalare (il cui metodo di "elaborazione", per la rappresentazione in coordinate, è illustrato nella sezione del 04/03/2015 alla voce "operazione sui vettori") che quando siamo in rappresentazione per modulo è argomento funziona così (presi  $\vec{U} = (\rho_1, \theta_1)$  e  $\vec{V} = (\rho_2, \theta_2)$ ) :

$$\vec{U} * \vec{V} = |\rho_1| |\rho_2| * \cos(\theta_1 - \theta_2)$$

Da quest'ultima formula si nota subito una delle cose fondamentali del prodotto scalare, ovvero che esprime al suo interno l'angolo che si forma tra i due vettori, espresso sotto la funzione cos. Ed è proprio dalla funzione cos che si ricava subito un'informazione importante sul prodotto scalare, ovvero che se due vettori sono ortogonali (ovvero formano un angolo di 90 gradi) il loro prodotto scalare sarà uguale a zero, in quanto il coseno di 90 gradi corrisponde a 0.

Ovviamente nel caso di vettori espressi in modulo e argomento è inutile tutto questo discorso in quanto per calcolare l'angolo compreso basterà fare la differenza tra gli angoli dei due vettori, ma nel caso in cui invece fossimo nella rappresentazione per coordinate tutto può diventare estremamente utile, e in quel caso la formula del prodotto scalare (nota : ciò vale solo nei reali ) corrisponde a questa :

$$\vec{U} * \vec{V} = |\vec{U}| |\vec{V}| * \cos(\widehat{UV})$$

Da cui è possibile ricavare l'angolo in questo modo :

$$\widehat{UV} = \arccos \left( \frac{|\vec{U}| |\vec{V}|}{\vec{U} * \vec{V}} \right)$$

## 2.3 Cinematica

### 2.3.1 Traiettoria

La **traiettoria** è una funzione nello spazio  $f(x,y,z) = 0$  che indica tutti i punti dello spazio che sono stati, sono e saranno percorsi da un corpo durante il suo movimento. Ho usato il passato, il presente e il futuro contemporaneamente perché noi non sappiamo il tempo necessario a raggiungere un punto o ad effettuare uno spostamento, sempre se il corpo si muove solo in un verso e che non faccia avanti e indietro, cosa che può accadere, ma sappiamo solo che il corpo durante il suo movimento passerà dal quel punto.

### 2.3.2 Equazione oraria

Se invece desiderassimo mettere in relazione la posizione di un corpo con il tempo allora dovrà essere necessaria un'equazione oraria, ovvero appunto un'equazione che mette in relazione il punto dove si trova il corpo con il tempo e si indica nel seguente modo (per i tre assi cartesiani) :

- $x(t) = \dots$
- $y(t) = \dots$
- $z(t) = \dots$

Dove nel termine a destra appare appunto la posizione su uno degli assi in funzione del tempo, mentre a sinistra apparirà un normale membro di un'equazione. Detto questo si può indicare come le coordinate di un punto in funzione del tempo siano :

$$\vec{P} = (x(t), y(t), z(t))$$

### 2.3.3 Velocità e accelerazione

#### *Velocità*

Data un'equazione oraria, viene definita come **velocità** la derivata dell'equazione oraria in funzione del tempo. Molto importante osservare che la velocità non è un semplice scalare ma bensì un vettore formato da un modulo, che indica la "quantità di velocità" ed una direzione, che indica la direzione verso la quale si sposterà il corpo. Vedendo la velocità come un vettore, è importante constatare che le componenti che compongono il vettore sono appunto gli spostamenti che tale velocità produce lungo gli assi cartesiani (quindi avrà una componente x, una y e una z).

**Importante:** La velocità è un vettore che è sempre parallelo alla traiettoria del corpo.

#### *Velocità Istantanea*

La **velocità istantanea** di un corpo viene definito come

$$\lim_{t \rightarrow 0} \frac{P_2(x_2(t), y_2(t), z_2(t)) - P_1(x_1(t), y_1(t), z_1(t))}{\Delta t}$$

Con  $P_1$  e  $P_2$  due punti lungo la traiettoria del corpo.

La velocità istantanea è per definizione sempre (in qualunque punto) **tangente** alla traiettoria nel punto nel quale vogliamo calcolare la velocità istantanea.



### *Accelerazione*

L'accelerazione viene definita come la **variazione di velocità** nel tempo ed è quindi la derivata prima della velocità del tempo, e di conseguenza la derivata seconda dell'equazione oraria, ad esempio :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2\vec{P}}{dt^2}$$

Ovviamente anche l'accelerazione è un vettore che avrà come componenti :

- Come x avrà la derivata della componente x del vettore velocità
- Come y avrà la derivata della componente y del vettore velocità
- Come z avrà la derivata della componente z del vettore velocità

Per visualizzare questo meglio

$$\vec{a} = \left( \frac{dV_x(t)}{dt}, \frac{dV_y(t)}{dt}, \frac{dV_z(t)}{dt} \right)$$

#### **2.3.4 Esempi**

Supponiamo di avere l'equazione oraria  $x(t) = A \cos(\omega t)$ , trovare  $\vec{V}$  e  $\vec{a}$  :  
Calcoliamo la velocità effettuando la derivata dell'equazione oraria :

$$V(t) = \frac{d}{dt}x(t) = \frac{d}{dt}A \cos(\omega t) = -\omega A \sin(\omega t)$$

E dalla velocità calcoliamo l'accelerazione(sempre in funzione del tempo):

$$a(t) = \frac{d}{dt}V(t) = \frac{d}{dt} -\omega A \sin(\omega t) = -\omega^2 A \cos(\omega t)$$

Notando il risultato salta subito all'occhio che l'accelerazione del corpo dipende dalla posizione del corpo stesso infatti :

$$a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t) = -\omega^2 x(t)$$

## **3 Appunti 05/03/2015**

## **4 Appunti del 06/03/2015**