

# Appunti Fondamenti di chimica per Bioingegneria

Leonardo Silvagni

29 settembre 2021

## Sommario

Appunti delle lezioni di Fondamenti di chimica per Bioingegneria, la parte di chimica inorganica, tenuta dall'inimitabile professor Mozzon.

## 1 La Materia

La materia è composta da atomi. Fino a fine 1800 si pensava queste fossero le particelle fondamentali ed indivisibili (da cui a-tomos, indivisibile) della materia. Solo successivi e sempre più avanzati studi sull'elettricità hanno portato alla scoperta di varie particelle subatomiche

### 1.1 Caratteristiche principali delle particelle subatomiche

Particella	Simbolo	Massa	Carica	Anno scoperta
elettrone	$e^-$	$9,10910^{-28}g$	$-1,60210^{-19}C$	1897
protone	$p^+$	$1,6710^{-24}g$	$1,60210^{-19}C$	1917
neutrone	$n$	$1,6710^{-24}g$	0	1932

Tabella 1: Caratteristiche principali delle particelle subatomiche.

### 1.2 I Modelli Atomici

1. Dalton 1803
2. Thomson 1904 A panettone
3. Rutherford 1911-1917 Gli esperimenti finali portarono alla scoperta del protone
4. Bohr - Sommerfeld 1913
5. Shrodinger 1926

E' da notare che Bohr studiò solo l'atomo di Idrogeno, Sommerfeld estese il modello a specie chimiche. La novità principale di questo modello è stata l'introduzione delle orbite circolari ed ellittiche degli elettroni attorno al nucleo. In un atomo neutro, protoni ed elettroni si trovano nella stessa quantità, mentre i neutroni sono in numero variabile.

### 1.3 Il nucleo

Protoni, neutroni e reazioni nucleari non sono di interesse della chimica, in quanto nelle reazioni chimiche il nucleo rimane intoccato, reazioni chimiche sono relazioni tra elettroni.

- **NUCLEONI**  $\rightarrow$  Protoni e neutroni
- Somma del numero di protoni e neutroni, numero di massa  $\mathcal{A}$
- Numero di protoni  $\mathcal{Z}$
- Numero di neutroni  $\mathcal{A} - \mathcal{Z}$

## Nota

Specie chimiche con lo stesso numero di elettroni danno le stesse reazioni chimiche e possiedono le stesse proprietà chimico fisiche

### 1.3.1 I NUCLIDI

I nuclidi sono le diverse specie di atomi caratterizzate da nuclei di definita composizione. Un nuclide viene rappresentato dal simbolo che indica la particella, con apice e pedice a sinistra per indicare numero di massa e numero atomico, apice e pedice a destra per indicare la carica e il numero di atomi

$${}^A_ZX_n^\pm$$

Due nuclidi si dicono **isobari** se hanno diverso numero atomico ma uguale numero di massa

$${}^{14}_6C \quad {}^{14}_7N$$

Due nuclidi si dicono isotopi se hanno lo stesso numero atomico ma diverso numero di massa. Cambia il numero di neutroni

$${}^{16}_8O \quad {}^{17}_8O$$

### 1.3.2 Gli isotopi

Tutti gli elementi chimici presenti in natura sono costituiti da miscele di **nuclidi diversi**, caratterizzati tutti dallo stesso numero atomico ma diverso numero di massa, isotopi appunto.

$${}^{20}_{10}Ne \quad {}^{21}_{10}Ne \quad {}^{22}_{10}Ne$$

Esempi di isotopi di neon

$${}^{16}_8O \text{ } p = 99.979\% \quad {}^{17}_8O \text{ } p = 0.037\% \quad {}^{18}_8O \text{ } p = 0.204\%$$

Isotopi naturali dell'ossigeno, non radioattivi

Gli isotopi naturali sono presenti in natura in forma stabile, non sono soggetti a decadimento radioattivo. La *abbondanza percentuale* è intesa come numero di atomi, e sono costanti nell'universo, salvo ambienti specifici dove possono casualmente esserci variazioni minime dei valori

$${}^1_1H \text{ } \textit{Prozio } p = 99.984\% \quad {}^2_1H \text{ } \textit{Deuterio } p = 0.016\% \quad {}^3_1H \text{ } \textit{Trizio } p = 10^{-15}\%$$

Il *prozio* è notato anche semplicemente con Idrogeno, il *deuterio* con Idrogeno pesante e si nota anche solo con *D*, o  ${}^2_1D$ , il *trizio* con *T* o  ${}^3_1T$

Se noi sostituissimo all'idrogeno il deuterio per formare l'acqua, per formare l'acqua pesante  ${}^2_1H_2O$ , questo elemento bolle a  $101.43^\circ C$ , e fonde a  $3.82^\circ C$ .

## 1.4 La massa

### 1.4.1 La massa atomica

Le masse degli atomi vengono determinate con uno strumento che si chiama spettrometro di massa e sono masse atomiche **assolute**, i loro pesi sono molto piccoli. E' stato perciò conveniente definire una particolare unità di misura, l'unità di massa atomica (uma), definita come

$$1 \text{ uma} = \frac{1}{12} \text{ della massa di } {}^{12}_6C = 1.6606 \times 10^{-24} g$$

Dividendo la massa atomica assoluta per l'unità di massa atomica posso ottenere la massa atomica relativa.

$$m_{ar} = \frac{m_{aa}}{uma}$$

### 1.4.2 La massa di un elemento

La massa di un elemento, ovvero la massa atomica media o il peso atomico. Abbiamo visto che gli elementi sono composti da miscele di diversi isotopi. Nei calcoli chimici dobbiamo considerare la presenza di ogni isotopo per ottenere il valore medio della massa atomica di un elemento. Indicando con "E" un generico elemento della tavola periodica, avremo

$$M_e = \frac{\sum_i M_i p_i}{100} \quad (1)$$

$M_i$  è calcolato in uma. Esempio:

$$M_{16O} = 15.9949 \text{ uma}$$

$$M_{17O} = 16.9991 \text{ uma}$$

$$M_{18O} = 17.9992 \text{ uma}$$

Da cui, utilizzando la formula (1), si ottiene la massa media dell'ossigeno

$$M_O = 15.9994 \text{ uma}$$

### Nota

Conoscendo la formula chimica e sommando le masse degli atomi si ottiene la massa molecolare.

### 1.4.3 La mole ed il Numero di Avogadro

La maggior parte delle reazioni chimiche coinvolge un numero enorme di particelle (atomi, molecole etc...). E' stato perciò conveniente definire una nuova grandezza, la mole (mol), che rappresenta un numero grande e fisso di particelle, comparabile alla quantità di particelle usate in un esperimento reale.

DEF: *Una mole di una determinata sostanza è la quantità di tale sostanza che contiene tante entità elementari (Atomi, ioni, molecole etc...) quanti sono gli atomi contenuti in 12 g esatti di  $^{12}_6C$ .*

Possiamo determinare facilmente questo numero di atomi: basta dividere la massa totale per la massa di un atomo. Da questo il numero di Avogadro è

$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ entità/mol.}$$

### 1.4.4 La massa molare

Esempio : *Si voglia determinare la massa molare di  $H_2O$*

1. La massa espressa in uma di  $H_2O$  è di 18.015 uma
2. La massa in grammi di una molecola di  $H_2O$  è  $18.015 \text{ uma} \cdot 1.6606 \cdot 10^{-24}$
3. In una mole di  $H_2O$  ci sono  $N_A$  molecole
4. La massa espressa in grammi di una mole di  $H_2O$  è (numero molecole) · (massa in g di una molecola)

Una mole di  $H_2O$  pesa 18.015 g, così per qualsiasi sostanza, il peso di una mole di un dato elemento X è pari allo stesso valore numerico della sua massa molecolare o atomica espressa in uma.

### Il numero di Moli

Ne segue dalla definizione di massa molare che è possibile impostare la seguente relazione

$$M_{(g)} : 1_{(mol)} = m_{(g)} : n_{(mol)} n = \frac{m}{M}$$

### 1.4.5 Gli elementi e i composti

Le sostanze pure presenti in natura o prodotte artificialmente si dividono in:

- Sostanze elementari
- Composti

Le sostanze elementari sono formate da un solo tipo di elemento, presente con uno o più atomi.

Le sostanze elementari si presentano sotto forma di

1. Singoli atomi isolati
2. Atomi combinati in molecole distinte, come  $H_2$
3. Aggregati di atomi dove non è possibile individuare nessuna entità discreta, come una barretta di ferro

I composti sono invece formati da elementi diversi. Si possono presentare sotto forma di

1. Molecole distinte, come il metano  $CH_4$
2. Insiemi di ioni aggregati da forze di natura elettrostatica, esempio  $NaCl$  (Non esistono molecole ioniche, sono in realtà sviluppi tridimensionali compenetrati)
3. Concatenazioni infinite di atomi, esempio  $SiO_2$ . Non si trovano molecole singole di tali composti. sviluppo tridimensionale di  $SiO_4^{2-}$

## 1.5 Il significato dei simboli e delle formule chimiche

Le sostanze elementari vengono rappresentate con simboli. I composti vengono rappresentati con formule. Tanto i simboli quanto le formule hanno un duplice significato:

1. Qualitativo : Indicano un certo tipo di sostanza
2. Quantitativo: Rappresentano contemporaneamente un atomo o una molecola o una quantità in grammi pari ad una mole

### 1.5.1 Il numero di ossidazione

Trattando il legame chimico vedremo che quando due o più atomi si legano insieme per formare un aggregato poliatomico avviene sempre una redistribuzione degli elettroni, i quali vengono persi, acquistati, condivisi etc. . .

Il numero di Ossidazione *no* è un parametro che tiene conto di questa nuova redistribuzione.

Non è in realtà qualcosa che esiste nella realtà, traspone un concetto appartenente ai legami ionici, è stato inventato per due motivi:

1. Nomenclatura in chimica inorganica
2. Bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione complesse

Il numero di ossidazione viene indicato ponendo sopra il simbolo di ogni elemento il suo *no*.

Il numero di ossidazione può essere determinato:

1. Conoscendo la formula di struttura di LEWIS del composto e i valori di elettronegatività degli elementi presenti nel composto
2. Facendo uso delle **REGOLE EMPIRICHE**
  - (a) il *no* degli elementi nelle sostanze elementari è zero
  - (b) Gli elementi elencati presentano invariabilmente in tutti i loro composti il seguente *no*:
    - Tutti i metalli alcalini (Prima colonna a sx) sempre +1
    - Tutti i metalli alcalino-terrosi (Seconda colonna a sx) sempre +2

- Cadmio Cd sempre +2
- Zinco Zn sempre +2
- boro B sempre +3
- Alluminio Al sempre +3
- Fluoro F sempre -1
- Argento Ag sempre +1
- Idrogeno H sempre +1 tranne negli idruri metallici dove no = -1
- Ossigeno O sempre -2 tranne in  $\text{OF}_2$  dove ha no pari a +2 e nei perossidi o superossidi