

Carlo Sintini

## Fisica? ...no problem!!!

Manuale ad uso degli studenti liceali con  
ripasso delle nozioni di base



Carlo Sintini

Fisica ? ... No problem !!!

*Tutta la fisica di base  
per i licei e il biennio universitario*



Carlo Sintini

Fisica ? ... No problem !!!

© Carlo Sintini / Matematicamente.it – giugno 2011  
www.matematicamente.it – libri@matematicamente.it

Il presente libro è rilasciato nei termini della licenza  
Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non  
opere derivate 2.5 Italia, il cui testo integrale è disponibile in  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/legalcode>

Stampa

Universal Book – via Botticelli, 22 – 87036 Rende (CS)

ISBN 978 88 96354 12 4

*A mio nipote Samuele*



# SOMMARIO

---

BIBLIOGRAFIA .....	282
INTRODUZIONE.....	10
CAP. 1 - CALCOLO VETTORIALE.....	12
1-1. Elementi di calcolo vettoriale .....	12
1-2. Prodotto scalare fra due vettori .....	20
1-3. Prodotto vettoriale fra due vettori .....	22
CAP. 2 – CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE.....	26
2-1. La velocità.....	27
2-2. L'accelerazione .....	29
2-3. Corpi in caduta libera.....	31
2-4. Moto rettilineo uniforme.....	32
2-5. Moto rettilineo uniformemente accelerato .....	34
2-6. Moto circolare uniforme .....	37
2-7. Effetti di una accelerazione generica .....	40
2-8. Traiettoria di un proiettile .....	41
2-9. Velocità e accelerazione relative.....	45
esercizi di cinematica .....	48
Formule da ricordare: .....	48
CAP. 3 – DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE .....	60
3-1. La forza .....	60
3-2. Prima legge (o legge d'inerzia).....	61
3-3. Seconda legge (o legge fondamentale) .....	62
3-4. Terza legge (o legge d'azione e reazione) .....	64
3-5. Costante elastica di richiamo .....	66
3-6. La forza di attrito .....	67
3-7. Il piano inclinato .....	68
3-8. Reazioni e tensioni.....	70
3-9. Forza centripeta e centrifuga.....	73
esercizi di dinamica del punto.....	74
CAP. 4 – LAVORO E POTENZA.....	92

4-1. Lavoro fatto da una forza costante .....	92
4-2. Lavoro fatto da una forza variabile .....	95
4-3. Teorema dell'energia cinetica .....	98
4-4. La potenza .....	100
esercizi sul lavoro e la potenza.....	102
CAP. 5 – L'ENERGIA.....	108
5-1. Le forze conservative .....	108
5-2. L'energia potenziale.....	113
5-3. Conservazione dell'energia meccanica .....	116
CAP. 6 – DINAMICA DEI SISTEMI DI PARTICELLE ....	126
6-1. Il baricentro .....	126
6-2. Il moto del baricentro .....	129
6-3. Il lavoro interno.....	130
6-4. La quantità di moto .....	132
6-5. Conservazione della quantità di moto .....	134
CAP. 7 – GLI URTI.....	142
7-1. L'impulso e la quantità di moto .....	142
7-2. Urti elastici in una dimensione .....	143
7-3. Urti anelastici .....	148
7-4. Urti elastici in due dimensioni .....	149
CAP. 8 – SISTEMI RUOTANTI.....	162
8-1. Cinematica rotazionale.....	162
8-2. Momento di un vettore.....	164
8-3. Momento di una coppia .....	169
8-4. Il momento angolare e momento d'inerzia .....	170
8-5. Energia cinetica di rotazione.....	171
8-6. Momenti d'inerzia di alcuni corpi.....	172
Sbarretta sottile di lunghezza $l$ .....	173
Cilindro circolare vuoto di raggi $R$ ed $r$ .....	174
Parallelepipedo di lati $a$ , $b$ , $c$ .....	174
Lastra sottile rettangolare di lati $a$ e $b$ .....	175
Toro con raggio interno $r$ ed esterno $R$ .....	175
Cono circolare con raggio di base $r$ ed altezza $h$ .....	176

Lastra circolare di raggio R.....	176
Lastra circolare forata. ....	177
Nastro circolare sottile di raggio R- .....	177
Sfera piena di raggio R. ....	178
Sfera vuota di raggio R. ....	178
Sfera scavata con raggi interno r ed esterno R.....	179
Ellissoide con semiassi a, b, c. ....	179
8-7. Teorema degli assi paralleli per i momenti d'inerzia	180
8-8. Rotolamento di un corpo rigido .....	181
8-9. Conservazione del momento angolare .....	183
Esercizi sui sistemi ruotanti.....	186
<b>CAP. 9 – APPROFONDIMENTI</b> .....	<b>194</b>
9-1. Sul moto circolare uniforme .....	194
9-2. Formula di Poisson .....	198
9-3. Accelerazione di Coriolis.....	200
9-4. Effetti della forza di Coriolis .....	205
<b>CAP. 10 – EQUILIBRIO DEI CORPI RIGIDI</b> .....	<b>208</b>
10-1. Equilibrio statico .....	208
10-2. Equilibrio dei corpi appoggiati .....	209
10-3. Equilibrio dei corpi sospesi.....	210
Esercizi sull'equilibrio .....	212
<b>CAP. 11 – IL MOTO ARMONICO</b> .....	<b>218</b>
11-1. Generalità.....	218
11-2. Approccio cinematico .....	218
11-3. Approccio dinamico.....	224
11-4. Il pendolo .....	225
11-5. L'energia nel moto armonico.....	228
11-6. Equazione differenziale del moto armonico .....	230
11-7. Il moto armonico smorzato .....	231
11-8. Oscillazioni armoniche forzate .....	236
<b>CAP. 12 – LA GRAVITAZIONE</b> .....	<b>242</b>
12-1. La legge della gravitazione universale.....	242
12-2. Le forze esistenti in natura.....	243



12-3. Massa inerziale e gravitazionale .....	246
12-4. Distribuzione sferica di massa .....	248
12-5. Il campo gravitazionale.....	253
12-6. Il principio di sovrapposizione.....	254
12-7. Energia potenziale gravitazionale .....	255
12-8. Potenziale e superfici equipotenziali .....	258
12-9. La prima legge di Keplero .....	260
12-10. La seconda legge di Keplero.....	266
12-11. La terza legge di Keplero.....	268
12-12. La velocità di fuga.....	269
<b>CAP. 13 – I FLUIDI .....</b>	<b>272</b>
13-1. La pressione e la densità .....	272
13-2. La legge di Stevin .....	273
13-3. Principio di Pascal.....	275
13-4. Principio di Archimede .....	276
13-5. La pressione atmosferica.....	278
13-6. Il martinetto idraulico.....	279
13-7. Equazione di Bernouilli .....	280

## INTRODUZIONE

---

*Un fanciullo riceve in regalo un oggetto strano e con colori brillanti.*

*Le sue piccole dita afferrano l'oggetto per esplorarne la forma e la struttura. Egli scuote l'oggetto per vedere se si rompe e quasi certamente lo porta alla bocca.*

*Il piccolo usa tutti i suoi sensi per esplorarne la grandezza, la forma, i colori, la struttura, il suono.*

*È naturalmente curioso e comincia prestissimo ad apprendere informazioni sul mondo circostante.*

*Questa curiosità innata, più evidente nel periodo dello sviluppo, è caratterizzata dalla domanda: "Perché?"*

*È stimolante anche da adulti tornare ad avere delle curiosità come i fanciulli.*

*La scienza, ed in particolare la fisica, tenta di rispondere ai perché del mondo naturale.*

*Nella ricerca delle risposte i fisici hanno esteso l'interesse dell'osservazione umana ad una grande quantità di fenomeni: dallo studio delle particelle subatomiche a quello delle stelle e delle galassie.*

*La fisica è la più importante delle scienze che studiano la natura.*

*Essa rappresenta sia un metodo di studio che un punto di vista del mondo naturale, con lo scopo di spiegare il comportamento del mondo fisico per mezzo di pochi principii fondamentali.*

*In questo senso lo studio della fisica è semplice perché richiede la padronanza soltanto di pochi principii fondamentali, che sintetizzano tutto ciò che i fisici hanno scoperto nell'ordinamento dell'universo.*

*E' un gran viaggio costellato da molte domande e da poche risposte.*

*Ci si può domandare se sia un bene o un male progredire sempre più nella ricerca scientifica, e si potrebbero portare molti esempi sia a favore che contro questo interrogativo.*

*A questo proposito Bertrand Russell (1872-1970) disse: “Non credo che la conoscenza scientifica possa mai essere dannosa. Ciò che sostengo, e sostengo con vigore, è che la conoscenza è più spesso utile che dannosa, e che il timore della conoscenza è invece più spesso dannoso che utile”.*

*Infine voglio accennare al fatto che l’evoluzione della fisica ha spesso portato radicali cambiamenti alle teorie precedenti e fieri contrasti (si pensi per esempio alla teoria eliocentrica di Galileo o alle innovazioni introdotte dalla teoria della relatività), che sono stati assorbiti ed accettati solo dopo diverso tempo dalla loro formulazione.*

*Ma, come affermò Clement V. Durell, “la storia del progresso scientifico dimostra come siano indigeste le nuove idee all’uomo comune, privo di immaginazione, di una certa epoca, ma come poi le idee che hanno superato la prova del tempo vengano assimilate facilmente dall’uomo comune, privo di immaginazione delle epoche successive”.*

Carlo Sintini  
c.sintini@libero.it

# CAP. 1 - CALCOLO VETTORIALE

---

## 1-1. Elementi di calcolo vettoriale

Molte grandezze fisiche sono completamente descritte dal valore numerico della loro grandezza (per esempio il tempo, la temperatura, il volume, ecc. ).

Ma altre grandezze fisiche (per esempio la forza, la velocità, l'accelerazione, lo spostamento, ecc.), hanno bisogno anche della conoscenza della **direzione** verso la quale sono rivolte.

Le prime si chiamano **grandezze scalari**, le seconde vengono invece dette **grandezze vettoriali**.

Si usa questo simbolo perché le grandezze vettoriali possono essere rappresentate appunto da una freccia.

Un vettore è caratterizzato da:

- La **lunghezza** della freccia (detta anche intensità o modulo).
- Una **direzione**, costituita dalla retta che attraversa la freccia (che si chiama anche **retta di applicazione**).
- Un **verso**, fissato dalla punta della freccia.

Il punto iniziale della freccia si chiama **punto di applicazione** del vettore.

Spostando un vettore parallelamente a se stesso con una traslazione si ha un vettore **equipollente** (o **equivalente**) a quello iniziale.

Tipograficamente il vettore viene indicato **con una lettera sulla quale si trova una piccola freccetta**, oppure più semplicemente **con una lettera scritta in grassetto** (per esempio  $\vec{v}$  o  $\mathbf{v}$  indica il vettore velocità, mentre  $v$  indica semplicemente il suo valore scalare, la sua lunghezza).

Un vettore può essere espresso (con molti vantaggi) utilizzando i **versori**.

**Un versore è un vettore di lunghezza unitaria avente una direzione prestabilita.**

Nei casi in cui esso è parallelo all'asse x lo indicheremo con i simboli  $\vec{i}$  o  $\mathbf{i}$ , quando è parallelo all'asse y lo indicheremo con  $\vec{j}$  o con  $\mathbf{j}$ , ed infine quando è parallelo all'asse z (nello spazio a 3 dimensioni), lo indicheremo con  $\vec{k}$  o con  $\mathbf{k}$ .

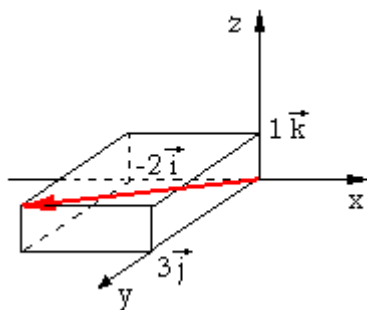
Il versore serve spesso per rendere vettoriale una grandezza scalare senza alterarne il valore, perché moltiplicando uno scalare per il versore, si ottiene un vettore diretto come il versore e con lunghezza pari al valore scalare.

Se il valore scalare è negativo il vettore cambia anche il verso.

Questo criterio permette di esprimere un vettore in modo molto sintetico ed espressivo.

Per esempio, il vettore

$$\vec{v} = -2\vec{i} + 3\vec{j} + \vec{k}$$



è formato dalla somma (vettoriale) di tre vettori:

- $-2\vec{i}$  è un vettore con lunghezza 2 e diretto come l'asse x (ma con verso opposto).
- $3\vec{j}$  è un vettore con lunghezza 3 e diretto come l'asse y.
- $\vec{k}$  è un vettore con lunghezza unitaria e diretto come l'asse z.

Componendo con la regola del parallelogramma prima la lunghezza di due vettori (a caso) e poi ancora con la regola del parallelogramma il risultato ottenuto con la lunghezza del terzo ed ultimo vettore, si ottiene appunto la lunghezza del vettore risultante  $\vec{v}$ .

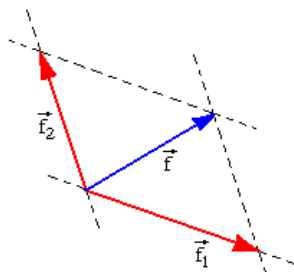
### **Somma algebrica fra vettori**

Limitiamoci per ora a considerare vettori giacenti su uno stesso piano.

La somma fra due vettori complanari si esegue applicando i due vettori in uno stesso punto, e costruendo un parallelogramma.

Nel caso in cui siano applicati in due punti diversi, basta farli scorrere sulle loro rette di applicazione fino a quando non risultino applicati in uno stesso punto.

La diagonale del parallelogramma (vedi figura a fianco) fornisce il vettore  $\vec{f}$  risultante.



Si può anche eseguire l'operazione contraria: un vettore  $\vec{f}$  può essere scomposto in due componenti  $\vec{f}_1$  e  $\vec{f}_2$  applicando la regola del parallelogramma. Si scelgono due rette arbitrarie passanti per il punto di applicazione di  $\vec{f}$ , e si costruisce il parallelogramma.

Chiaramente questa operazione si può fare in infiniti modi differenti. Essa diventa unica solo se vengono assegnate le direzioni che devono avere le componenti.

Per sommare tre (o più) vettori fra loro, si può applicare più volte successivamente la regola del parallelogramma: prima si trova la risultante fra due vettori e poi si trova la risultante fra questa e il terzo vettore.