

Sommario

Soluzioni colloidali.....	2
Colloidi liofobi e liofili.....	3
Colloidi reversibili ed irreversibili	4
Stabilità delle soluzioni colloidali.....	6
Effetto Tyndall	7

Soluzioni colloidali

I sistemi eterogenei veri e propri sono caratterizzati da un'eterogeneità facilmente osservabile. Se però consideriamo una sospensione in un liquido di particelle solide, è facile comprendere che una suddivisione spinta della fase solida, in modo che le particelle di questa si avvicinino alle dimensioni molecolari, corrisponde ad un passaggio graduale del sistema eterogeneo ad uno omogeneo. Tra questi due estremi esiste un sistema disperso, intermedio, per il quale si osservano proprietà differenti da quelle dei sistemi fino ad ora considerati.

Un colloide è una sostanza che si trova in uno stato finemente disperso, intermedio tra la soluzione omogenea e la dispersione eterogenea. Questo stato **microeterogeneo** consiste quindi di due fasi: una sostanza di dimensioni microscopiche dispersa in una fase continua. Le proprietà caratteristiche dei sistemi dispersi sono parzialmente attribuibili alla grandissima superficie delle particelle, cui corrisponde un sovrappiù di energia rispetto a un sistema formato da particelle più grossolane.

Dimensione particella		
$D < 10^{-9} \text{ m (1 nm)}$	$10^{-9} \text{ m (1 nm)} \leq D \leq 10^{-6} \text{ m (1 } \mu\text{m)}$	$D > 10^{-6} \text{ m (1 } \mu\text{m)}$
Soluzione omogenea	Soluzione colloidale	Soluzione eterogenea

La differenza con una semplice soluzione consiste nel fatto che questa è un sistema omogeneo contenente ioni o molecole di soluto disperse in un solvente, libere di muoversi le une rispetto alle altre; risultano limpide, sottostanno alle leggi dell'ebullioscopia e crioscopia, ed hanno tensione di vapore e pressione osmotica regolari. I sistemi colloidali, invece, si presentano torbidi, non seguono le precedenti leggi e presentano tensioni di vapore e pressione osmotica non regolari.

Il mezzo nel quale il colloide si trova prende il nome di **mezzo disperdente**, mentre il colloide costituisce la **fase dispersa**. Il sistema formato dal mezzo disperdente e dal colloide è detto, alquanto impropriamente, **soluzione colloidale**. Più piccole sono le particelle, maggiore è il **grado di dispersione** del sistema, da intendersi come il rapporto fra la superficie della fase dispersa e il suo volume. Se le particelle sono sferiche ed uniformi, il grado di dispersione risulta inversamente proporzionale al raggio delle particelle.

Tipi di dispersioni colloidali			
Fase dispersa	Fase continua	Nome	Esempi
Liquido	Gas	Aerosol liquido	Nebbia, spray liquidi
Solido	Gas	Aerosol solido	Fumo, particolato, polvere
Gas	Liquido	Schiuma	Schiuma da barba, panna montata
Liquido	Liquido	Emulsione	Latte, maionese, sangue
Solido	Liquido	Sol	Pasta dentifricia, Au o AgI colloidali
Gas	Solido	Schiuma solida	Polistirene o poliuretano espansi, aerogel
Liquido	Solido	Gel	Opale, formaggio
Solido	Solido	Sospensione solida	Plastiche pigmentate, vetro, leghe metalliche

Colloidi liofobi e liofili

I colloidi possono essere suddivisi in **liofobi** e **liofili**, in funzione della minore o maggiore affinità tra fase dispersa e mezzo disperdente; se questo è costituito da acqua, si usano generalmente i termini **idrofilo** ed **idrofobo**.

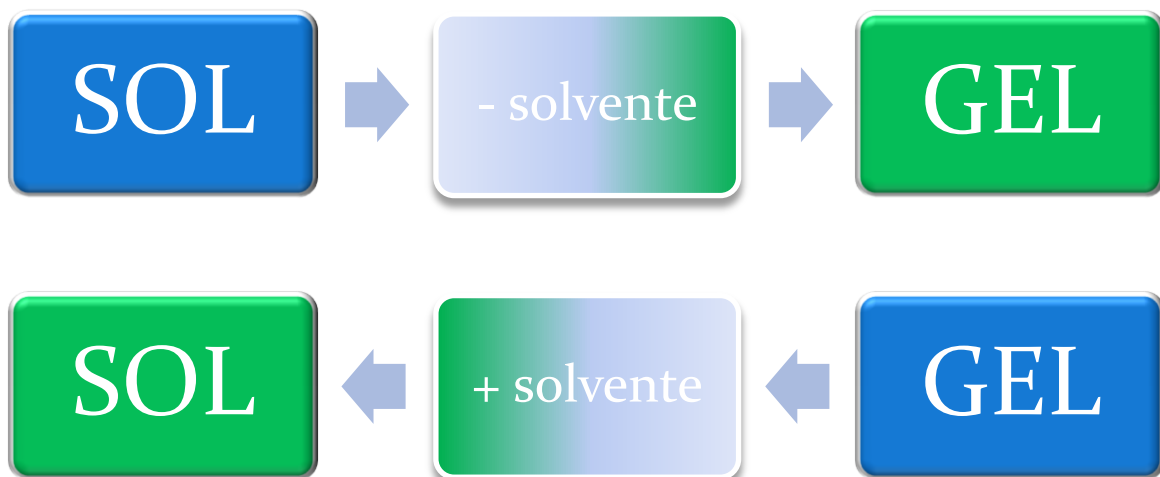
In particolare, i colloidi liofobi sono sistemi colloidali caratterizzati da scarsa affinità tra la fase dispersa e quella disperdente, per cui risultano instabili e tendono a dar luogo ad una separazione di fase nel tempo. Esempi di colloidi liofobi sono rappresentati dalle soluzioni colloidali di elementi quali oro, argento, mercurio, zolfo e da composti quali solfuri metallici, alogenuri di argento ed idrossidi di ferro o alluminio. In genere i colloidi liofobi sono **colloidi micellari**, cioè ognuna delle particelle (micelle) è formata da un insieme di più unità elementari (atomi, molecole, gruppi di ioni) uguali fra loro.

I colloidi liofili sono invece caratterizzati da elevata affinità tra fase dispersa e fase disperdente, per cui questi sistemi colloidali possono considerarsi omogenei. Esempi di colloidi liofili sono rappresentati dalle soluzioni di molti polimeri naturali (gomma, amido) o sintetici (nylon, polietilene), in ambito biochimico da soluzioni quali quelle formate dalle proteine, dai polisaccaridi e dagli acidi nucleici, e ancora dalle soluzioni dei saponi e dei detergenti sintetici. I colloidi liofili sono generalmente **colloidi molecolari**, cioè ogni

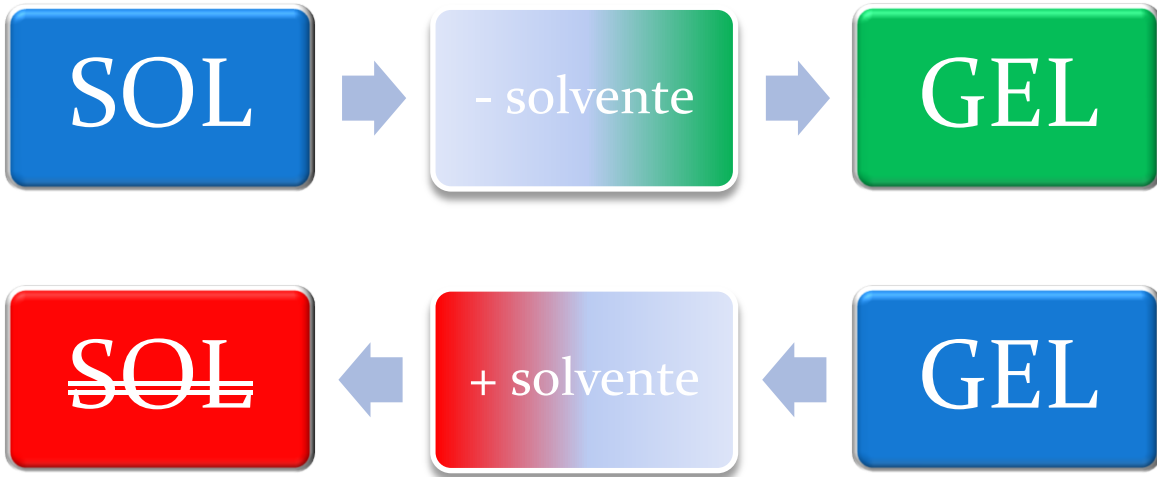
particella è costituita da un'unica grande molecola, di solito organica, le cui dimensioni sono dello stesso ordine di quelle delle particelle esistenti nelle soluzioni colloidali.

Colloidi reversibili ed irreversibili

Se si evapora una soluzione di cloruro di sodio o di zucchero, resta un residuo che è capace di sciogliersi nuovamente nel medesimo solvente originando una soluzione identica alla prima. Ciò si verifica anche nel caso di alcune soluzioni colloidali, per esempio nel caso della colla o della gelatina, sostanze che, usando come disperdente l'acqua, originano spontaneamente soluzioni colloidali. Per aggiunta di solvente, questo tipo di sistemi colloidali il coagulo (*gel*) è in grado di ripristinare la soluzione (*sol*) ed è perciò detto reversibile; in generale, è costituito da colloidi liofili.

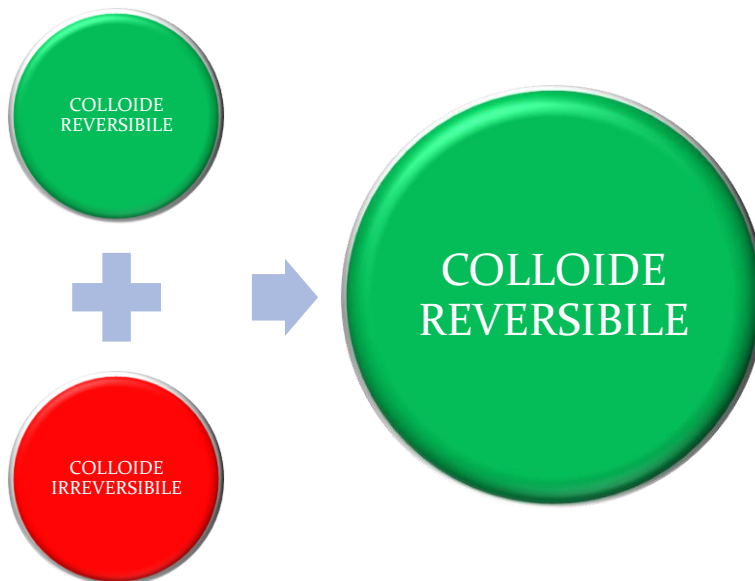


I coaguli ottenuti invece con altri colloidi, per esempio con soluzioni colloidali di metalli o di alogenuri d'argento, non possiedono la proprietà di ritornare in soluzione quando sono nuovamente posti a contatto con il solvente. Il coagulo non è più capace di ripristinare la soluzione, dando origine a sistemi irreversibili; questi sono essenzialmente a base di colloidi liofobi.



I colloidi liofilici sono meno sensibili alla precipitazione per mezzo di elettroliti. Questo tipo di colloidi trattiene, infatti, un certo numero di molecole del mezzo disperdente e ciò rende più difficile la coagulazione. Avviene così che il sistema perde la sua stabilità e origina il gel solo se si neutralizza la carica elettrica e contemporaneamente si rimuovono le molecole del mezzo disperdente assorbite. L'albumina di uovo può essere, presa come esempio. Le sue particelle, disperse in acqua, possono essere disidratate con aggiunta di alcol e la carica può essere neutralizzata con un elettrolita; la coagulazione avviene però unicamente quando vengono effettuate ambedue le rimozioni.

Anche i colloidi irreversibili possono essere resi reversibili con l'aggiunta di un colloide reversibile. Questo colloide protettore impedisce l'unione delle particelle del colloide liofobo ricoprendolo di uno strato di sostanza liofila e impartendo al sistema complessivo le proprietà di reversibilità.



L'azione protettiva dei colloidali reversibili è utilizzata anche nelle pellicole e carte fotografiche, dove la gelatina (colloide liofilo, quindi reversibile) tiene in sospensione, all'interno della propria massa, i cristalli di AgX (colloide liofobo, quindi irreversibile).

Stabilità delle soluzioni colloidali

Le particelle colloidali sono fornite di carica elettrica; questa proprietà può essere agevolmente dimostrata introducendo nella soluzione due elettrodi tra i quali si è stabilita una differenza di potenziale. Si osserva in questo modo che le particelle sono sottoposte a un movimento migratorio; al contrario però di quanto avviene nell'elettrolisi delle soluzioni ordinarie, le particelle colloidali migrano tutte o verso l'anodo o verso il catodo. Questo fenomeno si chiama **cataforesi** o **elettroforesi**.

La direzione nella quale le particelle si muovono indica il segno della loro carica elettrica. Particelle di metalli, zolfo, trisolfuro di arsenico, acido silicico, amido si muovono generalmente verso l'anodo, sono quindi cariche negativamente; l'idrossido ferrico e gli altri idrossidi metallici si muovono invece verso il catodo e sono quindi carichi di elettricità positiva.

A volte però, cambiando il liquido dispersore, cambia la direzione di migrazione delle particelle, ciò indica naturalmente che è cambiato il segno della carica elettrica posseduta. Questo non è quindi caratteristico della natura delle particelle ma dipende anche dal liquido dispersore. Anche il numero delle cariche elettriche trasportate dalle particelle non dipende, in generale, dalla natura delle particelle stesse.

Il fatto che le particelle colloidali possiedono tutte cariche elettriche del medesimo segno dà ragione della stabilità di queste soluzioni. A seguito del continuo movimento di agitazione, le particelle dovrebbero urtarsi e quindi riunirsi in particelle di maggiori dimensioni e cadere al fondo. Per effetto della carica elettrica di uguale segno le particelle invece si respingono rendendo più difficile la loro coagulazione.

La carica elettrica delle particelle colloidali può essere attribuita a differenti cause, tali però da provocare sempre o guadagno o perdita di elettroni. Se il colloide ha proprietà acide o basiche, la carica può essere attribuita a normali processi di ionizzazione, i quali possono, naturalmente, interessare solo le molecole che si trovano in superficie.

Poiché la carica elettrica delle particelle colloidali è uno dei fattori che concorrono a stabilizzare il sistema, la sua neutralizzazione faciliterà la precipitazione. Per neutralizzare le cariche si possono aggiungere alla

soluzione degli elettroliti; in tal modo vi sarà attrazione tra particelle colloidali e ioni di segno opposto. Per cattura di un numero sufficiente di ioni la carica elettrica delle particelle colloidali sarà neutralizzata. Questa condizione è definita come punto isoelettrico della soluzione colloidale e ne fissa il minimo di stabilità.

La precipitazione di un colloide può essere anche ottenuta aggiungendo un'altra soluzione colloidale in cui le particelle possiedono una carica elettrica di segno opposto a quello della prima soluzione.

Effetto Tyndall

Se un sottile raggio di luce è introdotto in una camera perfettamente buia, si osserva che il raggio è reso visibile nel suo cammino dalle particelle di polvere sospese che divengono, a loro volta, centri di emissione di luce. Se l'aria è pura, il fenomeno non si verifica e si dice che lo spazio percorso dal raggio è otticamente vuoto. L'insieme dei fatti osservati costituisce l'effetto Tyndall che può essere considerato come indicativo della presenza di particelle sospese.



Tutte le soluzioni colloidali mostrano questo fenomeno, il che indica la presenza di particelle disperse; le soluzioni vere sono invece otticamente vuote.

L'effetto Tyndall è un evento comune che si manifesta anche nelle emulsioni fotografiche, dove la diffusione della luce aumenta al diminuire della lunghezza d'onda. Di questo fenomeno si tiene conto nella disposizione degli strati fotosensibili delle carte fotografiche per ottimizzare la nitidezza dell'immagine.

Moto browniano

Sull'effetto Tyndall è basato l'ultramicroscopio per l'osservazione di particelle troppo piccole perché siano visibili con un microscopio ordinario. Osservando all'ultramicroscopio una soluzione colloidale si nota che le particelle disperse si muovono continuamente in modo disordinato. Questo fenomeno, già noto, fu interpretato correttamente per la prima volta dal botanico R. Brown (1827) osservando una sospensione di polline in acqua ed è quindi normalmente indicato col nome di *moto browniano*.

Le particelle colloidali subiscono simultaneamente numerosi urti da parte delle molecole del liquido, ma, data la piccolezza delle particelle stesse, difficilmente può avvenire che questi urti si compensino completamente. Le particelle sono così soggette a impulsi di differente intensità e direzione che provocano appunto il movimento disordinato osservato. L'intensità del movimento aumenta con il diminuire della grandezza delle particelle e cessa quando le particelle sono di una grandezza al limite della visibilità dei microscopi ordinari (10^{-6} m).

