

## 18. SISTEMI A PIU' COMPONENTI

**D.** Occupiamoci ora dei sistemi a due o più componenti; alcuni hanno nomi particolari.

Tab. 18/1. Classificazione dei sistemi a due o più componenti.

	<i>sistemi eterogenei</i>	<i>sistemi omogenei</i>
solidi + solidi		soluzioni solide
solidi + liquidi	sospensioni	soluzioni
liquidi + liquidi		soluzioni
liquidi + gas		soluzioni
gas + gas	(non esistono)	miscele gassose

### 18.1. Sistemi eterogenei tra solidi

**D.** In questi sistemi le fasi si possono distinguere ad occhio nudo o al microscopio.

*Esempi.* a) Il granito, una roccia costituita dai minerali quarzo, feldspato potassico, biotite e plagioclasio. b) La sabbia di una spiaggia. c) Un terreno aurifero. d) Il sale delle saline.

\* *Preparazione.* Si realizza mescolando i componenti in svariate apparecchiature. In laboratorio si usano i *mortai* e i *mulini a sfere*.

\* *Separazione delle fasi.* Si realizza con vari metodi.

*Ventilazione.* La miscela polverizzata viene investita da una corrente di gas: le particelle più leggere vengono proiettate più lontano di quelle più pesanti. Si prepara in questo modo zolfo molto puro per usi di laboratorio, chiamato appunto *zolfo ventilato*.

*Levigazione.* La miscela viene investita da una corrente di acqua: le particelle più leggere vengono trascinate dal liquido. E' il sistema usato dai mitici cercatori d'oro.

*Flottazione.* E' un processo di arricchimento dei minerali, ridotti in granelli e trattati con soluzioni di tensioattivi schiumogeni, in cui si insuffla aria; ogni granello di minerale viene avvolto dalle molecole del tensioattivo, portato in superficie e separato meccanicamente dal materiale inerte.

*Lisciviazione.* Consiste nel trattare la miscela con acqua o altri solventi in cui alcuni componenti si disciolgono e altri no; la parte insolubile viene separata dalla soluzione con vari sistemi. Quando viene condotta lasciando il miscuglio di solidi in contatto prolungato con il liquido si chiama *macerazione*; la macerazione eseguita a caldo prende il nome di *digestione*. *Estrazione con solvente.* E' una lisciviazione in cui la miscela in polvere viene ripetutamente trattata con solvente sempre fresco, in apparecchiature chiamate *estrattori* nei quali, con modeste quantità di solvente, si possono estrarre anche grandi quantità di sostanze solubili. Il dispositivo più diffuso nei laboratori è l'estrattore di Soxhlet.

*Setacciatura.* Con i setacci (reti metalliche o di altri materiali) e i *vagli*, o *crivelli* (lastre forate) si separano le particelle di varia granulometria. L'unità di misura non SI dei setacci e dei vagli è il *mesh*, numero di aperture al pollice lineare di superficie setacciante.

Tab. 18/2. Mesh.

mesh	10	20	30	40	50	100	200
mm <sup>(*)</sup>	2,00	0,84	0,59	0,42	0,30	0,15	0,07
cm <sup>2(**)</sup>	13,4	62	116	220	425	1560	6200

(\*) Apertura maglia. (\*\*) Numero di maglie per centimetro quadrato.

## 18.2. Sistemi eterogenei tra solidi e liquidi (o sospensioni)

\* *Preparazione.* Si realizza mescolando le due fasi in recipienti muniti di pale rotanti o rotanti essi stessi (come ad es. le betoniere).

\* *Separazione delle fasi.* Si realizza con vari sistemi.

*Decantazione o sedimentazione.* La miscela si lascia in riposo in modo che la fase solida possa depositarsi sul fondo del recipiente; l'operazione è lenta e dipende da molti fattori quali la forma, le dimensioni e la densità delle particelle solide, la densità e la viscosità del liquido.

**R.** Sul referto di un esame del sangue ho trovato il termine VES che mi sembra abbia a che fare con la decantazione. Che cosa rappresenta esattamente?

**D.** VES significa *velocità di eritrosedimentazione*, velocità con cui la parte corpuscolata del sangue si separa dalla parte liquida (plasma). Si determina indirettamente ponendo un campione di sangue, reso incoagulabile, in tubi graduati, alla temperatura di 22 °C. Dopo un'ora e dopo due ore viene letta l'altezza in millimetri della colonna di plasma e si calcola l'*indice di Katz* (Bernhard Katz, fisiologo inglese, 1911) con la formula

$$\frac{\text{mm dopo 1 h} + \text{mm dopo 2h}}{2}$$

2

I valori normali dell'indice di Katz sono 3÷7 mm per l'uomo e 7÷11 mm per la donna; un aumento della VES si verifica in alcuni stati patologici (es. tubercolosi, tumori) e nella gravidanza; la VES può diminuire in caso di pertosse. Ma torniamo alle nostre miscele.

*Centrifugazione.* E' una decantazione accelerata imprimendo al sistema una accelerazione centrifuga in apparecchiature chiamate *centrifughe*, simili alle familiari lavabiancheria. Le centrifughe industriali ruotano a velocità di 6 000÷10 000 ag/min; nelle *ultracentrifughe* si possono raggiungere 70 000 ag/min.

*Filtrazione.* Si realizza in apparecchiature più o meno complesse, di varia forma, un cui la sospensione è costretta ad attraversare materiali porosi come tessuti, reti metalliche, carta da filtro, lana di vetro, ecc. Nei laboratori si esegue negli imbuto di vetro o di polipropene. La velocità di filtrazione si può così calcolare

$$v = k S \Delta p / \eta s$$

dove  $S$  e  $s$ , superficie e spessore del filtro;  $\Delta p$ , differenza di pressione sopra e sotto il filtro;  $\eta$ , viscosità del liquido;  $k$ , coefficiente che dipende dal materiale filtrante.

Ne deriva che una filtrazione è più veloce: a) Usando un filtro a pieghe (aumenta  $S$ ). b) Operando a caldo (diminuisce  $\eta$ ). c) Esercitando una pressione sopra il filtro o diminuendo la pressione sotto il filtro; nei laboratori chimici si opera in un *imbuto di Buchner* inserito in una *bevuta codata* collegata con una pompa aspirante.

### 18. 3. Sistemi eterogenei tra liquidi

**R.** Come si comportano due liquidi quando vengono mescolati?

**D.** Quando la solubilità reciproca è *totale* si forma una miscela omogenea (una sola fase liquida). In questa soluzione i termini solvente e soluto sono intercambiabili.

Due liquidi *parzialmente miscibili* A e B, quando vengono mescolati, con il riposo formano due strati: una soluzione satura di A in B e una soluzione satura di B in A. La concentrazione delle due soluzioni dipende dalla temperatura.

*Esempio.* Acqua e anilina sono poco miscibili alla temperatura ambiente ma le loro solubilità reciproche aumentano con l'aumentare della temperatura; a 80 °C, per esempio, si forma uno strato di acqua contenente il 10 % m/V di anilina e uno strato di anilina contenente il 17 % m/V di acqua (tabb. 18/3 a e b).

**R.** Che cosa significano solvente e soluto? Cosa significa soluzione satura? Cosa significa % m/V?

**D.** Come vedremo più avanti, in una soluzione (miscela omogenea) il solvente è la sostanza che scioglie ed il soluto la sostanza disciolta. Una soluzione è satura quando, ad una certa temperatura, contiene disciolta la massima quantità possibile di soluto. % m/V significa parti in massa di soluto contenuti in 100 parti in volume di soluzione.

Tab. 18/3 a. Composizione dello strato acquoso.

°C	0	40	80	120	160	165
% anilina	1	5	10	20	35	40

Tab. 18/3 b. Composizione dello strato di anilina.

°C	0	40	80	120	160	165
% acqua	2	8	17	28	45	60

Alla temperatura di 165 °C, scompaiono i due strati la miscela risulta omogenea. Al di sopra di 165 °C, dunque, acqua e anilina sono totalmente miscibili.

**R.** E' possibile prevedere se un liquido è miscibile con un altro e se una sostanza solida è solubile o insolubile in un solvente?

**D.** Approssimativamente sì, tenendo presente una regola empirica: il simile discioglie il suo simile.

In genere, i *liquidi polari* non sono miscibili con i liquidi non polari.

*Esempio.* L'acqua (polare) ed il tetraclorometano (apolare) sono immiscibili essendo più forti i legami che si stabiliscono tra molecole della stessa specie di quelli che potrebbero stabilirsi tra molecole di specie diversa.

Quando i liquidi sono entrambi polari, o entrambi apolari, è facile che si verifichi miscibilità totale o parziale.

*Esempi.* a) L'etanolo e l'acqua, polari, sono totalmente miscibili, stabilendosi legami idrogeno etanolo-acqua.

b) Il tetraclorometano è totalmente miscibile con esano, pure non polare, perchè i legami di van der Waals tra le loro molecole hanno all'incirca la stessa energia.

Nei *solidi covalenti* (es. diamante, silice) le forze che tengono uniti gli atomi sono tanto elevate da rendere queste sostanze insolubili in tutti i solventi. I *solidi molecolari* (non polari o poco polari, in cui le molecole sono unite da deboli legami di van der Waals) sono solubili in molti solventi apolari, essendo l'energia dei legami soluto-solvente dello stesso ordine di grandezza di quelli soluto-soluto e solvente-solvente. I *solidi ionici* sono insolubili nei solventi apolari ma sono, alcuni molto altri poco, solubili in acqua: gli ioni che si trovano alla superficie del cristallo vengono aggrediti, strappati ed avvolti da un alone di molecole d'acqua.

#### **18.4. Soluzioni**

**D.** Sono sistemi omogenei che presentano una sola fase liquida; possono essere costituite da una *miscela di due o più liquidi* (esempio acqua ed etanolo), da *solidi disciolti in liquidi* (esempio acqua zuccherata) e da *gas sciolti in liquidi* (esempio acqua minerale frizzante). In una soluzione, la sostanza disciolta prende il nome di *soluto* mentre il liquido in cui è disciolto il soluto si chiama *solvente*. La solubilità di un soluto in un solvente non è illimitata: per ogni coppia solvente/soluto, ad una determinata temperatura, la soluzione non può più «accogliere» nuovo

soluto: si dice allora che la soluzione è *satura*. Torneremo sull'argomento. Diamo un cenno, qui, alle cosiddette soluzioni solide.

## 18.5. Soluzioni solide

**D.** Sono sistemi omogenei costituiti da due o più sostanze, in rapporto variabile, che presentano una sola fase solida. Si possono paragonare alle miscele di due liquidi totalmente miscibili come acqua-alcole, benzene-toluene, ecc.

*Esempio.* Due o più composti sono detti *isomorfi* quando hanno la stessa forma cristallina e analoga costituzione chimica. Sono isomorfi e formano cristalli rombici i solfati di zinco, magnesio e nichelio; sono isomorfi e formano cristalli monoclini i solfati di ferro(II), manganese e cobalto. Da una soluzione contenente sali isomorfi in rapporti variabili, per cristallizzazione, si ottengono *cristalli misti*, anch'essi in rapporti variabili ma non separabili con mezzi meccanici. Si tratta anche in questo caso di soluzioni solide.

Nelle soluzioni solide *sostituzionali* alcuni atomi del reticolo cristallino di un elemento sono sostituiti con atomi di un altro elemento.

*Esempio.* Nelle leghe oro-argento sono presenti, nello stesso reticolo cristallino, atomi di oro e atomi di argento, a caso, secondo le percentuali dei due componenti.

Nelle soluzioni solide *interstiziali* gli atomi di un componente si dispongono negli interstizi del reticolo cristallino di un altro.

*Esempio.* Soluzioni solide interstiziali si trovano negli acciai, nei quali gli atomi di carbonio, più piccoli di quelli del ferro, si dispongono negli interstizi del reticolo cristallino del ferro.

I metalli possono formare tra loro veri e propri composti chimici, detti *composti intermetallici* (per esempio  $\text{Ca}_3\text{Mg}_4$ ), dalla composizione costante e quindi aventi un determinato punto di fusione. Le soluzioni solide hanno invece composizione variabile e punto di fusione che dipende dalla composizione.

**R.** Gli ottoni sono semplici miscele di rame e zinco o composti chimici tra i due elementi?

**D.** Sono *leghe metalliche*. Le norme UNI (4398) definiscono le leghe «materiali metallici costituiti da un *metallo base*, in percentuale preponderante, e da altre sostanze *alliganti* opportunamente aggiunte». Gli *alliganti fondamentali* (metalli o anche non metalli e semimetalli come B, C, Si) conferiscono alla lega le sue peculiari caratteristiche; gli *alliganti secondari* vengono aggiunti alla lega per modificare qualche sua proprietà. Nelle leghe si possono trovare cristalli di un metallo accanto a cristalli di un altro, *composti intermetallici, soluzioni solide*. Le caratteristiche tecnologiche delle leghe sono superiori a quelle dei metalli puri, per la formazione di legami tra gli atomi dei componenti, più forti di quelli che si stabiliscono tra atomi della stessa specie.

Così ad esempio, gli ottoni contenenti dal 20 al 30 % di zinco sono più duri del rame; lo 0,07 % di calcio rende il piombo più duro e lo 0,001 % di boro conferisce all'acciaio una grande attitudine alla tempra. Può anche verificarsi il contrario. Ad esempio, lo 0,1 % di bismuto rende l'oro fragile; il platino è inattaccabile dall'acido nitrico ma non lo sono le leghe platino-argento.

■ Le *ghise* sono leghe ferro-carbonio contenenti oltre l'1,5 % di C e anche Mn, Si, P, S. Si ottengono per riduzione dei minerali di ferro con carbone coke, in presenza di fondenti, negli altiforni o in forni elettrici. Si usano in fonderia e per produrre gli acciai. Le *ferroleghe* sono leghe contenenti elevate percentuali di elementi quali manganese, cromo, silicio, vanadio, titanio, wolframio, molibdeno e altri elementi; si usano per produrre acciai speciali.

Gli *acciai* sono leghe ferro-carbonio contenenti dallo 0,05 % di C (*acciai extradolci*) allo 0,85 % di C (*acciai extraduri*). Si producono fondendo miscele di ghise, rottami e minerali di ferro e nei *convertitori*, in cui viene insufflato ossigeno nella ghisa fusa. Gli *acciai al carbonio* contengono gli elementi provenienti dalla ghisa (Mn, Si, P, S) in percentuali più basse; con l'aumentare della percentuale di carbonio aumentano la durezza e la resistenza a trazione mentre diminuisce la resilienza.

Gli *acciai legati* contengono altri elementi oltre a quelli presenti negli acciai al carbonio; così ad esempio, gli *acciai al molibdeno* hanno grande resistenza all'usura e alta resistenza alla trazione; gli *acciai al nichelio* sono duttili e malleabili ed hanno alta resistenza a trazione; gli *acciai inox* contengono Cr, Ni, Mo e altri elementi e sono resistenti agli agenti atmosferici e chimici; gli *acciai rapidi* contengono V, Cr e W

(conservando la loro durezza anche ad alte temperature, si usano per fabbricare utensili che lavorano ad alta velocità, da cui il nome ).

Gli *ottoni* sono leghe rame-zinco contenenti non meno del 50 % di Cu, con o senza aggiunta di altri elementi.

I *bronzi* sono leghe rame-stagno; i *bronzi di alluminio* sono leghe rame-alluminio.

Le *leghe leggere* sono leghe di alluminio con Mg, Zn, Cu, Si e altri metalli; le *leghe ultralegere* sono leghe del magnesio con alluminio e altri metalli.

Le *leghe fusibili* sono leghe aventi temperature di fusione inferiore a 100 °C, usate ad esempio negli impianti antincendio automatici. Così ad esempio, la lega di Wood ( 8 p. Pb, 5 p. Bi, 4 p. Sn, 3 p. Cd) fonde a 68°C; la lega avente la più bassa temperatura di fusione (15 °C) è una lega gallio-stagno al 12 % di stagno.

Gli *amalgami*, o *amalgame*, sono leghe solide o liquide del mercurio con altri metalli (Au, Ag, Cd, Sn, ecc.), usate in odontotecnica.

**R.** Metallizzazione e metallidazione sono sinonimi?

**D.** La *metallizzazione* è il rivestimento di un materiale non metallico con un sottile strato metallico, realizzato per elettrolisi in soluzione acquosa, per trattamento con sali metallici o meccanicamente, operando sotto vuoto.

La *metallidazione* è un procedimento per la produzione di leghe sulla superficie di un metallo, mediante elettrolisi in sali fusi, in cui il catodo è il metallo ricevitore.

**R.** Un tempo, quando una persona mostrava vistosamente il suo stupore, si diceva: «E' rimasta di princisbecco». Che cosa è il princisbecco?

**D.** Oro falso, una lega Cu-Sn-Zn; il suo strano nome è una deformazione di quello dell'inventore, certo Pinchbeck. Una curiosità: anticamente, Bologna era un centro di produzione di oggetti di oro falso, da cui il verbo «sbolognare».

**R.** Nella vita quotidiana si parla di oggetti di ferro e di fogli di stagnola. Sono costituiti da ferro e da stagno puri?



**D.** No. Chiamiamo comunemente *ferro* le leghe ferrose: ghise e acciai. Esagerando un po', un istruttore di scuola guida scandiva, mostrando un pistone: «Questo è un pezzo di ferro d' acciaio.»...

La *stagnola*, un tempo, era prodotta per laminazione dello stagno, ora sostituito con l' alluminio.

**R.** Che cosa significano acciaio C 35 e acciaio X 10 CrNi 1808?

**D.** Gli *acciai non legati* si designano facendo seguire, alla lettera C, un numero rappresentante la percentuale di carbonio moltiplicata per 100. L' acciaio C 35 è quindi un acciaio comune contenente in media lo 0,35 % di carbonio.

Gli *acciai legati* si designano con la lettera X, seguita da un numero rappresentante la percentuale di carbonio moltiplicata per 100, dai simboli dei leganti e da numeri che rappresentano le loro percentuali nella lega. Perciò, l' acciaio X 10 CrNi 1808 è un acciaio inox contenente, in media, lo 0,1 % di carbonio, il 18 % di cromo e l'8 % di nichelio.

Gli *acciai debolmente legati* si designano con un numero rappresentante la percentuale di carbonio moltiplicata per 100, seguita dal simbolo del legante e dalla sua percentuale moltiplicata per 4 (per Co, Cr, Mn, Ni, Si, W), per 10 (per Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr), per 100 (per N, P, S), per 1000 (per B). Così ad esempio, acciaio 20 Mn 5 è una lega ferro-carbonio contenente in media 0,2 % di C e  $5/4 = 1,25$  % di Mn.

**R.** Da un quotidiano: «Sono state trafugate preziose filiere in platino-radio». Possibile?

**D.** Qualcuno ha definito il refuso uno spiritello maligno; in questo caso, la sostituzione di una «o» con una «a» ha trasformato un elemento platinoide, il rodio, in un rarissimo elemento radioattivo.

Altri refusi incontrati su giornali e riviste: «Nell' Adriatico, l' eutrofizzazione provoca la formazione di acido solforico, gas di odore disgustoso» [acido solfidrico, ndr]. «Nel vino sono presenti acidi volubili» [volatili, ndr]. «Il radon è un gas emesso dalla radio».