

8. SALI

D. I *sali* sono composti costituiti da un catione unito all'anione di un acido.

8.1. Formule e denominazioni dei sali

D. Per ricavare la *formula di un sale* si deve conoscere la formula dell'acido da cui il sale deriva; poi, si unisce il catione all'anione dell'acido (tab. 8/1).

Tab. 8/1. Come si ricava la formula di un sale.

acidi	anioni	catione	catione	catione
		K^+	Mg^{2+}	Al^{3+}
HCl	Cl^-	KCl	$MgCl_2$	$AlCl_3$
H_2S	S^{2-}	K_2S	MgS	Al_2S_3
$HClO_4$	ClO_4^-	$KClO_4$	$Mg(ClO_4)_2$	$Al(ClO_4)_3$
H_2SO_4	SO_4^{2-}	K_2SO_4	$MgSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$
H_3PO_4	PO_4^{3-}	K_3PO_4	$Mg_3(PO_4)_2$	$AlPO_4$

Per *denominare un sale* si adottano i suffissi della tab. 8/2. Il nome di un sale deriva da quello dell'acido.

Tab. 8/2. Come si denomina un sale.

Suffisso dell'acido	Suffisso del sale
-idrico	-uro
-oso	-ito
-ico	-ato

Esempi. a) Dall'acido cloridrico derivano i cloruri, dall'acido cloroso i cloriti e dall'acido clorico i clorati.

b) Il *lutezio malato* non è un parigino in ospedale ma un sale del lutezio derivante dall'acido malico. Lo *scandio adipato* non è uno svedese obeso ma un sale di scandio dell'acido adipico.

c) I sali degli acidi solforoso, solforico, fosforoso e fosforico si denominano rispettivamente solfiti, solfati, fosfiti e fosfati.

d) Anticamente, si chiamava soda l'ossido di sodio Na_2O . Attualmente, si denomina soda il sodio carbonato anidro Na_2CO_3 (ingl. *soda ash*), soda cristalli il sodio carbonato decaidrato $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ e soda caustica l'idrossido di sodio NaOH, fortemente

alcalini. E lo whisky and soda? In questo caso, per soda si intende acqua potabile contenente sodio idrogenocarbonato e soprassaturata con diossido di carbonio. e) La liscivia, ideale per le pelli delicate, era una miscela fortemente alcalina a base di sodio carbonato, sodio silicato, sapone e polveri abrasive, usata per pulire il pentolame e altro prima della comparsa dei tensioattivi sintetici vituperati dai laudatores temporis acti.

Ora completi lo schema

D. Nome dell'acido	R. Nome del sale
iodidrico	ioduro
perclorico	perclorato
ipocloroso	ipoclorito
telluridrico	tellururo
maleico	maleato
malonico	malonato
malico	malato
nitrilotriacetico	nitritoltriacetato
etilenamminotetracetico	etilendiamminotetracetato
telluroso	tellurito
vanadico	vanadato
uranico	uranato
ipofosforoso	ipofosfito
fosfonico	fosfonato
4-4'-dimetilamminoazobenzensolfonico	4,4'-dimetilamminobenzensolfonato

Scriva le formule dei sali di sodio (monovalente), di ferro(II) e di alluminio (trivalente) degli acidi bromidrico, solforico, arsenioso.

R. Le formule dei tre acidi sono HBr, H₂SO₄, H₃AsO₃ per cui quelle dei loro sali saranno: NaBr, FeBr₂, AlBr₃; Na₂SO₄, FeSO₄, Al₂(SO₄)₃; Na₃AsO₃, Fe₃(AsO₃)₂, AlAsO₃.

Esistono anche *sali doppi*, costituiti da due cationi e un anione in comune. Tra questi, si chiamano *allumi* i solfati dodecaidrati di cationi trivalenti (Fe³⁺, Cr³⁺, Mn³⁺) e cationi monovalenti (K⁺, Na⁺, TI⁺ e anche NH₄⁺). L' *allume di rocca* (che non significa leggere le scritte sulle pareti alla luce delle fiaccole in un castello medievale) è l' antico nome, ancora in uso, del solfato di alluminio e potassio dodecaidrato, AlK(SO₄)₂·12H₂O. Altri allumi sono l'allume ferrico-ammonico FeNH₄(SO₄)₂·12H₂O e l' allume di cromo CrK(SO₄)₂·12H₂O, usato in conceria.

8.2. Come si ottiene un sale

D. In linea generale, si ottiene un sale quando un *non metallo* (o un suo derivato: *idracido, anidride, ossoacido*) reagisce con un *metallo* (o un suo derivato: *ossido, idrossido*). I metodi sono, teoricamente, otto:

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Acido + metallo | 2. Acido + ossido | 3. Acido + idrossido |
| 4. Anidride + metallo | 5. Anidride + ossido | 6. Anidride + idrossido |
| 7. Non metallo + metallo | 8. Non metallo + ossido | 9. Non metallo + idrossido |

Il metodo 4 è assimilabile al metodo 1; per i metodi 8 e 9 non vi è una regola generale.

I sali degli *idracidi* si ottengono con i metodi 1, 2, 3 e 7.

I sali degli *ossoacidi* si ottengono con i metodi 1, 2, 3, 4, 5, 6.

1° metodo: *acido + metallo*.

Come vedremo in seguito i metalli si possono classificare in *metalli comuni* e *metalli nobili* e gli acidi in *acidi comuni* e *acidi ossidanti*.

Sono *metalli comuni* il ferro, l'alluminio, lo zinco e molti altri; sono *metalli nobili* l'oro, il platino, il mercurio, l'argento, il rame e pochi altri. Sono *acidi comuni* l'acido cloridrico, l'acido solforico diluito, l'acido fosforico e molti altri. Sono *acidi ossidanti* l'acido perclorico, l'acido solforico concentrato, l'acido nitrico e pochi altri. *1° metodo*. Come vedremo in seguito i metalli si possono classificare in *metalli comuni* e *metalli nobili* e gli acidi in *acidi comuni* e *acidi ossidanti*.

Sono *metalli comuni* il ferro, l'alluminio, lo zinco e molti altri; sono *metalli nobili* l'oro, il platino, il mercurio, l'argento, il rame e pochi altri. Sono *acidi comuni* l'acido cloridrico, l'acido solforico diluito, l'acido fosforico e molti altri. Sono *acidi ossidanti* l'acido perclorico, l'acido solforico concentrato, l'acido nitrico e pochi altri.

I metalli *comuni* sono attaccati dalle soluzioni acquose degli acidi *comuni*: si forma il sale dell'acido, che rimane in soluzione, mentre si sviluppa idrogeno



La freccia rivolta verso l'alto indica che l'idrogeno si sviluppa allo stato gassoso. E' questa una reazione di sostituzione del tipo $A + BC \rightarrow AB + C$: il metallo sostituisce l'idrogeno dell'acido unendosi al residuo dell'acido stesso formando il sale.

Esempi. Lo zinco, bivalente, è attaccato dagli acidi cloridrico e solforico diluito secondo le reazioni

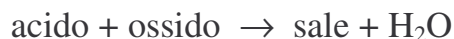


Scriva le reazioni tra alluminio, trivalente, con acido cloridrico e con acido solforico dil.



2° metodo: *acido + ossido*.

Molti ossidi metallici reagiscono con le soluzioni acquose degli acidi: si formano il sale dell'acido, che rimane in soluzione, e acqua

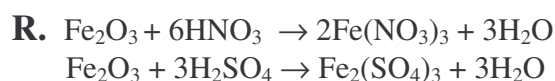


E' questa una reazione di doppia sostituzione del tipo $AB + CD \rightarrow AC + BD$; il metallo si unisce al residuo dell'acido formando il sale; l'idrogeno dell'acido si unisce all'ossigeno formando acqua. Alcuni ossidi metallici (es. Al_2O_3 , Cr_2O_3) sono inattaccabili dagli acidi.

Esempio. L'ossido di zinco reagisce con gli acidi cloridrico e solforico dil. secondo le reazioni



Scriva le reazioni tra l'ossido di ferro(III) con acido nitrico dil. e acido solforico dil.



Alcuni ossidi metallici (es: Al_2O_3 , Cr_2O_3) sono inattaccabili dagli acidi.

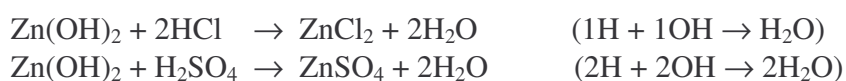
3° metodo: *acido + idrossido*.

Gli idrossidi metallici reagiscono con le soluzioni acquose degli acidi: si formano il sale, che rimane in soluzione, e acqua

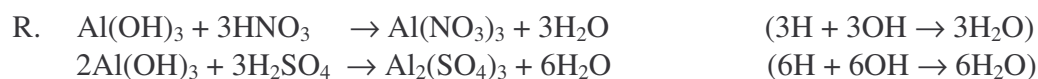


Si tratta anche in questo caso di una di una reazione di doppia sostituzione: il metallo si unisce al residuo dell'acido formando il sale; l'idrogeno dell'acido si unisce allo ione idrossido dell'idrossido formando acqua. Il bilanciamento della reazione è facile: ad ogni H dell'acido corrisponde un OH dell'idrossido.

Esempi. L'idrossido di zinco $\text{Zn}(\text{OH})_2$ reagisce con gli acidi cloridrico e solforico diluiti



Scriva le reazioni tra l'idrossido di alluminio con l'acido nitrico dil. E l'acido solforico dil.



4° metodo: *anidride + metallo*.

Questa reazione avviene soltanto in presenza di acqua: si forma l'ossoacido che poi attacca il metallo.

5° metodo: *anidride + ossido metallico*.

Quando un'anidride solida viene mescolata con un ossido metallico solido e la miscela viene riscaldata a fusione, si forma il sale dell'ossoacido corrispondente all'anidride

anidride + ossido \rightarrow sale

Un consiglio: prima di scrivere la reazione ricavi la formula e il nome del sale partendo dalla formula e dal nome dell'acido.

Esempio. Quando si fonde una miscela di anidride silicica e ossido di calcio, in rapporto 1:1, si forma silicato di calcio.

La formula dell'ossoacido si può così ricavare: $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3$ (acido silicico). Il sale di calcio (Ca^{2+}) dell'acido silicico avrà formula CaSiO_3 e si chiamerà calcio silicato.

Reazione: $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$.

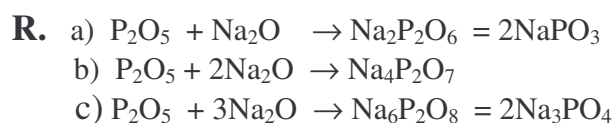
Scriva la reazione che avviene quando si fonde una miscela di anidride fosforica con ossido di magnesio, in rapporto 1:3.

R. La formula dell'ossoacido si può così ricavare: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ (acido fosforico).

Il sale di magnesio (Mg^{2+}) dell'acido fosforico avrà formula $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ e si chiamerà magnesio fosfato.

Reazione: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{MgO} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$.

D. Provi ora a scrivere le reazioni tra anidride fosforica e ossido di sodio, in rapporto a) 1:1; b) 1:2; c) 1:3 senza passare attraverso l'acido fosforico ma semplicemente sommando gli atomi dei due composti.



L'ultima formula dei tre sali è quella del sodio fosfato ma le prime due?

D. Si tratta di sali derivanti da acidi diversi dall'acido fosforico (nome IUPAC acido tetraossosolforico(V)) e precisamente dall'acido triossosolforico(V) (HPO_3) e acido eptaossodifosforico(V) ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$).

6° metodo: *anidride + idrossido metallico.*

Le anidridi reagiscono con le soluzioni acquose degli idrossidi formando il sale dell'ossoacido corrispondente e acqua



Come nel caso precedente, per trovare la formula del sale è necessario conoscere la formula dell'acido.

Esempio. Quando si invia una corrente di anidride carbonica in una soluzione di acquosa di idrossido di bario, la soluzione si intorbida per formazione di bario carbonato, insolubile.

La formula dell'acido si può così ricavare: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ (acido carbonico). Il sale di bario (Ba^{2+}) dell'acido carbonico avrà formula BaCO_3 e si denominerà bario carbonato



Quale reazione avviene facendo reagire diossido di zolfo, in rapporto 2:1, con sodio idrossido in soluzione acquosa?

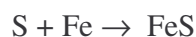
R. Il diossido di zolfo è l'anidride solforosa SO_2 . La formula dell'acido si può così ricavare: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ (acido solforoso). Il sale di sodio (Na^{2+}) dell'acido solforoso avrà formula Na_2SO_3 e si denominerà sodio solfito.



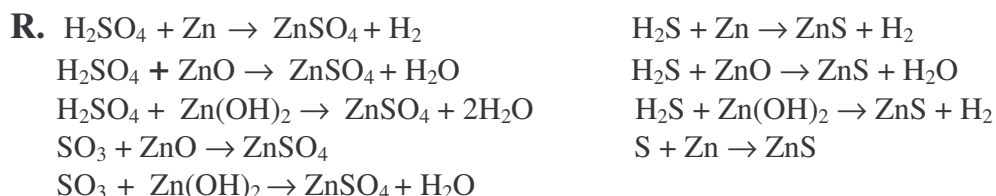
7° metodo: *non metallo + metallo.*

D. La reazione, mancando l'ossigeno, può servire soltanto per preparare i sali degli idracidi (sali *-uro*).

Esempio. Quando si riscalda una miscela di zolfo e limatura di ferro si forma una sostanza nera, il ferro(II) solfuro



Scriva tutte le possibili reazioni che conducono alla formazione di: a) zinco solfato. b) zinco solfuro.



8° metodo: *non metallo + ossido*.

Le reazioni sono diverse per ogni coppia non metallo/ossido.

Esempio. Il cloro viene assorbito dall'ossido di calcio con formazione di due sali, calcio cloruro e calcio ipoclorito



(La miscela dei due sali si usava come disinfettante sotto il nome di *cloruro di calce*).

9° metodo: *non metallo + idrossido*.

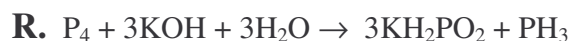
Anche in questo caso le reazioni sono diverse per ogni coppia non metallo/idrossido.

Esempio. Il cloro reagisce con le soluzioni di sodio idrossido con formazione di due sali, sodio cloruro e sodio ipoclorito



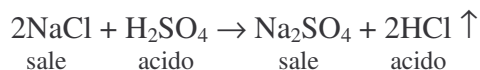
(La soluzione costituisce la nota *candeggina*).

Provi a scrivere la reazione tra il fosforo (molecola P_4) e una soluzione acquosa di potassio idrossido; i prodotti sono potassio diossifosfato(I) KH_2PO_2 e fosfano (nella reazione interviene anche l'acqua).

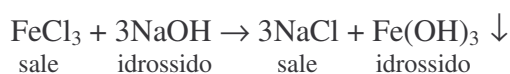


D. Un sale si può ottenere anche per reazione tra *un acido e un altro sale* e tra *un idrossido e un altro sale*.

Esempi. a) Quando si riscalda sodio cloruro con acido solforico concentrato, si sviluppa acido cloridrico gassoso

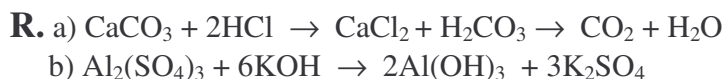


b) Quando si tratta una soluzione acquosa di ferro(III) cloruro con una soluzione acquosa di sodio idrossido si separa idrossido di ferro(III), rosso-bruno



La freccia rivolta verso il basso indica che la sostanza si separa allo stato solido dalla soluzione; nel gergo dei chimici si dice che si forma un *precipitato*.

Scriva le reazioni tra: a) calcio carbonato e acido cloridrico (l'acido che si libera non è stabile e si decompone in acqua e nella sua anidride); b) alluminio solfato e potassio idrossido.



8.3. Idrogenosali

D. Gli *idrogenosali* sono sali derivanti dagli acidi per sostituzione formale, *soltanto in parte*, degli atomi di idrogeno con cationi. Per ricavare la formula degli idrogenosali si unisce il catione con gli anioni dell'acido contenenti ancora atomi di idrogeno (tab. 8/3).

Tab. 8/3. Come si ricava la formula di un idrogenosale.

acidi	anioni	catione	catione	catione
		K^+	Mg^{2+}	Al^{3+}
H_2S	S^{2-}	K_2S solfuro	MgS solfuro	Al_2S_3 solfuro
	HS^-	KHS idrogenosolfuro	$\text{Mg}(\text{HS})_2$ idrogenosolfuro	$\text{Al}(\text{HS})_3$ idrogenosolfuro

H ₂ SO ₄	SO ₄ ²⁻	K ₂ SO ₄ solfato	MgSO ₄ solfato	Al ₂ (SO ₄) ₃ solfato
	HSO ₄ ⁻	KHSO ₄ idrogenosolfato	Mg(HSO ₄) ₂ idrogenosolfato	Al(HSO ₄) ₃ idrogenosolfato
H ₃ PO ₄	PO ₄ ³⁻	K ₃ PO ₄ fosfato	Mg ₃ (PO ₄) ₂ fosfato	AlPO ₄ fosfato
	HPO ₄ ²⁻	K ₂ HPO ₄ idrogenofosfato	MgHPO ₄ idrogenofosfato	Al ₃ (HPO ₄) ₂ idrogenofosfato
	H ₂ PO ₄ ⁻	KH ₂ PO ₄ diidrogenofosfato	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ diidrogenofosfato	Al(H ₂ PO ₄) ₃ diidrogenofosfato

Scriva le formule e denomini i sali di sodio dell'acido ortosilicico H₄SiO₄.

R. Na₄SiO₄, ortosilicato; Na₃HSiO₄, idrogenoortosilicato; Na₂H₂SiO₄, diidrogenoortosilicato; NaH₃SiO₄, triidrogenoortosilicato.

D. Gli idrogenosali di sodio e potassio si ottengono per reazione tra gli acidi (o le anidridi) con gli idrossidi in particolari rapporti.

Esempio. Quando si tratta l'acido solforico con sodio idrossido in rapporto 1:1 si forma sodio idrogenosolfato; in rapporto 1:2 si forma sodio solfato



R. Bicarbonato significa due volte carbonato?

D. Per rispondere alla sua domanda si deve tornare nel XVIII secolo, quando i sali venivano considerati come prodotti di addizione tra una «base» (l'attuale ossido metallico) e un «acido» (l'attuale ossido non metallico) e talvolta acqua. L'ossido di sodio Na₂O veniva detto *soda* e il diossido di carbonio CO₂, *acido carbonico*. Quindi, il sodio carbonato Na₂CO₃ veniva scritto in *formula dualistica* Na₂O·CO₂ e chiamato *carbonato di soda*. Il sodio idrogenocarbonato NaHCO₃ si scriveva Na₂O·2CO₂·H₂O e si chiamava coerentemente *bicarbonato di soda*. Nella formula NaHCO₃ non si vede nulla che possa giustificare il prefisso *bi-*.

R. Perché il fertilizzante CaHPO₄, pur contenendo un solo atomo di calcio, è chiamato *fosfato bicalcico*?

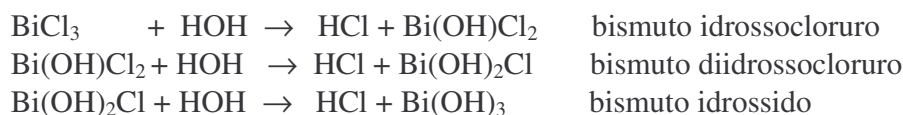
D. Dall'acido fosforico H₃PO₄ derivano tre sali di calcio, i cui nomi IUPAC non lasciano dubbi: calcio fosfato Ca₃(PO₄)₂, calcio idrogenofosfato CaHPO₄ e calcio diidrogenofosfato Ca(H₂PO₄)₂. Un tempo, per denominare gli idrogenosali, ci si riferiva non agli atomi di idrogeno presenti nella loro formula ma a quelli sostituiti nell'acido,

da cui i nomi di fosfato tricalcico, bicalcico e monocalcico. La confusione era aumentata da chi li chiamava rispettivamente trifosfato, bifosfato e monofosfato di calcio.

8.4. Idrossosali

D. Gli *idrossosali* si possono considerare come derivanti dagli idrossidi per sostituzione formale di *parte* degli idrossili con anioni di un acido.

Esempi. Oltre al bismuto cloruro BiCl_3 esistono il bismuto idrossocloruro Bi(OH)Cl_2 e il bismuto diidrossocloruro $\text{Bi(OH)}_2\text{Cl}$. Dal bismuto cloruro, per reazione con acqua, si ottengono successivamente i seguenti composti



Scriva le formule dei seguenti composti: a) rame(II) solfato; b) rame(II) idrogenosolfato; c) rame(II) idrossosolfato.



8.5. Durezza delle acque.

In un quotidiano del 16.9.1996 si affermava: «La durezza dell'acqua è compresa tra i valori pH 7,2 e pH 7,6». Il cronista ha fatto un po' di confusione tra *durezza* e *basicità*. Durezza, riferito all'acqua, è un termine gergale e non ha nulla a che vedere, ovviamente, con la resistenza di un materiale alla scalfittura. Le acque sono dette *dure* quando contengono più o meno grandi quantità di sali di calcio, magnesio, ferro, manganese e altri elementi; *dolci* quando la durezza è bassa.

Esempi. a) La durezza temporanea, dovuta agli idrogenocarbonati di calcio e magnesio, scompare con l'ebollizione poichè si separano rispettivi carbonati, insolubili; la durezza permanente è dovuta soprattutto al calcio solfato. La durezza delle acque si esprime in gradi convenzionali; es. *gradi francesi* (grammi di CaCO_3 in 100 l di acqua), *gradi tedeschi* (grammi di CaO in 100 l di acqua). b) Quando ci si lava con un' acqua dura usando una comune saponetta, l'acqua non scorre facilmente sulla pelle. I saponi, sali di

sodio di acidi grassi, sono solubili in acqua. Nelle regioni in cui l'acqua è molto dura, si formano sulla pelle saponi di calcio e magnesio, insolubili, provocando una sensazione sgradevole. In questi casi è consigliabile l'uso di saponette a base di tensioattivi sintetici, i cui sali di calcio e magnesio sono solubili in acqua, oppure di saponi liquidi (soluzioni acquose di tensioattivi sintetici).

■ **Fluoruri.** Il **calcio fluoruro** CaF_2 costituisce il minerale *fluorite*.

Cloruri. Il **sodio cloruro** NaCl si trova nell'acqua marina (2-3 %), da cui si estrae, e costituisce anche il minerale *salgemma*. Oltre che come alimento, è la materia prima per la produzione dell'idrossido e degli altri sali di sodio. Il **potassio cloruro** KCl costituisce il minerale *silvite* e si usa come fertilizzante. Il **calcio cloruro** CaCl_2 è un sottoprodotto della fabbricazione del sodio carbonato; assorbe facilmente acqua per cui si impiega come disidratante. Lo **zinco cloruro** ZnCl_2 è deliquescente e le sue soluzioni acquose si usano nell'industria tessile e nella conservazione del legno. Il **mercurio(I) cloruro** o **calomelano** Hg_2Cl_2 è una sostanza bianca poco solubile in acqua. L' **alluminio cloruro** AlCl_3 è un importante catalizzatore di reazioni organiche.

Ipocloriti e cloriti. Le soluzioni acquose di **sodio ipoclorito** NaClO sono usate come candeggianti nell'industria cotoniera e nella vita domestica. Il **sodio clorito** NaClO_2 è una polvere bianca, usata come candeggiante nell'industria tessile.

Clorati e perclorati. Il **potassio clorato** KClO_3 è un diserbante e in certi casi può provocare esplosioni; il **potassio perclorato** KClO_4 è un esplosivo.

Solfuri. Il **sodio solfuro** $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ si usa in conceria per la depilazione. Il **ferro disolfuro** FeS_2 costituisce il minerale *pirite*. Sono usati come pigmenti i solfuri di **zinco** ZnS , bianco, di **cadmio** CdS , giallo, di **mercurio** HgS , rosso e di **stagno(IV)** SnS_2 (*oro musivo*); il pigmento bianco *litopone* è una miscela di ZnS e BaSO_4 .

Solfiti, solfati e altri. Il potassio pentaossodisolfato(IV) o **potassio metabisolfito** $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ è usato nell'industria enologica. Il sodio tetraossodisolfato(III) o **sodio idrosolfito** $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ si usa in tintoria come riducente e così pure il prodotto dell'addizione, ad una molecola di formaldeide CH_2O , del sodio diossosolfato(II) o **sodio solfossilato**, $\text{NaHSO}_2\cdot\text{CH}_2\text{O}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Il sodio triossodisolfato(II) o **sodio tiosolfato** $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ è usato come riducente nei laboratori di analisi chimica. Il **sodio solfato** Na_2SO_4 si usa nell'industria vetraria e il sodio idrogenosolfato o **sodio bisolfato** NaHSO_4 in conceria. Il **potassio solfato** K_2SO_4 è un fertilizzante e si ricava dal minerale *leucite*, un silicato di alluminio e potassio. Il **calcio solfato biidrato** $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ è il minerale *gesso*; riscaldato a 130°C forma un *semiidrato* $\text{CaSO}_4\cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (ovvero $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), il *gesso da presa*, usato soltanto per interni essendo discretamente solubile in acqua. Il **bario solfato** BaSO_4 costituisce il minerale *barite*; il prodotto artificiale si usa come pigmento bianco e come mezzo di contrasto in radiologia. Il **rame solfato** $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ forma cristalli azzurri ed è usato in agricoltura contro la peronospora della vite. Il **piombo solfato** PbSO_4 costituisce il minerale *anglesite*.

Sali di ammonio. L'ammoniaca NH_3 , come vedremo molto più avanti, è una base potendo addizionare un protone formando il catione ammonio NH_4^+ . L' **ammonio nitrato** NH_4NO_3 è un esplosivo; opportunamente stabilizzato si usa come fertilizzante. L' **ammonio solfato** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ è un concime.

Nitriti e nitrati. Il **sodio nitrito** NaNO_2 si usa nell'industria dei coloranti e in tintoria. Il **sodio nitrato** NaNO_3 e il **calcio nitrato** $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ sono usati come fertilizzanti. Il **potassio nitrato** KNO_3 (*salnitro*) è un componente della polvere pirica.

Fosfati. Il **sodio fosfato** Na_3PO_4 si usa in un processo di depurazione delle acque. Il **calcio fosfato** $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ costituisce il minerale *fosforite* ed è il costituente principale delle ossa e dei denti. Come fertilizzanti sono largamente usati i **perfosfati**, miscele di calcio idrogenofosfato CaHPO_4 , calcio diidrogenofosfato $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ e gesso. Il sodio decaossopentafosfato(V) o **sodio tripolifosfato** $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, formando complessi solubili con calcio e magnesio, veniva aggiunto ai detersivi per ridurre gli

inconvenienti dovuti alla precipitazione sui tessuti di solfato di calcio e dei carbonati di calcio e magnesio. Per legge, il contenuto di fosforo nei detergenti non deve superare lo 0,5 % e ciò per ridurre l'eutrofizzazione, abnorme crescita della flora acquatica, «supernutrita» dai fosfati degli scarichi agricoli, civili e industriali. I **fertilizzanti** sono sostanze atte a conservare ed aumentare la fertilità di un terreno. I concimi sono fertilizzanti contenenti i tre elementi fondamentali per la vita delle piante: azoto, fosforo e potassio. I *concimi composti* contengono due elementi (es: NH_4HPO_4). I *concimi complessi* sono miscele di concimi semplici, come il PKN, miscela di perfosfati, ammonio solfato e sali potassici. I *concimi fluidi a pressione* sono a base di ammoniaca liquida o in soluzione acquosa, applicata al terreno mediante iniezione in profondità (metodo vietato in Italia per la pericolosità dell'ammoniaca). Nei *concimi bilanciati* il rapporto $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O}$ è 1:1:1.

Carbonati. Il **sodio carbonato** (*soda Solvay*) Na_2CO_3 è una sostanza bianca igroscopica, impiegata nell'industria tessile, dei detergenti, del vetro, ecc. Si prepara facendo reagire ammoniaca e diossido di carbonio con una soluzione di sodio cloruro: si forma sodio idrogenocarbonato NaHCO_3 poco solubile ($\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$). Dopo separazione il sodio idrogenocarbonato viene riscaldato: si forma sodio carbonato ($2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$). Il diossido di carbonio torna in ciclo e dalle acque contenenti ammonio cloruro si ricupera l'ammoniaca per trattamento con idrossido di calcio ($2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$). Il sodio idrogenocarbonato, o **sodio bicarbonato**, NaHCO_3 si usa per produrre bevande effervescenti e nell'industria dolciaria. Il **potassio carbonato** (*potassa*) K_2CO_3 a differenza del sodio carbonato è deliquescente e più costoso; si usa nelle industrie vetraria e saponiera. Il **magnesio carbonato** MgCO_3 costituisce i minerali *magnesite* e *dolomite* e si usa come refrattario. Il **bario carbonato** BaCO_3 costituisce il minerale *whiterite*. Un **piombo idrogenocarbonato** $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ è la *biacca*, pigmento bianco, nocivo.

Silicati. Sono numerosissime sostanze naturali e artificiali derivanti formalmente dagli acidi silicici $\text{H}_m\text{Si}_n\text{O}_o$ ovvero $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, e contengono anioni del silicio quali ad esempio SiO_3^{2-} , triossosilicato; SiO_4^{4-} , tetraossosilicato; $\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$, enneatrisilicato. La loro composizione viene solitamente espressa in percentuale di *silice*, *acqua* e *ossidi* (Na_2O , K_2O , MgO , CaO , Al_2O_3 , ecc.) per cui sono ancora usate le antiche *formule dualistiche*. Così ad esempio, l'alluminio e potassio octaossotrisilicato KAlSi_3O_8 si scrive anche $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ e il magnesio dodecaossodidrogenotetrasilicato $\text{Mg}_3\text{H}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ si scrive $3\text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 4\text{SiO}_2$. Il **caolino**, bianco, è un idrogenosilicato di alluminio, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Per cottura di impasti con acqua di **argille** (rocce sedimentarie costituite da silicati di alluminio contenenti anche ferro, manganese, sodio, potassio e altri cationi;) si producono i **materiali ceramici** (terrecotte, maioliche, faenze, porcellane, gres, vitreous-china, fire-clay, laterizi, refrattari). Per cottura a 1500°C di miscele di calcare e argilla si ottiene un materiale duro (*clinker*) da cui, per macinazione e aggiunta di gesso, si produce il **cemento Portland**.

Gli **agglomeranti**, o **leganti**, sono materiali i quali, mescolati con acqua, in presenza o meno di sostanze inerti, formano impasti molli (*malte*) atte a collegare gli elementi di una costruzione, o costituenti essi stessi il materiale da costruzione. I *leganti aerei* (calce e gesso) fanno presa e induriscono soltanto all'aria e non sotto acqua; i *leganti idraulici* (calci idrauliche e cementi) fanno presa e induriscono anche sotto acqua. L'indurimento della calce è lento ed è dovuto alla reazione tra ossido di calcio e diossido di carbonio dell'aria ($\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$). La presa e l'indurimento dei cementi sono dovuti a complesse reazioni. I **vetri** sono "materiali duri e fragili, trasparenti, traslucidi o opachi, ottenuti per fusione di miscele a prevalenza silicea. (UNI 5832)." Sono soluzioni solide di due silicati in silice vetrosa: un silicato alcalino (Na, K) ed uno alcalino-terroso (Mg, Ca, Ba) o di zinco, o di piombo. In alcuni vetri la silice è sostituita parzialmente dall'anidride borica. Il *vetro pyrex*, usato nei laboratori chimici per la sua resistenza agli sbalzi di temperatura, è un vetro borosilicico in cui il calcio è parzialmente sostituito con l'alluminio. Per *vetro solubile* si intende una soluzione acquosa di silicati di sodio. Gli *smalti ceramici* sono borosilicati di calcio, bario, piombo.

8.6. Perossocomposti

D. I *perossocomposti* sono ossidi, ossoacidi, sali e composti organici, ionici (contenenti lo ione perossido O_2^{2-}) e covalenti (contenenti l'aggruppamento perossido $—O—O—$). Sono buoni ossidanti e alcuni sono esplosivi; qualcuno si usa nel candeggio delle fibre tessili.

Tab. 8/4 Alcuni perossocomposti

		Nome IUPAC
H_2O_2	$HO—OH$	perossido di idrogeno(*)
Na_2O_2	$2Na^+O_2^{2-}$	perossido di sodio
H_2SO_5	$HO—O—O—SO_2H$	acido perossomonosolfonico
$H_2S_2O_8$	$HSO_3—O—O—SO_3H$	acido perossodisolfonico
$NaBO_3$	$Na^+BO—O_2^-$	sodio perossoborato
$2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$		sodio perossocarbonato
	$C_6H_5CO—O—O—OCC_6H_5$	perossido di benzoile

(*) L'acqua ossigenata è una soluzione acquosa diluita di perossido di idrogeno.