

## ACQUA COME SOLVENTE E IN SOLUZIONE:

la polarità delle molecole di acqua è responsabile della capacità dell'acqua a comportarsi come **solvente**.

Le sue molecole polari infatti tendono a scindere le molecole che sono unite con **legami ionici** cioè legami chimici che comportano la reciproca attrazione tra atomi con carica opposta .

### Soluzione con ionizzazione

Il cloruro di sodio (il comune sale da cucina) è una molecola che è formata da sodio-ione positivo e cloro-ione negativo : esso ha una formula che può essere così scritta NaCl o meglio Na<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>. I cristalli di cloruro di sodio sono dunque strutture ordinate di ioni in forme geometriche tridimensionali .

In acqua gli **ioni** Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> si “sciogliono” perché tra i due ioni si interpongono le molecole di acqua polari e cioè Na<sup>+</sup>---d-OH<sub>2</sub>d<sup>+</sup>----Cl<sup>-</sup> --- H<sub>2</sub><sup>d+</sup>O<sup>d-</sup> ---- Na<sup>+</sup>---- d-OH<sub>2</sub> <sup>d+</sup>----Cl<sup>-</sup> --- H<sub>2</sub><sup>d+</sup>O<sup>d-</sup> ----

Il fenomeno si chiama **dissociazione elettrolitica**.

### Soluzione senza ionizzazione

Molte sostanze polari come lo zucchero sono facilmente solubili in acqua senza dare ioni --- H<sub>2</sub><sup>d+</sup>O<sup>d-</sup> ---- zucchero--- H<sub>2</sub><sup>d+</sup>O<sup>d-</sup> ---- zucchero--- H<sub>2</sub><sup>d+</sup>O<sup>d-</sup> ----

mentre i grassi che non sono polari non sono nemmeno facilmente solubili ( lo zucchero è detto **idrofilo** mentre il grasso o le cere sono **idrofobe**) ciò è importantissimo per i sistemi viventi e per i loro meccanismi biologici.

La solubilità in acqua delle diverse sostanze si misura in grammi di soluto in 100 grammi di solvente ( ad esempio in acqua lo zucchero è 67g/100 e l'ossigeno è 0,004 g/100) o 100 ml di solvente

Particolare è la soluzione colloidale in cui il solvente è formato da agglomerati di macromolecole cariche ( latte, sangue, limo del fiume ...).

### Soluzioni sature

Il parametro che ci permette di stabilire le condizioni in cui si forma una **soluzione satura** è la solubilità che è diversa da composto a composto . Superato il limite di solubilità si osserva un iniziale intorbidamento della soluzione dovuto alla formazione di aggregati reticolari ( piccoli cristalli) del composto. Col passare del tempo la forza di gravità trascina verso il basso le particelle le quali formano un deposito detto **precipitato**. Una soluzione satura si può ottenere anche per evaporazione del solvente.

Una soluzione satura ha valori diversi di solubilità a temperature diverse quindi lo zucchero ha una solubilità di 170g/100 ml di soluzione a 0° mentre ha una solubilità di 204 g/100 a 20° e 260 g/100 a 50°

### Soluzioni in natura

Il potere solvente dell'acqua è importante per il trasporto delle sostanze nutritive nell'uomo (sali minerali, oligoelementi, sostanze organiche) che nelle piante (N: azoto,P:fosforo, K:potassio)

In natura le soluzioni più importanti sono :

- soluzioni saline come l'acqua potabile, l'acqua marina ...
- soluzioni colloidali come il latte ed il sangue
- soluzioni solide come i cristalli e i minerali
- soluzioni gassose come l'aria

Acidità delle soluzioni:

Il valore della concentrazione di ioni idrogeno che conferisce il potere acido ad una soluzione è misurato con un parametro logaritmico chiamato pH.

I valori di pH variano da 1 a 6 per le soluzioni acide; da 8 a 14 per le soluzioni basiche; 7 è il valore della neutralità

### **Matematica... delle soluzioni :**

La composizione delle soluzioni segue regole percentuali: diverse per valori di soluto e solvente.

Unità di concentrazione	simbolo	soluto	soluzione
Percento massa/massa	% m/m	Grammi	100 g
Percento volume/volume	% V/V	Millilitri	100ml
Percento massa/volume	% m/V	Grammi	100 ml
Parti per milione	ppm	Milligrammi	1 litro
Parti per milione	ppm	Milligrammi	1 kg
Molarità*	M	<u>Moli*</u>	1 litro
Molalità	m	Moli	1 kg solvente
Normalità	N	<u>Grammo equivalente**</u>	1 litro

\*Mole è unità di misura nel Sistema Internazionale: equivale al peso molecolare della sostanza, espressa in grammi: una mole contiene sempre  $6,023 \times 10^{23}$  molecole (detto numero di Avogadro)

\*\*grammo equivalente : quantità di un elemento in grado di combinarsi con una mole di atomi di idrogeno (1,008 g) o mezza mole di molecole di ossigeno (8,000 g).

Il grammo equivalente chiamato anche equivalente chimico o peso equivalente, e si calcola dividendo il peso atomico di un elemento per la sua valenza:

Il sodio che ha valenza 1 e peso molecolare 22,99 ha peso equivalente  $22,99/1 = 22,99$

Il calcio che ha valenza 2 e peso molecolare 40,08 ha peso equivalente  $40,08/2 = 20,04$

Curiosità : se diluisco una certa quantità di sostanza in 100 ml, successivamente un ml di questa soluzione viene a sua volta diluito in 100 ml, continuando così, fino a quanto posso diluire la sostanza ?

Immagino di diluire una mole di acido solforico: il suo peso molecolare è 98 mentre sappiamo che 1 mole contiene  $6.022 \cdot 10^{23}$  molecole.

Se poniamo 9,8 g di ac.solf. in 100 ml di acqua, otteniamo la prima diluizione centesimale (1CH), che contiene  $6.022 \cdot 10^{21}$  molecole. Se ora preleviamo 1 ml da questa soluzione 1CH e, per aggiunta di acqua, portiamo il volume a 100 ml, otteniamo la seconda diluizione centesimale (2CH), che contiene  $6.022 \cdot 10^{19}$  molecole. Ripetendo l'operazione, si ha che una diluizione 11CH conterrà  $6.022 \cdot 10^1$  molecole. La successiva diluizione (12CH) conterrà 0.6022 molecole... ma poiché molecole decimali non esistono.. posso sostenere che è impossibile continuare le diluizioni perché manca uno degli elementi necessari , il soluto, per realizzare una soluzione.

(un simile calcolo è alla base di discussioni sui fautori e detrattori della medicina omeopatica che basa la preparazione dei suoi farmaci sul calcolo della loro diluizione.)

# IL COMPORTAMENTO DELL'ACQUA E DI DIVERSI LIQUIDI IN LABORATORIO

**osservare il comportamento di alcuni liquidi sottoposti a campo magnetico e studiare in modo sistematico la solubilità di liquidi diversamente polarizzati.**

L'interazione tra molecole può avere influenza non solo sul comportamento chimico ma anche sullo stato di aggregazione di una sostanza ( comportamento fisico) , sulla miscibilità dei liquidi e potere solvente, sulla coesione tra molecole e adesione a substrati diversi ( tensione superficiale), e non solo.....: sulla capacità termica, punto di ebollizione, tendenza a ionizzare sali, tendenza a cristallizzare in forme definite.....

**Utenza** : esperienza proposta a studenti del biennio

**Collocazione della esperienza** : è proposta al termine della unità didattica : dall'atomo ai legami : e sarà inserita come approfondimento della lezione relativa ai legami intermolecolari ( forze di Van der Waals , dipolo legame ad idrogeno) . La lezione teorica ,essendo conclusiva di una unità ,sarà stata proposta in forma dialogata , interattiva per una valutazione sintetica dei prerequisiti necessari per una buona operatività di laboratorio.

**Tempi per l'esperienza** : Il tempo necessario sarà di due ore nelle quali ad ogni studente sarà assegnato il banco di lavoro, preparerà il materiale occorrente, imposterà una breve mappa concettuale della esperienza ,opererà con metodo, imposterà la relazione conclusiva da consegnare .

## **Prerequisiti :**

aver acquisito le norme di sicurezza del laboratorio

aver analizzato il modello di atomo , caratteristiche degli elementi, significato della tavola periodica

aver capito i legami intramolecolari e saper definire la valenza attraverso l'uso della tavola periodica e la teoria di Lewis

Saper individuare un legame covalente polare distinguendolo da un legame covalente non polare

Conoscere i legami intermolecolari e comprendere la differenza con gli intramolecolari,

Saper scrivere semplici formule chimiche di struttura

Saper interpretare sinteticamente le differenza tra geometrie molecolari ( es: H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>) per spiegarne la differente polarità

## **Obiettivi :**

- Saper discutere in termini semplici il modello VSEPR
- osservare la proprietà polari di alcune molecole e il loro comportamento se sottoposte a campo magnetico
- analizzare la miscibilità di molecole polari in solventi polari e a apolari e viceversa elaborando una tabella con osservazioni.

## Contenuti :

- geometria delle molecole dell'acqua a confronto di molecole come acetone, alcool, olio, benzina ( la geometria delle molecole è indispensabile a spiegare la tendenza della cosiddetta " nuvola elettronica" a orientarsi verso una determinata parte inducendo polarità opposte e la formazione del dipolo)
- concetti di solubilità , miscibilità e evoluzione scientifica del modello empirico : " il simile scioglie il simile"

## Occorrente :

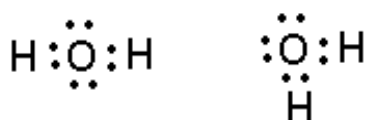
bacchetta di plastica ( bakelite), pezza di lana, bacchetta di vetro, pezza di seta, bacchetta di vetro, benzina, acetone, olio, alcool, sale, becher

**Procedimento** : Si riempiono burette rispettivamente con acqua, acetone, alcool, olio, benzina . Si apre il rubinetto della buretta permettendo l'uscita di un sottile filo di liquido : avvicinando una bacchetta di bakelite opportunamente elettrizzata con un panno di lana si può osservare facilmente che il liquido devia il suo percorso . Il fenomeno sarà riportato su opportuna tabella che classificherà molecole polari e non . Successivamente si miscelano acetone, alcool, olio e sale rispettivamente sia in acqua che in petrolio facendo osservazioni che saranno riportate in relativa tabella :

## Risultati ottenuti:

solvente analizzato	Avvicinando bakelite caricata (-), Il filo d'acqua viene attratto?	Avvicinando bacchetta vetro caricata (+) che succede al filo d'acqua?
acqua	si	Viene attratto
Acetone	si	Viene attratto
Alcool	si	Viene attratto
Olio	no	Non viene attratto
Benzina	no	Non viene attratto

	Acqua ha effetto solvente ?	Benzina ha effetto solvente ?
Acetone,	si	Si
alcool,	si	Pochissimo
olio	no	Si
sale	si	no

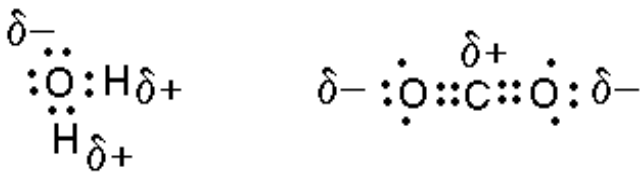


## Conclusioni e osservazioni :

il modello VSEPR è lo studio della geometria molecolare e ci spiega che molecole formate da legame covalente polare tra atomi diversi risentono delle forze di repulsione dei doppietti elettronici non condivisi . Esempio : l'acqua si può scrivere secondo Lewis con le due formule di struttura :

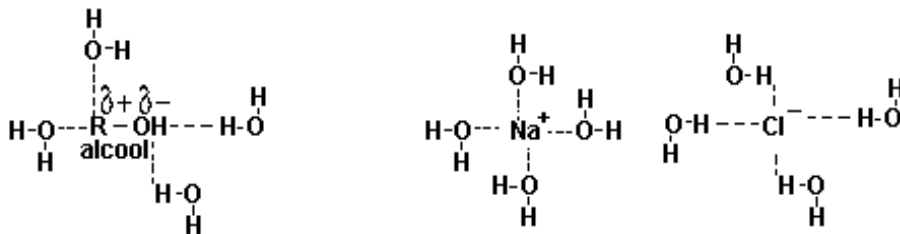
Sapendo che, per il tipo di legame covalente polare tra H ed O, l'idrogeno possiede una carica elettropositiva e l'ossigeno elettronegativa non si potrà che scegliere la formula di

struttura dell'acqua nella disposizione a dipolo e ciò per la forza di repulsione tra cariche. ( un esempio di molecola con legame covalente polare ma apolare per geometria è la anidride carbonica CO<sub>2</sub> rappresentabile con cariche opposte che si annullano)



L'esperienza ha mostrato che acqua, acetone, alcool sono polari mentre olio e benzina sono apolari perché non attratti da un campo magnetico e dunque le loro formule di struttura avranno geometrie adeguate (è possibile giungere alla definizione di molecola polare sia facendo previsioni circa la geometria molecolare come per l'acqua, sia attraverso l'osservazione empirica per prodotti con formule complesse). Si potrà anche dedurre che molecole organiche con gruppi funzionali caratteristici come l'alcool e l'acetone hanno tendenza a manifestare polarità tra il gruppo e resto della molecola mentre sostanze come olio o benzina formate da lunghe catene lineari non presentando centri di polarità.

La seconda esperienza è una conferma delle ipotesi della prima. Dopo aver definito, come prerequisiti lessicali, **solubilità** come massima quantità di soluto che si scioglie in un solvente e **miscibilità** la tendenza di alcune sostanze a formare miscugli omogenei con altre, posso valutare l'effetto solvente delle sostanze prese precedentemente in esame. :l'acqua è miscibile in acetone e alcool, ciò perché si creano legami intermolecolari (ad idrogeno) tra molecola diverse; l'acqua scioglie anche alcune molecole come sali ionici con



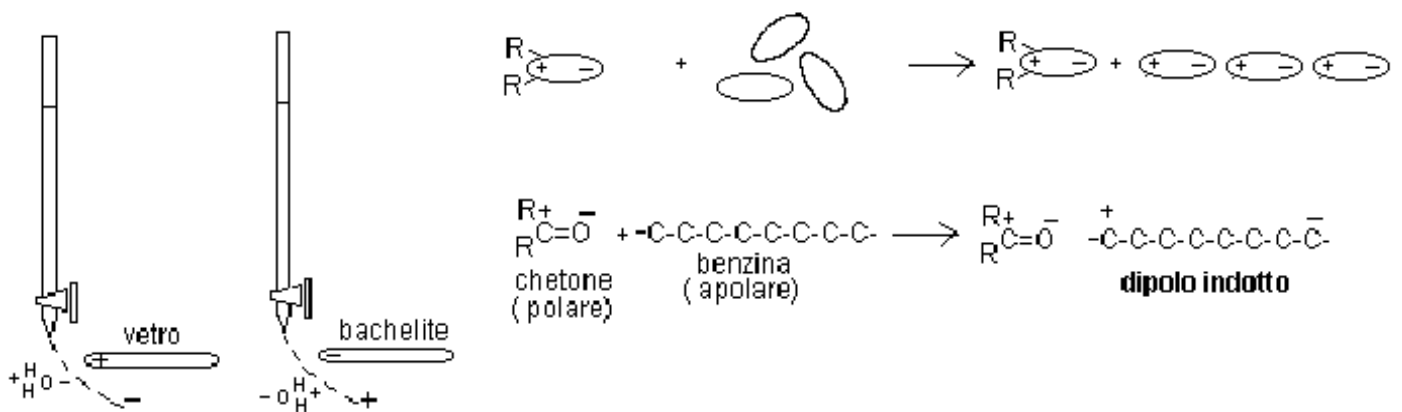
lo stesso meccanismo ( detto in questo caso di ionizzazione)

La benzina essendo apolare scioglie olio mentre ha pochissima efficacia su alcool (polare) e sale (ionico): si potrà anche meglio sostenere che miscelando sostanze non polari e polari, queste ultime si orientano formando legami tra di loro, favorendo la aggregazione spontanea delle rimanenti .....non polari.

Una simile trattazione e conclusione del tema lascia inespresse domande quali

- 1) perché il filo d'acqua si comporta allo stesso modo sia con bachelite elettrizzate negativamente e con vetro elettrizzato positivamente?
- 2) perché l'acetone polare ha una completa miscibilità in acqua (polare) e molto alta in benzina (apolare)?

Le risposte possono sintetizzarsi ricordando che i dipoli possono interagire sia tra loro creando legami reciproci ma possono anche indurre dipoli istantanei in molecole apolari ( è il caso della bacchetta che orienta la polarità dell'acqua o dell'acetone che crea dipoli istantanei nella benzina )



## NOTE SUI COLLOIDI E LIQUIDI COLLOIDALI

**COLLOIDI:** Sostanze chimiche possono essere grossolanamente disperse, colloidalmente disperse, molecolarmente disperse: lo stato colloidale è compreso tra 200 millimicron  $\mu$  e 1 millimicron  $\mu$  cioè  $10^{-7}$  cm

**COLLOIDI MOLECOLARI:** (differenza con preudocolloidi) Emicolloidi e eucolloidi

**DIALISI:** Procedimento per separare sostanze colloidali da sostanze non colloidali che utilizza una membrana detta dializzatrice. La soluzione da separare viene messa in contatto con solvente puro (es acqua distillata) attraverso la membrana.

**DIALIZZATORE:** Apparecchiatura che permette la realizzazione della dialisi e consiste in due recipienti (uno all'interno dell'altro), il più piccolo dei quali ha il fondo chiuso da una membrana dializzatrice e sarà riempito del miscuglio colloidale, il più grande conterrà solvente puro (es. acqua corrente che viene continuamente cambiata)

**DIALIZZATRICE:** Membrana che permette il passaggio delle sostanze non colloidali cristallizzabili e non lascia passare le sostanze colloidali - esempi sono le pergamene vegetali o animali - da non confondersi con MEMBRANA SEMIIMPERMEABILE

**ELETTRODIALISI:** La dialisi viene facilmente accelerata applicando una forza elettromotrice (vedi Elettroforesi)

**ELETTROFORESI** o Cataforesi:

**EMICOLLOIDI:** colloidi con peso molecolare non superiore a 10.000 (vedi eucolloidi)

**ESEMPI DI COLLOIDI NATURALI:** Albumina, Amido, Gomma

**EUCOLLOIDI:** colloidi con peso molecolare superiore a 10.000

**GEL:** colloidi sotto forme di gelatine precipitate in un solvente, idrogeli, alcolgeli..

**MEMBRANA SEMIIMPERMEABILE:** membrana che lascia passare solo il solvente e trattiene tutte le sostanze disciolte (è trattata bene nel capitolo dedicato alla pressione osmotica) in natura sono membrane semipermeabili, le pareti delle cellule,

in laboratorio si può preparare una membrana da

$\text{CuSO}_4$  (soluz. fatta gocciolare lentamente su...) +  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN}_6)]$  (soluz.)  $\rightarrow$   $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN}_6)$

il ferrocianuro di rame forma una membrana semiimpermeabile (cellula di Traube) che impedisce il passaggio ai due sali (con questa membrana si possono fare interessanti esperimenti sulla pressione osmotica)

**PREPARAZIONE DELLE SOLUZIONI COLLOIDALI:** 1) dispersione in liquidi (le colle es in acqua) -- 2) prep. di insolubili in assenza di ioni come solfuro arsenioso da ac. solfidrico + anidride arseniosa -- 3) per dialisi di cloruro ferrico che in soluzione idrolizza fortemente dando  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl}$ : l'effetto della dialisi è quello di separare l'acido cloridrico dal idrossido rosso-bruno e colloidale (in farmacia la sostanza si chiama ferro dializzato); l'idrossido ottenuto in questo modo è un colloide caricato positivamente e strutturalmente è molto diverso da idrossido ferrico ottenuto da sale di ferro più idrato alcalino che è caricato negativamente -- 4) polverizzazione elettrica -- 5) mediante ultrasuoni -- 6) uso di riduttori -- 7) uso di raggi ultravioletti

**PROCESSO COTTREL:** Sistema industriale per separare sostanze finemente suddivise (anche fumi)

esempio: il fumo passa attraverso due armature metalliche di un condensatore funzionando da dielettrico, le

particelle sospese si caricano per induzione e si scaricano depositandosi sulle pareti del dielettrico (la corrente usata è pulsante di 50.000 volt)

PSEUDO COLLOIDI: Aggregati o micelle di molte molecole semplici

SEPARAZIONE DEI COLLOIDI: Dialisi, Ultrafiltrazione, Ultracentrifugazione, Cottrel

SOL: soluzioni di colloidali in solvente es idrosoli, alcoololi

TIXOTROPIA: fenomeno per cui certi colloidali danno gel che si trasforma in sol per semplice azione meccanica esempio: si sospende 1 g di Bentonite (argilla finemente divisa-silicio)

in 20 cc di acqua e se si lascia riposare si ha una gelatina, se lo si agita diventa di nuovo liquida, infatti le particelle di bentonite esagonali formano una costruzione chimico fisica che trattiene il liquido disperdente ma che essendo estremamente instabile si distrugge per semplice azione meccanica come l'agitazione

TIPI DI COLLOIDI: Pseudocolloidi, Colloidi molecolari (emicoll. e euroll.) e si trovano nella forma gel e sol

ULTRAFILTRAZIONE: Si possono usare filtri di caolino per sterilizzazione che hanno pori di 0,0001 cm o quelli di carta da filtro da 0,001 cm che impregnati di uno strato di collodio diventano ultrafiltri

## L'ACQUA IN NATURA

L'acqua è la risorsa prima del nostro pianeta e attraverso lo studio di essa è possibile capire il concetto di natura e di ambiente come “ **sistema di relazioni**” tra :



Nel 1866 il biologo Ernst Haeckel coniò il termine **ecologia** (scienza che studia il rapporto tra organismi viventi e ambiente circostante attraverso una rete di interazioni reciproche definite con un approccio di tipo sistemico). Si giunse a studiare i cosiddetti “ **ecosistemi**” e cioè insiemi equilibrati ed in continua relazione costituiti da una componente vivente (biotica) e non vivente (abiotica) come materia inorganica ed energia.

Più ecosistemi formano **biomi** (grandi regioni geografiche) il cui insieme rappresenta la **biosfera**.

Un significativo connubio tra uomo e ambiente è stato proposto in **Architettura Organica** (vedi Bruno Zevi, Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto) i cui principi fondamentali sono tratti dalla natura e dalle leggi che la regolano.

Nella casa sulla cascata di Frank Lloyd Wright, l'edificio è inserito nel contesto naturale e **in relazione** con l'ambiente circostante



Nel 2002 a Johannesburg in Sudafrica si sono incontrati 189 paesi per discutere di :  
***SVILUPPO SOSTENIBILE E PRIORITA' PER L'AMBIENTE***  
***(secondo la Commissione Brundtland "lo sviluppo è sostenibile se soddisfa i bisogni delle popolazioni presenti senza compromettere le possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni")***

#### OSTACOLI ALLO SVILUPPO SOSTENIBILE

- Aumento della popolazione
- Povertà
- Uso indiscriminato delle risorse
- Mancanza di cultura

#### Emergenze del pianeta che riguardano i fattori abiotici

- Acqua** (risparmio, ricerca di nuove sorgenti, desalinizzazione, protezione risorse naturali) La mancanza d'acqua provoca problemi di igiene e di salute (4 uomini su 10 vivono in zone desertiche e nel 2025 saranno 5 su 10)
- Suolo** ( siccità e desertificazione, protezione contro inquinanti, difesa da eventi catastrofici)
- Aria/inquinamento** (riduzione fascia d'ozono, effetto serra, piogge acide, perdite di petrolio, prodotti chimici, deiezioni urbane ed industriali)
- Aria/clima** : (previsione dei cambiamenti climatici)
- Energia** : produzione , distribuzione e risparmio di energia



Emergenze del pianeta che riguardano i fattori biotici

- Guerre ( investimenti militari, riconversione industrie belliche, smaltimento ordigni nucleari, )
- Salute ( AIDS, sostituzione degli organi, nuove patologie)
- Cultura ( inquinamento culturale da TV e stampa, rapporto tra scienza/ fede e politica)