



A. Cifre Significative

1. Indicazione della precisione nelle misurazioni

Quando viene eseguita una misurazione in laboratorio, generalmente la misura è condotta con i limiti di precisione consentiti dalla strumento di misura impiegato. Ad esempio, quando è necessario una misura di massa molto accurata, viene impiegata una bilancia analitica che permette la determinazione di una massa vicina a 0.0001 g. Se durante un'esperienza devi usare una bilancia così precisa sarebbe ridicolo registrare il peso di un oggetto come “tre grammi” se la bilancia permette una misura di 3.1123 g. Sarebbe comunque ridicolo possedere una bilancia pesapersone con una precisione di 0.0001 g. semplicemente perché non è giustificata questa precisione elevata.

Per indicare la precisione con la quale una misura è stata eseguita, gli scienziati sono molto attenti al numero di **cifre significative** con cui trascrivono i loro risultati. Le cifre significative contenute in un numero consistono di tutte le cifre presenti nel numero i cui valori sono conosciuti con completa certezza, più una cifra finale che è la migliore stima della lettura eseguita sulla scala di divisione dello strumento usato per la misura.

Ad esempio, il termometro impiegato da uno studente di chimica ha una scala di divisione compresa tra -20°C e 110°C . Supponiamo che il livello di mercurio nel termometro raggiunge un'altezza compresa tra 35 e 36 gradi. La temperatura indicata dal termometro è più vicina a 35°C . Se lo studente impiega un termometro che possiede una scala di misura con intervallo di 0.1°C e si può stimare un'altezza del livello di mercurio di 0.4 nel tratto compreso tra 35°C e 36°C , allora la temperatura registrata dallo studente dovrà essere di 35.4°C , con la cifra del primo decimale che indica la migliore stima della lettura fatta del più piccolo intervallo di divisione del termometro. La temperatura dovrà essere riportata correttamente con tre cifre significative. Ogni scienziato che legge una temperatura di 35.4° interpreterà che durante la misura è stato impiegato un termometro con una scala graduata di un decimo di grado.

Per aiutarti quindi nel tuo avvio dello studio della chimica, si cercherà in molte occasioni di evidenziare la precisione richiesta per un esperimento. Per esempio, una procedura può indicare di “pesare 25 g di sale con la precisione di 0.01 g”. Questa istruzione indica la quantità di sostanza che devi usare (25 g) e la precisione necessaria per l'esperimento per avere un risultato significativo. (Quindi la massa deve essere misurata con la precisione più vicina a 0.01g, la massa necessita della precisione di quattro cifre significative, due cifre prima e due cifre dopo il punto decimale.)

Un punto che può inizialmente generare confusione agli studenti di chimica è il significato dello zero in un numero. Alcune volte lo zero è una cifra significativa ed altre volte non lo è. Se uno zero è *contenuto* nel numero lo zero è sempre significativo ed indica che la lettura della scala dello strumento usato per la misurazione era uno zero.

Esempi: 1.203 g 10.01 mL

Quando gli zeri capitano all'*inizio* di un numero, questi non sono *mai significativi*. Gli zeri all'inizio di un numero indicano solo la posizione del punto decimale relativo alla prima cifra significativa.

Esempi: 0.253 g 0.001 L



Un modo per mostrare che gli zeri iniziali non sono significativi è quello di scrivere i numeri in notazione scientifica. Per esempio, i numeri precedenti possono essere scritti come

$$2.53 \cdot 10^{-1} \text{ g} \qquad 1 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

Quando i numeri con gli zeri iniziali sono scritti in questo modo, gli zeri non vengono nemmeno indicati.

Gli zeri alla fine di un numero *possono* o *non possono* essere significativi, in dipendenza dalla misura indicata. Per esempio nell'uguaglianza

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

I tre zeri significativi nel 1000 mL sono significativi. Essi indicano che un litro è definito precisamente da un migliaio di millilitri. Tuttavia se scrivi il peso di un becher come 20.0000 g è probabile che il tuo insegnante ti farà qualche domanda sul tuo risultato. E' molto improbabile che il peso di un becher possa avere una misura così esatta.

Per eliminare le confusioni riferite agli zeri finali se sono o meno significativi gli scienziati ricorrono alla notazione scientifica. Se i 20.000 g indicati prima sono esattamente precisi, questo potrà essere indicato scrivendo la massa come

$$2.00000 \cdot 10^1 \text{ g}$$

Quando gli zeri finali sono scritti nella notazione scientifica, gli zeri sono assunti come significativi e rappresentano la lettura della scala dello strumento di misura.

2. Calcoli e Cifre Significative

Anche se le calcolatrici hanno svolto molto del lavoro ingrato delle elaborazioni matematiche scientifiche, l'uso di questo genere di calcolatori ha fatto sorgere un nuovo tipo di problema. Le calcolatrici sono generalmente adeguate a manipolare un minimo di otto cifre nel loro display; la calcolatrice assume che tutti i numeri inseriti hanno questo numero di cifre significative e danno le risposte con questo numero di cifre. Per esempio, se svolgi questo semplice calcolo

$$2 \div 3 = ?$$

la calcolatrice indicherà la risposta di 0.6666667. Evidentemente se 2 e 3 rappresentano misurazioni eseguite nel laboratorio con uno strumento che possiede una precisione in grado di dare solo il valore intero, allora un quoziente simile a 0.6666667 implica una precisione troppo elevata. Non tutte le cifre nella risposta indicate dalla calcolatrice sono significative.



A. Addizione e Sottrazione

Quando sommi e sottrai numeri che sono conosciuti con differenti livelli di precisione, il risultato dovrà contenere solo il numero di cifre significative indicate dal numero conosciuto con il minor numero di posizioni decimali. Consideriamo l'addizione:

$$\begin{array}{r} 20.2354 + \\ 1.02 + \\ \hline 337.114 = \end{array}$$

Sebbene 20.2354 è significativo alla quarta cifra decimale, e 337.114 alla terza cifra decimale, il numero 1.02 è espresso solo alla seconda cifra decimale. La somma di questi numeri potrà essere riportata solo con due cifre decimali. Eseguire il calcolo, ma arrotondare il risultato in modo tale da ottenere solo due cifre decimali:

$$\begin{array}{r} 20.2354 + \\ 1.02 + \\ \hline 337.114 = \\ \hline 358.3694 \end{array}$$

Che sarà trascritto come 358.37.

B. Moltiplicazione e Divisione

Quando moltiplichi o dividi numeri con precisione differente, il prodotto o il quoziente dovrà avere solo un numero di cifre significative pari al numero meno preciso coinvolto nel calcolo. Per esempio, consideriamo questa moltiplicazione

$$(3.2795) (4.3302) (2.1)$$

Entrambi 3.2795 e 4.3302 sono espressi con cinque cifre significative, mentre 2.1 è espresso con una precisione considerevolmente inferiore (solo due cifre). Il prodotto di questa moltiplicazione può essere espresso con solo due cifre significative

$$(3.2795) (4.3302) (2.1) = 29.821871 \text{ (calcolatrice)} = 30.$$

Anche se la calcolatrice visualizzerà un risultato di 29.821871 come prodotto, questo risultato dovrà essere arrotondato a due cifre significative per indicare il fatto che uno dei numeri impiegati nel calcolo era conosciuto con un basso livello di precisione.

2. Link interessanti

<http://ww2.unime.it/cclchim/generale/significative.htm>

<http://www.chim1.unifi.it/dida/test/numeri.htm>

http://www.scifarm.unifi.it/italiana/ricerca/gualtieri/manetti_home/didattica/2.cifre.pdf

http://www.ingfo.unibo.it/servizi/Programmi/fondamenti_di_chimica/2006-2007/parte6.pdf

https://corsi.chem.polimi.it/citterio/Esercizi/Verifica_1B.pdf

<http://webuser.unicas.it/dweb/gestione/download.php?id=693>

http://www.mi.infn.it/~colo/XXX/Informatica/dispense/UD01_Concetti_Introduttivi_GC_2007.ppt

<http://www.sfismed.univr.it/Didattica/Odontoiatria/Lezioni%20On%20Line/Meccanica1->

<17/01ApprofondimentiNumeriche.pdf>

<http://www.ba.infn.it/~loparco/gerimaco/Lezione1.ppt>

<http://alpha.science.unitn.it/~oss/ssid2001/mis24.ppt>

http://www.fisica.uniud.it/~cobal/marina_t_02.ppt

<http://www.bo.infn.it/~giovacch/documenti/1compito/Esercitazioni/lezione/Esercitazioni.ppt>



Progetto FERMILAB

<http://df.unife.it/u/damiani/primalezione.ppt>