

27

[Ar]4s² 3d⁷

2
8
15
2



L'elemento folletto

...

Co

Cobalto
58,9332

Letizia Scaloni
Liceo Scientifico
Leonardo Da Vinci Jesi
III C

SOMMARIO

+ ETIMOLOGIA	3
+ FATTI STORICI	3
+ CARATTERISTICHE	3
+ PROPRIETA'	4
- cristallografia	
- proprietà chimiche	
- proprietà fisiche	
+ DISPONIBILITA'	5
+ ISOTOPI	6
- precauzioni	
+ COBALTOTERAPIA	7
+ EFFETTI SUL CORPO	7
+ LEGHE DI COBALTO	8
- superleghe	
- materiali magnetici	
- leghe resistenti ad usura e corrosione	
- hard metals	
+ ESPERIMENTO: cobalto cloruro esaidrato	9
+ LE FONTI	11

Aspetto: metallo grigio



ETIMOLOGIA: *cobalto*

Il termine *cobalto*, con cui oggi indichiamo l'elemento chimico numero 27, deriva molto probabilmente dal greco *kobalos* che significa "folletto". Lo stesso termine trova radici comuni anche nella parola *coboldo* (*kobold* in tedesco), la quale, nel folklore germanico rappresenta un folletto poco socievole. Secondo la tradizione questo vocabolo fu attribuito dai minatori tedeschi a degli immaginari spiritelli, incolpandoli di far trovare loro un metallo inutile piuttosto che il tanto ambito oro.

FATTI STORICI

Sin dai tempi più antichi erano noti i composti del cobalto, usati per colorare il vetro di un blu intenso. Già nel III millennio a.C., nell'area mediterranea ed anche in Cina, erano molto diffuse queste colorazioni tra il blu e il verde. Nel 1520 un'alchimista francese, Peter Weidenhammer, diede inizio ad una produzione artigianale di un pigmento blu ricavato da un insieme di metalli, tra i quali anche il cobalto. Colui che riuscì ad individuare questo elemento chimico dall'aspetto grigiastro fu il chimico svedese George Brandt (1694-1768): la data a cui si fa risalire la scoperta del cobalto non è ancora ben certa, si presume che sia tra il 1730 e il 1737. Nel 1780 fu T. O. Bergman che ne approfondì lo studio dal punto di vista scientifico.

CARATTERISTICHE

È un elemento bianco-argenteo, ferromagnetico e molto duro. È associato spesso con il nichel, e sono entrambi solitamente presenti nel ferro meteorico. I mammiferi hanno bisogno di piccole quantità di sali di cobalto nella dieta. Il ^{60}Co , un suo isotopo radioattivo artificiale, è impiegato in ambito medico per curare, in particolar modo, i tumori. Il cobalto è chimicamente inerte; a temperatura ambiente risulta stabile nei confronti dell'aria e dell'acqua; viene lentamente attaccato dagli acidi cloridrico HCl e solforico H_2SO_4 . La configurazione termodinamicamente stabile è pertanto quella esagonale, anche se tecnologicamente risulta facile ottenere l'allotropo cubico (ad esempio realizzando film sottili di cobalto). Gli stati di ossidazione che il cobalto può assumere sono +2, +3 e (raramente) +1.

GENERALITA'

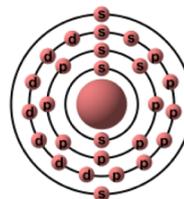
NOME: Cobalto

NUMERO ATOMICO: 27

SIMBOLO: Co

SERIE: metalli di transizione

CONFIGURAZIONE ELETTRONICA:



PROPRIETA'

+ Cristallografia

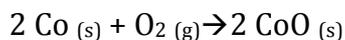
Il metallo si presenta in due forme allotropiche: $\underline{\epsilon}$ in struttura *hcp* (esagonale compatta) stabile a temperature inferiori ai 400°C; $\underline{\alpha}$ in struttura *fcc* (cubica a facce centrate) a temperature più elevate. La temperatura di transizione $\underline{\alpha} \leftrightarrow \underline{\epsilon}$ dipende fortemente dal livello di purezza del metallo e dal rate di raffreddamento scelto. Come riferimento è utile sapere che data una purezza del 99.998 % ed un rate di raffreddamento basso si rileva una $T(\underline{\alpha} \leftrightarrow \underline{\epsilon}) = 421.5^\circ\text{C}$.

+ Proprietà chimiche

Quando il cobalto si presenta in forma massiva la sua resistenza è abbastanza buona, mentre quando lo si riduce in polvere essa cala in maniera assai netta; anzi più fine è la polvere in questione più aumenta la facilità d'attacco. Infatti l'aggressione chimica è fondamentalmente un fenomeno superficiale e dunque, riducendo in polvere il nostro materiale, non si fa altro che aumentarne la superficie a contatto con l'agente chimico.

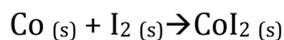
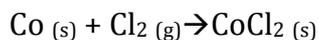
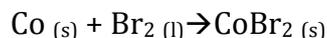
Quando il cobalto metallico viene riscaldato, esso può reagire con gli alogeni e gli altri non-metalli, come ad esempio: il boro, il fosforo, l'antimonio, il carbonio, l'arsenico e lo zolfo. All'interno dei molteplici composti, il cobalto presenta tutti gli stati di ossidazione, dall'1 al 4. Gli stati di ossidazione più comuni sono tuttavia il 2 e il 3; quello più elevato (il 4), è presente solamente nell'esafluorocobaltato di cesio e in pochissimi altri composti.

Se il cobalto viene portato al di sopra dei 900°C, la forma ossidata del cobalto presenta valenza 2 e l'ossido che si forma è il CoO.



Il CoO può formarsi anche a causa della reazione tra cobalto e acqua (ad esempio l'umidità atmosferica) ad elevata temperatura.

La reazione del cobalto con il bromo porta alla formazione del bromuro di cobalto CoBr_2 , il quale fornisce una colorazione verde. Reazioni analoghe avvengono anche quando il cobalto viene messo a contatto con altri alogeni, come il cloro e lo iodio. In particolare, la reazione con il cloro fornisce una colorazione blu mentre quella con lo iodio dà una colorazione nera.



Il cobalto ha una buona resistenza alla corrosione in atmosfera, in acqua, in soluzioni asfittiche di acidi non ossidanti e un'ottima resistenza in ambienti alcalini. Di solito l'aggiunta di cobalto metallico ad una lega ne migliora la resistenza alla corrosione nella maggior parte degli ambienti aggressivi ed incrementa la resistenza della lega alle alte temperature. Il cobalto metallico viene in generale attaccato dagli acidi, sia concentrati sia diluiti.

Proprietà fisiche

STATO DELLA MATERIA: solido (ferromagnetico)

PUNTO DI EBOLLIZIONE: 3200K (2927 °C)

PUNTO DI FUSIONE: 1768K (1495 °C)

VOLUME MOLARE: $6,67 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$

DENSITA': 8,90 g/cm³

A temperatura ambiente il cobalto e le sue leghe sono solidi ferromagnetici, ossia sono fortemente magnetizzati anche se non sono sottoposti ad alcun tipo di campo magnetico esterno. Tale proprietà si manifesta solo al di sotto di una certa temperatura, detta temperatura di Curie, al di sopra della quale il cobalto si comporta come un materiale paramagnetico. Di conseguenza, per temperature inferiori a quella di Curie, i momenti magnetici degli atomi di un materiale ferromagnetico tendono ad allinearsi tutti nella stessa direzione anche in assenza di un campo magnetico esterno, mentre per temperature superiori a quella di Curie, i momenti magnetici perdono la loro disposizione ordinata e quindi anche la magnetizzazione spontanea. Il cobalto è l'elemento che presenta la più alta temperatura di Curie, pari a circa 1115°C.

DISPONIBILITA'

Il cobalto non si trova allo stato puro metallico, ma solo come minerale, e non viene estratto da solo ma come sottoprodotto dell'estrazione di rame o nichel. I più importanti minerali di cobalto sono la cobaltite, l'eritrite, il glaucodoto e la skutterudite. I maggiori produttori al mondo di cobalto sono la Repubblica Democratica del Congo, la Cina, lo Zambia, la Russia e l'Australia.

I minerali più usati come fonte di cobalto:

Carrolite

La carrolite (CuCo_2S_4) è un solfuro di rame e cobalto estratto dalle miniere a cielo aperto dello Zaire



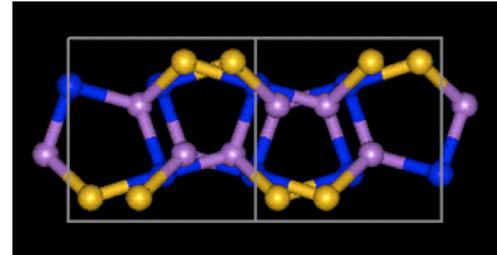
✚ Linneite

La linneite (fondamentalmente Co_3S_4 con atomi di Ni o Cu come sostituzionali del Co) è presente soprattutto in Africa centro-meridionale (Zaire, Zambia) ma anche in alcune zone della valle del Mississippi negli Stati Uniti.



✚ Cobaltite

La cobaltite (CoAsS) è il minerale più abbondante nel sottosuolo dell'Idaho, ed è inoltre presente nelle miniere d'argento canadesi.



✚ Heterogenite

L'heterogenite è formata da ossidi idrati di Co e Cu dalle varie formule chimiche (CoO , Co_2O_3 , CuO , etc...) costituisce la principale fonte di Co delle miniere zairesi.

ISOTOPI

Gli isotopi di un elemento chimico sono gli atomi appartenenti alla stessa specie e per questo caratterizzati dallo stesso numero atomico, ma aventi differente numero di massa e quindi diversa massa atomica. La differenza delle masse atomiche dei vari isotopi è dovuta al diverso numero di neutroni presenti nel nucleo dell'atomo. Gli isotopi sono suddivisi in: isotopi stabili (meno di 300) e non stabili o isotopi radioattivi (circa 1200). Il "confine" tra isotopi stabili e radioisotopi non è netto; esistono infatti degli isotopi definiti "quasi stabili".

Il cobalto naturale è composto da un solo isotopo stabile: il ^{59}Co ; mentre sono stati catalogati 22 radioisotopi, tra i quali il più noto è il ^{60}Co .

Il cobalto-60 è un potente emettitore di raggi gamma. Esso trova applicazioni in vari settori dell'industria ed è usato nelle terapie mediche radioisotopiche, in particolare per la cura dei tumori (cobaltoterapia).

Il cobalto-60, radioattivo, trova impiego come sorgente di raggi gamma e si usa:

- nella radioterapia
- per la sterilizzazione dei cibi tramite radiazione (pastorizzazione a freddo)

- per misurare il livello di acciaio liquido in lingottiera nel processo di colata continua abbinato a uno scintillatore
- nella radiografia industriale per il rilevamento di anomalie strutturali in manufatti in metallo.

Precauzioni

Il cobalto metallico in polvere può infiammarsi spontaneamente all'aria. I composti del cobalto vanno maneggiati con cautela, data la loro lieve tossicità.

Il ^{60}Co , radioattivo, è un potente emettitore di raggi gamma, pertanto l'esposizione ad esso aumenta il rischio di cancro. Se viene ingerito, i tessuti sono in grado di eliminarlo solo lentamente. Il ^{60}Co può essere prodotto a partire dal nichel e dagli isotopi stabili del cobalto per effetto dell'irraggiamento neutronico.

COBALTOTERAPIA

La *cobaltoterapia* è un metodo di cura contro i tumori maligni. Si attua per mezzo di radiazioni (gamma) ottenute da un isotopo radioattivo del metallo cobalto (cobalto-60), che vengono localizzate sia in superficie (e in tal caso si usano aghi, tubi e fili di cobalto) sia in profondità (telecobaltoterapia). Quest'ultima si attua con un apparecchio comunemente denominato *bomba al cobalto*. L'apparecchiatura è costituita da un certo quantitativo di cobalto dislocato in una camera impermeabile alle radiazioni; queste possono uscirne solo formando un fascio di raggi. La camera è orientabile, così da poter indirizzare il fascio nella regione interessata dal tumore, con risparmio notevole dei tessuti sani vicini. La cobaltoterapia è uno dei mezzi terapeutici più moderni a nostra disposizione soprattutto nella cura delle emolinfopatie (linfogramuloma, leucemia mieloide cronica), e dei tumori della sfera genitale femminile. I risultati della cobaltoterapia tuttavia non sono mai definitivi, né sempre positivi.

EFFETTI SUL CORPO

Il Cobalto si trova in molti organismi viventi, esseri umani compresi. Un contenuto di cobalto da 0,13 a 0,30 parti per milione nel suolo rende nettamente migliore la salute degli animali da cortile. Il Cobalto è un elemento fondamentale nella vitamina B12 e come tale interviene nella sintesi degli acidi nucleici, in molti processi enzimatici e nel metabolismo del ferro, inoltre è indispensabile all'accrescimento e al mantenimento del peso corporeo. Stimola l'attività di alcune ghiandole endocrine (tiroide, pancreas e surrenali) e la produzione di globuli rossi,

accelerandone il processo di maturazione e allungandone la vita. Una carenza di cobalto è responsabile di disturbi circolatori ed emicranie, in caso di deficit, può determinare l'anemia perniciosa e lentezza nello sviluppo.

LEGHE DI COBALTO

Il Co viene utilizzato principalmente come alligante (cioè come componente) in leghe in cui sono presenti altri metalli (come il ferro e il nickel) che sono più facilmente reperibili e meno costosi. Il suo impiego, infatti, consente di migliorare le proprietà della lega (dal punto di vista fisico, meccanico, magnetico, etc...) in maniera da ripagare notevolmente il costo maggiore derivante dal suo utilizzo. Le applicazioni principali delle leghe di Co sono:

- Superleghe
- Materiali magnetici
- Leghe resistenti ad usura e corrosione
- Hard metals

SUPERLEGHE

Una delle superleghe di Co più note è la "Vitallium". Già dagli anni '30, in effetti, si sviluppò questa lega di cobalto-cromo-molibdeno per la produzione di manufatti di forma complessa attraverso un processo detto "lost-wax casting" (fusione a cera persa).

- ❖ La prima applicazione di questa lega è stata nell'industria dentistica (dove è usata ancora oggi). Ben presto, però, dei test effettuati dalle Forze Armate americane, ne consigliarono l'uso per applicazioni aeronautiche. Le pale delle turbine aeree possono, infatti, raggiungere localmente temperature di 700-800°C. Il boom si ebbe nel corso della seconda guerra mondiale quando le pale in "Vitallium", rimpiazzarono completamente quelle forgiate in lega di Ni. Negli anni '40 le leghe HS 21 e X 40 (diretto sviluppo della "Vitallium") divennero il materiale standard per la costruzione di pale per turbine e compressori anche se la loro vasta diffusione è sempre stata in parte impedita da ragioni di ordine economico legate alla carenza di Co.



MATERIALI MAGNETICI

L'importanza del cobalto in questo ambito, oltre al fatto di avere un'elevata temperatura di Curie, risiede nella sua capacità di aumentare la magnetizzazione di saturazione se aggiunto, ad esempio, al ferro. All'interno di un materiale ferromagnetico accade che gli elettroni in moto attorno al nucleo di un atomo formano dei dipoli magnetici. Per effetto di varie interazioni i momenti magnetici di atomi vicini si allineano creando i cosiddetti "domini magnetici". In assenza di condizioni di magnetizzazione i domini si trovano orientati in maniera casuale, ma in presenza di un campo magnetico esterno i domini cambiano orientazione, finché a saturazione sono tutti orientati parallelamente al campo. Questo effetto però esiste ancorché si rimane al di sotto della temperatura di Curie, in quanto a temperature superiori l'agitazione termica prevale e distrugge completamente l'allineamento magnetico.

LEGHE RESISTENTI AD USURA E CORROSIONE

La più recente applicazione del Co in forma metallica sono state le leghe Co-Cr denominate "Stelliti", esse sono caratterizzate dall'aver una durezza elevata e un'ottima resistenza a corrosione. Inoltre conservano queste proprietà anche a temperatura elevata. Sono tutt'oggi un interessante argomento di ricerca: di recente, infatti, è stata sperimentata l'aggiunta di elementi quali il tungsteno e il molibdeno. Si è osservato che se parallelamente si aumenta la quantità di carbonio la lega rimane abbastanza tenace, nonostante l'elevata durezza.

HARD METALS

L'uso forse più strategico del cobalto è quello come matrice per "metalli duri", chiamati dagli anglofoni: "cemented carbides". Con questo termine si indicano quei materiali consistenti di polveri di carburi metallici in una matrice ricca di cobalto.

Questo tipo di materiale trova larghissimo impiego nella lavorazione di acciai e di altre leghe ad elevate proprietà meccaniche ed in tutte quelle applicazioni in cui si necessita di un materiale ad alta rigidità e resistente ad usura.

ESPERIMENTO: cobalto cloruro esaidrato

Il cloruro di cobalto è un sale che si presenta in diverse forme e colori. Questo dato è dovuto al fatto che esso può presentarsi come molecola **anidra** (di colore blu), **biidrata** (di colore rosa-viola) **esaidrata** (di colore rosso-porpora). L'esperimento consiste nel sintetizzare questo sale perché:

- E' possibile sintetizzare altri bellissimi (ma tossici) complessi colorati del cobalto;
- Il cobalto cloruro esaidrato costa decisamente troppo, però con questa procedura è possibile produrlo.

Per questo si deve partire dal cobalto metallico puro al 99,5% ricoperto da un sottile strato d'ossido che ne ha reso un po' più difficile l'attacco da parte dell'acido.

Reattivi:

- Acido cloridrico 36% HCl
- Cobalto metallico Co
- Acqua ossigenata H₂O₂ 130vl
- Acqua distillata H₂O

- Il primo passaggio di questo esperimento è: porre 29,5 g di Cobalto metallico in un becher da 250mL e versargli sopra 40mL di acqua distillata.

- In un altro becher preparare 50mL di acido cloridrico concentrato e versarlo a piccole dosi nel primo becher (contenente l'acqua e il cobalto). La reazione inizia subito, ma molto lentamente, si possono osservare, infatti, due fenomeni: la variazione di colore, che col tempo diviene sempre più marcata, e l'emissione di bollicine ovvero idrogeno.

- Per accelerare la reazione è consigliato l'uso di circa 8 mL di perossido di idrogeno (acqua ossigenata) concentrata (36% 130 vl). Il perossido è un forte ossidante e facilita l'attacco da parte dell'acido sul cobalto. Ad ogni aggiunta, che deve essere fatta sempre lentamente e pochi mL per volta, la soluzione da blu scuro vira al verde scuro a causa del potere ossidante del perossido di idrogeno, il tutto è inoltre accompagnato da effervescenza moderata.

- A questo punto è possibile porre, agitando saltuariamente, il becher di reazione su piastra riscaldante. Il colore dopo alcuni minuti diverrà blu intenso.

- Dopodiché bisogna lasciare raffreddare la soluzione e filtrare il Cobalto non reagito su filtro a carta.

- La soluzione risultante deve essere di colore blu intenso.

Il cobalto non reagito, in questo caso, è stato pari a 23,4 g dunque hanno reagito solo 6,1 g del metallo.

Adesso secondo la reazione adottata:



L'aspettativa della resa in cloruro di cobalto esaidrato è di 27 g circa (poco meno).

- Utilizzando un bagno ad acqua fredda, nel giro di un'ora tutto il sale è cristallizzato.

- Inizialmente il sale era in forma anidra, ma stando a contatto con l'atmosfera ha assorbito due molecole d'acqua cambiando il suo colore.

- Il sale deve essere scrostato dal becher con molta pazienza poiché aderisce, quindi è consigliato staccare e picchettare con una spatola di acciaio i bordi del becher in cui il sale è incrostato; lentamente si staccherà tutto quanto senza alcuna difficoltà.

Lasciando seccare all'aria il prodotto ottenuto, dopo 24 h si noterà che il sale cambierà ancora il suo colore. Diverrà di un bellissimo rosso-porpora.



➤ LE FONTI

- Enciclopedia Treccani
- Wikipedia
- <http://www.cure-naturali.it/cobalto/2655>
- <http://www.medicina33.com/articolo-733-cobaltoterapia-tumori-maligni.html>
- <http://www.ing.unitn.it/~colombo/COBALTO%20AMATO/3.Proprieta.htm>
- <http://www.chimica-online.it/elementi/cobalto.htm>
- IL COBALTO.ppt

