Fisica
per LT Informatica
Università di Ferrara

Lucia Del Bianco

Dip.to di Fisica e Scienze della Terra

FERRARIAE UNIVERSITAS · EX LABORE FRUCTUS · 13 91

Grandezze SCALARI e VETTORIALI

- Le grandezze fisiche si distinguono in
  - **Scalari**: sono completamente definite quando se ne conosce la sola misura (es. tempo, massa, temperatura, volume...)
  - **Vettoriali**: richiedono un maggior contenuto informativo (es. velocità, accelerazione, forza...)

Una grandezza fisica è **vettoriale** quando per definirla completamente è necessario fornire un **modulo**, una **direzione** e un **verso**.

Grandezze SCALARI e VETTORIALI

Una grandezza fisica è **vettoriale** quando per definirla completamente è necessario fornire un **modulo**, una **direzione** e un **verso**.

- Domenica ho fatto **venti chilometri** in bicicletta
  - Informazione incompleta, solo modulo dello spostamento
- Domenica ho fatto **venti chilometri** in biciletta **lungo via Bologna**
  - aggiunta direzione
- Domenica ho fatto **venti chilometri** in bicicletta **lungo via Bologna verso il centro di Ferrara**

VETTORI

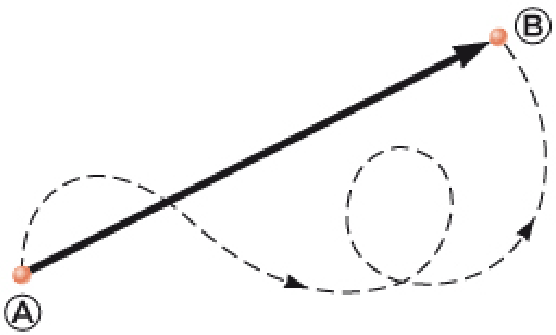


Figura 1.6 Quando un punto materiale si muove da Ⓐ a Ⓑ lungo un percorso arbitrario rappresentato dalla linea tratteggiata, il suo spostamento è un vettore indicato dalla freccia che unisce Ⓐ e Ⓑ.

- Il vettore spostamento lungo qualsiasi percorso non rettilineo da A a B è definito come equivalente allo spostamento rettilineo da A a B.
- Il modulo dello spostamento è la distanza più breve tra i punti estremi. Così, lo spostamento di un punto materiale è completamente noto se sono note le sue coordinate iniziali e finali.
- Lo spostamento è indipendente dal percorso, se gli estremi del percorso sono fissati.
- La distanza percorsa (che è una grandezza scalare) rappresenta la lunghezza del percorso, che generalmente è maggiore del modulo del vettore spostamento.

VETTORI

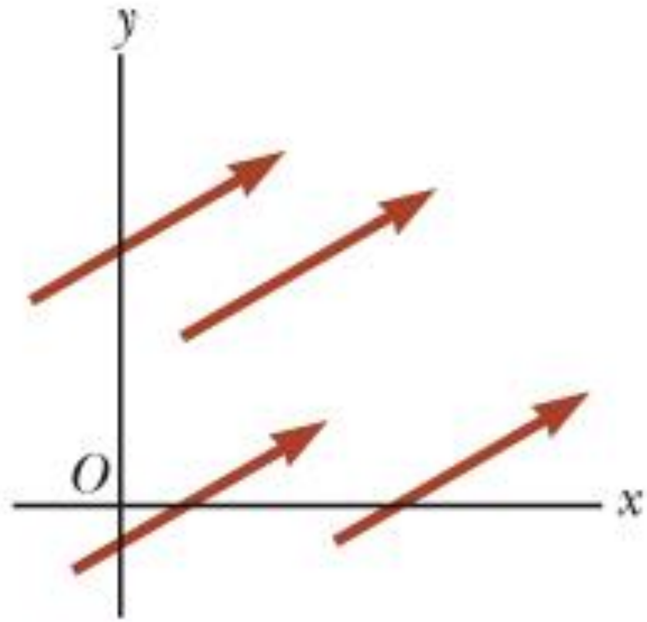


Figura 1.8 Queste quattro rappresentazioni di vettori sono uguali perché tutti i vettori hanno lo stesso modulo, stessa direzione e stesso verso.

SOMMA DI VETTORI

Metodo PUNTA-CODA

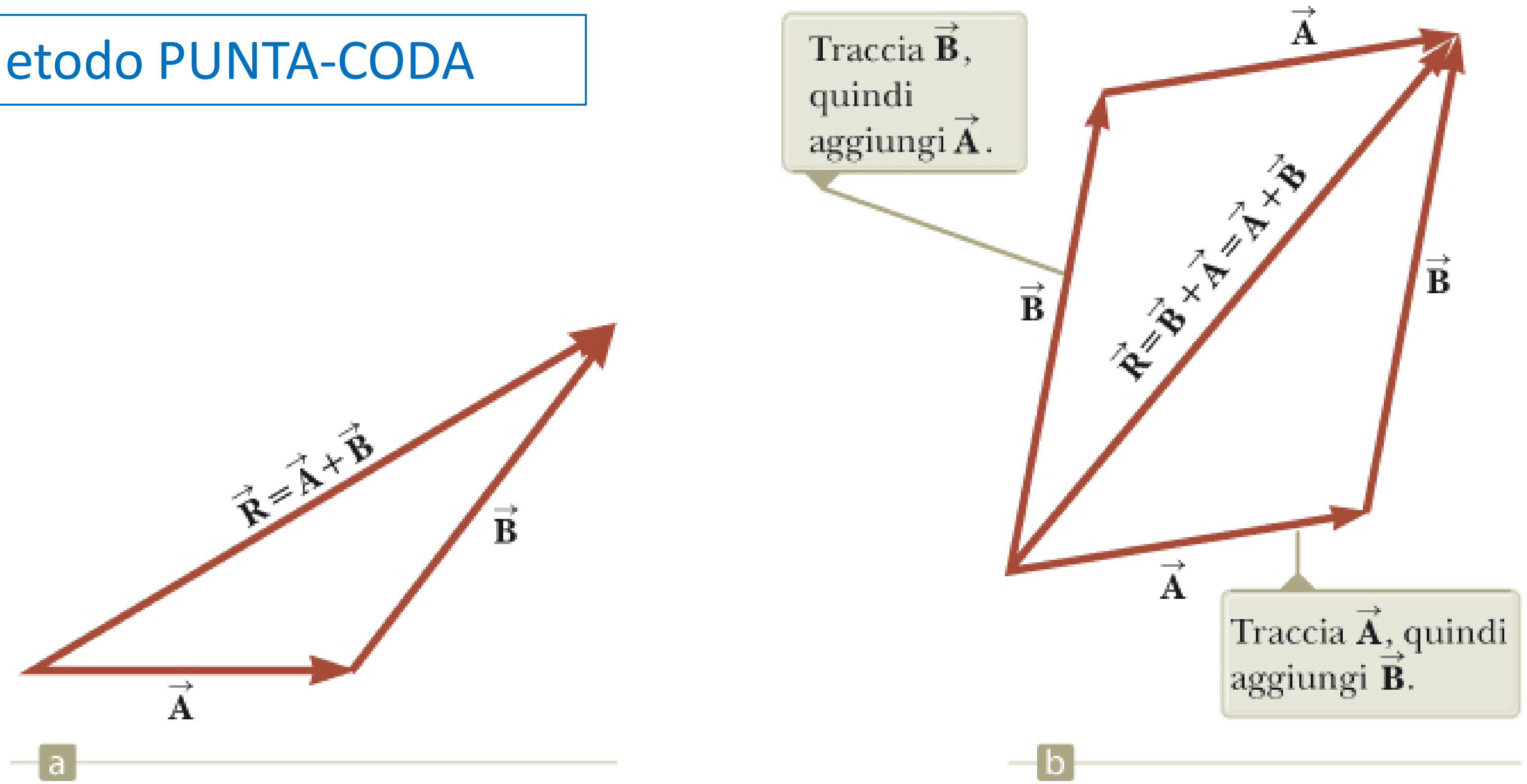
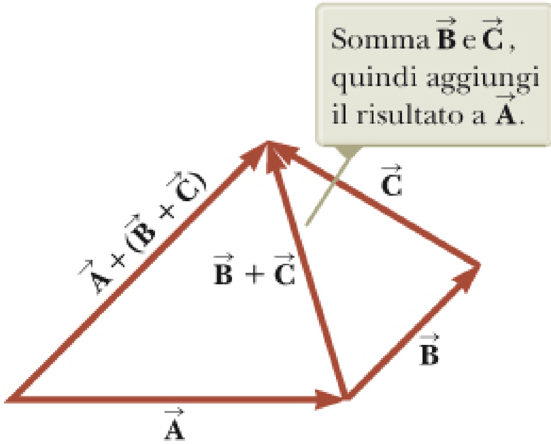


Figura 1.9 (a) Quando il vettore $\vec{\mathbf{B}}$ è sommato al vettore $\vec{\mathbf{A}}$, il risultante $\vec{\mathbf{R}}$ è il vettore che va dalla coda di $\vec{\mathbf{A}}$ alla punta di $\vec{\mathbf{B}}$. (b) Questa costruzione mostra che $\vec{\mathbf{A}} + \vec{\mathbf{B}} = \vec{\mathbf{B}} + \vec{\mathbf{A}}$; la somma tra vettori è commutativa.

$$\vec{A}+\vec{B}=\vec{B}+\vec{A}$$

Proprietà commutativa della somma

SOMMA DI VETTORI



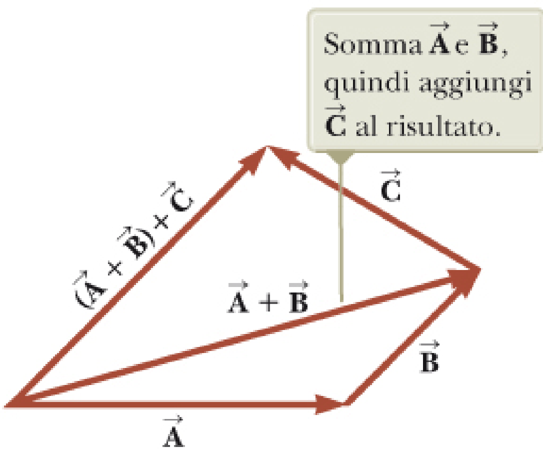


Figura 1.10 Costruzione geometrica per verificare la proprietà associativa dell'addizione.

$$\vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C}$$

Proprietà associativa della somma

EdiSES

SOMMA DI VETTORI

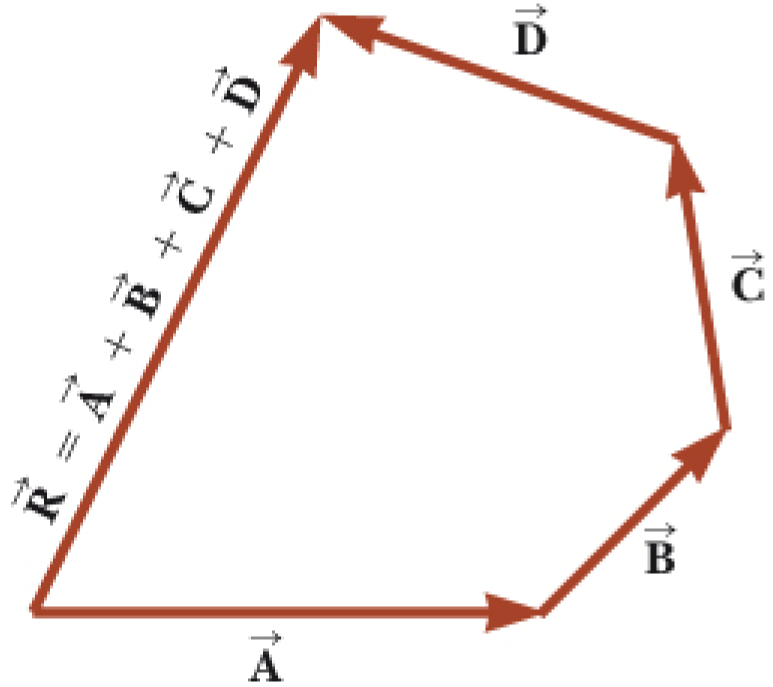


Figura 1.11 Costruzione geometrica per sommare quattro vettori. Il vettore risultante $\vec{\mathbf{R}}$ completa il poligono e unisce la coda del primo vettore alla punta dell'ultimo.

SOTTRAZIONE DI VETTORI

$$\vec{A} + (-\vec{A}) = 0$$ Opposto di un vettore

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

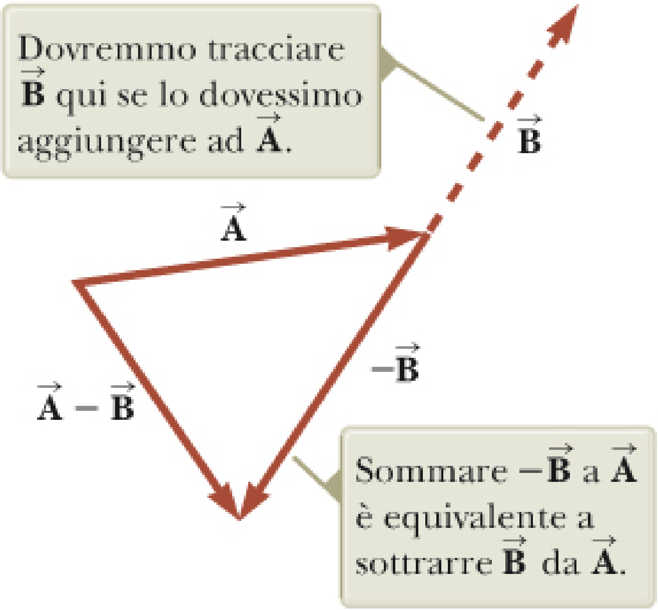
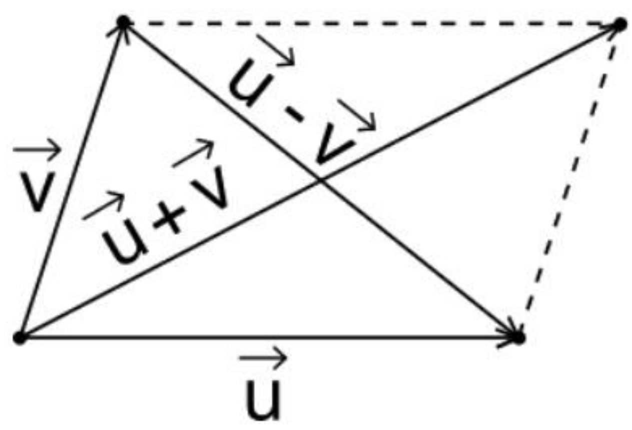


Figura 1.12 Sottrarre il vettore $\vec{\mathbf{B}}$ dal vettore $\vec{\mathbf{A}}$. Il vettore $-\vec{\mathbf{B}}$ è uguale in modulo al vettore $\vec{\mathbf{B}}$ e punta nel verso opposto.

EdiSES

SOMMA E SOTTRAZIONE DI VETTORI



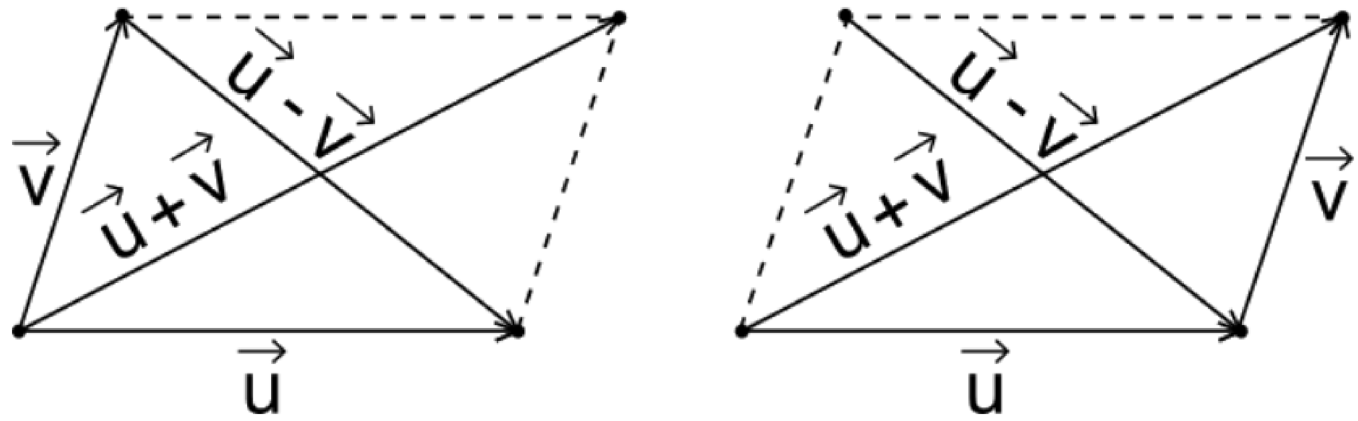
- Con una traslazione facciamo in modo che le origini dei due vettori $\vec{u}$ e $\vec{v}$ coincidano;

- costruiamo poi un parallelogramma avente come lati i due vettori;

- il vettore somma $\vec{u}+\vec{v}$ sarà la diagonale del parallelogramma uscente dall'origine comune;

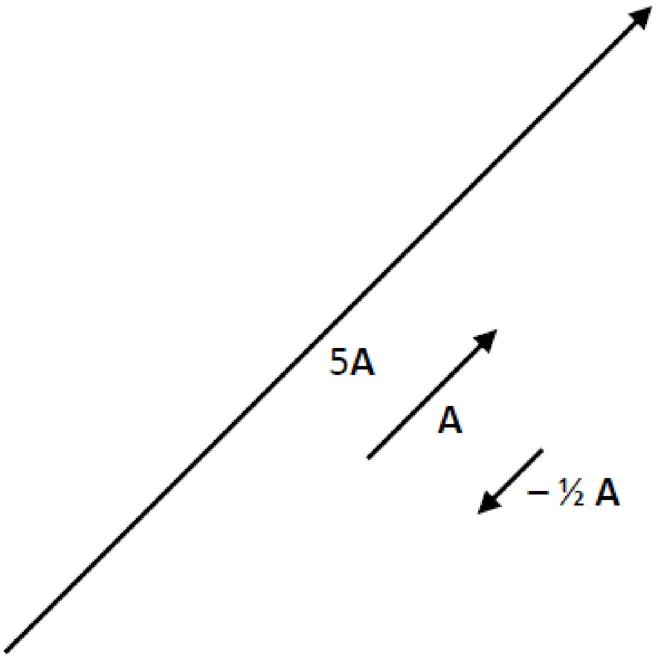
- il vettore differenza $\vec{u}-\vec{v}$ è invece l'altra diagonale del parallelogramma ed avrà come origine la punta del secondo vettore.

SOMMA E SOTTRAZIONE DI VETTORI



Regola del parallelogramma per somma e differenza di vettori.

Moltiplicazione di un vettore per uno scalare



- Se un vettore **A** viene moltiplicato per una grandezza scalare positiva *s*, il prodotto *s***A** è un vettore che ha la stessa direzione e verso di **A** e modulo *sA*
- Se *s* è una grandezza scalare negativa, il vettore *s***A** è diretto in verso opposto ad **A**

Esempi:

- il vettore 5**A** è lungo cinque volte **A** e *punta* nello stesso verso di **A**
- il vettore – ½ **A** è un vettore che ha una lunghezza pari a un mezzo della lunghezza di **A** e *punta* in verso opposto ad **A**

Componenti di un vettore

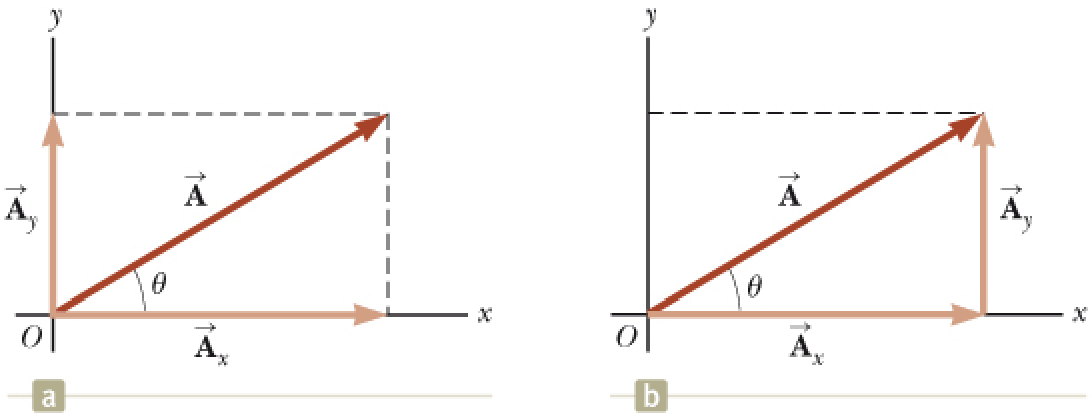


Figura 1.13 (a) Un vettore $\vec{\mathbf{A}}$ che giace nel piano *xy* si può rappresentare per mezzo dei suoi componenti $\vec{\mathbf{A}}_x$ e $\vec{\mathbf{A}}_y$. (b) Il vettore componente $\vec{\mathbf{A}}_y$ può essere spostato verso destra per essere sommato ad $\vec{\mathbf{A}}_x$. Il vettore somma dei vettori componenti è $\vec{\mathbf{A}}$. Questi tre vettori formano un triangolo rettangolo.

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$$

$$A_x = A\cos\theta$$

$$A_y = A sen\theta$$

Modulo di **A**

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$$tg\theta = \frac{A_y}{A_x}$$

VERSORI

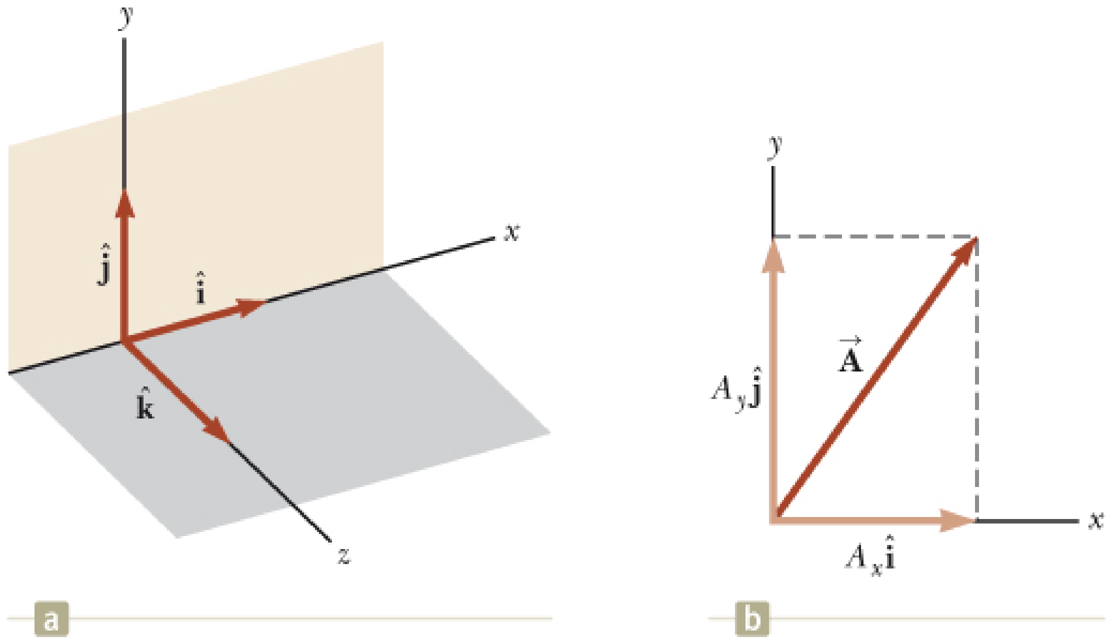


Figura 1.16 (a) I versori $\hat{\mathbf{i}}$, $\hat{\mathbf{j}}$, e $\hat{\mathbf{k}}$ sono diretti lungo gli assi x, y, e z, rispettivamente. (b) Un vettore $\vec{\mathbf{A}}$ che giace nel piano xy ha componenti $A_x\hat{\mathbf{i}}$ e $A_y\hat{\mathbf{j}}$, dove A_x e A_y sono le componenti di $\vec{\mathbf{A}}$.

$$\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$$

- Le grandezze vettoriali sono spesso espresse in termini di versori.
- Un versore è un vettore adimensionale di lunghezza unitaria introdotto per specificare una data direzione orientata.
- I versori non hanno nessun altro significato fisico.

VERSORI

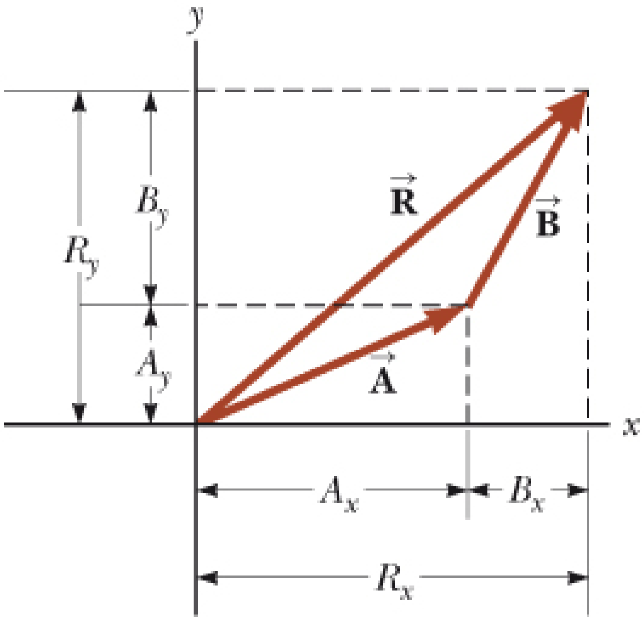


Figura 1.17 Una costruzione geometrica che mostra la relazione fra le componenti della risultante $\vec{R}$ di due vettori e le singole componenti dei vettori di partenza.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$\vec{R} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(A_x + B_x)^2 + (A_y + B_y)^2}$$

EdiSES

VERSORI

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$\vec{R} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j} + (A_z + B_z)\hat{k}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \sqrt{(A_x + B_x)^2 + (A_y + B_y)^2 + (A_z + B_z)^2}$$

$$\cos\theta_x = \frac{R_x}{R}$$

θ_x = angolo che **R** forma con asse x
(analoghe espressioni per gli angoli che **R** forma con altri due assi)

CINEMATICA

MOTO IN UNA DIMENSIONE

Moto in una dimensione

VELOCITA' SCALARE MEDIA (speed)

$$v_{scalare,media} = \frac{d}{\Delta t}$$

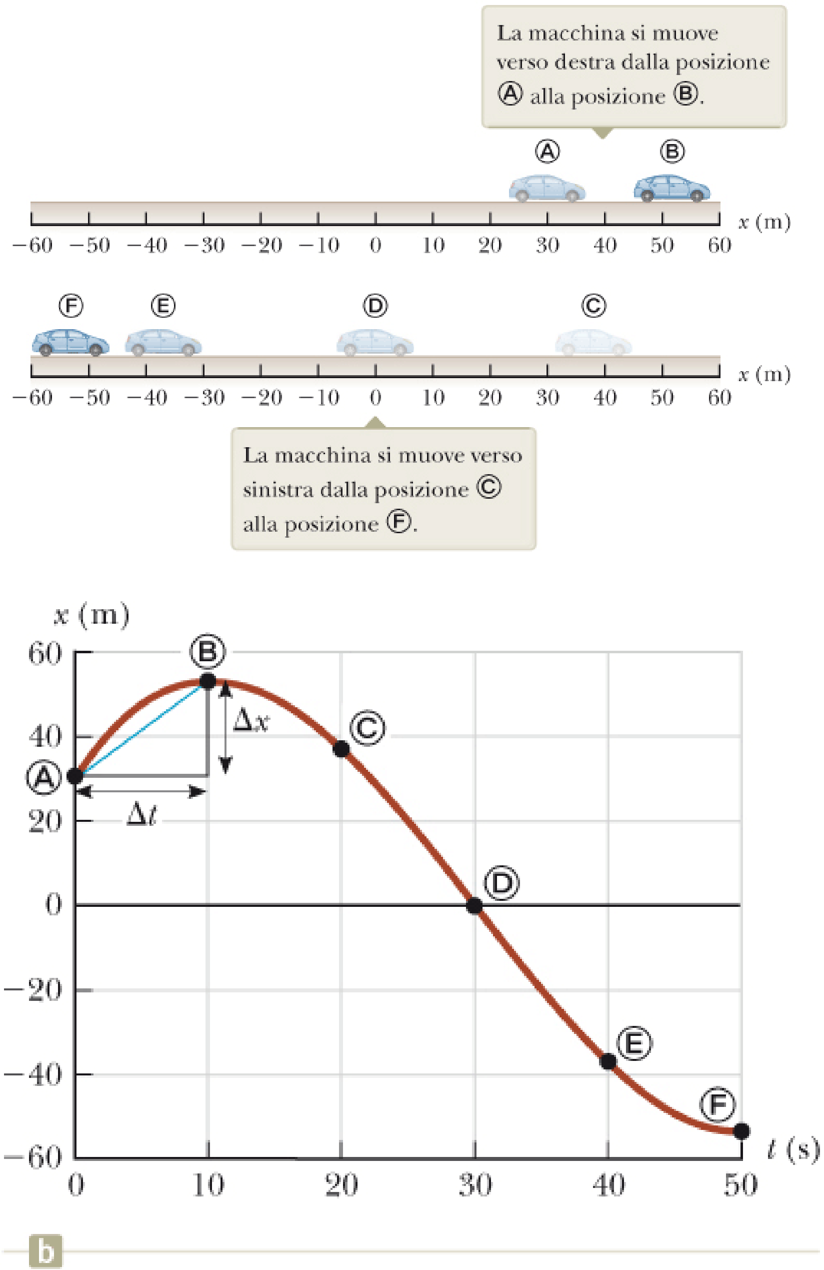
d = distanza

$$\Delta t = t_f - t_i$$

Se guido per due ore e percorro 200 km $\Rightarrow$ la velocità **scalare media** è 100 km/h

La velocità scalare media è una misura di quanto rapidamente un punto si muove

VELOCITA' MEDIA (velocity)



$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i = (x_f - x_i)\hat{i}$$

Spostamento

$$v_{x,media} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

$$x_f > x_i \Rightarrow \Delta x \,\text{positivo}$$

$$x_f < x_i \Rightarrow \Delta x \,\text{negativo}$$

Grandezza vettoriale

Misura della rapidità di variazione della posizione di un corpo

Unità di misura $\rightarrow$ m/s

VETTORE SPOSTAMENTO

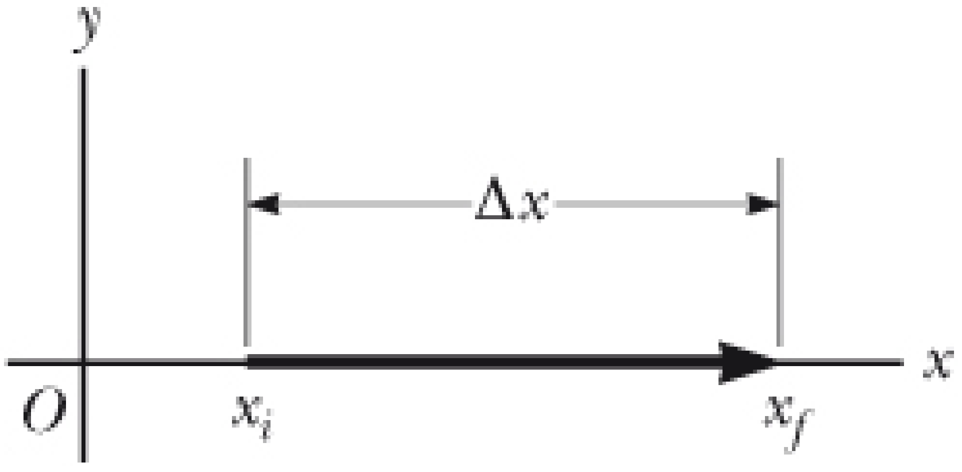
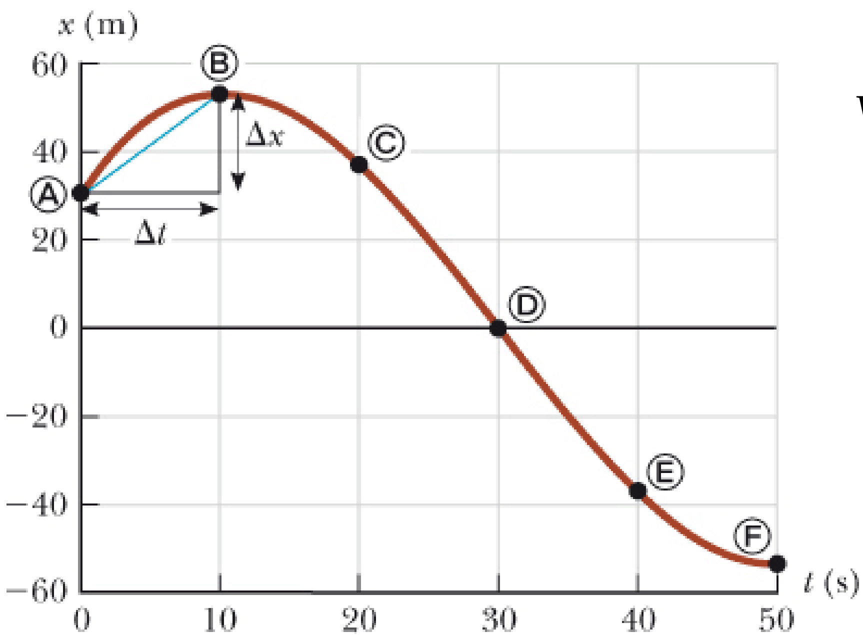


Figura 1.7 Un punto materiale in moto lungo l'asse delle x da x_i a x_f subisce uno spostamento $\Delta x = x_f - x_i$.

In una dimensione, posso omettere il simbolo di vettore (la direzione è determinata, il verso viene indicato dal segno attribuito a ΔX)

VELOCITA' MEDIA



Fra A e B

$$v_{x,media} = (52m - 30m)/(10s - 0) = 2.2m/s$$

Fra A e F

$$v_{x,media} = (-53m - 30m)/(50s - 0) = -1.7m/s$$

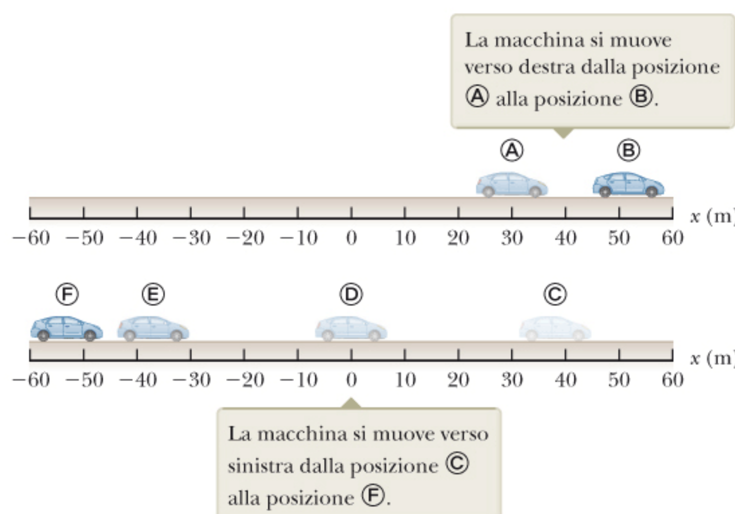
$d = 22m$ (da A a B) + 105 m(da B a F) = 127m

(distanza totale percorsa sulla base della conoscenza delle posizioni che conosciamo)

$$v_{scalare,media} = 127m/50s = 2.5m/s$$

TABELLA 2.1 | **Posizione della macchina a vari istanti**

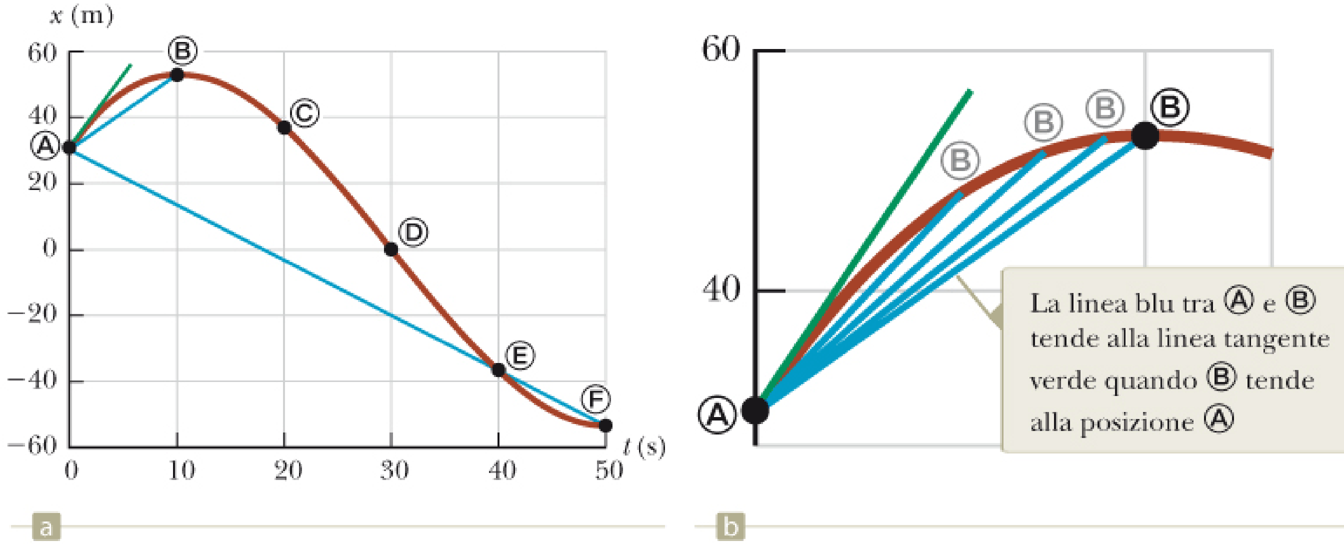
Posizione	t (s)	x (m)
A	0	30
B	10	52
C	20	38
D	30	0
E	40	− 37
F	50	− 53



EdiSES

VELOCITA' ISTANTANEA

Figura 2.2 (a) Grafico spazio-tempo relativo al moto dell'auto in Figura 2.1. (b) Un'immagine ingrandita della parte sinistra del grafico.



$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Derivata di x rispetto a t

VELOCITA' ISTANTANEA

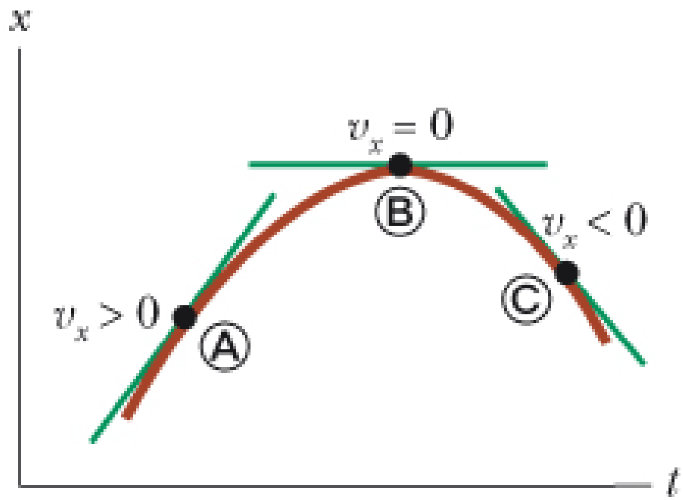


Figura 2.3 Nel grafico spazio-tempo qui mostrato, la velocità è positiva in Ⓐ, dove la pendenza della tangente è positiva; la velocità è zero in Ⓑ, dove la pendenza della tangenza è zero; e la velocità è negativa in Ⓒ dove la pendenza della tangente è negativa.

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$