Serway, Jewett

Principi di Fisica
IV Ed.

Capitolo 1

Campioni di Lunghezza, Massa, Tempo

Lo scopo della Fisica è quello di fornire una comprensione quantitativa dei fenomeni naturali (definire relazioni matematiche tra le grandezze misurabili)

Un comitato internazionale ha definito le grandezze fisiche fondamentali e le relative unità di misura.

Nel SI o MKS, le grandezze fisiche fondamentali sono

Grandezza	Simbolo	Unità di Misura
Lunghezza	[L]	m
Massa	[m]	kg
Tempo	[t]	s
Intensità di corrente	[i]	A
Temperatura	[T]	K

Campione di Lunghezza

Fino al 1799 in Francia veniva utilizzato il piede definito come la lunghezza del piede reale di Luigi XIV.

Dal 1799 fu adottato il **metro** definito come la decimilionesima parte della distanza dall'Equatore al Polo Nord.

Fino al 1960 la lunghezza del metro era definita come la distanza tra due tacche su una particolare barra di Platino-iridio mantenuta sotto certe specifiche condizioni (temperatura etc).

Fino al 1983 il metro era definito come 1650763.73 lunghezze d'onda della luce (rossa arancione) emessa da una lampada al cripton-86.

Nel 1983 il metro fu ridefinito come la distanza percorsa nel vuoto dalla luce durante un intervallo di tempo di 1/299792458 secondi.

Campione di Massa

La massa è una misura della resistenza di un corpo a variare il suo stato di moto. Il chilogrammo (kg) è definito come la massa di un particolare cilindro di lega Platino Iridio conservato all'Ufficio Internazionale dei Pesi e Misure di Sèvres, Francia.

Campione di Tempo

Prima del 1960 il campione di tempo era definito in funzione del giorno solare medio in riferimento all'anno 1900. L'unità di tempo (il secondo) fu definito come (1/60)(1/60)(1/24) = 1/86400 del giorno solare medio.

Nel 1967 il secondo fu definito sfruttando un orologio atomico che usa la frequenza caratteristica dell'atomo di Cesio-133. Il secondo viene definito come 9192631770 volte il periodo di oscillazione della radiazione dell'atomo di cesio.

Ordine di grandezza:

Si determina utilizzando queste regole:

1) si esprime il numero in notazione scientifica con il moltiplicatore della potenza di 10 compreso tra 1 e 10.

2) Se il moltiplicatore è minore di 3.162 (la radice quadrata di 10) allora si assume l'ordine di grandezza= potenza del dieci. Altrimenti l'ordine di grandezza è la potenza di 10+1.

0.0086 m= $8.6*10^{-3}$ ordine di grandezza 10^{-2}

0.0021 m= $2.1*10^{-3}$ ordine di grandezza 10^{-3}

720=$7.2*10^{2}$ ordine di grandezza 10^{3}

TABELLA 1.1

Valori approssimati di alcune lunghezze

	Lunghezza (m)
Distanza dalla Terra del quasar più distante che si conosca	1.4×10^{26}
Distanza dalla Terra della galassia più lontana	9×10^{25}
Distanza dalla Terra della galassia più vicina (Andromeda)	2×10^{22}
Distanza dal Sole della stella più vicina (Proxima Centauri)	4×10^{16}
Un anno luce	9.46×10^{15}
Raggio medio dell'orbita della Terra attorno al Sole	1.50×10^{11}
Distanza media Terra-Luna	3.84×10^{8}
Distanza dell'equatore dal polo Nord	1.00×10^{7}
Raggio medio della Terra	6.37×10^{6}
Quota tipica di un satellite che orbita attorno alla Terra	2×10^{5}
Lunghezza di un campo di calcio	9.1×10^{1}
Lunghezza di una mosca	5×10^{-3}
Dimensione di un granello di polvere	$\sim 10^{-4}$
Dimensione tipica di una cellula di un organismo vivente	$\sim 10^{-5}$
Diametro dell'atomo di idrogeno	$\sim 10^{-10}$
Diametro del nucleo dell'atomo	$\sim 10^{-14}$
Diametro del protone	$\sim 10^{-15}$

[1] Per i numeri con più di tre cifre verrà usata la notazione standard usata internazionalmente, in cui i gruppi di tre cifre sono separati da uno spazio e non da una virgola. Con questa regola 10 000 equivale a ciò che si scrive in notazione americana come 10,000 e $\pi = 3.14159265$ verrà scritto come 3.141 592 65.

1 angstrom= 10^{-10}m

Anno luce=distanza percorsa
dalla luce nel vuoto in un anno

Serway, Jewett
Fisica per scienze ed ingegneria
EdiSES

TABELLA 1.2

Valori approssimati delle masse di alcuni corpi

	Massa (kg)
Universo osservabile	$\sim 10^{52}$
Via Lattea, la nostra galassia	$\sim 10^{42}$
Sole	1.99×10^{30}
Terra	5.98×10^{24}
Luna	7.36×10^{22}
Squalo	$\sim 10^{3}$
Uomo	$\sim 10^{2}$
Rana	$\sim 10^{-1}$
Zanzara	$\sim 10^{-5}$
Batterio	$\sim 1 \times 10^{-15}$
Atomo di idrogeno	1.67×10^{-27}
Elettrone	9.11×10^{-31}

Serway, Jewett
Fisica per scienze ed ingegneria
EdiSES

EdiSES

TABELLA 1.3

Valori approssimati di alcuni intervalli di tempo

	Intervallo di tempo (s)
Età dell'Universo	5×10^{17}
Età della Terra	1.3×10^{17}
Età media di uno studente all'Università	6.3×10^{8}
Un anno	3.2×10^{7}
Un giorno	8.6×10^{4}
Una lezione in aula	3.0×10^{3}
Intervallo fra due battiti cardiaci	8×10^{-1}
Periodo di un'onda sonora udibile	$\sim 10^{-3}$
Periodo tipico di un'onda radio	$\sim 10^{-6}$
Periodo di oscillazione di un atomo in un solido	$\sim 10^{-13}$
Periodo delle onde luminose visibili	$\sim 10^{-15}$
Durata di una collisione fra nuclei	$\sim 10^{-22}$
Tempo di attraversamento di un protone da parte della luce	

[2] Il *periodo* è definito come l'intervallo di tempo neces

Serway, Jewett
Fisica per scienze ed ingegneria
EdiSES

TABELLA 1.4

Prefissi per le potenze di dieci

Potenza	Prefisso	Abbreviazione	Potenza	Prefisso	Abbreviazione
10^{-24}	yocto	y	10^{3}	chilo	k
10^{-21}	zepto	z	10^{6}	mega	M
10^{-18}	atto	a	10^{9}	giga	G
10^{-15}	femto	f	10^{12}	tera	T
10^{-12}	pico	p	10^{15}	peta	P
10^{-9}	nano	n	10^{18}	exa	E
10^{-6}	micro	μ	10^{21}	zetta	Z
10^{-3}	milli	m	10^{24}	yotta	Y
10^{-2}	centi	c			
10^{-1}	deci	d			

fisiche fondamentali
fisiche derivate

Analisi Dimensionale
La dimensione denota la natura fisica di una grandezza. Esempio una distanza in qualunque unità di misura sia espressa resta sempre intrinsecamente una distanza.

Lunghezza =[L], Massa = [M], tempo = [t]

Cifre significative

Esempio: Misura dell'area di una piastra rettangolare

Ipotizziamo di misurare le lunghezze con una accuratezza di ±0.1 cm.
Se il risultato della misura della lunghezza è 16.3 cm questo vuol dire che la misura è compresa tra 16.2 e 16.4 cm. In questo caso diciamo che il valore misurato ha tre cifre significative.

In maniera analoga se la misura della larghezza è di 4.5 cm, il suo valore reale è compreso tra 4.4 e 4.6. In questo caso il valore misurato ha 2 cifre significative.

Area?
Nella moltiplicazione il numero di cifre significative del risultato finale è lo stesso della grandezza che ne ha il numero minore. Stessa regola per la divisione.

In questo esempio: 16.3x4.5=73.35 cm^2
Applicando la regola dovremmo esprimere il risultato con 73 cm^2.
Tenendo presente che il valore è compreso tra 4.4x16.2=71 e 4.6x16.4= 75

Lo zero è cifra significativa? Dipende......

Lo zero può servire per stabilire la posizione del punto decimale.
Esempio 0.03 oppure 0.0075 hanno rispettivamente 1 e 2 cifre significative.

Dopo altre cifre come ad esempio 1500 g, la cosa può essere ambigua. Meglio utilizzare la notazione scientifica:

1.5×10^3 nel caso di di due cifre significative o 1.50×10^3 nel caso di 3 cifre significative.

Nella somma o nella sottrazione il numero di posti decimali nel risultato è uguale al numero più piccolo di posti decimali di ciascun termine della somma.

Esempio:
123+ 5.35= 128

Esempio:
1.0001+0.0003= 1.0004 Cinque cifre significative anche se uno degli addendi ha una sola cifra significativa.

Sistemi di coordinate

Molti problemi in fisica hanno bisogno di specificare la posizione di un certo oggetto nello spazio: esempio misura velocità implica specificare la posizione di un oggetto ai vari istanti temporali

Sistema di coordinate:
Un punto fisso O, detto origine
Un insieme di assi o direzioni specificate, ciascuna con la scala e unità di misura.
Istruzioni per etichettare un punto dello spazio rispetto all'origine e agli assi.

Generalmente vengono utilizzati sistemi di riferimento cartesiani (o ortogonali)

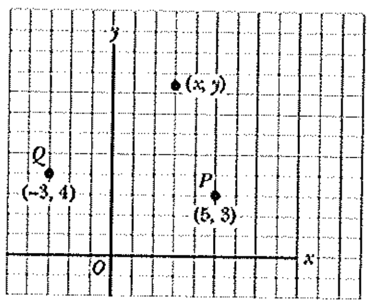


FIGURA 1.3 Indicazione dei punti in un sistema di coordinate cartesiane. Ogni quadratino nel piano xy ha 1 m di lato. Ciascun punto è contrassegnato con le coordinate (x, y).

Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

Coordinate polari piani (r, θ)

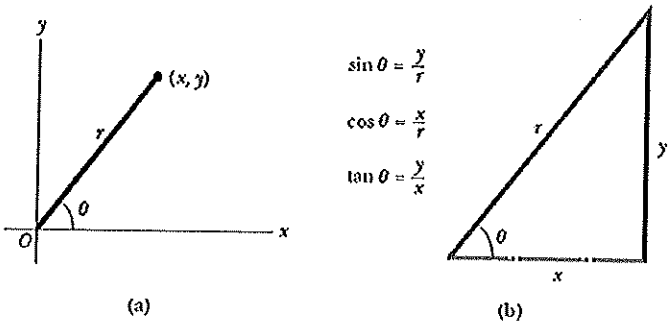


FIGURA 1.4 (a) Le coordinate polari piane di un punto sono rappresentate dalla distanza r e dall'angolo θ, dove θ è misurato nel verso antiorario rispetto all'asse x positivo. (b) Il triangolo rettangolo adoperato per correlare(x, y) ad (r, θ).

$$x^2 + y^2 = r^2$$

L'angolo θ è misurato a partire dall'asse x (+) e in verso antiorario

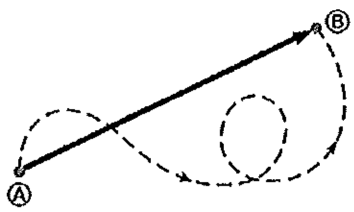
Grandezze scalari e grandezze vettoriali

Grandezza scalare completamente definita da un valore espresso nella opportuna unità di misura

Grandezza scalare completamente definita specificando intensità, direzione e verso

Un vettore si indica graficamente con una freccia con lunghezza proporzionale all'intensità del vettore, direzione la retta su cui giace e verso quello indicato dalla punta.
Il simbolo di una grandezza fisica vettoriale è espresso in grassetto o sormontato da una freccia.

Tipico esempio di grandezza vettoriale lo spostamento



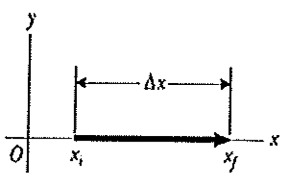


FIGURA 1.6 Se una particella si sposta da Ⓐ a Ⓑ lungo un cammino arbitrario rappresentato dalla linea tratteggiata, il suo spostamento è una grandezza vettoriale mostrata per mezzo della freccia da Ⓐ a Ⓑ.

Proprietà e operazioni tra vettori

Uguaglianza: due vettori **A** e **B** sono uguali se
1) A=B (modulo di **A**= modulo di **B**); ovviamente devono essere espressi nelle stesse unità di misura.
2) Stessa direzione
3) Stesso verso

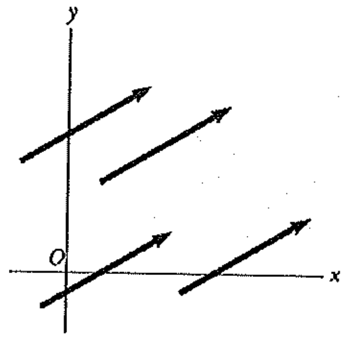
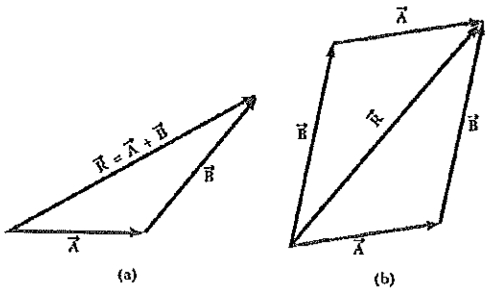


FIGURA 1.8 Queste quattro rappresentazioni di vettori sono uguali poiché tutti e quattro i vettori hanno lo stesso modulo e puntano nello stesso verso.

Addizione: due vettori **A** e **B** possono essere sommati solo se hanno le stesse unità di misura.
Metodo geometrico.

FIGURA 1.9 (a) Quando il vettore $\vec{B}$ è sommato al vettore $\vec{A}$, il risultante $\vec{R}$ è il vettore che va dalla coda di $\vec{A}$ alla punta di $\vec{B}$. (b) This construction shows that $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$; vector addition is commutative.



Proprietà commutativa:
A+**B**=**B**+**A** (vedi fig. 1.9b)

Proprietà associativa:
A+(**B**+**C**)=(**A**+**B**)+**C**

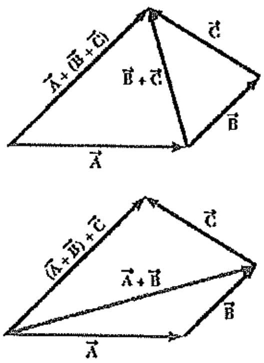


FIGURA 1.10 Costruzioni geometriche per verificare la proprietà associativa della somma

Il metodo geometrico può essere applicato anche alla somma di più di 3 vettori

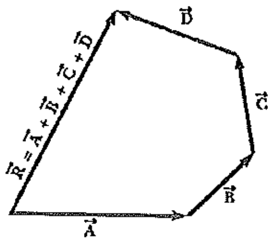


FIGURA 1.11 Costruzione geometrica per sommare quattro vettori. Il vettore risultante $\vec{R}$ completa il poligono ed è orientato dalla coda del primo vettore alla punta dell'ultimo.

Opposto di un vettore:
Def: Opposto di un vettore **A** è definito come quel vettore **B** che sommato ad **A** fornisce uno zero per il vettore somma.

A+**B**=0

Ovviamente i due vettori hanno stesso modulo, stessa direzione ma verso opposto: Opposto di **A** è −**A**.

Sottrazione tra vettori:
Def: **A**-**B**= **A**+ (-**B**)

Moltiplicazione di un vettore **A** per uno scalare s
Se s>0, il vettore s**A** ha modulo sA, direzione di **A** e verso di **A**.
Se s<0, il vettore s**A** ha modulo sA, direzione di **A** e verso opposto.

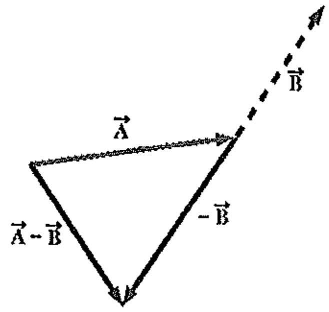


FIGURA 1.12 Questa costruzione mostra come sottrarre il vettore $\vec{B}$ dal vettore $\vec{A}$: sommare il vettore $-\vec{B}$ al vettore $\vec{A}$. Il vettore $-\vec{B}$ è uguale in modulo e opposto in verso al vettore $\vec{B}$.

Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

Moltiplicazione tra vettori: prodotto scalare e prodotto vettoriale (introdotti successivamente)

EdiSES

Componenti di un vettore: un vettore può essere espresso in termini delle sue componenti in un sistema di riferimento cartesiano.

Ax=proiezione di **A** lungo l'asse x
Ay=proiezione di **A** lungo l'asse y

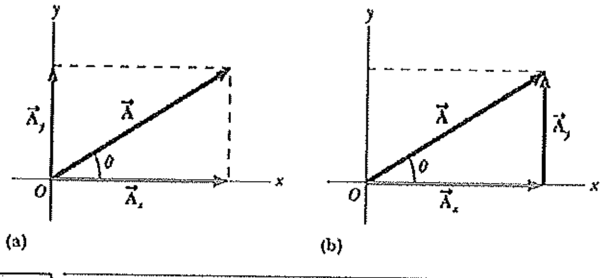


FIGURA 1.13 (a) Un vettore $\vec{A}$ che giace nel piano *xy* si può rappresentare per mezzo dei suoi componenti $\vec{A}_x$ e $\vec{A}_y$. (b) Il componente *y* del vettore $\vec{A}_y$ può essere spostato verso destra per essere sommato $\vec{A}_x$. Il vettore somma dei vettori componenti è $\vec{A}$.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

Come si vede dalla figura b, un vettore è la somma dei suoi vettori componenti

Un vettore e i suoi componenti formano un triangolo rettangolo

$$A_x = A \cdot \cos\Theta$$

$$A_y = A \cdot \sin\Theta$$

$$\tan\Theta = \frac{A_y}{A_x}$$

Le componenti di un vettore sono grandezze scalari che possono essere sia >0 che <0.
I valori assoluti delle componenti sono i moduli dei vettori componenti associati **A**x e **A**y

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

EdiSES

Segni delle componenti

A_x negative, A_y positive	A_x positive, A_y positive
A_x negative, A_y negative	A_x positive, A_y negative

FIGURA 1.14 I segni delle componenti di un vettore $\vec{A}$ dipendono dal quadrante in cui giace il vettore.

Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

A volte può essere conveniente scegliere un sistema di riferimento ruotato.

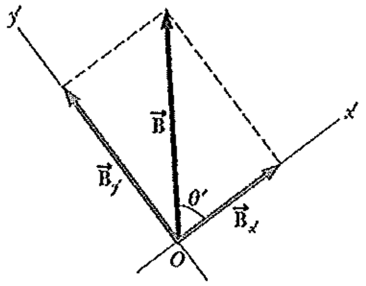


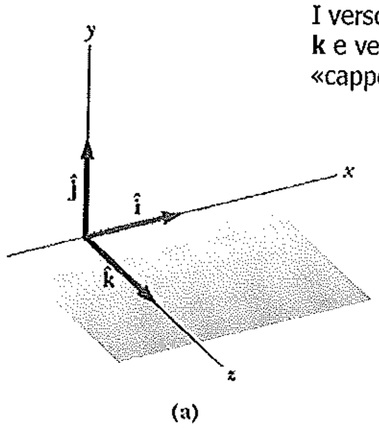
FIGURA 1.15 Le componenti di un vettore $\vec{B}$ in un sistema di coordinate ruotato.

Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

EdiSES

VERSORI

Versore= vettore di modulo unitario adimensionale introdotto per specificare una direzione.



I versori degli assi cartesiani sono **i,j** e **k** e vengono indicati con il «cappelletto»

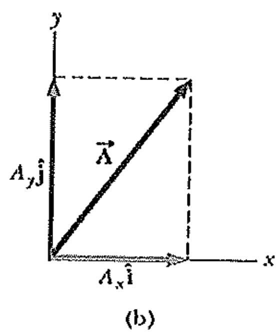


FIGURA 1.16 (a) I versori $\hat{i}$, $\hat{j}$, e $\hat{k}$ sono diretti lungo gli assi x, y, e z rispettivamente. (b) Un vettore $\vec{A}$ che giace nel piano xy a vettori componenti $A_x\hat{i}$ e $A_y\hat{j}$, dove A_x e A_y sono le componenti di $\vec{A}$.

Un qualunque vettore **A** può essere espresso in termini dei versori degli assi:

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

A_x e A_y sono le componenti del vettore **A**

EdiSES

Molto utile per le operazioni tra vettori: **R=A+B**

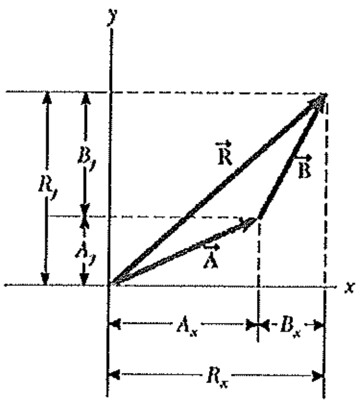


FIGURA 1.17 Costruzione geometrica che mostra la relazione fra le componenti del vettore risultante $\vec{R}$ i due vettori e le componenti dei singoli vettori.

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

$$=(A_x+B_x)\,\hat{\mathbf{i}}+(A_y+B_y)\,\hat{\mathbf{j}}$$

Le componenti di R saranno:
$R_x=(A_x+B_x)$
$R_y=(A_y+B_y)$

Il modulo:

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

L'angolo che **R** forma con l'asse x:

$$tg\,\theta=\frac{R_y}{R_x}=\frac{A_y+B_y}{A_x+B_x}$$

Serway, Jewett – Principi di Fisica, IV Ed. – Capitolo 1

- Estensione al caso tridimensionale

$$\vec{A}=A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}$$
$$\vec{B}=B_x\hat{i}+B_y\hat{j}+B_z\hat{k}$$

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

Il modulo: $R=\sqrt{R_x^2+R_y^2+R_z^2}$

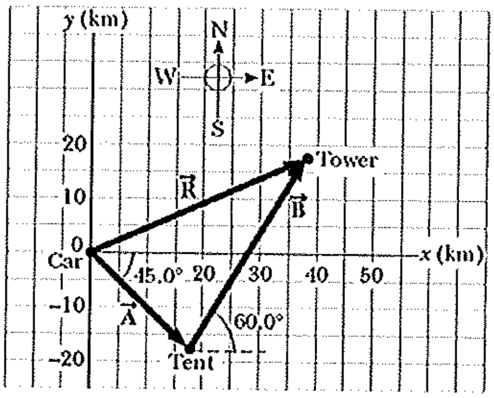
L'angolo che R forma con l'asse x: $\cos\theta_x=\dfrac{R_x}{R}$ etc

Esempio 1.8

Un escursionista inizia una gita di due giorni camminando prima per 25 km in direzione SUD-EST, partendo dalla sua macchina. Si ferma e monta la sua tenda per la notte. Il secondo giorno cammina per 40 km in una direzione a 60° NORD-EST e trova una torre della guardia forestale.

A) Determinare le componenti degli spostamenti dell'escursionista il primo e il secondo giorno.

(contare gli angoli a partire dall'asse x(+))



1.18 ((Esempio 1.8) Lo spostamento totale dell'escursionista è il vettore $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$.

$$A_x = |A| \cos(-45°) = (25\,\text{km})(0.707) = 17.7\,\text{km}$$

$$A_y = |A| \,\text{sen}(-45°) = (25\,\text{km})(-0.707) = -17.7\,\text{km}$$

$$B_x = |B| \cos(60°) = (40\,\text{km})(0.5) = 20\,\text{km}$$

$$B_y = |B| \,\text{sen}(60°) = (40\,\text{km})(0.866) = 34.6\,\text{km}$$

B) Determinare le componenti dello spostamento complessivo dell'escursionista.

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

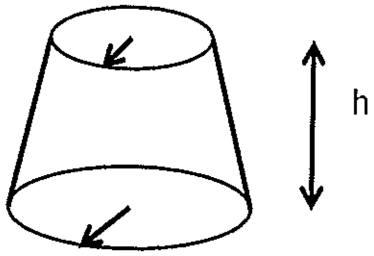
$$R_x = A_x + B_x = 17.7\,\text{km} + 20.0\,\text{km} = 37.7\,\text{km}$$

$$R_y = A_y + B_y = -17.7\,\text{km} + 34.6\,\text{km} = 16.9\,\text{km}$$

$$\vec{R} = (37.7\,\hat{i} + 16.9\,\hat{j})\,\text{km}$$

- Problema 6 pag 27

I due raggi siano r_1 e r_2 e l'altezza sia h. Delle seguenti espressioni, quale descrive (a) la circonferenza totale delle facce piane, (b) il volume, (c) l'area della superficie laterale?



$$i)\ \pi(r_1+r_2)\left[h^2+(r_1-r_2)^2\right]^{1/2}$$

$$ii)\ 2\pi(r_1+r_2)$$

$$iii) = \pi h(r_1^2+r_1r_2+r_2^2)$$

- Problema 45 p 29

Si considerino i due vettori **A**=3**î**-2**ĵ** e **B**=-**î**-4**ĵ**. Calcolare:

a) **A+B**

b) **A-B**

c) Modulo di **A+B**

d) Modulo di **A-B**

e) Le direzioni orientate di **A+B** e **A-B**.

$$(\vec{A}+\vec{B}) = (A_x+B_x)\hat{i} + (A_y+B_y)\hat{j} = (3-1)\hat{i} + (-2-4)\hat{j} = 2\hat{i} - 6\hat{j}$$

$$(\vec{A}-\vec{B}) = (3-(-1))\hat{i} + (-2-(-4))\hat{j} = 4\hat{i} + 2\hat{j}$$

$$|\vec{A}+\vec{B}| = \sqrt{4+36} = 6.32$$

$$|\vec{A}-\vec{B}| = \sqrt{16+4} = 4.47$$

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

$$(\vec{A}+\vec{B}): \; tg\,\theta = \frac{-6}{2} = -3 \qquad \theta = -72^\circ$$
$$\theta = 288^\circ$$

$$(\vec{A}-\vec{B}): \; tg\,\theta = \frac{2}{4} \qquad \theta = 26.6^\circ$$