



I METALLI NOBILI, PREZIOSI E RARI

Precious Metals						
B	VIIB	VIIIIB			IB	IIB
	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn

Gli elementi di transizione come Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt, Au sono chiamati nobili perché non reagiscono facilmente con altri elementi e sono utilizzati quasi totalmente allo stato puro o come leghe metalliche, in gran parte con altri metalli nobili, e solo in piccola quantità come complessi, cloruri ed ossidi. I metalli nobili sono tutti presenti nella lista dei 10 metalli più preziosi, ossia più costosi, e sono inclusi tra i 10 metalli più rari o estremamente scarsi, ossia quelli con la più bassa disponibilità sulla Terra. Essendo i metalli nobili risorse della natura limitate e di largo impiego, è prevedibile un loro esaurimento ed è quindi necessario diminuirne l'utilizzo, trovare alternative al loro impiego e/o realizzarne un riciclo totale.

Poiché possiedono proprietà simili al Pt, la gran parte dei metalli nobili sono anche chiamati metalli del gruppo del platino (PMGs), con esclusione di Ag e Au. Alcuni metalli nobili hanno alcune proprietà uniche fra tutti i metalli: Ir è il metallo più resistente alla corrosione, Os è il metallo più denso, Au è il metallo più duttile e malleabile, Ag è il migliore conduttore di calore e di elettricità; tutti i metalli del gruppo del Pt possiedono la maggiore temperatura di fusione.

I principali produttori dei diversi metalli nobili sono nell'ordine: per l'Au Cina, Australia, Usa, Russia e Sudafrica; per l'Ag Messico, Perù, Cina e Australia; per il Pt Sudafrica, Russia e Canada; per il Ru Russia, America del nord e del sud e Canada; per l'Ir Sudafrica, Russia e Canada; per l'Os Russia e America del nord e del sud; per il Pd Russia, Sudafrica, Canada, Usa e Zimbabwe; per il Rh Russia, Canada, Cina e Australia.

La scala dei prezzi di diversi metalli nobili è la seguente: Rh>Ir>Au>Pd>Pt>Os>Ru>Ag e la scala della produzioni mondiali in ordine di quantità è la seguente: Ag>Au>Pd>>Pt>Rh>Ru>Ir>Os.

Tutti i metalli nobili hanno applicazioni industriali diverse, che spaziano nei settori della chimica, elettrochimica, metallurgia, produzione di energia da fotovoltaico, elettronica, elettrica, aerospaziale, vetri, medicina, settore dentistico; solo alcuni hanno applicazioni nel campo della gioielleria e dell'investimento finanziario, nonostante siano tutti considerati preziosi.

Per avere un'idea dell'impatto dei metalli nobili nella società, di seguito sono riportate le percentuali delle loro diverse tipologie d'uso. Il Pt per il 40% è utilizzato nei convertitori catalitici, per il 35% nella gioielleria (Paesi asiatici) e per il 25% per usi industriali diversi. L'Au trova applicazione per il 67,5% nella gioielleria, per il 19,3% nell'investimento finanziario



e per il 13% nell'industria. L'Ag è impiegato per il 44% nell'industria, per il 32% nella gioielleria, per il 18% nella fotografia, per il 4% nelle monete e per il 2% in investimenti finanziari. Il Ru è adoperato per il 50% nell'elettronica, per il 40% nell'industria chimica e per il 10% nelle leghe. Il Pd è utilizzato per il 58% nei convertitori catalitici per autoveicoli, nella gioielleria per il 26%, nell'elettronica per il 17%, nel settore dentistico per il 15% e in altri settori per il 4%. L'Ir è usato per il 42% dalle industrie elettrochimiche, per il 30% da quelle elettriche, per il 18% dalle industrie chimiche e per il 10% in altri settori. Il Rh è impiegato per il 77% nelle marmitte catalitiche, per il 5-7% nell'industria chimica, per il 3-6% nei vetri e per la parte rimanente in altri settori industriali. L'Os ha di per sé poche applicazioni, data la sua elevata tossicità come ossido, ed è adoperato per quasi il 100% in leghe con altri metalli nobili per aumentarne la resistenza all'usura.

La catalisi è un esempio emblematico dell'unicità dei metalli nobili nella loro applicazione industriale e delle problematiche correlate. Il primo processo catalitico eterogeneo è stato l'ossidazione di SO_2 a SO_3 con Pt, che è stato poi sostituito da V_2O_5 , meno costoso e più stabile ed è stato anche l'unico chiamato "Processo a Contatto" essendo la parola catalizzatore a quei tempi non nota. Leghe Pt-Pd sono le uniche utilizzate per ossidare NH_3 a NO per produrre acido nitrico. Il primo utilizzo del Pt è stato del premio Nobel Wilhelm Ostwald. Nelle marmitte catalitiche dei motori a benzina sono impiegati solo catalizzatori a base di Pt-Rh per abbattere CO, NO e idrocarburi, e, nei motori diesel, catalizzatori a base di Pt o Pd per abbattere CO perché, dato il basso tempo di contatto nelle macchine, devono essere utilizzati i catalizzatori più attivi. Nell'ossidazione di etilene ad epossido vengono adoperati catalizzatori a base di Ag supportato su allumina, grazie alla loro selettività. Nella produzione di aromatici a partire da paraffine coprodotte nello steam-cracking della nafta pesante è utilizzato il processo "Platforming" (Refor-

ming con Pt) a base di Pt supportato su $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, che è stato il primo catalizzatore polifunzionale sviluppato (deidrogenante ed acido) e l'unico che ha dato il suo nome ad un processo.

I catalizzatori di idrogenazione e di deidrogenazione più attivi sono costituiti da metalli del gruppo del Pt, ma vengono usati altri catalizzatori meno attivi, però meno costosi. Nella sintesi di NH_3 il catalizzatore maggiormente attivo che opera a più bassa temperatura e pressione è il Ru, tuttavia è usato in maggiori quantità il Fe, pur se meno attivo, per il suo costo decisamente inferiore. Leghe Pd-Au vengono adoperate nella sintesi di vinilacetato da etilene, ossigeno ed acido acetico.

I metalli nobili hanno diverse applicazioni anche in catalisi omogenea; per esempio nelle reazioni di metatesi, uno dei premi Nobel per la Chimica, Robert Grubbs ha utilizzato come catalizzatore complessi a base di Ru, ma gli altri due Nobel che hanno condiviso il premio con lui hanno usato altri metalli; complessi di Rh sono impiegati nella carbonilazione del metanolo per produrre acido acetico e nella ossosintesi di olefine per sintetizzare aldeidi (Geoffrey Wilkinson ha preso il premio Nobel per questo catalizzatore); il Pd trova applicazione nel processo Wacker sotto forma di $\text{PdCl}_2\text{-CuCl}_2$ per ossidare l'etilene ad acetaldeide; la reazione di Suzuki ossia la reazione di accoppiamento in chimica organica è stata relizzata con catalizzatori a base di Pd da Akira Suzuki premio Nobel.

Nel campo biomedicale isotopi radioattivi dell'Ir vengono adoperati nella terapia anticancro e i composti del Pt sono utilizzati in chemioterapia. L'Ag colloidale ha proprietà antibatteriche ed antivirali. Le proprietà dell'Au colloidale lo rendono utilizzabile come antinfiammatorio e come farmaco che favorisce stabilità emotiva, concentrazione e contrasta lo stress. In futuro si prevede un ampio utilizzo delle nanoparticelle di Au, Ag, Pt soprattutto nel settore biomedicale.

Nel settore della gioielleria, l'Italia è una delle prime nazioni sia come Paese produttore, trasformando quasi 500 tonnellate d'oro all'anno in oggetti finiti (dei quali il 70% viene poi esportato), sia come consumatore.

Attualmente (e soprattutto in futuro) una delle tematiche di ricerca più importanti è quella del recupero dei metalli nobili derivanti da scarti di lavorazione industriale o dal riciclaggio di materiali obsoleti, in particolare il recupero da autovetture, telefonini, prodotti elettronici, medicali e dentistici.