

21. DISPERSIONI

D. Le *dispersioni* sono sistemi costituiti da due fasi, aventi proprietà particolari che li distinguono dalle miscele eterogenee e dalle miscele omogenee. In esse, una fase interna, o *fase dispersa*, è suddivisa in una fase esterna, o *fase disperdente*.

Per convenzione, si considerano *soluzioni* i sistemi in cui le particelle *disciolte* nel solvente hanno dimensioni lineari inferiori a 1 nm; si considerano *dispersioni* i sistemi in cui le particelle della *fase dispersa* hanno dimensioni lineari comprese tra 1 nm e 100 nm. Quando le particelle sono più grosse si è in presenza di una miscela eterogenea, di cui abbiamo già parlato.

Tab.21/1. Dispersioni

<i>mezzo disperso</i>	<i>mezzo disperdente</i>	<i>denominazione</i>	<i>esempio</i>
solido	solido	dispersione solida	vetri colorati
solido	liquido	dispersione colloidale	sangue
solido	gas	fumo	ammonio cloruro
liquido	solido	emulsione solida	salgemma
liquido	liquido	emulsione	lubrificanti emulsionati
liquido	Gas	aerosole	nebbia
gas	solido	schiuma solida	resine espanse
gas	liquido	schiuma	schiuma di un detergente

21.1. Dispersioni colloidali

D. Dette anche *colloidi* o *soli*, sono le dispersioni di *solidi in liquidi* e possiedono caratteristiche intermedie tra quelle delle soluzioni e quelle delle sospensioni. Quando il mezzo disperdente è l'acqua si chiamano *idrosoli*; quando è un solvente organico, *organosoli* (*alcosoli*, *benzensoli*, ecc.).

R. Come si possono distinguere le dispersioni dalle soluzioni e dalle sospensioni?

D. Nelle *soluzioni* le particelle del soluto sono invisibili anche al microscopio ed è impossibile separarle da quelle del solvente mediante filtrazione. Nelle *sospensioni* le particelle sospese sono spesso visibili

anche ad occhio nudo, tendono a sedimentare e si possono separare mediante filtrazione.

Le particelle *disperse* sono invisibili al microscopio ma sono individuabili con l'*ultramicroscopio* (in cui il dispositivo di illuminazione è ortogonale al campione) avendo dimensioni tali da diffondere la luce. E' questo l' *effetto Tyndall*, da John Tyndall, fisico irlandese, 1820-1893.

Una dispersione appare limpida ad un osservatore che si trova sulla linea del raggio luminoso ma nell'*ultramicroscopio* compare l'effetto Tyndall e si osserva uno sciame di corpuscoli luminosi su sfondo nero, in movimento disordinato per i continui urti tra le particelle della fase dispersa e quelle della fase disperdente, detto *moto browniano* perché studiato per la prima volta dal naturalista scozzese Robert Brown (1773-1858) e successivamente da Albert Einstein.

* Le particelle disperse attraversano i pori della carta da filtro ma possono essere trattenute, secondo le dimensioni, da particolari membrane plastomeriche a pori calibrati, paragonabili a vagli muniti di fori tanto piccoli da trattenere le relativamente grandi particelle della fase dispersa.

* Le particelle disperse, a differenza delle sospensioni, non sedimentano; in molti casi è però possibile separarle dal mezzo disperdente mediante centrifugazione spinta (*ultracentrifugazione*, > 60 000 ag/min) o per filtrazione sotto pressione attraverso membrane dai pori piccolissimi (*ultrafiltrazione*).

* Le particelle disperse, aventi un rapporto superficie/massa molto grande, possono adsorbire ioni caricandosi di elettricità. In un campo elettrico, le particelle positive migrano verso il polo negativo (*cataforesi*) e quelle negative verso il polo positivo (*anaforesi*). Il processo, chiamato *elettroforesi*, è largamente utilizzato nelle analisi cliniche per la separazione di varie sostanze, possibile per la loro diversa velocità di migrazione, che dipende dalle dimensioni e dalla carica elettrica.

* Le particelle disperse possono aggregarsi in particelle sempre più grandi e separarsi dalla fase disperdente, con la scomparsa dei moti browniani (*coagulazione*, o *flocculazione*). Il prodotto della coagulazione si chiama *gele* (*idrogele*, *alcolgele*, ecc.), una massa solida apparentemente omogenea ma contenendo ancora più o meno grandi quantità della fase disperdente. La flocculazione può essere provocata dall'invecchiamento

(come per le vernici), da agenti fisici come il riscaldamento (es: coagulazione dell'albumina durante la cottura di un uovo) e chimici, come l'aggiunta di elettroliti.

* Le soluzioni si ottengono rapidamente per semplice contatto tra soluto e solvente. Le dispersioni colloidali si formano invece attraverso vari stadi; in genere la fase solida, a contatto con la fase liquida, in un primo tempo si rigonfia e forma una dispersione liquida soltanto quando si raggiunge una opportuna diluizione.

21.2. Colloidi liofobi

Sono dispersioni, in genere non molto stabili, in cui la fase dispersa nel liquido è costituita dal solido suddiviso in particelle ancora troppo grosse per formare una vera e propria soluzione. Quando la fase disperdente è l'acqua si chiamano colloidi *idrofobi*. Tra fase disperdente e fase dispersa non si stabiliscono forze di attrazione per cui i colloidli liofobi si ottengono con difficoltà mediante vari sistemi, per esempio utilizzando gli ultrasuoni o la macinazione spinta del solido nei *mulini colloidali*.

La viscosità dei colloidli liofobi è praticamente uguale a quella della fase disperdente.

I colloidli liofobi sono irreversibili; dopo la flocculazione, non ritornano in dispersione per semplice mescolanza con la fase liquida.

Esempi. a) Quando si invia una corrente di acido solfidrico in una soluzione diluita e fredda di tricloruro di arsenico, si forma una dispersione gialla di trisolfuro di arsenico in acqua. A caldo, il trisolfuro di arsenico si separa in fiocchi.

b) I metalli si possono disperdere producendo un arco voltaico tra due elettrodi del metallo immersi in acqua; le dispersioni possiedono colorazioni caratteristiche.

c) L'oro colloidale forma aggregati di oltre un milione di atomi.

d) Lo zolfo colloidale forma aggregati di oltre mille molecole S_8 .

21.3. Colloidi liofili

Sono dispersioni in cui la fase dispersa nel liquido è costituita da *macromolecole*, cioè molecole con elevata massa molecolare, come ad esempio quelle delle proteine e dei plastomeri incapaci, proprio per le

grandi dimensioni, di formare vere soluzioni. Quando la fase disperdente è l'acqua si chiamano colloidi *idrofil*.

Esempio. La massa molecolare relativa dell'emoglobina dispersa nel sangue è 67 000 e quelle di alcuni virus raggiungono il miliardo.

Nei colloidi liofil, tra fase disperdente e fase dispersa si stabiliscono forze di attrazione: le particelle disperse si *solvatano*, legando molecole della fase disperdente alla loro superficie: viene così impedita la flocculazione. La preparazione dei colloidi liofil è quindi relativamente facile. I colloidi liofil sono reversibili. Il passaggio da sole a gele (*pectizzazione*) prende il nome di *coagulazione* quando la quantità di fase disperdente trattenuta dal gele è relativamente piccola; quando è grande si parla di *gelatinizzazione*. Il passaggio inverso, da gele a sole, è detto *peptizzazione*.

Esempio. Quando si acidifica una dispersione limpida di sodio silicato, si separa un idrogele di acido silicico, contenente forti quantità di acqua. Opportunamente essiccata, la gelatina forma una massa granulare (*silicagel*), usata come disidratante, assorbendo anche grandi quantità di acqua e vapor d'acqua pur rimanendo solido. A differenza di altri disidratanti, essendo un colloid reversibile, il silicagel può essere rigenerato più volte mediante essiccamento a 100-110°C.

La viscosità dei colloidi liofil è notevolmente maggiore di quella della fase disperdente, da cui l'uso come addensanti.

Esempio. Alcuni addensanti per uso alimentare e industriale: acidi alginici, alginati alcalini, alcalino-terrosi e organici, agar, carragenine (tutti ricavati da alghe); farina di semi di carrubo, tamarindo, guar; gomme adragante e arabica, pectina, eteri cellulosici.

Alcuni colloidi liofil sono assorbiti dalla superficie dei colloidi liofobi impedendone la flocculazione e vengono perciò chiamati *colloidi protettori*.

Esempi. a) Le pellicole fotografiche sono rivestite con una dispersione liofoba di alogenuri di argento, insieme a colloidi liofil protettori.

b) Nel latte la caseina si trova dispersa nell'acqua e coagula per azione degli acidi o di particolari enzimi (usati nella fabbricazione dei formaggi). La coagulazione spontanea è rallentata dalla presenza di albumina, un colloid protettore. La quantità di albumina nel

latte di donna è superiore a quella presente nel latte vaccino; il latte di donna coagula più difficilmente, il coagulo è più fine e quindi più digeribile. E' noto che non si possono alimentare i neonati con latte vaccino se non dopo averlo sottoposto ad opportuni trattamenti.

c) Per valutare un colloide protettore si misura il suo *numero d'oro*, milligrammi di sostanza liofila i quali, aggiunti a 10 ml di una dispersione acquosa allo 0,005 5 % di Au (*sole d'oro*) ne impediscono la coagulazione quando si aggiunge 1 ml di soluzione al 10 % di NaCl.

R. Toh. *Sole d'oro* è un termine scientifico! Credevo fosse usato soltanto dai parolieri delle canzonette.

21.4. Colloidi micellari

D. Sono dispersioni di grosse molecole in cui sono presenti aggruppamenti liofili e liofobi; per questo motivo tendono ad aggregarsi in particelle più grandi (*micelle*) in cui i gruppi liofili sono orientati verso la fase disperdente. Le particelle disperse sono solvate, cioè rivestite da uno strato di molecole della fase disperdente.

Esempio. Gli anioni dei saponi (sali di sodio di acidi grassi ad alta massa molecolare) sono lunghe catene $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$ aventi una estremità idrofila e una estremità lipofila; nelle loro dispersioni in acqua formano micelle.

21.5. Dialisi

D. La dialisi è la separazione di particelle di diverse dimensioni disperse o disciolte in un liquido. I *dializzatori* sono costituiti da tubicini di plastica immersi nella dispersione/soluzione e attraversati da una corrente di solvente. Le particelle disciolte, come ioni e piccole molecole, diffondono attraverso i pori calibrati del plastomero, vengono asportate e la soluzione risultante si chiama *diffusato*. Le particelle disperse non passano attraverso i pori della membrana, si accumulano nel recipiente e la dispersione risultante è detta *dializzato*.

Esempio. Nei reni, i prodotti di rifiuto del metabolismo (ioni e piccole molecole) vengono allontanati per dialisi. Nella *emodialisi* il sangue prelevato da una arteria è costretto da una pompa ad attraversare un dializzatore a tubi capillari percorsi da una

soluzione salina e, così depurato, viene riciclato in una vena. I corpuscoli del sangue e le proteine (costituite da grosse molecole) non attraversano i pori del materiale plastico.

21.6. Emulsioni

D. Le emulsioni sono dispersioni di liquidi in liquidi. Quando uno dei liquidi è l'acqua, si classificano in *emulsioni O/W* (olio disperso in acqua, come ad esempio il latte) ed *emulsioni W/O* (acqua dispersa in olio, come ad esempio il burro).

Secondo le dimensioni lineari delle particelle disperse le emulsioni si classificano in *macroemulsioni* ($10 \div 1 \mu\text{m}$) bianco latte; *microemulsioni* ($1 \div 0,1 \mu\text{m}$), bianco azzurrognole; *ultramicroemulsioni* ($< 0,1 \mu\text{m}$), da opalescenti a traslucide. Quando il diametro delle particelle disperse è inferiore a $0,05 \mu\text{m}$ le emulsioni sono trasparenti.

Le emulsioni sono in genere poco stabili poichè le goccioline del liquido disperso tendono a riunirsi in gocce via via più grandi fino alla separazione dei due liquidi (*coalescenza* o «*rottura*» dell'emulsione). Per stabilizzare le emulsioni si usano particolari tensioattivi, detti *emulsionanti*, che riducono la tensione interfacciale tra le due fasi liquide

Esempio. Il numero di emulsione di un olio lubrificante è il numero di secondi richiesto dall'olio per separarsi dall'acqua quando, emulsionato con vapore, lo si lascia in riposo in condizioni standard.

R. Perchè è possibile preparare la maionese senza l'aggiunta di emulsionanti?

D. L'emulsionante è presente in uno degli ingredienti ed è la lecitina delle uova.

R. Le profumerie sono stracolme di ogni genere di lozioni, tinture, creme, latti, pomate, geli e shampoo. Quali sono le differenze tra queste categorie di prodotti?

D. Le *lozioni* sono soluzioni idroalcoliche o idrogliceroliche di estratti vegetali, estratti biologici, prodotti chimici.

Esempi. a) Le lozioni *per pelli secche* contengono un umettante naturale, presente nella nostra pelle, l'acido 2-azolidinoico.
b) Le lozioni *per pelli grasse* sono in genere inefficaci perchè il fenomeno non entra nel campo della cosmetologia ma della medicina.
c) Le lozioni *prebarba* sono soluzioni alcoliche astringenti: fanno erigere i peli flettendo i muscoli a ciò preposti.
d) Le lozioni *abbronzanti* contengono idrossiacetone. Le lozioni *antisolari*, invece, contengono sostanze (benziliden-canfora, etile 4-metossicinnamato, olio di germe di grano) che agiscono come filtri delle radiazioni UV.

Le *tinture* sono preparazioni liquide risultanti dall' estrazione con etanolo, o altri solventi, di droghe vegetali o animali.

Le *creme cosmetiche* sono emulsioni olio/acqua (creme grasse) o soluzioni acquose addensate (creme magre) o anche prodotti semisolidi privi di acqua, a base di esteri e alcoli superiori. I *latti cosmetici* sono creme fluide.

Le *pomate*, o *unguenti*, sono preparazioni solide o semisolide; le *pomate emollienti* sono costituite da un eccipiente oleoso incorporante ammorbidenti, lenitivi, sbiancanti.

I *geli* sono dispersioni acquose di macromolecole, come ad esempio carbossimetilcellulosa, gomme e mucillagini vegetali. Uno di essi, il *glicerolato d'amido*, non è un composto chimico ma una miscela di amido e glicerolo.

Gli *shampoo* sono soluzioni acquose di tensioattivi e altre sostanze. Gli shampoo cosiddetti *delicati* spesso non sono altro che comuni shampoo più diluiti. L'industria dei cosmetici, oltre a proporci l'acquisto di sempre nuovi e mirabolanti prodotti per lavare i capelli, ci sottopone anche al lavaggio del sottostante cervello, spingendoci ad usare lo shampoo ogni giorno, in contrasto con le raccomandazioni dei cosmetologi che conoscono l'azione delipidificante dei tensioattivi.

21.7. Altre dispersioni

* *Dispersioni solide* (solidi dispersi in solidi). Esempi di dispersioni solide sono i vetri opalescenti (il mezzo disperso è calcio fluoruro o altri sali), i vetri colorati, alcune leghe metalliche e alcune pietre preziose (il mezzo disperso è un metallo o un ossido metallico).

Esempi. Il rubino (rosso), lo zaffiro (azzurro), il topazio (giallo) e lo smeraldo (verde), sono varietà di corindone (ossido di alluminio, incolore).

* *Fumi* (solidi dispersi in gas). Quando si avvicinano i colli di due bottigliette contenenti rispettivamente ammoniaca e acido cloridrico conc. e si soffia, si forma un fumo bianco, dispersione di ammonio cloruro solido in aria. Il fumo dei camini è una dispersione in aria di particelle di carbonio provenienti dalla combustione del carbone, degli oli combustibili e di altri materiali organici.

* *Emulsioni solide* (liquidi dispersi in solidi). Molti minerali, come il salgemma, occludono piccole quantità di acqua in minutissime goccioline, sono cioè delle emulsioni solide. La presenza di acqua provoca un crepitio quando si riscalda un cristallo di tali minerali.

* *Aerosoli*. (liquidi dispersi in gas). La nebbia è un *aerosole*, dispersione di minutissime goccioline di acqua nell'aria, e così i prodotti spray (insetticidi, profumi, ecc.). Lo *smog* è un insieme di fumo (*smoke*) e nebbia (*fog*).

* *Schiume* (gas dispersi in liquidi). Si incontrano comunemente anche nella vita domestica, formandosi durante l'uso di detersivi. Nelle lavabiancheria e nelle lavastoviglie le schiume sono dannose, per cui gli appositi detersivi contengono prodotti antischiumogeni.

* *Schiume solide* (gas dispersi in un solidi). Esempi di schiume solide sono le *resine espanse*, polimeri leggerissimi e ottimi coibenti, in cui sono disperse minuscole bollicine di aria o altri gas.