

Corso di Fisica
Introduzione al corso
Grandezze fisiche fondamentali

Prof. Francesco Di Capua
a.a. 2022/23

Dott. Francesco Di Capua, PhD

Dipartimento di Scienze Fisiche

Università di Napoli “Federico II”

Compl. Universitario Monte S. Angelo

francesco.dicapua@unina.it

+39 081676249

Libri di Testo

G. Vannini

Fisica 1, meccanica e termodinamica

Mc Graw Hill Education

Serway, Jewet

Principi di Fisica, Edises

Halliday, Resnik, Walker

Fondamenti di Fisica, Zanichelli

Scopo del corso

- Apprendimento delle conoscenze di base della Fisica
- Capacità di risoluzione di esercizi di meccanica, termodinamica e fluidodinamica
- Acquisire gli strumenti per affrontare e risolvere problemi semplici di fisica

Requisiti

- Aver studiato e (meglio se) superato l'esame di matematica del primo semestre

Modalità di svolgimento esame

- Prova scritta: risoluzione di esercizi dello **stesso tipo di quelli che verranno proposti durante il corso**
- Gli esercizi della prova scritta sono a risposta multipla
- Prova orale: domande di verifica sulla prova scritta, verifica della comprensione dei concetti di base di meccanica, termodinamica e fluidodinamica
- **L'esame può essere provato sempre ad ogni appello: nessuna limitazione**

Consiglio:

- Puntare a superare l'esame nella sessione estiva: in questa sessione potete conservare lo scritto (anche in caso di orale non passato)

Strumenti a disposizione da utilizzare

- Seguire il corso (...e fare domande)
- Svolgere gli esempi durante la lezione
- **Il Libro**
- Scaricare le slides come linea guida allo studio
- Esercitazione con il tutor
- Orario di ricevimento (contattami mail, via Teams)

Richiami di Matematica

...alcuni simboli

$=$	uguaglianza di due grandezze
$\approx$	Approssimativamente uguale a
$\sim$	Dell'ordine di grandezza di
$\equiv$	Definito come
$\propto$	Proporzionale a
$<$	minore di
$>$	maggiore di
Δ	variazione di una grandezza
$ x $	modulo della grandezza x
Σx_i	somma dell'insieme x

Risoluzione equazioni

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{4} = \frac{1}{3} \quad \text{Trovare il valore di } x$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{4 - 3}{12}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{12} \quad \Rightarrow \quad x = 12$$

Cercate esempi di equazioni di primo grado con presenza di frazioni ed esercitatevi a risolverle

Elevazione a potenza

$$\frac{x^4 x^7}{x^8}$$

Semplificare l'espressione

$$x^4 x^7 = x^{4+7} = x^{11}$$

$$\frac{x^{11}}{x^8} = x^{11} x^{-8} = x^{11-8} = x^3$$

$$\frac{x^4 x^7}{x^8} = x^3$$

Esercizi

$$3^2 \times 3^3 =$$

$$x^5 x^{-8} =$$

$$x^{10} / x^{-5} =$$

$$5^{1/3} =$$

$$60^{1/4} =$$

$$(x^4)^3 =$$

Richiami di geometria

Lunghezza di una circonferenza: $C = \pi d = 2\pi r$

Area di un cerchio: $A = \pi r^2$

Area di un parallelogramma: $A = bh$

Area di un triangolo: $A = bh/2$

Area di una sfera: $A = 4\pi r^2$

Volume di una sfera: $V = 4\pi r^3/3$

Area della superficie laterale di un cilindro: $A = 2\pi rL$

Volume di un cilindro. $V = \pi r^2 L$

Esercizio

- Un pneumatico ha un diametro di 50 cm, un'automobile nella sua vita percorre 100.000 km
- Quanti giri ha compiuto il pneumatico in tutta la sua vita?

Soluzione

$$1\text{giro} = 2\pi R = 2 * 3.14 * 25(\text{cm}) = 157.0\text{cm} = 1.57\text{m}$$

$$N_{\text{giri}} = \text{Percorso}(\text{m}) / L(1\text{giro}) = \frac{100000000(\text{m})}{1.57(\text{m})} = 63.7 \times 10^6$$

Prima Lezione

Metodo scientifico

- La Fisica è una scienza basata su osservazioni sperimentali
- I concetti scientifici si possono definire a partire dall'esperienza: specificando le operazioni necessarie a misurare il fenomeno in esame
- Gli esperimenti servono a misurare le grandezze fisiche e a verificare le relazioni tra di esse
- I fenomeni fisici devono essere riproducibili entro gli errori di misura

Osservazioni fisiche

- Le relazioni tra grandezze fisiche misurate sperimentalmente mettono alla luce l'esistenza di leggi fisiche generali
- Sviluppo di teorie che spieghino i fenomeni naturali
- Talvolta dalle teorie sviluppate si prevedono fenomeni nuovi da verificare sperimentalmente
- Aspetto fondamentale della fisica è l'esperimento ed il processo di misura

Misure ed unità di misura

- Misure e confronti di sistemi fisici: una misura viene espressa mediante un confronto con un **campione** della grandezza fisica in oggetto
- In meccanica le tre quantità fondamentali sono: **Lunghezza, Massa, Tempo**
- Queste tre grandezze fondamentali hanno una definizione operativa
- La scelta del campione di riferimento deve essere tale che esso sia invariante (ripetibilità delle misure nel tempo), deve essere riproducibile con precisione da altri laboratori, deve esserci un accordo universale nell'adottare un certo campione di misura

Grandezze fondamentali e derivate

- **Lunghezza, Massa, Tempo** vengono dette grandezze fondamentali
- Esempi grandezze derivate:

Velocità: Distanza/ Intervallo tempo

Dimensioni: m/s

Area: (Lunghezza)² Dimensioni: m²

Volume : (Lunghezza)³ Dimensioni: m³

Densità di un materiale: Massa/Volume
Dimensioni: Kg/m³

Sistema Internazionale (SI)

Unità fondamentali (7)	campione	simbolo
Lunghezza	Metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Tempo	Secondo	s
Corrente elettrica	Ampere	A
Temperatura Termodinamica	Kelvin	°K
Intensità luminosa	Candela	cd
Quantità di Materia	Mole	mol
Unità supplementari (2)		
Angolo piano	radiante	rad
Angolo solido	steradiano	sr

Misure di Lunghezza



$L_{AB}=3.6$ campioni di riferimento

— Campione C

— Sottomultipli del campione

Metro campione

- Dal 1792: decimillesimesima parte della distanza tra polo nord ed equatore
- Dal 1889: distanza tra due linee incise su una barra campione di platino-iridio (conservata a Sevres)
- Dal 1960: 1.650.763,73 lunghezze d'onda della luce rosso-arancio emessa dalla scarica in un tubo a gas rarefatto di kripton-86 (un isotopo del kripton)
- Dal 1983: **il metro è definito come la distanza percorsa dalla luce nel vuoto nel tempo di 1/299 792 458 secondi**

Multipli e sottomultipli comuni del metro

- $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} = 1000 \text{ m}$
- $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} = 0.01 \text{ m}$
- $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m} = 0.001 \text{ m}$
- $1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} = 0.000001 \text{ m}$

(spessore capello 10-200 μm)

(globuli rossi, cellule 6-8 μm)

Dimensione atomo $10^{-10} \text{ m} = 0.0000000001 \text{ m}$

Misure di Lunghezza

Lunghezze misurate	Lunghezza (m)
Distanza di galassie di prima formazione	9×10^{25}
Distanza galassia di Andromeda	2×10^{22}
Distanza stella più vicina (Proxima Centauri)	4×10^{16}
Un anno luce	9.46×10^{15}
Distanza pianeta più lontano (Plutone)	6×10^{12}
Raggio orbitale medio Terra	1.5×10^{11}
Distanza media Terra Luna	3.84×10^8
Raggio medio Terra	6.37×10^6
Altezza Monte Everest	9×10^3
Campo di calcio (lunghezza)	90
Spessore tipico delle cellule	10^{-5}
Dimensione tipica di un virus	10^{-8}
Raggio dell'atomo di idrogeno	5×10^{-11}
Raggio di un protone	1×10^{-15}

Conversioni di unità di misura

- Qual'è l'equivalente di km/h in m/s oppure in miglia/ora?

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ minuto} = 60 \text{ secondi} \quad 1 \text{ ora} = 60 \text{ minuti} = 60 \times 60 \text{ secondi} = 3600 \text{ secondi}$$

$$90 \text{ km/h} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 90 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{fattore di conversione} \quad \frac{1000}{3600}$$

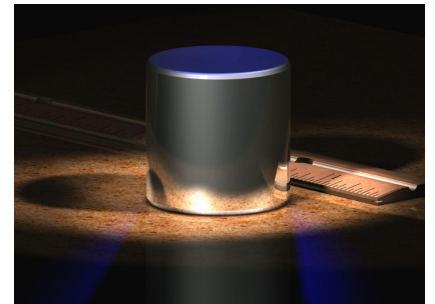
$$1 \text{ miglio} = 1.61 \text{ km} \quad \longrightarrow \quad 1 \text{ km} = \frac{1}{1.61} \text{ miglia} = 0.62 \text{ miglia}$$

$$90 \text{ km/h} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 90 \frac{0.62 \text{ miglia}}{\text{h}} = 55.9 \frac{\text{miglia}}{\text{h}}$$

Misure di Massa

- Misura della resistenza di un corpo a cambiamenti del suo stato di moto
- **Massa:** proprietà intrinseca di un corpo – **Peso:** forza di attrazione gravitazionale di un corpo (cambia in regioni diverse della terra)
- Il campione di massa, il Kg, è definito come la massa di un particolare cilindro di lega platino-iridio
- Per le misure di masse tra atomi viene definita **l'unità di massa atomica** attribuendo all'atomo di Carbonio-12 (^{12}C) la massa di 12 u

$$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$



Multipli e sottomultipli comuni del Kg

- 1 tonnellata = 10^3 Kg = 1000 Kg
- 1 quintale = 10^2 Kg = 100 Kg
- 1 grammo = 10^{-3} Kg = 0.001 Kg
- 1 mg = 10^{-3} g = 10^{-6} Kg
- 1 μ g = 10^{-6} g

Misure di Massa

Masse misurate	Massa (Kg)
Universo conosciuto	10^{53}
Galassia	2×10^{41}
Sole	2×10^{30}
Luna	7×10^{22}
Nave da crociera	10^7
Acino d'uva	3×10^{-3}
Granello polvere	10^{-10} - 10^{-11}
Molecola penicillina	5×10^{-17}
Atomo Uranio	4×10^{-25}
Protone	2×10^{-27}
Elettrone	9×10^{-31}

Misure di Tempo

- Fino al 1967 il campione di tempo era definito in funzione del giorno solare medio:
 - $1s = 1/86400$ di un giorno solare medio
 - Il campione di tempo ridefinito utilizzando l'orologio atomico, che usa la frequenza caratteristica di emissione dell'atomo di Cs-133
- $1 s = 9\,192\,631\,770$ volte il periodo di oscillazione della radiazione emessa dall'atomo di cesio**
- Due orologi al cesio potrebbero avere uno scarto di 1s dopo 6000 anni

Multipli e sottomultipli comuni del secondo

- 1 ora = 3600 s
- 1 giorno = $24 \times 3600 = 86400$ s
- 1 anno = $365 \times 24 \times 3600 = 31536000$ s
- 1 ms = 10^{-3} s = 0.001 s
- 1 μ s = 10^{-6} s = 0.000001 s
- 1 ns = 10^{-9} s = 0.000000001 s

Misure di Tempo

Tempi misurati	Intervallo (s)
Età Universo	4×10^{17}
Caduta Impero Romano	5×10^{12}
Età Studente Universitario (primo anno)	6×10^8
Un giorno	9×10^4
Intervallo tra due battiti cardiaci	0.8
Vita media del muone (particella subatomica)	2×10^{-6}
Periodo di un'onda luminosa nel visibile	10^{-15}

Dimensioni fisiche: un concetto fondamentale

- Ad una qualsiasi misura è associato un numero ed una dimensione
- $X=Y$ non ha senso se X è una massa ed Y una lunghezza. Termini uguali in una equazione devono essere rappresentati dalla stessa dimensione
- $X+Y=Z$, le quantità X ed Y devono essere delle stesse dimensioni (non ha senso sommare masse e lunghezze), e Z , a sua volta, avrà le stesse dimensioni di X ed Y
- Nelle operazioni di moltiplicazione o divisione tra grandezze le dimensioni fisiche vengono moltiplicate o divise. Es:

$$[\text{velocità}] = \frac{[\text{lunghezza}]}{[\text{tempo}]} = \left[\frac{m}{s}\right] \quad [x] = [vt + \frac{at^2}{2}] = \left[\frac{m}{s}s + \frac{ms^2}{s^2}\right] = [m + m] = [m]$$

Esempi

- Quali sono le dimensioni del volume di un cubo di lato l ?

$$V_{cubo} = l^3 \qquad [V_{cubo}] = [L]^3$$

- Quali sono le dimensioni del volume di una sfera di raggio R ?

$$V_{sfera} = \frac{4}{3}\pi R^3 \qquad [V_{sfera}] = [L]^3$$

Analisi dimensionale

Lo spazio percorso x da un oggetto che parte da fermo e si muove con accelerazione costante a è descritto dalla formula

$$x = \frac{1}{2} at^2$$

$$[\text{distanza}] = [L]$$

$$[\text{velocità}] = \left[\frac{L}{T}\right]$$

$$[\text{accelerazione}] = \left[\frac{L}{T^2}\right]$$

$$[x] = \left[\frac{1}{2} at^2\right] = \left[\frac{L}{T^2} T^2\right] = [L]$$

Lo spazio percorso x da un oggetto che parte da un punto x_0 , con una velocità iniziale v_0 e si muove con accelerazione costante a è descritto da

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

$$[x] = \left[\frac{L}{T^2} T^2 + \frac{L}{T} T + L\right] = [L + L + L] = [L]$$

Analisi dimensionale

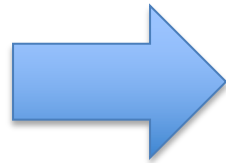
- La dimensione denota la natura fisica della grandezza
- Le dimensioni di una velocità devono essere quelle di una lunghezza diviso un tempo
- Le dimensioni di un'accelerazione (velocità/tempo) sono quelle di una lunghezza/tempo²
- Le dimensioni di un'area devono essere quelle di una lunghezza al quadrato
- Se ho una grandezza $A=B+C+D$ occorre che i termini dell'espressione (B,C,D) abbiano tutte le stesse dimensioni e che siano le stesse di A
- Gli argomenti delle funzioni seno, coseno, etc.... sono adimensionali

Esercizio

- Scrivere le dimensioni delle grandezze che compaiono nell'equazione:

$$v^2 = 2a(x - x_0) + v_0^2$$

$$[v] = \frac{[L]}{[T]}$$



$$\left(\frac{[L]}{[T]}\right)^2 = \frac{[L]}{[T^2]}[L] + \left(\frac{[L]}{[T]}\right)^2$$



$$[a] = \frac{[L]}{[T^2]}$$

$$\frac{[L^2]}{[T^2]} = \frac{[L^2]}{[T^2]} + \frac{[L^2]}{[T^2]}$$

Verificare la correttezza dimensionale delle seguenti equazioni

$$v^2 + v^3 = 2ax$$



$$[L^2/T^2] + [L^3/T^3]$$

Espressione errata perchè si sommano due termini con dimensioni diverse

$$x = v^2 / a$$



$$[L] = \left[\frac{L^2}{T^2}\right] / \left[\frac{L}{T^2}\right] = \left[\frac{L^2}{T^2}\right] \times \left[\frac{T^2}{L}\right] = [L]$$

Espressione corretta

$$v = 3at + x/t$$



$$\left[\frac{L}{T}\right] = \left[\frac{L}{T^2}\right] \times [T] + \left[\frac{L}{T}\right] = \left[\frac{L}{T}\right]$$

Espressione corretta

$$x = at^2 \sin\left(\frac{x}{t^2}\right) / a$$



Sbagliata perchè l'argomento della funzione seno deve essere adimensionale

Esercizio

$$v^n = k a^j x$$

Soluzione

$$\left(\frac{[L]}{[T]}\right)^n = \left(\frac{L}{T^2}\right)^j \times [L]$$

$$\frac{[L]^n}{[T]^n} = \frac{[L]^{j+1}}{[T]^{2j}}$$



$$n = j + 1$$

$$n = 2j$$

$$2j = j + 1$$



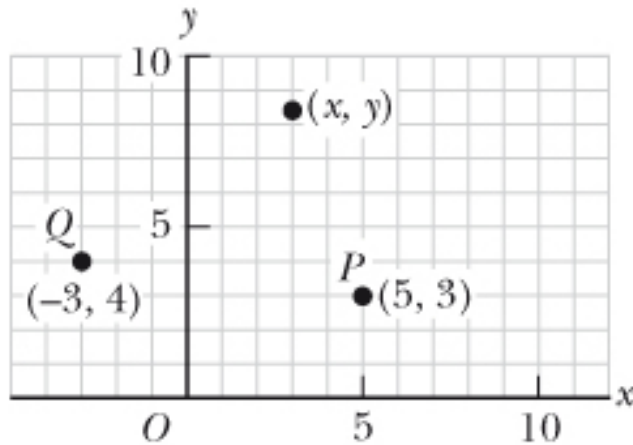
$$j = 1$$

$$n = 2$$

$$v^2 = k a x$$

È l'espressione
dimensionalmente corretta

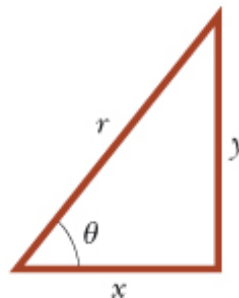
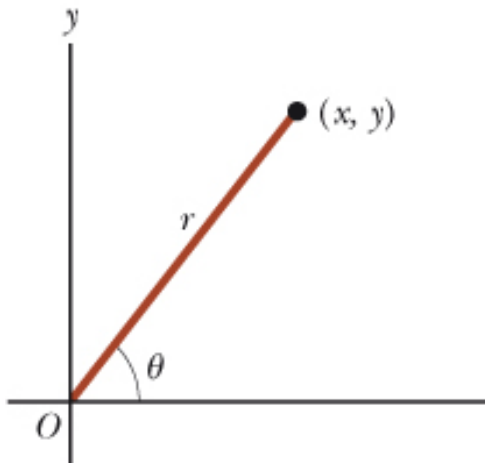
Sistemi di coordinate e vettore posizione



Coordinate cartesiane

- Molti aspetti in fisica hanno a che fare con la collocazione spaziale di un corpo
- Quando si descrive il moto dei corpi si riferisce al fatto che la posizione del corpo varia nel tempo
- Per parlare di moto occorre specificare rispetto a quale riferimento la posizione del corpo varia nel tempo
- La posizione di un punto nello spazio è definita da un **sistema di riferimento**
- Esso è costituito da un punto fisso, un insieme di assi e direzioni con una certa scala di misura associata

Coordinate polari-Coordinate cartesiane



Da r, θ ad x, y

$$x = r \cos(\theta)$$

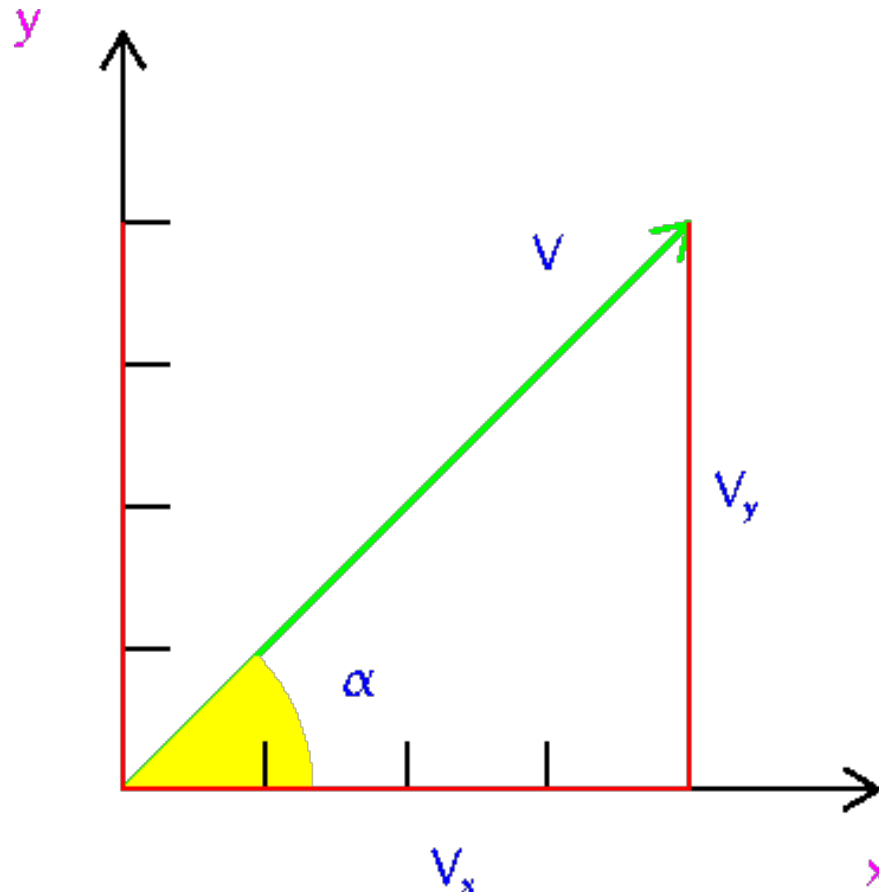
$$y = r \sin(\theta)$$

Da x, y ad r, θ

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

Punto in un sistema cartesiano e polare

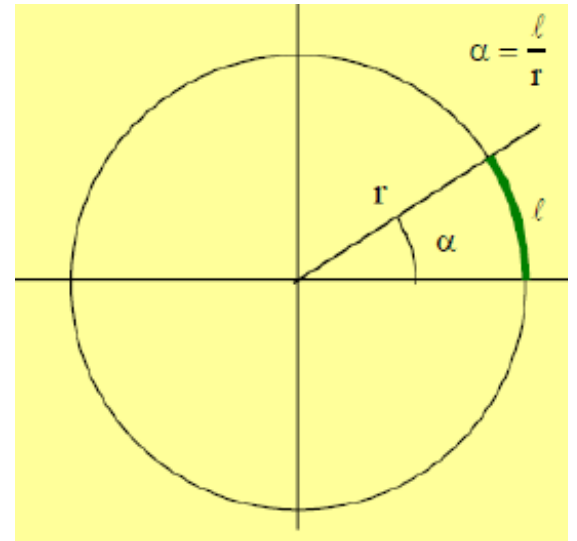


In un sistema polare in due dimensioni un vettore è individuato dall'intensità del vettore (distanza v) e da un angolo

Angoli

- Gli angoli sono tipicamente espressi in gradi e vanno da 0° a 360° (possono essere negativi rispetto ad un riferimento)
- In fisica può essere utile esprimere gli angoli in radianti
- Il radiante è definito come il rapporto tra la lunghezza dell'arco sotteso dall'angolo ed il raggio della circonferenza

$$\alpha = \frac{l}{r}$$



$$360^\circ = 2\pi(\text{radianti})$$

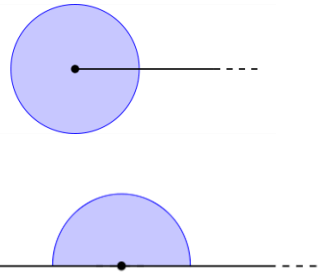
$$1\text{radiante} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57.3^\circ$$

Conversione gradi-radiani

- I gradi ed I radianti sono due modi equivalenti di esprimere gli angoli
- 360° e 2π rappresentano l'angolo giro
- 180° e π rappresentano l'angolo piatto
- Per trasformare un qualsiasi angolo espresso in gradi basta imporre:

$$\vartheta(\text{gradi}) : \vartheta(\text{radianti}) = 180^\circ : \pi$$

$$\vartheta(\text{radianti}) = \frac{\vartheta(\text{gradi}) \times \pi}{180^\circ}$$

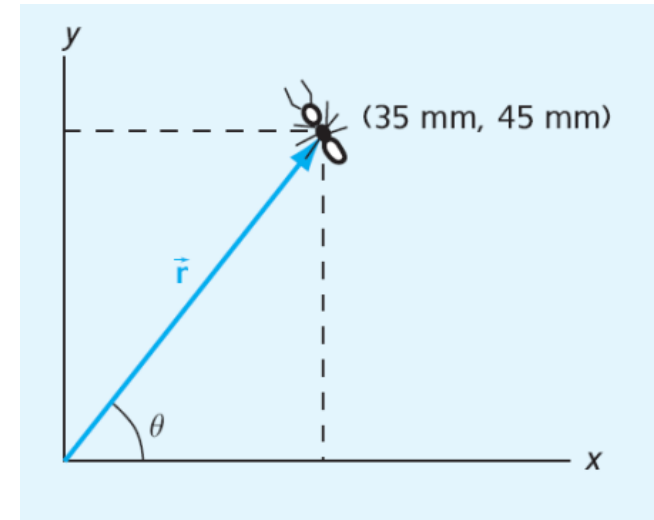


esempio

$$\vartheta = 30^\circ \quad \rightarrow \quad \vartheta(\text{radianti}) = \frac{30^\circ \times \pi}{180^\circ} = 0.523$$

Esempio

- Una formica cammina su un tavolo, un vettore posizione localizza la formica in un punto P che ha coordinate $x=35\text{ mm}$ ed $y=45\text{ mm}$, si determini il modulo e la direzione di tale vettore posizione



Il modulo vettore posizione è dato dalla distanza r

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(35\text{mm})^2 + (45\text{mm})^2} = 57\text{mm}$$

$$\tan(\theta) = \frac{y}{x} = \frac{45\text{mm}}{35\text{mm}} = 1.286$$

La direzione del vettore è fornita dall'angolo

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{y}{x}\right) = \text{atan}\left(\frac{45\text{mm}}{35\text{mm}}\right) = 0.9097 = 52^\circ$$