

# Tutorato di Chimica Analitica

2016/2017

# Friendly reminder

<b>Prefisso</b>	<b>Abbreviazione</b>	<b>Valor</b>
exa	E	$10^{18}$
peta	P	$10^{15}$
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
kilo	k	$10^3$
etto	h	$10^2$
deca	da	$10^1$
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
milli	m	$10^{-3}$
micro <sup>†</sup>	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$
femto	f	$10^{-15}$
atto	a	$10^{-18}$

# La notazione scientifica

Modo per indicare un risultato con numerose cifre decimali come prodotto di una potenza di 10

$$\mathbf{a \cdot 10^b, a \in \mathbb{R}, b \in \mathbb{Z}}$$

esempio

$$0,000000506 = 5,06 \times 10^{-7}$$

$$0,00012 = 1,2 \times 10^{-4}$$

$$0,00000000001002 = 1,002 \times 10^{-11}$$

# Cifre significative

Numero di cifre necessario per esprimere i risultati di una misura in modo coerente con la precisione della misura stessa.

-La posizione della virgola non influenza il numero di cifre significative

- LA questione degli zeri: gli zeri a sinistra di una eventuale virgola NON sono significativi. INVECE, tutti gli zeri che si incontrano dopo la virgola lo sono.

- Gli zeri terminali presenti in un numero non decimale possono essere significativi oppure no.

Es. 90400 può avere tre, quattro o cinque cifre significative.

# Esercizi

a) 1,24582

b) 2,003

c) 186,6780

d) 0,0035

e) 124000

f) 0,0000100

g)  $3,5 \cdot 10^4$

i) 6 cifre significative

ii) 4 cifre significative (infatti gli zeri presenti tra cifre diverse da zero sono significativi)

iii) 7 cifre significative (infatti gli zeri terminali presenti dopo la virgola sono significativi)

iv) 2 cifre significative (infatti gli zeri presenti a sinistra di una cifra significativa non sono significativi)

v) potrebbe avere 3, 4, 5 o 6 cifre significative (infatti gli zeri terminali presenti in un numero non decimale possono essere significativi oppure no)

vi) 3 cifre significative (infatti gli zeri presenti a sinistra di una cifra significativa non sono significativi ma gli zeri terminali presenti dopo la virgola sono significativi)

vii) 2 cifre significative (infatti l'esponente esprime infatti solo l'ordine di grandezza)

viii) 4 cifre significative (infatti gli zeri presenti a sinistra di una cifra significativa non sono significativi e l'esponente esprime solo l'ordine di grandezza).

## **Regole per stabilire il numero di cifre significative nei risultati di calcoli aritmetici**

### **I. Addizioni e sottrazioni**

**conta il numero di DECIMALI**

**il numero di cifre significative del risultato ha lo stesso numero di DECIMALI del numero che ha meno cifre decimali.**

### **II. Moltiplicazione, divisione, potenze**

**conta il numero di CIFRE SIGNIFICATIVE DEI FATTORI**

**il risultato ha numero di CIFRE SIGNIFICATIVE pari a quello del fattore avente il minor numero di cifre significative.**

**III. I NUMERI ESATTI hanno INFINITE CIFRE SIGNIFICATIVE.**

### **IV. LOGARITMI E ANTILOGARITMI**

**Sia  $L = \log(A)$ , il numero di DECIMALI di  $L$  è pari al numero di CIFRE SIGNIFICATIVE di  $A$ .**

**Se  $A$  è l'antilogaritmo di  $L$ ,  $A = \text{antilog}(L) \equiv 10^L$  il numero il numero di CIFRE SIGNIFICATIVE di  $A$  è pari al numero di DECIMALI di  $L$ .**

## **MODI DI ESPRIMERE LE COMPOSIZIONI DELLE SOLUZIONI**

**Percentuale in peso: peso di soluto in peso di solvente**

**(% in peso, %p/p, es. g/100g)**

**Percentuale in volume: volume di soluto in volume di solvente**

**(% V/V, % v/v, es. ml/100ml)**

**Percentuale peso in volume: peso di soluto in volume di solvente (% massa in volume, %m/V, %p/V, es. g/100ml)**

**Proporzione in parti: parti di soluto in parti di solvente (% e sottomultipli es. 0.1% = parti per mille, parti per milione ppm, parti per bilione ppb, parti per trilione ppt)**

**Molarità (M), Frazione molare, Normalità (N), Molalità (m)**

# Misura e incertezza

Il valore vero di una misura è un concetto astratto, perché qualunque risultato di una misura è inevitabilmente accompagnato da una quota di incertezza: ogni misurazione è solo una stima del valore della grandezza che stiamo studiando.

# **INCERTEZZA DI MISURAZIONE**

**Il valore *vero* di una misurazione è un concetto astratto.**

**Misurazioni diverse della stessa grandezza forniscono risultati diversi.**

**Le differenze tra le diverse misure dipendono dal procedimento di misurazione.**

**(DEF.) L'incertezza di misurazione è l'intervallo di risultati in cui si colloca il valore più probabile della misura.**

**(adattato dalla def. UNI ISO 3534-1:2000)**

# Errori sistematici e casuali

Fra gli errori di misura, annoveriamo gli *errori sistematici* e gli *errori casuali*.

Laddove i primi sono solitamente dovuti a un approccio sbagliato, i secondi invece *eliminabili*.

# Quindi

Se si è effettuata una misura singola, l'unica via è di stimare l'incertezza associata alla misurazione, utilizzando i dati forniti dal costruttore.

La risoluzione è la scala e la suddivisione della medesima.

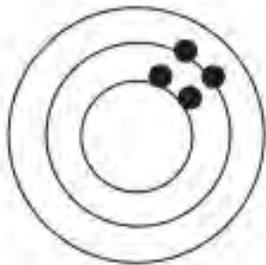
La tolleranza viene espressa anche da valori quali lo scarto massimo o lo scarto tipo (che è la deviazione standard).

Se non altrimenti indicato, l'incertezza della misura è pari alla **sensibilità** dello strumento, definita come la minima differenza che lo strumento è in grado di distinguere tra due misure della grandezza (concetto che coincide con quello di risoluzione).

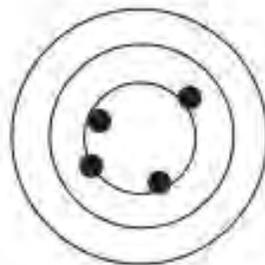
# Valutazione dell'incertezza

*Se si è effettuata una serie di misure, si applicano gli strumenti della **statistica descrittiva**: si calcola la media e la deviazione standard dei dati che informano rispettivamente circa la «posizione» del maggior numero di misure e sulla dispersione delle stesse intorno al valore medio.*

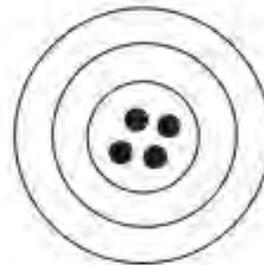
# Precisione vs Accuratezza



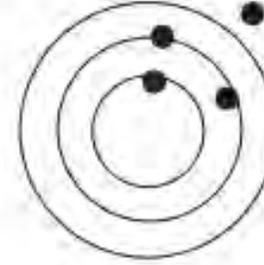
Preciso  
non accurato



Non preciso  
accurato



Preciso  
accurato



Non preciso  
non accurato

# Approssimazione

L'approssimazione consiste nel considerare un certo numero di cifre significative all'interno di un risultato.

*es. arrotondare a 4 cifre significative*

103.24  $\longrightarrow$  103.2

# Approssimazione

Se arrotondando, ci rendiamo conto che la cifra significativa da scartare è **maggiore o uguale a 5**, oppure l'ultima cifra significativa presenta alla sua destra un numero **uguale a 5** *alla cui destra vi sia almeno una cifra diversa da zero*, l'ultima cifra mantenuta nell'arrotondamento *verrà aumentata di 1*.

es.  $138.364 \longrightarrow 138.4$

$168.35003 \longrightarrow 168.4$

## Regola del 5

**Se** la cifra da scartare è 5, l'ultima cifra significativa verrà aumentata di 1 *se* quest'ultima è *dispari*.

*Altrimenti*, se l'ultima cifra è *pari*, questa verrà lasciata *invariata*.

# Statistica descrittiva vs inferenziale

*Descrittiva:* fornisce informazioni generali sui dati.

*Inferenziale:* permette di trarre conclusioni sulla base di dati ottenuti da misure sperimentali con possibilità di errore predeterminata-

# Definizioni

*Popolazione*: insieme di tutti gli elementi che costituiscono un sistema

*Campione*: porzione limitata di elementi prelevati dalla popolazione

La media della **popolazione**  $\mu$  è la media *vera*, cioè quella calcolabile per un numero infinito di elementi (N infinito).

La media del **campione**  $\bar{X}$  è la media di un limitato numero N di dati estratti dalla popolazione (N è un numero piccolo , < 20).

Ogni campione tratto da una popolazione ha la propria statistica (media, e deviazione standard, coefficiente di correlazione) che è usata per stimare il parametro corrispondente ( $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $\rho$ ) della relativa popolazione.

# Media aritmetica

**La media aritmetica di N dati  $X_i$  è il rapporto tra la somma di tutti i dati ( $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$ ) e il loro numero (N).**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$\Sigma$  = simbolo di sommatoria, operatore somma

$X_i$  = i dati compresi da  $i=1$  a  $i=N$

$N$  = numero dei dati

Chiaramente, più il numero di misurazioni è elevato (si parla di N “grande” con più di 20 misurazioni), più la discrepanza tra media campionaria e media della popolazione si riduce

# Mediana

In un insieme di numeri, ordinati in ordine di grandezza, è il **valore centrale** (se i dati sono in numero dispari) oppure la **media aritmetica dei due valori centrali** (se i dati sono in numero pari).

# Moda

È il valore che si presenta con la frequenza più elevata di tutti.

Può anche non essere calcolabile se i valori si presentano tutti con la stessa frequenza.

Può non essere rappresentata da un solo valore, se nell'insieme sono presenti più valori che hanno una frequenza più alta degli altri.

# Distribuzione della frequenza

	<b>Volume Intervallo, mL</b>	<b>Valori nell'intervallo</b>
<b>CLASSI</b>	9.969 a 9.971	3
	9.972 a 9.974	1
	9.975 a 9.977	7
	9.978 a 9.980	9
	9.981 a 9.983	13
	9.984 a 9.986	7
	9.987 a 9.989	5
	9.990 a 9.992	4
	9.993 a 9.995	1

# Frequenza percentuale

Volume Intervallo, mL	Valori nell'intervallo	% nell'intervallo
9.969 a 9.971	3	6
9.972 a 9.974	1	2
9.975 a 9.977	7	14
9.978 a 9.980	9	18
9.981 a 9.983	13	26
9.984 a 9.986	7	14
9.987 a 9.989	5	10
9.990 a 9.992	4	8
9.993 a 9.995	1	2
	<b>50</b>	

**3 : 50 = 0.06**  
**0.06 x 100 = 6**

...

...

...

**13 : 50 = 0.26**  
**0.26 x 100 = 26**

...

...

...

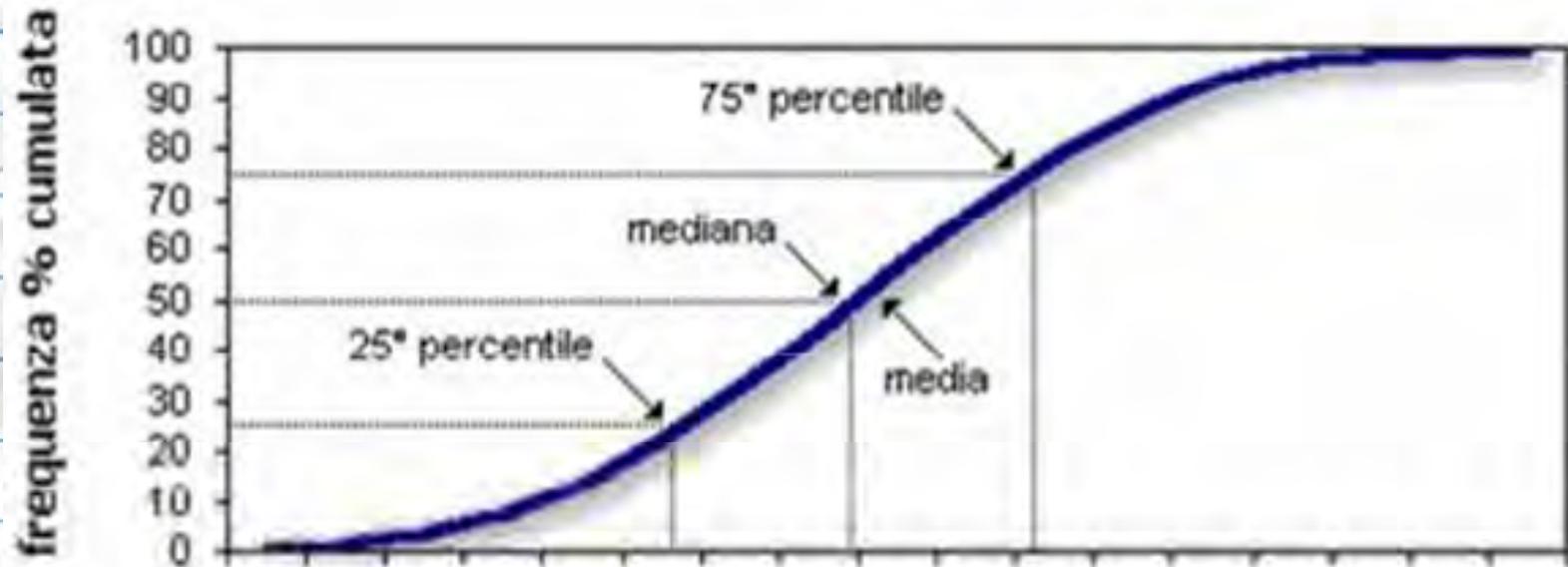
**1 : 50 = 0.02**  
**0.02 x 100 = 2**

# Frequenza cumulata

<b>Volume Intervallo, mL</b>	<b>Valori nell'intervallo</b>	<b>% nell'intervallo</b>	<b>% cumulate</b>
9.969 a 9.971	3	6	6
9.972 a 9.974	1	2	8
9.975 a 9.977	7	14	22
9.978 a 9.980	9	18	40
9.981 a 9.983	13	26	66
9.984 a 9.986	7	14	80
9.987 a 9.989	5	10	90
9.990 a 9.992	4	8	98
9.993 a 9.995	1	2	100

Con le percentuali cumulate è possibile poi calcolare i percentili.

# Percentile



**Percentile = livello di frequenza% cumulata al di sotto del quale si trova una certa percentuale di dati della popolazione**

**Il 25% dei dati «sono inferiori al 25° percentile»**

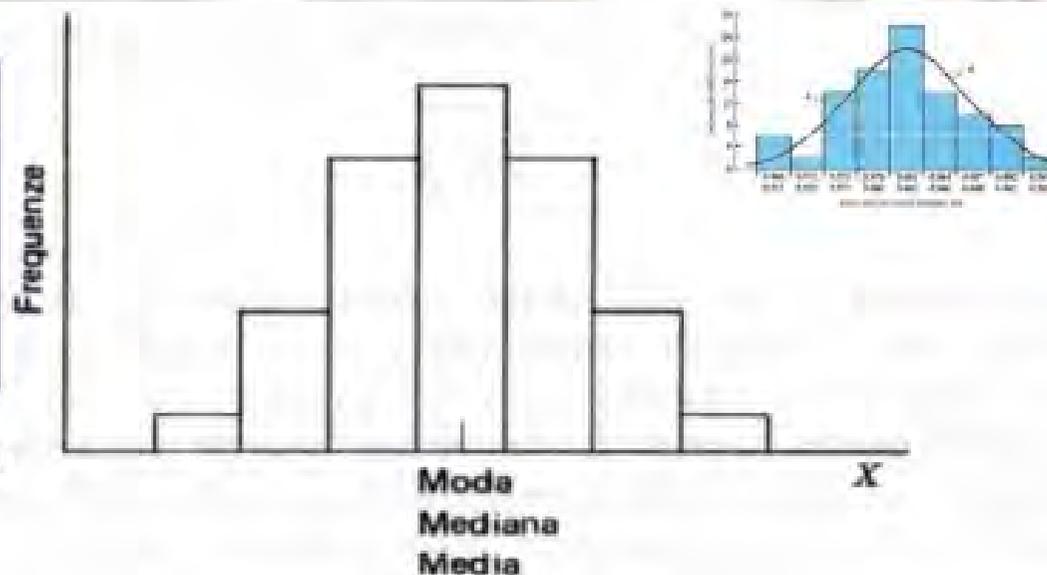
**Il 50% dei dati «sono inferiori alla mediana (50° percentile)»**

**Il 75% dei dati «sono inferiori al 75° percentile»**

## **DISTRIBUZIONE NORMALE**

**Moda, mediana e media coincidono**

**Moda = Mediana = Media**



## **DISTRIBUZIONE NON NORMALE**

**Moda, mediana e media NON coincidono**

**In questo caso particolare  
Moda < Mediana < Media**

