

Corso di Analisi Chimico-Farmaceutica e Tossicologica I (M-Z)

*Corso di Laurea in Chimica e Tecnologia Farmaceutiche
Facoltà di Farmacia e Medicina
Anno Accademico 2011/2012*

Dott. Giuseppe La Regina



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

*“Tu, disperato pilota, frangi ora fra gli scogli la mia
barca già stanca e squassata per tante tempeste!
A te accanto, mio amore! Oh schietto farmacista!
Efficace è la tua droga. Con questo bacio io muoio.”
W. Shakespeare. Giulietta e Romeo, Atto 5, Scena 3.*

Analisi Chimico-Farmaceutica e Tossicologica I

Rilevazione opinione studenti on-line (OPIS)

- Dal presente anno accademico gli studenti possono compilare il questionario relativo alla rilevazione delle opinioni sugli insegnamenti frequentati tramite il Sistema Infostud.
- Il questionario è anonimo, e per garantire ciò il format è gestito da un altro sistema che non ha le credenziali utenti.

Analisi Chimico-Farmaceutica e Tossicologica I

Rilevazione opinione studenti on-line (OPIS)

- Entrare in Infostud nel modo consueto, password e matricola.
- Nella barra inferiore appare una voce del menu “*Opinioni studenti*”.
- Si apre una schermata e va inserito il nome del docente e dell’insegnamento.
- Cliccare “*Ricerca*”.

Analisi Chimico-Farmaceutica e Tossicologica I

Rilevazione opinione studenti on-line (OPIS)

- Appare una schermata riassuntiva dei dati dell'insegnamento e alla voce “*Selezione*” cliccare per accedere a Rilevazione Opinioni Studenti.
- Inserire il codice di controllo che appare e proseguire.
- Segue una schermata con la scritta “*Vuoi compilare il questionario? Si – No*”.
- Lo studente può scegliere se compilarlo o meno indicando una delle due opzioni.
- In entrambi i casi lo studente rimane anonimo.

Analisi Chimico-Farmaceutica e Tossicologica I

Rilevazione opinione studenti on-line (OPIS)

- Sarà possibile compilare il questionario in un periodo “finestra” di 2-3 settimane (possibile dopo aver effettuato circa la metà delle lezioni), oppure prima della prenotazione all’esame, fuori dalla finestra temporale di valutazione.
- Il Nucleo di Valutazione della Facoltà invita a compilare il format delle domande completamente, accettando l’opzione “SI” perché la raccolta delle opinioni degli studenti rappresenta la modalità principale per monitorare la qualità dei corsi di studio e i servizi offerti.

Analisi Chimico-Farmaceutica e Tossicologica I

Rilevazione opinione studenti on-line (OPIS)

- E' importante che lo studente compili il questionario entro la finestra temporale prevista (durante lo svolgimento del corso), questo al fine di avere in tempo reale le opinioni e per poter effettuare in modo efficace il riesame del corso.

Esercitazioni di Laboratorio

Materiale acquistato dallo studente

- Matita vetrografica
- Quaderno di laboratorio
- Spugna
- Cartina indicatrice universale (pH 0-10 o 0-14)
- Filo di platino su bacchetta di vetro
- Camice

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- Si chiamano sostanze covalenti reticolari o solidi reticolari quelle sostanze solide che derivano dall'unione di atomi legati fra loro con legami covalenti polari o non polari in un reticolo tridimensionale esteso indefinitamente.
- Esempi di tale sostanze sono il diamante, il quarzo, ecc.
- Nel diamante ogni atomo di carbonio è legato ad altri 4 atomi di carbonio disposti a tetraedro, mediante legami covalenti non polari, in un reticolo esteso indefinitamente.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- Nel quarzo, SiO_2 , gli atomi di silicio sono legati agli atomi di ossigeno mediante legami covalenti polari.
- Le sostanze di questo tipo hanno proprietà molto diverse da quelle dei solidi molecolari.
- La loro fusione richiede la rottura di legami covalenti molto stabili e pertanto i solidi reticolari hanno temperature di fusione molto alte.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- Le sostanze covalenti reticolari sono caratterizzate anche da notevole durezza e sono praticamente insolubili nei comuni solventi, sia polari che apolari.
- Alcuni solidi hanno una struttura intermedia tra quella dei cristalli molecolari e quella dei solidi reticolari.
- Tali sostanze hanno spesso strutture cristalline a strati, cioè sono costituite da strati di atomi legati fra loro con legami covalenti ed estesi indefinitamente in 2 dimensioni.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- Un esempio di sostanze con struttura a strati è la grafite, che è costituita da strati, indefinitamente estesi, di atomi di carbonio, collegati fra loro da forze di Van der Waals.
- Gli atomi di ciascuno strato sono legati fra loro con legami covalenti, semplici o doppi.
- Tali sostanze sono generalmente poco dure e hanno caratteristiche intermedie tra quelle dei cristalli molecolari polari e quelle dei solidi reticolari.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- Esistono anche solidi cristallini aventi strutture intermedie tra quelle dei solidi ionici e quelle dei solidi reticolari.
- Appartengono a questo gruppo molti silicati minerali, che contengono aggregati di anioni silicati, indefinitamente estesi.
- Talvolta, l'aggregato di anioni è esteso indefinitamente in 2 dimensioni e forma così una struttura del tipo a strati.
- In altri casi, l'aggregato si estende indefinitamente in una sola dimensione e forma una struttura a catena.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- Le proprietà di tali silicati dipendono direttamente dalla loro struttura.
- Le miche, in cui gli atomi sono disposti a strati, mostrano una tendenza a sfaldarsi in scaglie o lamelle.
- L'amianto, che contiene anioni disposti a catena, mostra invece una caratteristica struttura filamentosa.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

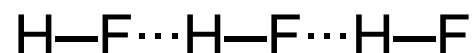
Il legame a idrogeno

- Molte sostanze che contengono atomi di idrogeno legati ad atomi piccoli e molto elettronegativi (es., H_2O , HF , ecc.) presentano temperature di ebollizione e di fusione relativamente elevate.
- Per esempio, a temperatura ambiente, l'acqua è liquida, mentre i suoi omologhi (H_2S , ecc.) sono gassosi.
- Questo comportamento è dovuto ad un'interazione elettrostatica tra l'atomo di idrogeno di una molecola e l'atomo molto elettronegativo di una seconda molecola.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame a idrogeno

- Tale attrazione è nota come legame a idrogeno e viene indicato con una linea tratteggiata:



- Esso non è forte come un legame covalente o come un legame ionico, ma è più forte delle forze di Van der Waals.
- L'ordine di grandezza dell'energia di legame è:
 - per i legami ionici e covalenti: 100 Kcal/mole;
 - per i legami a idrogeno: 10 kcal/mole;
 - per le forze di Van der Waals 1 kcal/mole.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame a idrogeno

- Gli effetti del legame a idrogeno risultano notevoli in molte proprietà fisiche e chimiche delle sostanze.
- Ad esempio, esso determina la bassa volatilità dell'acqua, nel senso che favorisce l'associazione delle molecole, cioè la formazione di molecole multiple $(\text{H}_2\text{O})_n$.
- Per fondere il ghiaccio o per vaporizzare l'acqua, è necessario rompere tali legami a idrogeno, ciò che richiede un supplemento di energia termica ottenibile solo a temperature relativamente elevate.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- I metalli presentano strutture cristalline in cui gli atomi sono disposti in reticoli molto compatti.
- Le strutture fondamentali sono:
 - la struttura *cubica a corpo centrato* (es., Li, Na, K);
 - la struttura *cubica a facce centrate* (es., Ca, Sr, Al, ecc.);
 - la struttura *esagonale compatta* (es., Be, Mg, ecc.).
- Nelle strutture cubica a facce centrate ed esagonale compatta ogni atomo è circondato da 12 atomi, mentre in quella cubica a corpo centrato ogni atomo è legato a otto atomi.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- La struttura cubica a facce centrate ed esagonale compatta rappresentano l'impacchettamento più compatto che si possa realizzare, in quanto ogni atomo è circondato da 12 atomi.
- La struttura cubica a corpo centrato è un po' meno compatta, dal momento che ogni atomo è legato a 8 atomi.
- Le strutture dei metalli non si accordano con i tipi di legame presenti nelle altre sostanze, in quanto la natura dei legami non può essere considerata né ionica né covalente.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- Per spiegare le proprietà dei metalli si può immaginare che un metallo sia costituito da un reticolo di ioni metallici positivi, circondati e legati tra loro da un fluido elettronico costituito dagli elettroni di valenza.
- Gli atomi dei metalli hanno numerosi orbitali vacanti nei loro strati esterni, i quali possono interagire con gli analoghi orbitali degli atomi vicini.
- Pertanto, ogni elettrone può spostarsi facilmente da un orbitale esterno di un atomo a un analogo orbitale di un altro atomo.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- Si può dire che gli elettroni di valenza non appartengono ai singoli atomi, ma a tutto il cristallo nel suo complesso.
- Gli orbitali di valenza, fondendosi tra loro, danno luogo a livelli (o bande) elettronici di tipo particolare, che sono estesi a tutto il cristallo e risultano parzialmente occupati dagli elettroni di valenza.
- Gli elettroni presenti in questi livelli formano i legami che trattengono insieme gli atomi nel cristallo.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- Tali legami si possono immaginare come di tipo covalente apolare, nel senso che sono costituiti da elettroni messi in comune da atomi uguali.
- Tuttavia, diversamente dai legami covalenti veri e propri, essi non sono direzionali, cioè non agiscono in direzioni preferenziali.
- Poiché i livelli elettronici sono occupati solo parzialmente dagli elettroni di valenza, questi ultimi hanno un'elevata mobilità.
- Questo spiega perché i metalli siano buoni conduttori di elettricità e di calore.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- Poiché nei metalli gli elettroni di legame sono delocalizzati in tutto il cristallo e i legami non sono direzionali, gli atomi dei metalli possono subire notevoli spostamenti.
- I metalli possono subire deformazioni anche notevoli prima di raggiungere il limite di rottura, cioè sono duttili e malleabili.
- I piani del reticolo cristallino, costituiti dagli ioni, possono scorrere l'uno rispetto all'altro pur restando costantemente legati dagli elettroni delocalizzati.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Il legame metallico

- La sistemazione molto compatta degli atomi nei cristalli metallici spiega, infine, la densità generalmente elevata dei metalli.

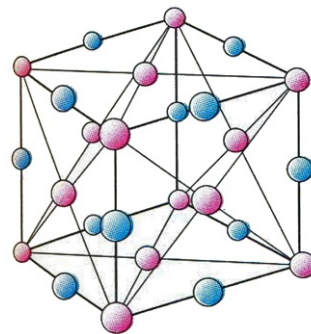
Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Classificazione delle sostanze

- In base a quanto detto, le sostanze solide, a seconda del tipo di legame con cui sono uniti gli atomi , si possono distinguere in:
 - sostanze ioniche;
 - sostanze covalenti polari;
 - sostanze covalenti apolari;
 - sostanze covalenti reticolari;
 - metalli.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà Sostanze ioniche

- *Costituenti del reticolo cristallino*: ioni positivi e negativi.
- *Descrizione e condizioni di formazione*: si formano tra atomi aventi elettronegatività molto diverse.
- *Forze di attrazione*: elettrostatiche.
- *Esempi*: alogenuri alcalini, ossidi metallici, ecc.
- *Strutture tipiche*:



Cloruro di sodio
(NaCl)

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà *Sostanze ioniche*

- *Temperature di fusione e di ebollizione*: alte.
- *Caratteristiche fisiche*: sostanze dure e fragili.
- *Solubilità*: generalmente solubili nei liquidi polari, insolubili nei liquidi apolari.
- *Conducibilità elettrica*: molto bassa nello stato solido, alta in quello liquido.

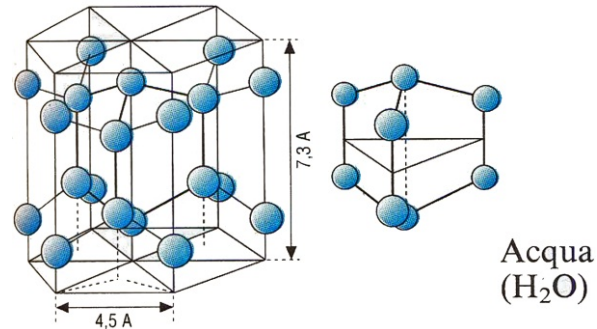
Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti polari

- *Costituenti del reticolo cristallino:* molecole polari.
- *Descrizione e condizioni di formazione:* sono formate da molecole contenenti legami polari distribuiti asimmetricamente nella molecola; tali legami si formano tra atomi diversi ma entrambi molto elettronegativi.
- *Forze di attrazione:* elettrostatiche tra dipoli molecolari; talvolta legami a idrogeno.
- *Esempi:* $(\text{H}_2\text{O})_n$, $(\text{HF})_n$, CH_3COOH .

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà Sostanze ioniche

- *Strutture tipiche:*



- *Temperature di fusione e di ebollizione:* Intermedie.
- *Caratteristiche fisiche:* sostanze fluide o poco compatte.
- *Solubilità:* più solubili nei liquidi polari che nei liquidi apolari.
- *Conducibilità elettrica:* molto bassa.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

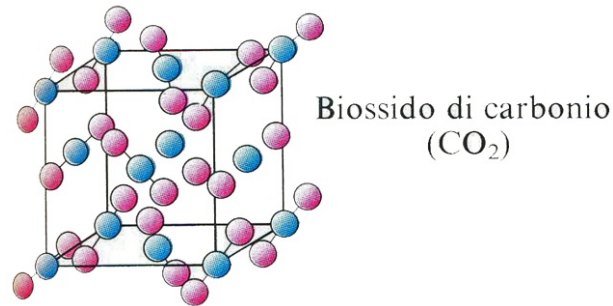
Sostanze covalenti apolari

- *Costituenti del reticolo cristallino:* molecole non polari.
- *Descrizione e condizioni di formazione:* sono formate da molecole simmetriche o contenenti solo legami apolari; tali legami si formano fra atomi uguali o diversi, molto elettronegativi.
- *Forze di attrazione:* forze di Van der Waals.
- *Esempi:* H_2 , O_2 , Cl_2 , I_2 , CO_2 , CH_4 , CCl_4 , NH_3 .

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze ioniche

- *Strutture tipiche:*



- *Temperature di fusione e di ebollizione:* basse.
- *Caratteristiche fisiche:* sostanze fluide o poco compatte.
- *Solubilità:* più solubili nei liquidi apolari che in quelli polari.
- *Conducibilità elettrica:* molto bassa.

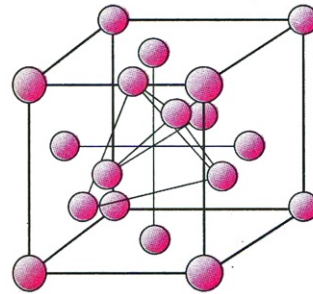
Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Sostanze covalenti reticolari

- *Costituenti del reticolo cristallino*: atomi in un reticolo di legami covalenti.
- *Descrizione e condizioni di formazione*: si stabiliscono quando le covalenze degli elementi tendono a formare reticoli estesi indefinitamente piuttosto che molecole singole.
- *Forze di attrazione*: legami covalenti.
- *Esempi*: SiO_2 , SiC .

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà Sostanze *ioniche*

- *Strutture tipiche:*



Diamante
(C)

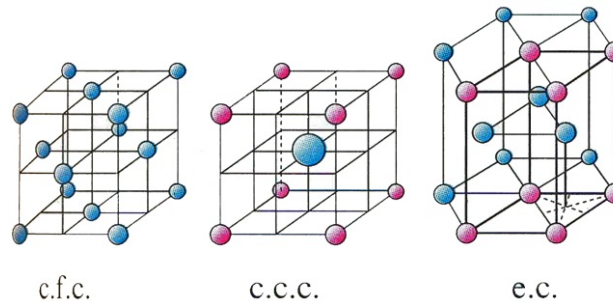
- *Temperature di fusione e di ebollizione:* molto alte.
- *Caratteristiche fisiche:* sostanze molto dure.
- *Solubilità:* generalmente insolubili.
- *Conducibilità elettrica:* molto bassa.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà *Metalli*

- *Costituenti del reticolo cristallino*: atomi ionizzati ed elettroni non localizzati.
- *Descrizione e condizioni di formazione*: si formano tra atomi uguali o diversi, aventi bassa elettronegatività.
- *Forze di attrazione*: legami metallici.
- *Esempi*: elementi metallici, leghe, composti intermetallici.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà Sostanze ioniche

- *Strutture tipiche:*



- *Temperature di fusione e di ebollizione:* generalmente alte.
- *Caratteristiche fisiche:* malleabili e duttili; elevata conducibilità termica.
- *Solubilità:* insolubili nei liquidi comuni; attaccabili con reattivi ossidanti.
- *Conducibilità elettrica:* molto alta.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Proprietà degli ossidi

- Gli ossidi degli elementi si prestano molto bene per illustrare le proprietà generali chimiche e fisiche degli elementi nel quadro del sistema periodico.
- Gli ossidi principali degli elementi possono essere classificati innanzitutto in base alle loro proprietà acide o basiche.
- Gli ossidi degli elementi nettamente metallici hanno proprietà basiche o anfotere.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Proprietà degli ossidi

- Gli ossidi dei non metalli più elettronegativi hanno proprietà acide.
- Gli ossidi dei non metalli più pesanti e dei semimetalli hanno proprietà debolmente acide, basiche o anfotere.
- Alcuni ossidi (es., TiO_2 , Nb_2O_5 , WO_3) hanno proprietà basiche così deboli da risultare difficilmente solubili anche negli acidi.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Proprietà degli ossidi

- E' possibile definire una relazione tra le proprietà acide o basiche degli ossidi ed il loro carattere ionico o covalente:
 - gli ossidi degli elementi metallici hanno struttura ionica.
 - gli ossidi dei non metalli più elettronegativi sono costituiti da piccole molecole singole con legami covalenti, sia in fase gassosa che condensata.
 - gli ossidi dei non metalli più pesanti e dei semimetalli esistono spesso nella forma intermedia di un reticolo indefinito con legami prevalentemente covalenti.

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Proprietà degli ossidi

- Nel caso di elementi che danno più ossidi:
 - gli ossidi corrispondenti agli stati di ossidazione più bassi sono basici;
 - gli ossidi corrispondenti agli stati di ossidazione più alti hanno carattere acido, cioè formano anioni;
 - gli ossidi corrispondenti a stati di ossidazione intermedi sono anfoteri.

<i>Ossido</i>	MnO	MnO ₂	MnO ₃	Mn ₂ O ₇
<i>N. ossidazione</i>	+2	+4	+6	+7
<i>Carattere</i>	Basico	Anfotero	Acido	Molto acido

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Proprietà degli ossidi

- Se si considerano gli ossidi degli elementi di un determinato periodo, si nota che, con la graduale variazione del carattere da ionico a covalente, variano anche le caratteristiche fisiche.
- Ad esempio, gli ossidi degli elementi del terzo periodo hanno le seguenti temperature di fusione:

	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	SO_3	Cl_2O_7
p.f. (°C)	920	3800	2030	1700	360	17	-18

Relazioni Tra Tipo di Legame e Proprietà

Proprietà degli ossidi

Classificazione degli ossidi																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I A	II A											III B	IV B	V B	VI B	VII B
Li ₂ O	BeO											B ₂ O ₃	CO ₂	N ₂ O ₅	O	F ₂ O
Na ₂ O	MgO											Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇
		III A		IV A	V A	VI A	VII A	VIII			I B	II B				
K ₂ O	CaO	Sc ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	CrO ₃ Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₇ MnO ₂ MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	NiO	Cu ₂ O	ZnO	Ga ₂ O ₃	GeO ₂	As ₂ O ₅	SeO ₂	Br ₂ O
Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	Nb ₂ O ₅	MoO ₃	Tc ₂ O ₇	RuO ₂	Rh ₂ O ₃	PdO	Ag ₂ O	CdO	In ₂ O ₃	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	TeO ₃	I ₂ O ₅
Cs ₂ O	BaO	La ₂ O ₃	HfO ₂	Ta ₂ O ₅	WO ₃	Re ₂ O ₇	OsO ₄	IrO ₂	PtO ₂	Au ₂ O	HgO	Tl ₂ O ₃	PbO ₂	Bi ₂ O ₅		
			Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pm ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃	Lu ₂ O ₃

Legend:

- Ossidi fortemente basici, solubili in acqua. Struttura ionica.
- Ossidi debolmente basici, almeno quelli corrispondenti ai più bassi stati di ossidazione; solubili in acidi minerali. Struttura ionica.
- Ossidi generalmente anfoteri; quelli corrispondenti ai più alti stati di ossidazione danno anioni. Struttura a molecole covalenti.
- Ossidi di tipo acido: formano anioni. Struttura a molecole covalenti singole (p. es. CO₂) o polimerizzate (p. es. SiO₂)