

Gli Acidi Ossigenati (Ossoacidi)

Ovvero: Tutto quello che avreste voluto sapere della Chimica, ma non avete mai osato chiedere.



Una delle difficoltà incontrate più frequentemente dagli studenti, riguarda la scrittura delle formule dei sali. Molto spesso i problemi nascono da una scarsa conoscenza sia della nomenclatura chimica, sia delle formule degli acidi ossigenati, dai quali derivano gran parte dei sali. Con queste pagine cercheremo di fornire allo studente gli strumenti per poter superare il primo scoglio che egli incontrerà all'esame di chimica: la scrittura, appunto, delle formule brute dei sali e delle strutture dei principali **ossoacidi**.

Cosa sono gli acidi ossigenati?

Nomenclatura: Gli acidi ossigenati sono composti **ternari**, formati da **H**, **O**, e un **non metallo** o un metallo, quale ad esempio **V**, **Cr**, **Mn**, il cui ossido a alto grado di ossidazione abbia caratteristiche acide.

Come si ottengono?

Formalmente, le formule degli acidi ossigenati si possono *ricostruire* sommando **acqua** all'opportuno **ossido**, facendo attenzione al rispetto delle regole della nomenclatura (*-oso, -ico, meta-, orto-, etc.*) e alla "stechiometria" della reazione.

Cosa sono gli ossidi?

Gli ossidi sono **composti binari dell'Ossigeno** con un altro elemento. Tutti gli elementi, tranne i gas nobili, possono formare ossidi. Gli ossidi dei metalli hanno natura **basica**, quelli dei non metalli* hanno natura **acida**. Questa caratteristica è molto ben rappresentata sulla maggior parte delle Tavole periodiche, in cui l'angolino **in alto a destra** della casella dell'elemento è colorato in azzurro (natura basica) o in rosso (natura acida). Addirittura l'intensità della colorazione gradua la forza dell'idrossido o dell'ossoacido, corrispondenti.

Na	
1.54	0.9
1.30	0.62
0.95	0.218
119	0.32

natura
Basica

S	
1.92	2.5
1.27	0.34
1.84 ⁽²⁾	10 ⁽²⁾
239	0.0007

natura
Acida

Si	
1.31	1.8
1.32	11.1
2.71 ⁽⁻¹⁾	0.10
188	0.20

natura
Anfotera

La doppia colorazione dell'angolino (azzurro/rosa) indica che l'ossido dell'elemento ha natura **anfotera**, può cioè comportarsi sia da base, che da acido. Si deve porre attenzione al fatto che queste proprietà sono riferite all'ossido in cui l'elemento ha grado di ossidazione più elevato. La natura acido-base di un ossido (specialmente di metalli di transizione e di semimetalli) può infatti variare dal basico all'acido all'aumentare del grado di ossidazione dell'elemento caratteristico. Esempio classico è quello del **Cromo**, il cui ossido è acido quando il numero di ossidazione è **+6**, ed è basico o anfotero quando il numero di ossidazione è **+2** o **+3**.

* Gli ossidi dei non metalli in passato venivano chiamati **anidridi**. L'attuale nomenclatura ufficiale stabilisce che anche questi ossidi vengano definiti come tali, indicandone la composizione. Ad esempio CO₂ = diossido di carbonio, e non anidride carbonica. Il termine anidride è comunque tuttora accettabile nella nomenclatura comune.

Come faccio per "ricostruire" l'ossido?

Basta tener presente che negli ossidi il numero di ossidazione dell'Ossigeno è sempre **-2**.

Come scelgo l'ossido "opportuno"?

Negli **ossoacidi**, per distinguere il grado di ossidazione dell'elemento caratteristico si usano le desinenze **-oso** e **-ico**: la prima per il n° di ox inferiore, la seconda per quello superiore. Qualora queste non siano sufficienti -e solo allora-, si fa ricorso ai prefissi **ipo-** e **per-** (vedi ad esempio il caso degli ossoacidi del Cloro). Nei **sali**, le desinenze -oso e -ico diventano rispettivamente **-ito** e **-ato**, mentre gli eventuali prefissi vengono mantenuti inalterati.

N° di ossidazione	Sale	Ossido
minore	ipo-elemento-ito	ipo-elemento-oso
intermedio 1	elemento-ito	elemento-oso
intermedio 2	elemento-ato	elemento-ico
maggiore	per-elemento-ato	per-elemento-ato

Come faccio per sapere i possibili numeri di ossidazione di un elemento?

Su una delle due facce della Tavola Periodica sono riportati i possibili numeri di ossidazione degli elementi. Il numero in grassetto indica il grado di ossidazione più stabile.

24	51,996	
2665	6,3,2	← numeri di ossidazione
1875	Cr	
7,19	[Ar]3d ⁴	
	Cromo	

E a questo punto?

Mettiamo in pratica le nozioni fin qui acquisite.

Poniamo che vi venga richiesto di scrivere il sale **nitrate di sodio**.

1. La desinenza **-ato** del sale indica che esso deriva da un acido **-ico**, per l'esattezza dall'**acido nitrico**, ovvero l'ossoacido dell'Azoto con più elevato grado di ossidazione (+5). Vi ricordo che, tranne che per pochi elementi di transizione, il massimo numero di ossidazione di un elemento non può mai essere maggiore del suo gruppo di appartenenza.

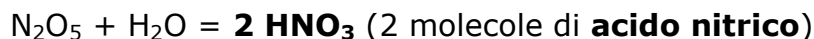
2. Se non ricordo la formula dell'acido nitrico, dovrò ricostruirla, aggiungendo acqua all'anidride nitrica.

3. Devo quindi scrivere l'ossido dell'Azoto con grado di ossidazione +5. Poiché negli ossidi l'Ossigeno ha sempre no. di ox -2, affinché la somma dei numeri di ossidazione dell'ossido (composto neutro) risulti ZERO, dovrò prendere 2 atomi di azoto e 5 di ossigeno:

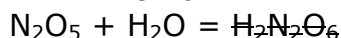


Pentossido di diazoto o anidride nitrica

4. Nella reazione del pentossido di diazoto con l'acqua occorre fare attenzione che:



e non



5. Infine, per scrivere il sale devo sostituire l'H (ione H^+) dell'acido nitrico con lo ione sodio (Na^+). Quindi:



Nitrato di Sodio

E questo è tutto?

No, La nomenclatura degli ossoacidi non è ancora completa! Non abbiamo infatti definito i prefissi **meta-**, **orto-** e **piro-**, che vengono usati per distinguere il *diverso grado di idratazione* dell'ossoacido. In sintesi, gli acidi **orto** si ottengono dai meta per aggiunta di una molecola di acqua, e viceversa (i **meta** si ottengono dagli orto per sottrazione di una molecola di acqua). Il prefisso **piro-** (o **di-**) si usa per indicare gli acidi che derivano dalla condensazione di due molecole di un orto-ossoacido. In pratica, si raddoppiano gli elementi presenti nell'acido orto e si sottraggono due H e un O. Anche questi prefissi vengono mantenuti invariati nella nomenclatura dei sali corrispondenti.



Ad esempio, del **Fosforo** si conoscono tre acidi fosforici (numero. ox P = +5):

- metafosforico = $(\text{HPO}_3)_n$
- ortofosforico = H_3PO_4
- pirofosforico = $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$

Il primo, detto **polimetafosforico**, esiste in forme polimeriche (questo il motivo della scrittura col pedice n della sua formula bruta) e ha qualche interesse solo per la chimica inorganica. I suoi sali più comuni sono i tri- e i tetrametafosfati.

Il secondo è detto comunemente **acido fosforico**. E' un acido triprotico e forma quindi **tre** tipi di sali: Fosfati neutri (ione PO_4^{3-}), monoidrogenofosfati (ione HPO_4^{2-}), e diidrogenofosfati (ione H_2PO_4^-). Quindi il sale $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, indicato comunemente come fosfato di calcio, si dovrebbe definire più precisamente **ortofosfato neutro di Calcio**

Il terzo acido fosforico, il pirofosforico (o **difosforico**) deriva dalla condensazione di due molecole di acido ortofosforico. Lo ione pirofosfato è un composto molto importante dal punto di vista biologico.

Idracidi

Oltre agli acidi ossigenati, nella chimica inorganica esiste un'altra categoria di acidi, detti **idracidi**. Gli idracidi sono sostanzialmente composti binari dell'**Idrogeno** con un **alogeno**, con lo **zolfo**, o con il gruppo **CN⁻** (cianuro). La desinenza caratteristica di questi acidi è **-idrico**, che nei corrispondenti sali diventa **-uro**.

Ad esempio:

HCl = acido clor**idrico** => NaCl = Clor**uro** di Sodio

HCN = acido cian**idrico** => KCN = Cian**uro** di Potassio

Criteri per la rappresentazione delle formule brute

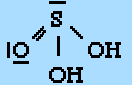
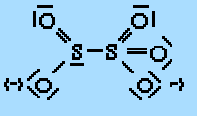
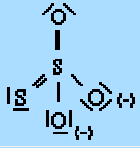
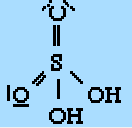
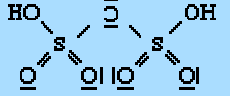
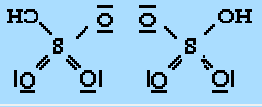
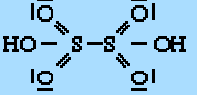
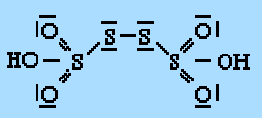
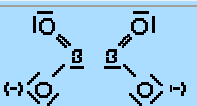
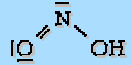
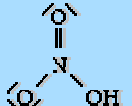
Generalmente le formule degli **ossoacidi** si scrivono indicando nell'ordine H, elemento caratteristico, O; mentre quelle degli **idrossidi** si scrivono indicando prima il metallo e poi gli ioni OH⁻. Questo ha il vantaggio di permettere l'immediato riconoscimento della natura del composto: acido o base, rispettivamente. Nelle formule dei **sali** si usa scrivere prima il metallo (o il catione) e poi l'anione dell'acido.

Al termine di questa breve escursione, che peraltro non può essere considerata del tutto ortodossa dal punto di vista chimico, **chi** non avesse voglia di spremersi eccessivamente le meningi nel seguire questa procedura per la scrittura dei sali, deve fare almeno uno sforzo di memoria e **imparare a mente** le formule dei più comuni ossoacidi elencati in una **tabella a parte**. La conoscenza di queste formule è sufficiente per scrivere sia le formule brute dei sali, sia le strutture degli ossoacidi che vengono normalmente richiesti in sede di esame.

Le Formule dei più comuni Acidi Ossigenati

*Dove non compare la formula dell'acido, significa che esso non esiste come tale, ma esistono i suoi Sali**. Delle formule di struttura, non sono riportate eventuali formule di risonanza. Inoltre, non sono stati completati gli "ottetti" sui gruppi OH.

Elemento	no. ox	Acido	Anione	Struttura
Cloro	+1	HClO Acido ipocloroso	ClO ⁻ ipoclorito	
	+3	HClO ₂ Acido cloroso	ClO ₂ ⁻ clorito	
	+5	HClO ₃ Acido clorico	ClO ₃ ⁻ clorato	
	+7	HClO ₄ Acido perclorico	ClO ₄ ⁻ perclorato	
Bromo	+1	HBrO Acido ipobromoso	BrO ⁻ ipobromito	vedi acido ipocloroso
	+5	HBrO ₃ Acido bromico	BrO ₃ ⁻ bromato	vedi acido clorico
	+7	HBrO ₄	BrO ₄ ⁻	vedi acido perclorico

		Acido perbromico	perbromato	
Iodio	+1	HIO Acido ipoiodoso	BrO ⁻ ipiodito	vedi acido ipocloroso
	+5	HIO ₃ Acido iodico	BrO ₃ ⁻ iodato	vedi acido clorico
	+7	HIO ₄ Acido periodico	BrO ₄ ⁻ periodato	vedi acido perclorico
Zolfo	+4	H ₂ SO ₃ Acido solforoso	SO ₃ ²⁻ solfito	
	+4 (+3/+5)	*	S ₂ O ₅ ²⁻ disolfito (o metabisolfito)	 ione disolfito (no ponte ossigeno!)
	+4/0	*	S ₂ O ₃ ²⁻ tiosolfato	
	+6	H ₂ SO ₄ Acido solforico	SO ₄ ²⁻ solfato	
	+6	H ₂ S ₂ O ₇ Acido disolforico	S ₂ O ₇ ²⁻ disolfato	
	+7	H ₂ S ₂ O ₈ Acido perossodisolforico	S ₂ O ₈ ²⁻ persolfato (perossodisolfato)	
	+5	H ₂ S ₂ O ₆ Acido ditionico	S ₂ O ₆ ²⁻ ditionato	
	+5 (0)	Acidi politionici: Catene di atomi di S con gruppi -SO ₃ H alle estremità (tri-, tetra-, penta-, etc.)	Esempio: S ₄ O ₆ ²⁻ tetrationato	 acido tetrationico (un acido politionico)
	+3	*	S ₂ O ₄ ²⁻ ditionito	
Azoto	+3	HNO ₂ Acido nitroso	NO ₂ ⁻ nitrito	
	+5	HNO ₃ Acido nitrico	NO ₃ ⁻ nitrato	

Fosforo	+1	H_3PO_2 Acido ipofosforoso (Acido fosfinico)	$H_2PO_2^-$ ipofosfito (fosfinato)	
	+3	H_3PO_3 Acido fosforoso (Acido fosfonico)	HPO_3^{2-} fosfito (fosfonato)	
	+5	H_3PO_4 Acido (orto)fosforico	PO_4^{3-} (orto)fosfato	

Nome e struttura dei più importanti ossoacidi e dei corrispondenti anioni

