

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Dr. Andrea Malizia
Prof. Maria Guerrisi

PROGRAMMA DEL CORSO E MODALITÀ DI ESAME

Argomenti del corso:

- Sistema Internazionale, Unità di Misura, Errore di misura, Sistemi di riferimento
- Vettori e basi di calcolo vettoriale
- Cinematica, traiettoria, velocità, accelerazione
- Moti rettilinei e rotazionali
- Dinamiche, forze, lavoro, energia, Potenza
- Statica, leve
- Esercizi ed casi studio pratici

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Dr. Andrea Malizia
Prof. Maria Guerrisi

PROGRAMMA DEL CORSO E MODALITÀ DI ESAME

Modalità di esame:

- Prova scritta a fine corso e prova orale

Dr. Andrea Malizia
Prof. Maria Guerrisi

Libro di testo:

JOSEPH W. KANE
MORTON M. STERNHEIM

FISICA APPLICATA

Lezioni, esempi, quesiti a risposta multipla e problemi risolti

CORSO INTRODUTTIVO PER:

MEDICINA E CHIRURGIA - ODONTOIATRIA - LAUREE TRIENNALI IN AMBITO SANITARIO
FARMACIA E TECNOLOGIE FARMACEUTICHE - BIOTECNOLOGIE MEDICHE ED INDUSTRIALI - MEDICINA VETERINARIA - SCIENZE BIOLOGICHE, NATURALI, AMBIENTALI, GEOLOGICHE, FORESTALI - SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE ED ALIMENTARI - INFORMATICA - BENI CULTURALI

RIVISTA DA

PHILIPPE GHOSEZ - MARYSE HOEBEKE - GABRIEL LLABRÉS

NUOVA EDIZIONE ITALIANA INTEGRATA E COORDINATA DA:

SALVATORE CANNISTRARO

PIETRO LUIGI INDOVINA

A cura di:

MICHELE ARNEODO

MARIA BRAI

MARTA BUCCIOLINI

SALVATORE CANNISTRARO

VITO CAPOZZI

ROBERTO CIRIO

ALBERTO DEL GUERRA

SILVIA MARIA DOGLIA

MARIA GIOVANNA GUERRISI

PIETRO LUIGI INDOVINA

ROCCO ROMANO

RAFFAELE VELOTTA

ROMANO ZANNOLI



EMSI EDIZIONI MEDICHE SCIENTIFICHE INTERNAZIONALI - ROMA

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Dr. Andrea Malizia

Prof. Maria Guerrisi

Lezione 1

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

Unità di Misura e Sistema Internazionale

Conversione delle unità di Misura

Dimensioni ed analisi dimensionale

Sistemi di riferimento

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

La **prova o analisi** è un'operazione tecnica che consiste nella determinazione di una o più caratteristiche (o proprietà) di una sostanza, materiale, prodotto, processo o servizio, secondo un determinato metodo, consistente nell'applicazione di un dato procedimento con l'utilizzo di determinate apparecchiature; il risultato di una prova è spesso, ma non sempre, caratterizzato da tre categorie di parametri:

1. Uno o più valori numerici
2. Una o più unità di misura
3. Una o più incertezze associate

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

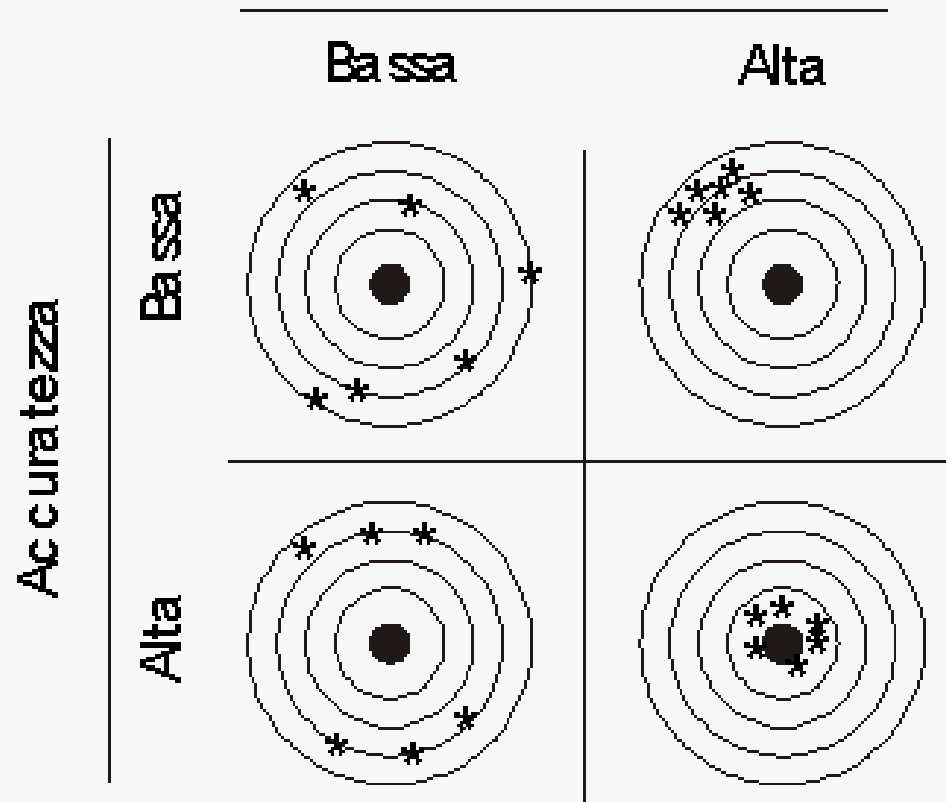
La **misurazione** è un'operazione tecnica (condotta secondo apposite procedure e con utilizzo di apposita strumentazione) avente lo scopo di determinare il valore di una **grandezza fisica** (misurando). Il risultato di una misurazione è sempre caratterizzato da tre parametri: **un valore numerico, una unità di misura, un'incertezza di misura.**

Il risultato di una misurazione può essere definito:

- **Preciso**: se la misura è ripetibile
- **Accurato**: quando la media delle misure è vicina al valore vero.

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

Precisione



PRECISIONE: riferita alla ripetibilità della misura effettuata

ACCURATEZZA: Quanto la media delle misure sia vicina al vero

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

L'operazione di misura di una grandezza fisica può essere effettuata utilizzando due possibili metodi di misura:

- a) Metodo diretto
- b) Metodo indiretto

- a) **Il metodo diretto** consiste nell'effettuare un confronto diretto della grandezza fisica da misurare, con un'unità di misura ad essa omogenea.
- b) **Il metodo indiretto** si serve di operazioni matematiche per determinare il valore della grandezza fisica, una volta che sono state misurate le grandezze da cui essa dipende.

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

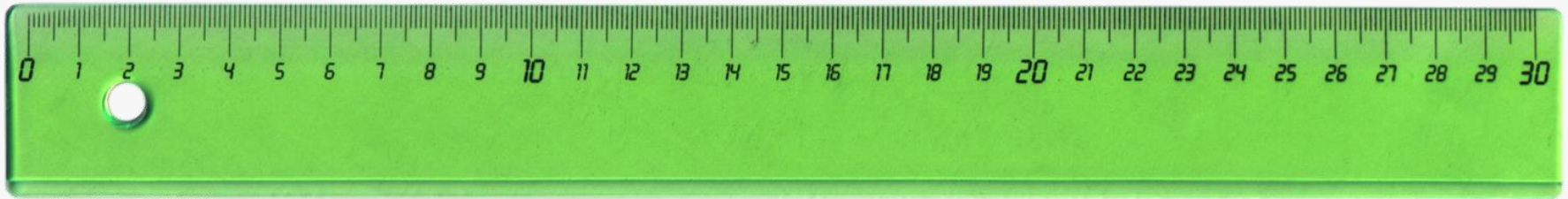
L' **incertezza** di una misura è il grado di indeterminazione con il quale si ottiene nella misurazione un valore di una proprietà fisica. Il risultato di misurazione non è pertanto un unico valore bensì l'insieme dei valori probabili del misurando.

Il termine di incertezza viene spesso usato come sinonimo di **errore di misurazione**.

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

INCERTEZZA STIMATA: l'incertezza stimata del righello è $\pm 0,1$ cm



INCERTEZZA PERCENTUALE: L'incertezza percentuale del righello su una misura x è:
 $(0,1/x)*100$

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

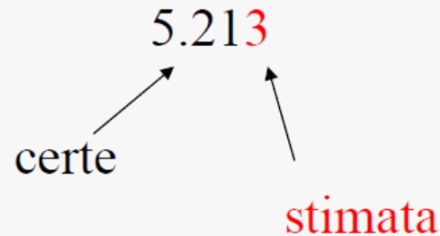
Il valore numerico della misurazione può essere rappresentato da un certo numero di **cifre significative** dopo la virgola.

Il numero di cifre riportate in una misura dipende dalla sensibilità dello strumento usato per fare la misura (ovvero l'accuratezza della misura) e deve essere preservato nel corso dei calcoli che coinvolgono quella mi

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

Le misure scientifiche sono riportate in modo che ciascuna cifra è certa eccetto l'ultima che è stimata



Il numero di cifre riportate in una misura dipende dalla sensibilità dello strumento usato per fare la misura (ovvero dall'accuratezza della misura) e dev'essere preservato nel corso dei calcoli che coinvolgono quella misura. Questo è fatto attraverso la definizione delle *cifre significative*

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

Il numero di cifre con cui viene espresso il risultato della misura di una grandezza fisica è detto numero di cifre significative e deve corrispondere all'accuratezza con cui è stata eseguita la misura.

Regole per determinare il numero di cifre significative

Tutte le cifre diverse da zero sono significative 28.03 0.0540

Gli zero tra due cifre sono significativi 7.0301 408

Gli zero che precedono il numero non sono significativi

Non significative

Gli zero che seguono la virgola sono significativi 45.000 3.5600

Misura di incertezza, cifre significative ed errore

NOTAZIONE SCIENTIFICA: Durante il corso sarà prassi scrivere i numeri in potenze di 10.

Es. 36900 lo scriveremo come 3.69×10^4

ERRORE PERCENTUALE: Una regola generale delle cifre sinifcative ci dice che il risultato finale di una moltiplicazione o divisione dovrebbe avere lo stesso numero di cifre del valore numerico con il più piccolo numero di cifre significative usato nel calcolo.

Questo approccio può portare in alcuni casi a sottostimare la precisione della risposta.

Es. $97/92 = 1,05 \rightarrow 1,1$ secondo la regola delle cifre significative, che però porta ad avere un incertezza implicita di $\pm 0,1$ con un incertezza percentuale del 10%. Se invece usiamo 3 cifre significative riduciamo l'incertezza implicita a $\pm 0,01$ e l'incertezza percentuale (chiamato anche errore percentuale) a 1%. Quindi di volta in volta se l'errore percentuale può essere ridotto è meglio aggiungere una cifra significativa.

Unità di Misura e Sistema Internazionale

L'attuale sistema di unità di misura è stato stabilito dalla 11^o Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure nel 1960 che ha costituito il :

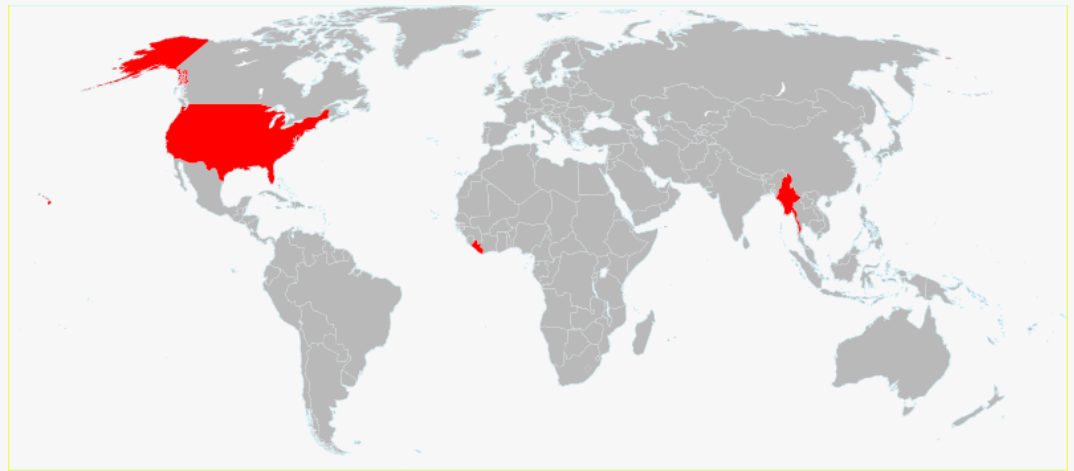
Sistema Internazionale delle Unità di misura (SI)

Esistono altri sistemi, utilizzati per vari scopi, tra i quali:

- le unità di misura CGS (centimetro-grammo-secondo)
[Gauss – Elettrodinamica, fine '800]
- le unità di misura MKS (metro-kilogrammo-secondo)
- le unità di misura di Planck
- il sistema consuetudinario USA
- il sistema imperiale britannico

altri sistemi locali attuali e obsoleti:

- le unità di misura cinesi
- le unità di misura giapponesi
- le unità di misura norvegesi
- le unità di misura turche tradizionali



Stati Uniti di America, Liberia, Birmania

Unità di Misura e Sistema Internazionale

Il SI distingue tra due tipologie di grandezze:

- **Grandezze fondamentali** : che sono 7 grandezze indipendenti dalle quale possono essere ricavate tutte le grandezze derivate.
- **Grandezze derivate**: derivano dalle grandezze fondamentali. Le unità di misura delle grandezze derivate si ottengono mediante semplici operazioni aritmetiche a partire dalle unità di misura delle grandezze fondamentali.

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Unità di Misura e Sistema Internazionale

Grandezza Fisica	Simbolo della grandezza	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'Unità di misura
Lunghezza	l	metro	[m]
Massa	m	kilogrammo	[kg]
Tempo	t	secondo	[s]
Corrente elettrica	i	ampere	[A]
Temperatura	T	kelvin	[K]
Quantità di sostanza	n	mole	[mol]
Intensità luminosa	i_v	candela	[cd]
Unità supplementari			
Angolo solido	Ω	steradiano	[rad]
Angolo piano	θ	radiante	[sr]

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Unità di Misura e Sistema Internazionale

GRANDEZZE FONDAMENTALI

Intervallo di tempo

Il **secondo** è la durata di 9.192.631.770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione fra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo del cesio 133.

Lunghezza

Il **metro** è la lunghezza del tragitto percorso dalla luce nel vuoto in un intervallo di $1/299\,792\,458$ di secondo.

La velocità di propagazione della luce nel vuoto è una costante fondamentale della Fisica.

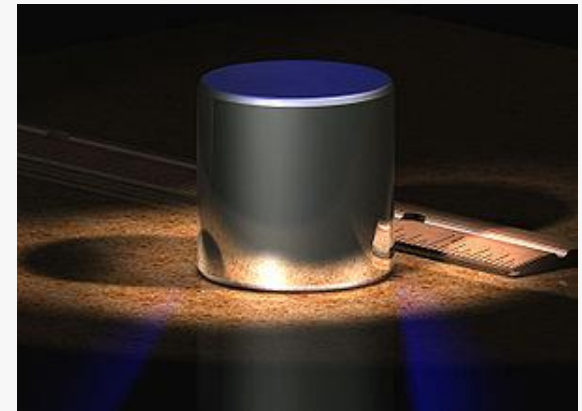
Con la definizione del metro introdotta nel 1983, il suo valore è assunto come esatto (cioè privo di incertezza) e imm modificabile: $c = 299\,792\,458$ m/s.

Massa

Il **kilogrammo** è l'unità di massa; esso è pari alla massa del prototipo internazionale del kilogrammo.

È l'unica unità fondamentale del SI basata su un campione artificiale.

L'unità fondamentale di massa, contrassegnato con un K gotico, è un cilindro di platino-iridio di 38 mm di diametro e di altezza, custodito al Pavillon de Breteuil (Sevres, Francia) in una tripla teca sotto vuoto insieme ad altre 6 copie di riscontro. La precisione relativa del campione è dell'ordine di 10^{-9} .



Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Unità di Misura e Sistema Internazionale

GRANDEZZE FONDAMENTALI

Temperatura

Il ***kelvin*** , unità di temperatura termodinamica, è la frazione $1/273,16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua.

Lo stato termodinamico in cui sono in equilibrio le tre fasi di una sostanza, liquida, solida e gassosa, si dice punto triplo di quella sostanza. Il punto triplo dell'acqua si verifica ad una pressione di 610 Pa e ad una temperatura pari a $0,01$ °C. La precisione della determinazione della temperatura del punto triplo dell'acqua è di circa 1×10^{-6} .

$$1^{\circ}\text{C} = 273,16 \text{ K}$$

Quantità di sostanza

La ***mole*** è la quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in $0,012$ kg di carbonio 12. Quando si usa la mole, le entità elementari devono essere specificate; esse possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, altre particelle, oppure raggruppamenti specificati di tali particelle.

Il Numero di Avogadro , il cui valore approssimato è $N^A = 6,022 \times 10^{23}$, è il numero di entità elementari che costituiscono 1 mole.

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Unità di Misura e Sistema Internazionale

GRANDEZZE FONDAMENTALI

Intensità di corrente elettrica

L' **ampere** è l'intensità di una corrente elettrica costante che, mantenuta in due conduttori paralleli rettilinei di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile, posti alla distanza di un metro l'uno dall'altro nel vuoto, produrrebbe fra questi conduttori una forza eguale a 2×10^{-7} newton su ogni metro di lunghezza.

Intensità luminosa

La **candela** è l'intensità luminosa, in una determinata direzione, di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540×10^{12} hertz e la cui intensità energetica in tale direzione è 1/683 watt allo steradiante.

L'intensità luminosa è la grandezza fondamentale della fotometria.

Angoli

Il **radiante** è l'angolo compreso tra due raggi di un cerchio i quali delimitano, sulla circonferenza del cerchio, un arco di lunghezza pari a quella del raggio.

Unità di Misura e Sistema Internazionale
GRANDEZZE DERIVATE

Le **unità di misura** delle **grandezze derivate** si ottengono mediante semplici **operazioni aritmetiche** a partire dalle **unità di misura** delle **grandezze fondamentali**.

Grandezza Fisica	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'Unità di misura	Definizione dell'unità di misura SI
Area	Metro quadrato	m ²	
Volume	Metro cubo	m ³	
Densità o massa volumica	Kilogrammo a metro cubo	kg/m ³	
Forza	Newton	N	(Kg * m)/s ²
Pressione	Pascal	Pa	N/m ²
Energia, Lavoro e Calore	Joule	J	N*m
Velocità	Metri al secondo	m/s	
Potenza	Watt	W	J/s
Carica Elettrica	Coulomb	C	A*s
Differenza di potenziale elettrico	Volt	V	J/C
Frequenza	Hertz	Hz	1/s

Unità di Misura e Sistema Internazionale
Prefissi

La stessa conferenza internazionale ha adottato dei prefissi per indicare i multipli e i sottomultipli dell'unità di misura (campione), cosa molto utile quando l'intervallo di valori che le diverse grandezze possono assumere è piuttosto ampio.

Come appare dalla tabella che segue i multipli e sottomultipli differiscono di fattori 10, il Sistema Internazionale è quindi un sistema metrico decimale.

Sottomultiplo	Prefisso	Simbolo		Multiplo	Prefisso	Simbolo
10^{-1}	<i>deci-</i>	d-		10^1	<i>deca-</i>	da-
10^{-2}	<i>centi-</i>	c-		10^2	<i>etto-</i>	h-
10^{-3}	<i>milli-</i>	m-		10^3	<i>kilo-</i>	k-
10^{-6}	<i>micro-</i>	μ -		10^6	<i>mega-</i>	M-
10^{-9}	<i>nano-</i>	n-		10^9	<i>giga-</i>	G-
10^{-12}	<i>pico-</i>	p-		10^{12}	<i>tera-</i>	T-
10^{-15}	<i>femto-</i>	f-		10^{15}	<i>peta-</i>	P-
10^{-18}	<i>atto-</i>	a-		10^{18}	<i>exa-</i>	E-
10^{-10}	<i>Ångström</i>	Å-				

Conversione delle unità di misura

Supponiamo che il valore calcolato equivalga alla nostra altezza: 1,83 m. Convertiamo questo valore in pollici:

$$1,83 \text{ m} / (0,0254 \text{ m/pollice}) = 72,0 \text{ pollici}$$

Possiamo verificare il risultato eseguendo l'operazione inversa:

$$72 \text{ pollici} / (12 \text{ pollici/piede}) = 6,0 \text{ piedi}$$

Si tratta del valore di partenza. Questo conferma la bontà delle operazioni eseguite.

È possibile convertire simultaneamente più unità di misura in maniera analoga:

$$7 \text{ miglia/s} \times 1,609344 \text{ km/miglio} \times 3600 \text{ s/h} = 40000 \text{ km/h}$$

Conversione delle unità di misura

Supponiamo che il valore calcolato equivalga alla nostra altezza: 1,83 m. Convertiamo questo valore in pollici:

$$1,83 \text{ m} / (0,0254 \text{ m/pollice}) = 72,0 \text{ pollici}$$

Possiamo verificare il risultato eseguendo l'operazione inversa:

$$72 \text{ pollici} / (12 \text{ pollici/piede}) = 6,0 \text{ piedi}$$

Si tratta del valore di partenza. Questo conferma la bontà delle operazioni eseguite.

È possibile convertire simultaneamente più unità di misura in maniera analoga:

$$7 \text{ miglia/s} \times 1,609344 \text{ km/miglio} \times 3600 \text{ s/h} = 40000 \text{ km/h}$$

Grandezze definite in termodinamica

Grandezza	Unità	Simbolo	Conversione
Temperatura Celsius	grado Celsius	°C	$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$

Dimensioni ed analisi dimensionale

Le dimensioni di una grandezza fisica sono associate con simboli, come M , L , e T che rappresentano massa, lunghezza e tempo, ciascuna elevata a un esponente razionale. Nell'ambito del Sistema internazionale di unità di misura (SI), sono state definite delle "**unità fondamentali**", ognuna associata ad una grandezza fisica, che oltre la massa, la lunghezza e il tempo, comprendono: l'intensità di corrente, la temperatura assoluta, la quantità di sostanza e l'intensità luminosa.

Tutte le unità di misura sono riconducibili a queste unità fondamentali: per ogni grandezza fisica esiste un'equazione dimensionale che esprime la relativa unità di misura come prodotto delle potenze delle grandezze fisiche anzidette. Nell'analisi dimensionale le unità fondamentali vengono espresse dentro parentesi quadre. Riportiamo adesso alcune formule tipiche

Dimensioni ed analisi dimensionale

Quantità	Dimensione	<p>Problema Verifica che è dimensionalmente consistente la formula:</p> $x = x_0 + vt$ <p> $[L] = [L] + [L T^{-1}][T]$ $[L] = [L] + [L T^{-1} T]$ $[L] = [L] + [L] \quad \rightarrow \text{OK}$ </p>
Distanza	[L]	
Area	[L ²]	
Volume	[L ³]	
Tempo	[T]	
Velocità	[L T ⁻¹]	

Obbligatorio alla fine dell'esercizio aggiungere anche l'analisi dimensionale e dare il risultato con valore ed unità di misura.

ESERCIZI

Sistemi di coordinate e di riferimento

La posizione è un concetto relativo: la posizione è data *rispetto ad altri punti*. Può essere utile “condensare” l’informazione di posizione in etichette legate al singolo punto chiamate **coordinate**.

Quando si affronta un problema di fisica è necessario quindi, stabilito il sistema di unità di misura adottato, scegliere un **sistema di coordinate**.

Sistemi di coordinate e di riferimento

Esistono diversi sistemi di coordinate (cartesiano, polare, sferico solo per citarne alcuni). In questo corso faremo sempre riferimento ad un sistema di coordinate cartesiano. Un sistema di coordinate cartesiano è definito, in matematica, come un sistema formato da n rette ortogonali, intersecantesi tutte in un punto chiamato origine, su ciascuna delle quali si fissa un orientamento (sono quindi rette orientate) e per le quali si fissa una unità di misura.

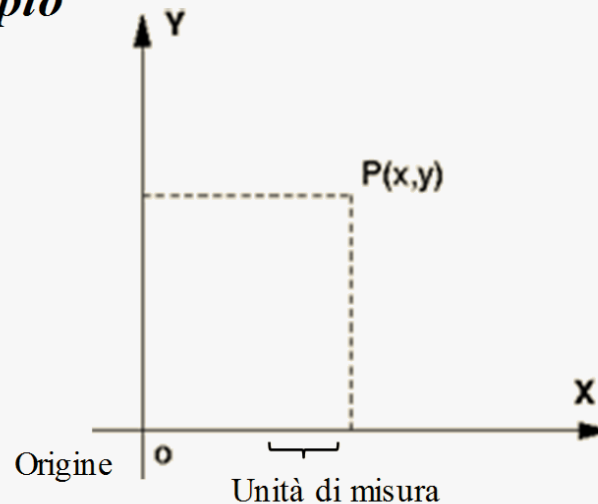
Una volta scelto il sistema di coordinate si può fissare un sistema di riferimento, a seconda dei riferimenti usati si parla di *sistema di riferimento monodimensionale*, *sistema di riferimento bidimensionale*, *sistema di riferimento tridimensionale*.

Sistemi di coordinate e di riferimento

Esempio

Scelto un sistema di coordinate cartesiano, disegnare e definire un sistema di riferimento bidimensionale

Soluzione esempio



RIFERIMENTI

- 0) Elementi di Fisica Biomedica. Edises, E. Scannicchio – E. Giroletti
- 1) Massimiliano Morena. “Accuratezza, precisione, tipi di errori e cifre significative dei dati analitici». IIS “Gobetti - Marchesini Casale” sezione Tecnica Chimica e Materiali Analisi chimica, elaborazione dati e Laboratorio.
- 2) <http://ctntes.arpa.piemonte.it/Raccolta%20Metodi%202003/html/frame/descrizionequalit.htm>
- 3) http://personalpages.to.infn.it/~zaninett/libri/libro6_latex_html/node13.html
- 4) http://www.ing.unitn.it/~zatelli/cartografia_numerica/slides/Sistemi_di_riferimento.pdf
- 5) <https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=260217>
- 6) <http://www.youtube.com/watch?v=RzZYhZEecZM>