

## DEFINIZIONI CHIAVE

**Legge delle proporzioni definite:** quando due o più elementi reagiscono per formare un determinato composto, si combinano sempre secondo proporzioni di massa definite e costanti.

**Legge delle proporzioni multiple:** se due elementi si combinano per dare luogo a due o più composti diversi, le masse id un elemento che si combinano con la stessa massa dell'altro elemento stanno tra di loro in rapporti esprimibili attraverso numeri interi piccoli.

**Legge di conservazione della massa:** in una reazione chimica le masse dei prodotti sono uguali alle masse dei reagenti

**Radioattività:** emissione spontanea di particelle e/o radiazioni (raggi alfa, raggi beta e raggi gamma).

**Mole:** quantità di sostanza che contiene tante unità elementari quanti sono gli atomi contenuti in 12 g di carbonio-12.

**Reazione di precipitazione:** reazione che ha luogo in soluzione acquosa che comporta la formazione di un prodotto insolubile chiamato precipitato. Coinvolge solamente composti ionici.

**Reazione di neutralizzazione:** reazione tra un acide una base che produce acqua e un sale che è a sua volta un composto ionico formato da un catione diverso da  $H^+$  e un anione diverso da  $OH^-$ . La sua equazione ionica netta è  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ .

**Redox:** sono reazioni di trasferimento elettronico che solitamente avvengono in soluzione acquosa. Possono essere suddivise in due semireazioni per evidenziare l'agente ossidante e quello riducente.

**Numero di ossidazione:** rappresenta il numero di cariche che l'atomo assumerebbe se i suoi elettroni fossero completamente trasferiti. Se aumenta l'elemento viene ossidato, se diminuisce viene ridotto.

**Diluizione:** processo che si utilizza per preparare una soluzione meno concentrata a partire da una soluzione di concentrazione più alta. Durante una diluizione si aggiunge solvente alla soluzione più concentrata quindi si otterrà una soluzione con lo stesso numero di moli di soluto ma diverse quantità di solvente rispetto alla soluzione iniziale.

**Analisi gravimetrica:** tecnica analitica basata sulla misura della massa, generalmente applicata ai composti ionici. Conoscendo la massa e la formula chimica di un precipitato, formatosi dopo la reazione della sostanza in esame con la sostanza conosciuta, è possibile ricavare la massa della sostanza in esame.

**Titolazione:** tecnica analitica in cui una soluzione di concentrazione accuratamente nota viene aggiunta gradualmente ad una soluzione di concentrazione incognita fino a quando la reazione chimica tra le due soluzioni non giunge a termine ovvero fino a quando l'acido non viene completamente neutralizzato dalla base. Il punto di equivalenza viene evidenziato da un indicatore che ha un colore nettamente diverso a seconda che si trovi in un ambiente acido o in un ambiente basico.

**Diffusione:** graduale mescolamento delle molecole di un gas con le molecole di un altro gas in virtù delle loro proprietà cinetiche. Richiede tempi relativamente lunghi per andare a compimento.

**Effusione:** processo per cui un gas sotto pressione si sposta da un compartimento di un contenitore ad un altro passando attraverso una piccola apertura.

**Legge di effusione di Graham:** il tempo che impiega un gas a fuoriuscire da un foro di piccole dimensioni è direttamente proporzionale alla radice quadrata della sua massa molare quindi inversamente proporzionale alla sua velocità.

**Primo principio della termodinamica:** l'energia non può essere né creata né distrutta. La variazione di energia può essere indicata come  $\Delta E = q + w$  dove  $q$  è il calore scambiato tra il sistema e l'ambiente mentre  $w$  è il lavoro compiuto dal (o sul) sistema.

**Entalpia:** funzione termodinamica utilizzata per quantificare il flusso di calore dentro e fuori dal sistema in un processo a pressione costante .

**Entalpia di reazione:** differenza tra le entalpie dei prodotti e quelle dei reagenti. Se è positiva allora la reazione è endotermica, se è negativa la reazione è esotermica.

**Calore specifico:** quantità di calore necessaria per aumentare di un grado Celsius la temperatura di un grammo di una determinata sostanza.

**Capacità termica:** quantità di calore richiesta per aumentare la temperatura di una data quantità di sostanza di un grado Celsius [ $q = mc\Delta t = C\Delta t$ ].

**Entalpia standard di formazione:** variazione di entalpia che ha luogo quando si forma una mole di un composto a partire dai suoi elementi presi nella loro forma più stabile ad 1 atm (gli elementi nella loro forma più stabile hanno entalpia pari a zero). Può essere calcolata utilizzando la **legge di Hess** che permette di dividere la reazione in reazioni secondarie per le quali è possibile misurare il valore dell'entalpia.

**Entalpia standard di reazione:** entalpia di una reazione condotta a 1 atm, viene calcolata utilizzando le entalpie standard di formazione dei composti in gioco.

**Equazione di Schrödinger:** serve per descrivere sia la natura corpuscolare che quella ondulatoria dell'elettrone. Non ha un preciso significato fisico immediato ma la probabilità di trovare un elettrone in una data porzione di spazio è proporzionale al quadrato della funzione d'onda.

**Numeri quantici:** numeri utilizzati per descrivere ed identificare univocamente un'elettrone in un atomo. Derivano dalla risoluzione matematica dell'equazione di Schrödinger per l'atomo di idrogeno. Sono: principale, secondario o angolare, magnetico e magnetico di spin.

**Principio di esclusione di Pauli:** in un atomo non possono esistere due numeri con lo stesso set di numeri quantici. Solo due elettroni possono occupare lo stesso orbitale atomico e devono averne spina diversa.

**Regola di Hund:** la disposizione più stabile degli elettroni in un sottolivello è quella che vede il maggior numero di elettroni con uno spin parallelo.

**Principio di Aufbau:** permette di determinare la configurazione elettronica di un elemento nel suo stato fondamentale. Afferma che come i protoni si addizionarono ad uno nel nucleo nella costruzione degli elementi, allo stesso modo gli elettroni si addizionano agli orbitali atomici occupando prima i sottolivelli con un'energia più bassa. L'ordine di riempimento può essere ricordato seguendo la regola della diagonale.

**Sostanze paramagnetiche:** contengono spin non appaiati e dunque possono venire attratte da un magnete in quanto i campi magnetici degli elettroni si rafforzano l'un l'altro.

**Sostanze diamagnetiche:** non contengono elettroni spaiati e sono leggermente respinte da un magnete.

**Raggio atomico:** semidistanza tra i nuclei di due atomi adiacenti. Aumenta lungo un gruppo e diminuisce lungo un periodo in quanto è determinata per la maggior parte dall'attrazione esistente tra il nucleo e gli elettroni più esterni.

**Energia di ionizzazione:** è l'energia minima richiesta per rimuovere un elettrone da un atomo nel suo stato fondamentale allo stato gassoso. È una misura di quanto gli elettroni siano fortemente attirati dal nucleo. Aumenta lungo un periodo in quanto aumenta la carica positiva nel nucleo e diminuisce lungo un gruppo in quanto aumenta la distanza tra l'elettrone più esterno e il nucleo.

**Affinità elettronica:** è definita come il valore, cambiato di segno, della variazione di energia che si ha quando un atomo nello stato gassoso acquisisce un elettrone per formare un anione. Più positivo è il suo valore, maggiore è la capacità di un generico elemento di accettare un elettrone e maggiore è la stabilità dello ione negativo. Aumenta lungo un periodo, varia di poco all'interno di un gruppo.

**Spettroscopia di riflettanza:** si basa sulla misurazione della luce diffusa dal campione esposto ad una sorgente di luce UV-VIS. Può essere effettuata con o senza fibra ottica ed è indipendente dal sorgente di luce.

**Spettroscopia LIBS:** tecnica fisica applicata alla fisica analitica per determinare la composizione elementare dei materiali. Viene indotta la rottura dei legami del materiale in analisi e la conseguente produzione di una nuvola di plasma che, a seguito del rilassamento, produce uno spettro continuo che evolve nel tempo lasciando apparire le linee caratteristiche dei diversi elementi presenti nel plasma ne permette il riconoscimento. È basata sul processo di ionizzazione della materia.

**Spettroscopia XPS:** basata sull'effetto fotoelettrico, viene misurata l'energia cinetica dei fotoelettroni emessi dal materiale colpito da una radiazione di energia  $E = h\nu$  per determinarne l'energia di legame la quale dipende fondamentalmente dall'elemento chimico da cui proviene il fotoelettrone e dal suo livello energetico di appartenenza. La BE dipende anche dall'intorno chimico e quindi si possono ottenere informazioni anche riguardo la struttura chimica del materiale in esame. L'intensità del segnale è invece proporzionale al numero di atomi del materiale. Si ha dunque un'analisi quantitativa e qualitativa.

**Spettroscopia XRF:** si basa sugli spettri di emissione caratteristici di ogni elemento a seguito di un'irraggiamento di raggi X o raggi gamma. Viene studiata la radiazione di fluorescenza X emessa dagli atomi. Le energie solitamente utilizzate interessano maggiormente gli elettroni di core.

**Legame chimico:** interazioni tra atomi che portano alla formazione di molecole o composti ionici. Si suddivide in legame ionico, legame covalente e legame metallico.

**Legame ionico:** costituito principalmente dalla forza elettrostatica che tiene insieme gli ioni in un composto ionico.

**Energia reticolare:** energia richiesta per separare completamente una mole di un solido ionico nei suoi ioni allo stato gassoso. Può essere espressa indirettamente attraverso il ciclo di Born-Haber che mette in relazione l'energia reticolare con le energie di ionizzazione, le affinità elettroniche ed altre proprietà atomiche e molecolari.

**Elettronegatività:** capacità di un atomo, in un legame chimico, di attrarre verso di sé gli elettroni. È legata all'energia di ionizzazione e all'affinità elettronica (nella scala Mulliken è la media aritmetica di queste due quantità). Aumenta da sinistra a destra lungo un periodo, al diminuire del carattere metallico; all'interno di un gruppo invece decresce all'aumentare del numero atomico e del carattere metallico. I metalli

di transizione non seguono questo andamento. Le differenze di elettronegatività possono essere usate per determinare la tipologia di legame che si viene a formare tra due atomi di due elementi diversi. La scala di Pauling per l'elettronegatività si basa sulle entalpie di legame e non è dotata di unità di misura.

**Carica formale:** differenza tra il numero di elettroni di valenza in un atomo isolato e il numero di elettroni assegnati a quell'atomo nella struttura di Lewis.

**Struttura di risonanza:** una delle due o più strutture di Lewis esistenti per una singola molecola che non può essere rappresentata accuratamente da una singola struttura (ad es. ozono).

**Entalpia di legame:** misura della stabilità di una molecolare la variazione di entalpia richiesta per rompere un particolare legame in una mole di molecole gassose. Nel caso di molecole poliatomiche si parla di entalpia di legame media.

**VSEPR:** modello per spiegare la geometria molecolare che si basa sulla reciproca repulsione tra le coppie di elettroni di legame che fa sì che questi si dispongano il più lontano possibile le une dalle altre.

**Valence Bond:** teoria che si basa sul fatto che i legami in una molecola sono formati dalla condivisione di elettroni ottenuta mediante la sovrapposizione di orbitali atomici.

**Ibridazione di orbitali atomici:** consiste nel mescolamento di due o più orbitali atomici a formare un nuovo set di orbitali ibridi.

**Orbitali molecolari:** spiega la stabilità del legame covalente in termini di sovrapposizione di orbitali atomici e dunque dalla loro interazione per formare orbitali molecolari. La sovrapposizione di due orbitali atomici porta alla formazione di un orbitale legante e di uno antilegante. Il primo ha energia più bassa e maggiore stabilità (interferenza costruttiva) mentre il secondo ha energia più alta e minore stabilità (interferenza distruttiva). Verrà dunque prima riempito l'orbitale legante.

**Tensione superficiale:** misura della forza elastica della superficie di un liquido, definita come la quantità di energia richiesta per stirare o aumentare la superficie di un liquido di un'unità d'area.

**Azione capillare:** si suddivide in coesione e adesione. La coesione è l'attrazione tra molecole simili mentre l'adesione è l'attrazione tra molecole diverse.

**Viscosità:** misura della resistenza di un fluido al suo scorrere. I liquidi che presentano forti interazioni intermolecolari hanno una maggiore viscosità.

**Tensione di vapore:** massima pressione di vapore (pressione di vapore misurata al punto di equilibrio) che un liquido possa avere ad una data temperatura.

**Calore molare di vaporizzazione:** misura di quanto le molecole siano legate insieme in un liquido, energia necessaria per vaporizzare una mole di un liquido.

**Temperatura di ebollizione:** temperatura alla quale la tensione di vapore è uguale alla pressione esterna. È direttamente proporzionale al calore molare di vaporizzazione.

**Temperatura critica:** temperatura oltre la quale la forma gassosa di una sostanza non può essere liquefatta indipendentemente dall'entità della pressione esercitata. Alla temperatura critica corrisponde la pressione critica.

**Proprietà colligative:** dipendono solamente dal numero di particelle di soluto e non dalla loro natura. Sono l'abbassamento della tensione di vapore, innalzamento ebullioscopico ( $\Delta T_{eb} = K_{eb}m$ ), abbassamento crioscopico ( $\Delta T_c = K_c m$ ), pressione osmotica.

**Pressione osmotica:** pressione necessaria per bloccare il processo di osmosi  $\pi = MRT$ , è direttamente proporzionale alla concentrazione della soluzione. Applicando una pressione maggiore rispetto alla pressione osmotica è possibile far avvenire l'osmosi inversa, utile per esempio per la desalinizzazione dell'acqua.

**Colloide:** dispersione di particelle di una sostanza attraverso un mezzo di dispersione di un'altra sostanza. Le particelle di colloide hanno dimensioni maggiori rispetto alle particelle di soluto e inoltre un colloide non è omogeneo come lo è una soluzione.

**Fattore di van't Hoff:** moli di particelle derivanti dal soluto/moli di soluto. Utilizzato come fattore di correzione per le proprietà colligative nel caso di soluzioni elettrolitiche nelle quali si ha la completa dissociazione degli ioni della molecola iniziale.

**Equilibrio chimico:** situazione nella quale le velocità di reazione diretta ed inversa sono uguali e le concentrazioni dei reagenti e dei prodotti non variano. È un processo dinamico ed è dunque uno stato in cui non si osservano variazioni osservabili nel tempo.

**Costante di equilibrio:** grandezza che correla le concentrazioni dei reagenti e dei prodotti nella legge di azione delle masse. Se  $K \gg 1$  allora l'equilibrio è spostato a dx e favorisce i prodotti, se invece  $K \ll 1$  l'equilibrio è spostato a sx e favorisce i reagenti. È una grandezza adimensionale.

**Equilibrio omogeneo:** si applica a reazioni nelle quali tutte le specie chimiche si trovano nella stessa fase. Se si considerano prodotti e reagenti gassosi la costante di equilibrio può anche essere espressa attraverso le loro pressioni parziali.

**Equilibrio eterogeneo:** in reazioni nelle quali reagenti e prodotti si trovano in fasi diverse. Nella costante di equilibrio omogeneo non vengono considerate le concentrazioni di composti allo stato solido o liquido in quanto sono grandezze costanti e possono venire inglobate nella costante di equilibrio.

**Quoziente di reazione:** si calcola considerando solamente le concentrazioni iniziali. Confrontandolo con la costante di equilibrio è possibile predire in che direzione procederà la reazione.

**Principio di Châtelier:** se viene apportata una perturbazione esterna ad un sistema all'equilibrio il sistema cerca di ristabilire l'equilibrio riorganizzandosi in modo che la perturbazione venga minimizzata. Se varia la concentrazione, il volume, la pressione l'equilibrio si sposta mentre se varia la temperatura cambia il valore della costante di equilibrio (aumento di temperatura in reazione endotermica  $K$  aumenta, diminuzione di temperatura in reazione esotermica  $K$  aumenta). Aggiungendo un catalizzatore si raggiunge più velocemente l'equilibrio ma non si hanno variazioni.

**Coppia coniugata acido-base:** la base coniugata di un acido di Brønsted è la specie risultante dalla rimozione di un protone dall'acido, viceversa un'acido coniugato è il risultato dell'addizione di un protone ad una base di Brønsted.

**pH:** logaritmo negativo della concentrazione di ioni idrogeno. Il pH neutro deriva dalla concentrazione di ioni idrogeno all'equilibrio nella reazione di autoionizzazione dell'acqua. Per evitare errori dovuti ad un comportamento non ideale si sostituiscono le concentrazioni con le attività che, in una soluzione ideale, hanno lo stesso valore. Nella scala pOH si considera il logaritmo negativo della concentrazione di ione ossidrilico.

**Costante di ionizzazione acida/basica:** costante di equilibrio per la ionizzazione di un acido/base. Maggiore è il suo valore, maggiore è la forza dell'acido o della base in questione.

**Percentuale di ionizzazione:** è un'altra misura della forza di un acido ed è definita come concentrazione di acido ionizzato all'equilibrio/concentrazione iniziale di acido il tutto moltiplicato per 100.

**Effetto ione comune:** l'effetto di uno ione in comune è lo spostamento dell'equilibrio causato dall'aggiunta di un composto avente uno ione in comune con la sostanza disciolta. La presenza di uno ione in comune diminuisce la ionizzazione di un acido debole o di una base debole. [Il prodotto ionico diventa maggiore del prodotto di solubilità]

**Soluzione tampone:** soluzione di un acido debole o una base debole ed il suo sale. Tale soluzione ha la capacità di resistere a variazioni di pH a seguito dell'aggiunta di piccole quantità di acido o base. Una soluzione tampone deve contenere una concentrazione piuttosto grande di acido per reagire con qualsiasi ione ossidrilico che possa essere aggiunto alla soluzione. La capacità tamponante dipende dalla quantità di acido e base coniugata che costituiscono il tampone.

**Prodotto di solubilità (equilibrio nelle soluzioni):** in una soluzione satura è possibile scrivere una costante di equilibrio per la dissociazione del soluto. Il valore di questa costante di equilibrio, chiamata prodotto di solubilità [prodotto delle concentrazioni degli ioni costituenti ciascuno elevato al proprio coefficiente stechiometrico nell'equazione di equilibrio], indica la solubilità di un composto ionico: minore è il suo valore, meno solubile è tale composto in acqua. È possibile utilizzare il prodotto ionico [concentrazioni iniziali] per determinare se una soluzione è satura, non satura o se produrrà un precipitato.

**Ione complesso:** reazioni acido-base di Lewis in cui un catione metallico reagisce con una base di Lewis portano alla formazione di ioni complessi. Può essere quindi definito come uno ione che contiene un catione centrale metallico legato a una o più molecole o ioni. I metalli di transizione hanno una particolare tendenza a formare ioni complessi. La costante di formazione, ovvero la costante di equilibrio della formazione di uno ione complesso, misura la tendenza di uno ione metallico a formare uno ione complesso: maggiore è il suo valore, più stabile è lo ione complesso.

**Entropia:** misura di come è dispersa l'energia di un sistema tra i diversi possibili modi in cui un sistema può contenere energia. È una misura della casualità o disordine di un sistema: maggiore è l'entropia, maggiore è la dispersione e dunque il disordine. È correlata al logaritmo naturale del numero di microstati ovvero  $S = k \ln W$ .

**Entropia standard:** viene calcolata attraverso metodi calorimetrici ed è definita come l'entropia assoluta di una sostanza a 1 atm e 25 °C. La sua unità di misura è J/K.

**Secondo principio della termodinamica:** l'entropia dell'universo aumenta in un processo spontaneo e rimane invariato in un processo all'equilibrio.

**Entropia standard di reazione:** è la variazione di entropia in una reazione condotta a 1 atm e 25 °C ed è data dalla differenza delle entropie standard fra prodotti e reagenti.

**Terzo principio della termodinamica:** l'entropia di una sostanza perfettamente cristallina è zero allo zero assoluto di temperatura.

**Energia libera di Gibbs:** è l'energia disponibile per compiere lavoro. È definita come  $G = H - TS$  ed è una funzione di stato. Se  $\Delta G < 0$  si ha una reazione spontanea nella

direzione diretta, se  $\Delta G=0$  la reazione è all'equilibrio, se  $\Delta G>0$  la reazione come è scritta non è spontanea ma la sua inversa lo è.

**Energia libera standard di reazione:** variazione per una reazione che si verifica in condizioni standard.

**Energia libera standard di formazione:** variazione di energia libera che si verifica quando 1 mole di composto viene sintetizzata a partire dai suoi elementi nei loro stati standard. L'energia libera standard di formazione di un elemento nella sua forma allotropica più stabile 1 atm e 25 °C è zero.

**Reazione accoppiata:** si utilizza una reazione termodinamicamente favorevole per farne avvenire una sfavorevole. Tale principio è utilizzato nei sistemi viventi per garantire le reazioni con  $\Delta G^\circ$  positivi (non spontanee).

**Elettrochimica:** studio dell'interconversione tra energia chimica ed energia elettrica.

**Processi elettrochimici:** processi che coinvolgono il trasferimento di elettroni tramite un circuito esterno e non attraverso uno scambio diretto come invece avviene nelle comuni reazioni redox.

**Cella galvanica:** apparato sperimentale utilizzato per generare corrente elettrica mediante l'uso di una reazione spontanea.

**Potenziale standard di riduzione  $E^\circ$ :** differenza di potenziale associata ad una reazione di riduzione che avviene ad un elettrodo quando tutti i soluti hanno concentrazione 1 M e tutti i gas si trovano a 1 atm. Il potenziale di riduzione standard dell'elettrodo di idrogeno viene fissato a zero. Il valore del potenziale può essere usato per prevedere la spontaneità di una reazione redox: un suo valore positivo favorirà la formazione di prodotti all'equilibrio mentre un valore negativo favorirà i reagenti.

**Potenziale elettronico standard:** potenziale associato ad una data reazione quando tutti i suoi componenti sono nel loro stato standard.

Tutti i potenziali elettronici standard si riferiscono alle semireazioni scritte come riduzioni.

**Elettrolisi:** l'energia elettrica viene utilizzata per dar luogo ad una reazione non spontanea; scissione di una sostanza per effetto dell'energia elettrica.

**Composto di coordinazione:** formato da uno ione complesso e un controione. Uno ione complesso contiene un catione metallico centrale legato ad una o più molecole o ioni.

**Leganti:** molecole o ioni che circondano il metallo in uno ione complesso.

**Atomo donatore:** atomo di un legante direttamente legato all'atomo di metallo.

**Numero di coordinazione:** numero di atomi che circondano l'atomo centrale del metallo in uno ione complesso. A seconda del suo valore si identificano monodentati, bidentati e polidentati (chelanti).

**Stereoisomeri:** composti costituiti dallo stesso tipo e numero di atomi legati nella stessa sequenza ma con diversi arrangiamenti spaziali.

**Isomeri geometrici:** stereoisomeri che non possono essere intercambiati senza la rottura di un legame chimico (isomeria cis-trans).

**Isomeri ottici:** immagini speculari non sovrapponibili (chiralità).