

# 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 2015/2016*

**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.*

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- L'energia luminosa assorbita da una sostanza eccita gli elettroni della sostanza stessa, cioè, per esempio, può promuovere il trasferimento di un elettrone (generalmente *d*) ad un livello superiore dell'atomo.
- Questi trasferimenti, noti come *transizioni interatomiche*, sono particolarmente importanti nel caso dei metalli di transizione, che hanno orbitali *d* parzialmente riempiti e i cui ioni sono generalmente colorati.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

Catione	Numero di elettroni d	Numero di elettroni d spaiati	Colore
K <sup>+</sup> Ca <sup>2+</sup> Sc <sup>3+</sup>	0	0	incolore
Ti <sup>3+</sup>	1	1	rosa
V <sup>3+</sup>	2	2	verde
Cr <sup>3+</sup>	3	3	violetto
Cr <sup>2+</sup>	4	4	azzurro
Mn <sup>2+</sup>	5	5	rosa pallido
Fe <sup>3+</sup>	5	5	violetto pallido
Fe <sup>2+</sup>	6	4	verde
Co <sup>2+</sup>	7	3	rosa
Ni <sup>2+</sup>	8	2	verde
Cu <sup>2+</sup>	9	1	azzurro
Cu <sup>+</sup> Zn <sup>2+</sup> Ga <sup>3+</sup>	10	0	incolore

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Gli ioni aventi uno strato elettronico completo ( $K^+/Ca^{2+}/Sc^{3+}$  e  $Cu^+/Zn^{2+}/Ga^{3+}$ ) sono incolori.
- Gli altri ioni, aventi orbitali  $d$  parzialmente occupati, in soluzione acquosa sono variamente colorati, secondo il numero di elettroni  $d$ .
- Ad esempio, lo ione  $Co(H_2O)_6^{2+}$  (che ha configurazione  $d^7$ ) è rosa; lo ione  $Ni(H_2O)_6^{2+}$  ( $d^8$ ) è verde.
- Gli ioni  $Mn^{2+}$  e  $Fe^{3+}$  che hanno lo strato  $d$  occupato per metà hanno un colore meno intenso degli altri.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Dal momento che il colore degli ioni dipende dal numero di elettroni  $d$ , esso varierà anche al variare del numero di ossidazione.
- Ad esempio, lo ione  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  ( $d_3$ ) è azzurro, lo ione  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$  ( $d_4$ ) è violetto; lo ione  $\text{Cu}^{2+}$  è azzurro, lo ione  $\text{Cu}^+$  è bianco.
- Il colore di tali ioni può cambiare notevolmente quando la distribuzione degli elettroni negli orbitali  $d$  viene perturbata dalla presenza di un legante, o quando un legante viene sostituito da un altro.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Ad esempio, lo ione  $\text{Ni}^{2+}$  idrato è verde,  $\text{Ni}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  è blu,  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$  è bruno;  $\text{H}_2\text{TiF}_6$  è incolore,  $\text{H}_2\text{TiCl}_6$  è giallo,  $\text{H}_2\text{TiBr}_6$  è rosso,  $\text{H}_2\text{TiI}_6$  è nero.
- Talvolta, il cambiamento di legante è accompagnato da una variazione della struttura tridimensionale.
- Così, lo ione  $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ , che ha geometria ottaedrica, è di colore rosa; lo ione  $\text{CoCl}_4^{2-}$ , tetraedrico, è azzurro.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Il colore dei composti di natura ionica dipende dal colore dei singoli ioni costituenti.
- Nei rari casi di composti nettamente ionici e costituiti da 2 ioni entrambi colorati, il colore del composto deriva dalla semplice combinazione dei colori dei due singoli ioni.
- Nella maggior parte dei casi, tuttavia, tutti i composti costituiti da 2 ioni colorati derivano da elementi di transizione e non sono completamente ionici, sicché i loro colori non derivano da una semplice combinazione dei colori dei singoli ioni.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Ad esempio,  $\text{Fe}_3(\text{Cr}_2\text{O}_7)_3$  è rosso bruno,  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  è bruno,  $\text{Co}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  è grigio-verde.
- L'energia luminosa, oltre che per le transizioni intraatomiche finora considerate, può servire a produrre trasferimenti di carica, cioè scambi di elettroni tra i diversi atomi o tra i diversi orbitali di una molecola.
- Nel caso di AgI, se esso avesse una struttura cristallina a reticolo prettamente ionico sarebbe probabilmente incolore.



# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Ciò sarebbe dovuto al fatto che  $\text{Ag}^+$  avrebbe una configurazione a strato completo ( $d^{10}$ ) e lo ione  $\text{I}^-$  quella completa di un gas raro.
- Tuttavia, poiché fra I e Ag non vi è una grande differenza di elettronegatività, il legame Ag–I ha un carattere non semplicemente ionico ( $\text{Ag}^+\text{I}^-$ ), ma anche covalente ( $\text{Ag:I}$ ).
- Poiché la differenza di elettronegatività tra queste 2 configurazioni corrisponde ad un'energia di lunghezza d'onda compresa nello spettro visibile, il composto assorbe la luce e quindi è colorato (giallo).

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Le sostanze covalenti, dunque, possono risultare colorate anche se costituite da ioni originariamente incolori.
- Ad esempio, CdS è giallo anche se formato da ioni  $\text{Cd}^{2+}$  e  $\text{S}^{2-}$  entrambi incolori;  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  è bruno e PbS è nero, ma risultano anch'essi dalla combinazione di ioni incolori.
- L'intensità del colore in tali casi sembra dipendere dal grado di covalenza, benché sia impossibile fare confronti quantitativi.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Ad esempio,  $\text{AsCl}_3$  è incolore,  $\text{AsBr}_3$  è giallastro,  $\text{AsI}_3$  è rosso bruno;  $\text{AgCl}$  è bianco,  $\text{AgBr}$  è giallastro,  $\text{AgI}$  è giallo.
- Analogamente,  $\text{ZnI}_2$  è incolore,  $\text{GaI}_3$  è giallo,  $\text{GeI}_4$  è rosso.
- Gli assorbimenti dovuti a trasferimenti di carica spiegano il colore di numerosi ossidi, di molti solfuri metallici e persino quello di composti come il cromato ed il permangato di potassio.
- Infatti,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  è giallo,  $\text{KMnO}_4$  è violetto, benché il cromo(VI) ed il manganese(VII) abbiano la configurazione elettronica del gas che li precede.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Assorbimenti dovuti a trasferimenti di carica si hanno anche in composti che contengono atomi dello stesso elemento in 2 diversi stati di ossidazione.
- E' questo il caso dell'esacianoferrato di potassio (blu di Prussia), che può essere considerato sia come  $\text{KFe}^{\text{III}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$  sia come  $\text{KFe}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$ .
- Entrambe le forme presentano il ferro negli stati di ossidazione +2 e +3.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Alcune sostanze presentano colori diversi secondo il loro stato di associazione.
- Ad esempio, lo iodio:
  - allo stato solido è grigio;
  - allo stato di vapore è violetto;
  - le sue soluzioni alcoliche o eteree sono rosso-brune;
  - le soluzioni in cloroformio o in benzene sono viola.
- In queste ultime, la molecola di iodio è biatomica come allo stato di vapore.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti*

- Nella riflessione della luce, sono interessati strati più o meno profondi della sostanza.
- Se lo strato che prende parte alla riflessione è sottile, la sostanza ha aspetto metallico.





# Il Colore delle Sostanze

## Il colore degli idrossidi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
IA	II A											III B	IV B	V B	VI B	VII B
LiOH [ ]	Be(OH) <sub>2</sub> [ ]											B [ ]	C [ ]	N [ ]	O [ ]	F [ ]
NaOH [ ]	Mg(OH) <sub>2</sub> [ ]											Al(OH) <sub>3</sub> [ ]	Si [ ]	P [ ]	S [ ]	Cl [ ]
		III A	IV A	VA	VIA	VII A	VIII			IB	II B					
KOH [ ]	Ca(OH) <sub>2</sub> [ ]	Sc(OH) <sub>3</sub> [ ]	Ti(OH) <sub>4</sub> [ ]	VO(OH) <sub>2</sub> [ ]	Cr(OH) <sub>3</sub> [ ]	Mn(OH) <sub>2</sub> [ ]	Fe(OH) <sub>2</sub> [ ]	Co(OH) <sub>2</sub> [ ]	Ni(OH) <sub>2</sub> [ ]	Cu(OH) [ ]	Zn(OH) <sub>2</sub> [ ]	Ga(OH) <sub>3</sub> [ ]	Ge(OH) <sub>4</sub> [ ]	As [ ]	Se [ ]	Br [ ]
							Fe(OH) <sub>3</sub> [ ]	Co(OH) <sub>3</sub> [ ]	Cu(OH) <sub>2</sub> [ ]							
RbOH [ ]	Sr(OH) <sub>2</sub> [ ]	Y(OH) <sub>3</sub> [ ]	Zr(OH) <sub>4</sub> [ ]	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> · ·H <sub>2</sub> O [ ]	MoO <sub>3</sub> · ·H <sub>2</sub> O [ ]	Tc [ ]	Ru(OH) <sub>3</sub> [ ]	Rh(OH) <sub>3</sub> [ ]	Pd(OH) <sub>2</sub> [ ]	Ag <sub>2</sub> O [ ]	Cd(OH) <sub>2</sub> [ ]	In(OH) <sub>3</sub> [ ]	Sn(OH) <sub>2</sub> [ ]	SbO(OH) [ ]	Te [ ]	I [ ]
													Sn(OH) <sub>4</sub> [ ]			
CsOH [ ]	Ba(OH) <sub>2</sub> [ ]	La(OH) <sub>3</sub> [ ]	Hf(OH) <sub>4</sub> [ ]	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> · ·H <sub>2</sub> O [ ]	WO <sub>3</sub> · ·H <sub>2</sub> O [ ]	ReO <sub>2</sub> [ ]	OsO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O [ ]	Ir(OH) <sub>4</sub> [ ]	Pt(OH) <sub>2</sub> [ ]	Au(OH) <sub>3</sub> [ ]	HgO [ ]	TiOH [ ]	Pb(OH) <sub>2</sub> [ ]	Bi(OH) <sub>3</sub> [ ]	Po [ ]	At [ ]
									Pt(OH) <sub>4</sub> [ ]			Ti(OH) <sub>3</sub> [ ]				





# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Nell'analisi qualitativa, le reazioni in cui si formano composti colorati sono molto utilizzate per riconoscere i vari ioni.
- Infatti, un composto colorato generalmente è più caratteristico e più facilmente riconoscibile di un composto incolore.
- Come detto, il colore può essere dovuto sia a transizioni  $d-d$  sia a trasferimenti di carica.
- Lo stesso, inoltre, dipende molto dal tipo di legante unito al catione.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Il colore dovuto a transizioni  $d-d$  dipende dalla forza con cui il legante agisce sugli orbitali  $d$  del catione.
- D'altro canto, il colore dovuto a trasferimenti di carica dipende dalle proprietà ossido-riduttive del legante.
- I cationi dei metalli di transizione possono essere colorati sia per transizioni  $d-d$  che per trasferimenti di carica.
- I cationi dei metalli di post-transizione (metalli B) sono colorati solo per trasferimenti di carica.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Gli elementi alcalini e alcalino-terrosi non danno molte reazioni cromatiche per 2 principali motivi.
- In primo luogo, i loro ioni non subiscono cambiamenti di stato di ossidazione, cioè non sono in grado di dare colorazioni per trasferimenti di carica.
- In secondo luogo, i loro ioni non presentano transizioni interne, come fanno gli ioni dei metalli di transizione.
- I pochi composti colorati di tali elementi debbono il loro colore soltanto all'anione.

## Il Colore delle Sostanze

### *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Il potassio si riconosce mediante la formazione del composto  $K_3[Co(NO_2)_6]$  di colore giallo.
- Il colore di questo complesso è dovuto a transizioni d-d del cobalto verso l'anione, transizioni che non sono molto influenzate dal catione alcalino; il complesso  $(NH_4)_2Na[Co(NO_2)_6]$  è ugualmente giallo.
- Il magnesio forma un idrossido bianco, che può legare a sé alcuni coloranti organici, formando composti caratteristici, noti come *lacche*.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Anche l'alluminio, che non presenta trasferimenti di carica nei suoi complessi, può essere riconosciuto mediante coloranti organici.
- Tale elemento ha, infatti, la capacità di formare caratteristiche lacche, il cui colore è dovuto a transizioni interne del colorante.
- Il ferro(III) forma con l'anione  $\text{SCN}^-$  un complesso il cui colore rosso è dovuto a trasferimento di carica dall'anione riducente al catione ossidante.

## Il Colore delle Sostanze

### *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Con lo ione  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , il ferro(III) forma un composto di colore blu, dovuto a trasferimento di carica dell'anione riducente verso il catione.
- Il cromo(III) può essere ossidato a cromato  $\text{CrO}_4^{2-}$ , che è giallo.
- Lo stesso elemento è in grado di formare anche un perossido  $\text{CrO}_5$ , il cui colore blu è dovuto a trasferimento di carica dall'ossigeno al metallo.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Il cobalto ed il nichel formano solfuri neri mentre lo zinco forma un solfuro bianco ed il manganese un solfuro rosa.
- Lo zinco non dà molte reazioni cromatiche perché non ha possibilità né di transizioni *d-d* né di trasferimenti di carica.
- Il manganese(II) forma un idrossido bianco che diventa facilmente bruno perché si ossida a  $\text{Mn}^{\text{III}}$  e  $\text{Mn}^{\text{IV}}$ .
- Per ossidazione più spinta si arriva al color verde del manganato e al violetto del permanganato, i cui colori sono dovuti probabilmente a trasferimenti di carica.



# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Il nichel si riconosce per un composto caratteristico che esso forma con la dimetilgliossima, e il cui colore rosso-fragola è dovuto a trasferimenti di carica del nichel(II) verso il legante.
- Con il cobalto la dimetilgliossima dà solo una colorazione giallastra.
- Tale differenza è dovuta probabilmente alle diverse strutture elettroniche del nichel e del cobalto.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- I colori dei solfuri degli elementi B che sono dovuti a trasferimenti di carica, non sono abbastanza caratteristici per distinguere tra loro i vari elementi.
- I solfuri di arsenico, stagno(IV) e cadmio sono gialli, mentre i solfuri di rame, piombo e mercurio sono neri.
- Tuttavia, molto spesso il cadmio si riconosce proprio dal colore giallo del suo solfuro (CdS).

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Il rame si può riconoscere per il colore azzurro dello ione complesso cuproamminico  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ , colore dovuto a transizioni *d-d*.
- Altro metodo di riconoscimento è quello del composto  $\text{Cu}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , il cui colore bruno è dovuto a trasferimento di carica.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Il piombo ed il mercurio si possono riconoscere mediante i rispettivi ioduri:  $\text{HgI}_2$  (rosso) e  $\text{PbI}_2$  (giallo).
- Il loro colore è dovuto a trasferimento di carica dall'anione riducente al catione ossidante.
- Si deve aggiungere che il  $\text{Pb}^{\text{II}}$  ha un'affinità per l'elettrone più bassa di  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Hg}^{2+}$ .
- L'argento, pertanto, non dà precipitati molto colorati con anioni polarizzabili come lo ioduro: il suo assorbimento cade nella zona ultravioletta.

# Il Colore delle Sostanze

## *Il colore dei composti e l'analisi qualitativa*

- Un saggio per la ricerca del molibdeno si ha nella formazione del cosiddetto blu di molibdeno, che si ottiene per riduzione dei molibdati.
- Il colore blu che si forma è dovuto ad un trasferimento di carica tra 2 differenti stati di ossidazione del medesimo elemento ( $\text{Mo}^{\text{V}} \rightarrow \text{Mo}^{\text{VI}}$ ).
- Un'analogia reazione si ha con il tungsteno.

# Analisi Qualitativa

## *Generalità*

- L'*analisi chimica* è un insieme di operazioni che si eseguono per riconoscere, separare, dosare i costituenti di una sostanza o di una miscela.
- Essa si suddivide in *analisi qualitativa* e *analisi quantitativa*.
- L'*analisi qualitativa* ha per scopo il riconoscimento dei costituenti della sostanza o della miscela.
- L'*analisi quantitativa* ha per scopo la determinazione dei rapporti quantitativi dei singoli costituenti.

# Analisi Qualitativa

## *Generalità*

- In base alla natura della sostanza da analizzare, e cioè, secondo che si tratti di sostanze inorganiche o organiche, si distingue l'analisi chimica inorganica dall'analisi organica.
- L'analisi delle sostanze gassose segue criteri e metodi particolari.
- Nell'analisi qualitativa delle sostanze inorganiche, se si escludono i gas, il caso più generale è che la sostanza da analizzare sia solida.

# Analisi Qualitativa

## *Generalità*

- Per l'analisi di un solido, la scelta dipende dagli elementi presenti.
- Quando non si ha alcuna indicazione in proposito, è necessario procedere ad una ricerca sistematica, affinché non sfugga nessun costituente.



# Analisi Qualitativa

## Generalità

- La maggior parte dei metodi analitici richiedono che la sostanza da analizzare si trovi in soluzione.
- I composti inorganici in soluzione risultano di regola dissociati in ioni.
- *L'analisi qualitativa inorganica si limita generalmente a riconoscere i vari ioni presenti nella sostanza in esame, indipendentemente da come essi erano originariamente combinati.*

# Analisi Qualitativa

## *Generalità*

- Si consideri una sostanza costituita da una miscela di sali di zinco, sodio e potassio, in forma di cloruri, nitrati e carbonati.
- In base all'analisi qualitativa si può stabilire che la sostanza è costituita dai cationi  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e dagli anioni  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ .
- Non è semplice dedurre la costituzione originaria dei singoli sali, cioè, se il sodio era presente in forma di cloruro, nitrato o di carbonato, e così via.

# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- L'analisi di una sostanza si può eseguire mediante *reazioni specifiche* oppure mediante un *procedimento sistematico*.
- Una reazione è specifica per un determinato ione se può essere usata, in determinate condizioni sperimentali, anche in presenza di altri ioni, senza che questi interferiscano.
- Ad esempio, lo ione  $\text{NH}_4^+$  si ricerca scaldando la sostanza in esame con alcali.

# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- Se nella sostanza sono presenti sali di ammonio si ha la reazione:



- Dal momento che solo i sali di ammonio reagiscono in questo modo, la reazione di ricerca dello ione ammonio con alcali si può considerare una *reazione specifica*.

# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- Le reazioni specifiche non sono molte.
- Esistono reazioni che, pur non essendo specifiche di per sé, possono essere rese tali operando in opportune condizioni sperimentali.
- Ad esempio, la reazione della dimetilglicosima con il nichel(II) diventa specifica dopo l'eliminazione del ferro (II).
- Il ferro in questo caso costituisce uno *ione interferente*.

# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- Le reazioni che danno un medesimo risultato soltanto con pochi ioni sono dette *selettive*.
- Quanto minore è il numero degli ioni che reagiscono nello stesso modo, tanto più selettiva è una determinata reazione.
- Quando è impossibile o poco conveniente usare reazioni specifiche, la ricerca dei vari ioni si esegue solo dopo aver ricercato ed eliminato tutti quegli altri ioni che potrebbero interferire.

# Analisi Qualitativa

## ***Reazioni specifiche e procedimenti sistematici***

- In questo caso, è necessario, il più delle volte, procedere in un ordine ben definito, ossia mediante *analisi sistematica*.
- Nell'analisi sistematica gli ioni vengono separati non singolarmente ma in gruppi, cioè si approfitta del medesimo comportamento di un certo numero di ioni rispetto a determinati reattivi, detti *reattivi di gruppo*.
- Ad esempio, gli elementi As, Sb, S, Hg, Pb, Bi, Cu e Cd presenti in forma di ioni in una soluzione di acido cloridrico, reagiscono con H<sub>2</sub>S formano solfuri poco solubili.

# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- L'impiego dei reattivi di gruppo è molto vantaggioso in quanto permette di suddividere il complesso procedimento dell'analisi in varie operazioni più semplici.
- Infatti, se un determinato reattivo di gruppo aggiunto alla soluzione in esame, non dà luogo ad alcun precipitato, si esclude senz'altro la presenza di tutti gli ioni di quel gruppo.



# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- I metodi di analisi per riconoscimento individuale evitano le suddivisioni in gruppi e le relative separazioni, che in alcuni casi possono non risultare perfette.
- Ogni ione viene, invece, ricercato direttamente con reazioni di riconoscimento che sono specifiche per esso o che tali vengono rese con l'adozione di precise condizioni operative (pH, aggiunta di complessanti, ecc.).

# Analisi Qualitativa

## *Reazioni specifiche e procedimenti sistematici*

- Il procedimento per gruppi è molto vantaggioso nel caso di analisi di sostanze la cui composizione sia assolutamente sconosciuta.
- Se però, come accade spesso, la composizione della sostanza da analizzare è approssimativamente nota ed è necessario stabilire soltanto la presenza o l'assenza di determinati elementi, allora l'analisi per riconoscimento individuale risulta più conveniente e più rapida.