

Tutorato di Chimica Analitica

2016/2017

Friendly reminder

Prefisso	Abbreviazione	Valor
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 [†]	μ	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 , $A = \text{antilog}(L) = 10^L$ 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.

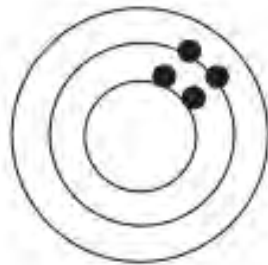
La tolleranza viene espressa anche da valori quali lo scarto massimo o lo scarto tipo (che è la deviazione standard).

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).

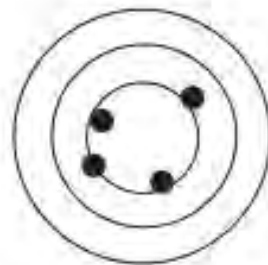
Valutazione dell'incertezza

*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.*

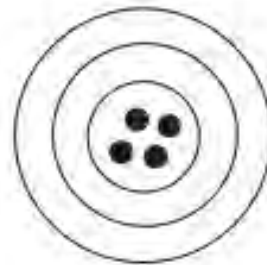
Precisione vs Accuratezza



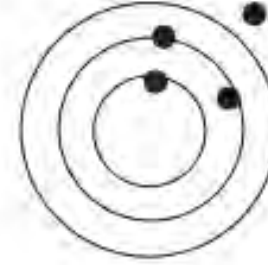
Preciso
non accurato



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** μ 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 (μ , σ , ρ) 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).

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

Σ = 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

	Volume Intervallo, mL	Valori nell'intervallo
CLASSI	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
	50	

3 : 50 = 0.06
0.06 x 100 = 6

...

...

...

13 : 50 = 0.26
0.26 x 100 = 26

...

...

...

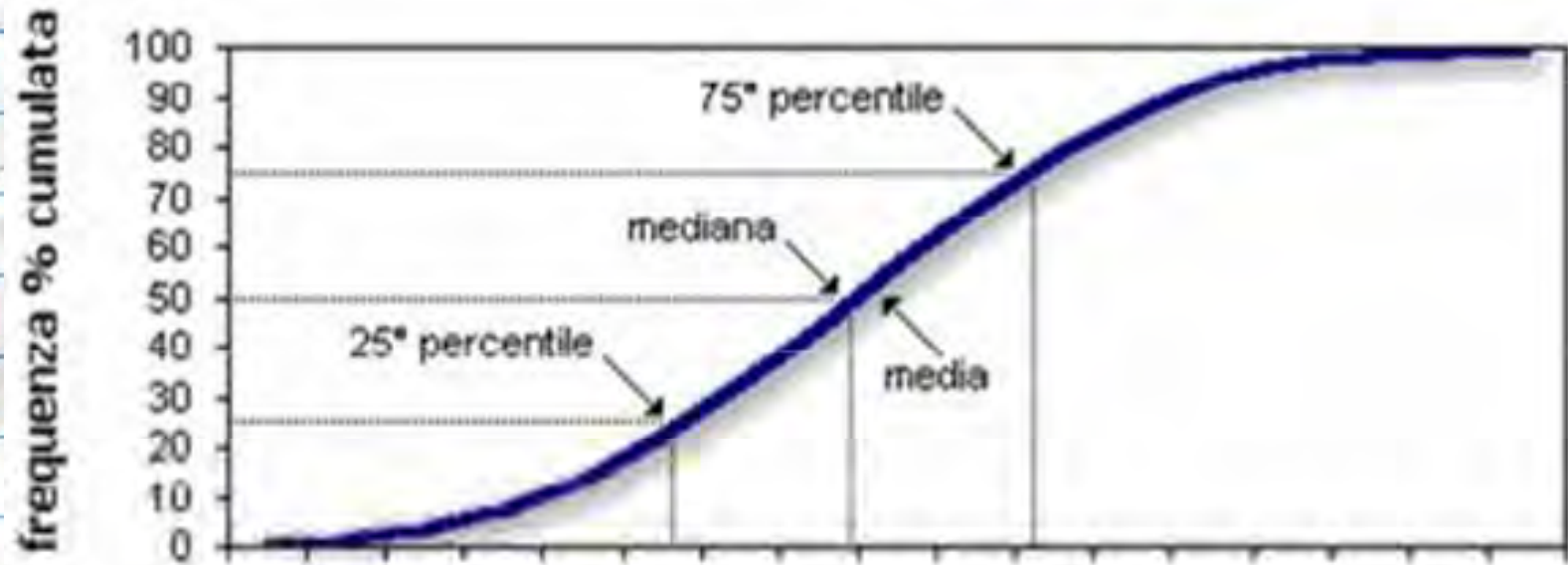
1 : 50 = 0.02
0.02 x 100 = 2

Frequenza cumulata

Volume Intervallo, mL	Valori nell'intervallo	% nell'intervallo	% cumulate
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»

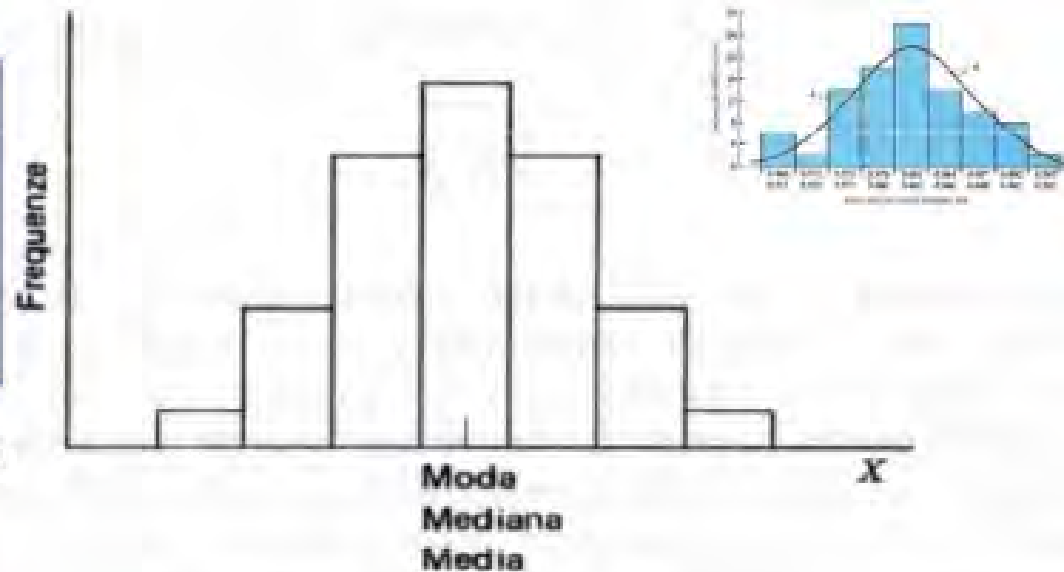
Il 50% dei dati «sono inferiori alla mediana (50° percentile)»

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

