

# ADOTTA UN ELEMENTO

2014/2015

CROMO

Relazione di SOFIA FEDERICI

Classe: 4°A

Scuola: Liceo Scientifico 'Costanza Varano' Camerino

# IL CROMO

## GENERALITA'

Simbolo: Cr

Numero atomico: 24

Gruppo: 6

Periodo: 4

Blocco: d

Configurazione elettronica:  $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$

Numeri di ossidazione: +2, +3, +6

Elettronegatività: 1.6

Raggio atomico: 140 (166) pm

Massa atomica relativa:  $51,9961 \pm 0,0006 \text{ u} \approx 52,00$

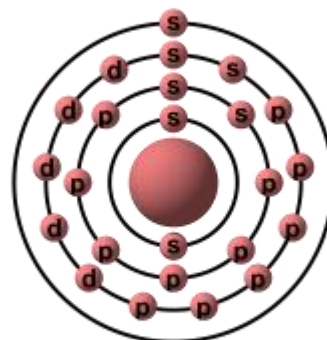
## PROPRIETA FISICHE

Densità:  $7140 \text{ kg/m}^3$

Volume atomico:  $7,23 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$

Resistenza elettrica:  $12,9 \mu\Omega\text{cm}$

Calore specifico:  $450 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$



## PROPRIETA TERMICHE

Conducibilità termica:  $93,7 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$

Temperatura di fusione:  $1857 \text{ }^\circ\text{C}$  (2130,15 K)

Temperatura di ebollizione:  $2672 \text{ }^\circ\text{C}$  (2945,15 K)

Calore di fusione:  $16,9 \text{ kJ/mol}$

Calore di vaporizzazione:  $2987 \text{ kJ/mol}$

Tensione di vapore:  $990 \text{ Pa}$  (2130 K)

## ENERGIE DI IONIZZAZIONE

Energia di prima ionizzazione:  $652,9 \text{ kJ/mol}$

Energia di seconda ionizzazione:  $1590,6 \text{ kJ/mol}$

Energia di terza ionizzazione:  $2987 \text{ kJ/mol}$

## ABBONDANZA DELL'ELEMENTO

Nell'atmosfera: /

Nella crosta terrestre:  $185 \text{ ppm}$

Negli oceani:  $0,00005 \text{ ppm}$

## DATI CRISTALLOGRAFICI

Struttura cristallina: cubica a rombo centrato

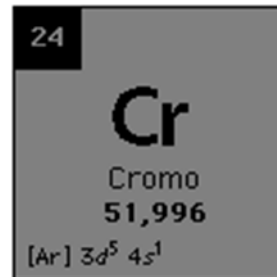
Dimensioni della cella unitaria:  $a:288,46$

Gruppo spaziale:  $\text{Im}\bar{3}\text{m}$

## ETIMOLOGIA E CENNI STORICI

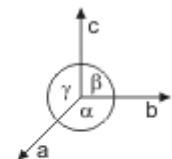
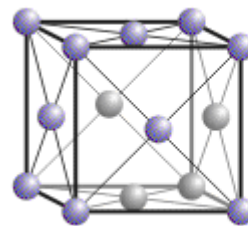
Il termine Cromo (Cr) deriva dalla parola greca 'Chroma' ( $\chi\rho\omega\mu\alpha$ ) che vuol dire «colore» a causa del gran numero di composti colorati che questo elemento può formare (lat. Scient. Chromium.)

Numero atomico



Simbolo atomico  
Nome dell'elemento  
Peso atomico

Configurazione elettronica

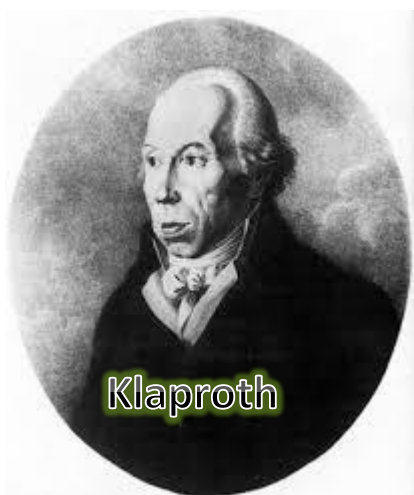
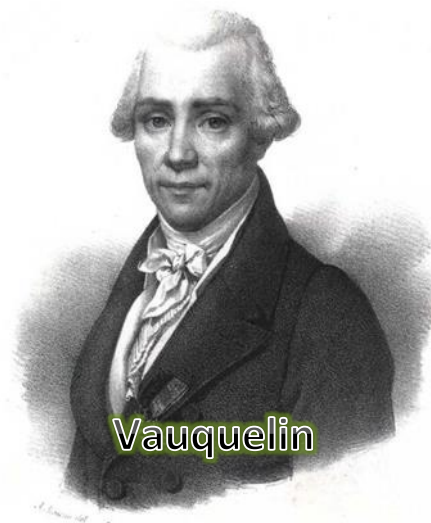


$$a=b=c$$
$$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$$

Prima del 1761 non abbiamo notizie riguardanti il cromo, poi Johann Gottlob Lehmann trovò un minerale color rosso-arancio nei monti Urali, che battezzò “piombo rosso di Siberia”: erroneamente identificato come un composto di piombo con parti di selenio e ferro, il minerale era in realtà un cromato di piombo ( $\text{PbCrO}_4$ ).

Nel 1770 Peter Simon Pallas visitò lo stesso sito di Lehmann e trovò un altro "minerale di piombo" color rosso che poteva essere utilmente impiegato come pigmento per vernici. Quest'uso del piombo rosso

siberiano si sviluppò rapidamente; nello stesso periodo un colore giallo brillante ricavato dalla crocoite, un altro minerale del cromo, divenne molto di moda. Fu isolato per la prima volta nel



1797 sia da *Louis Nicolas Vauquelin* sia da *Martin Klaproth*, i quali, nel corso di alcune ricerche sulla composizione del cosiddetto "piombo rosso di Siberia" ( $\text{PbCrO}_4$ ), ricavarono una sostanza di natura acida che, ridotta con carbone a temperatura elevata, dava origine a un elemento metallico diverso da tutti quelli conosciuti a quel tempo. Le intense colorazioni dei sali che esso era capace di formare fecero intravedere agli scopritori la possibilità del loro impiego nella preparazione degli smalti, delle vernici e dei vetri colorati, e lo indussero a chiamarlo cromo. La

presenza del cromo fu riscontrata in seguito in molti altri minerali, alcuni dei quali ricercati come pietre preziose (smeraldo, granati). Fino alla metà dell'800 i minerali del Cromo furono impiegati solo in campo tessile per la preparazione di coloranti minerali (giallo, verde e rosso) e di mordenti. In seguito il loro uso si estese alla concia e più tardi alla siderurgia...

## INFORMAZIONI GENERALI

Il Cromo appartiene, come già detto, al gruppo 6 della tavola periodica, è un metallo di transizione e questo lo rende degno di nota perché possiede 5 orbitali d, quindi specifiche proprietà tipiche dei metalli del blocco d:

1. possono formare leghe fra loro e con i metalli del gruppo principale;

2. solitamente sono incolori, lucenti con alti punti di fusione ed ebollizione;

3. possiedono alti punti di fusione perché gli elettroni degli orbitali d legano insieme gli atomi in reticoli cristallini;

4. formano dei composti che vengono comunemente colorati (ES. cloruro di Cr(III) è viola) dovuta alla capacità di assorbire fotoni di diversa frequenza per la presenza di orbitali d non totalmente occupati ;

5. come i metalli del gruppo principale formano sali. Tuttavia mentre i metalli principali formano sali con cationi e anioni in equilibrio, i metalli di transizione tendono a formare sali con predominanza di forme negative.



Il Cromo è un metallo duro, lucido, di colore grigio acciaio, inodore, fonde con difficoltà ed è molto resistente alla corrosione. E' duttile ma piccole concentrazioni d'impurezza (C, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) lo rendono fragile. E' anche paramagnetico ovvero si magnetizza debolmente quando si trova immerso in un campo magnetico, assumendo una polarità uguale a quella del campo. Il suo numero di ossidazione varia da -2 a +6 ma solo gli stati +2, +3, e +6 sono i più comuni. In natura il Cromo non si trova mai allo stato libero ma soltanto allo stato di combinazione, principalmente sotto forma di cromite. E' insolubile in acqua sia, fredda che calda anche se la maggior parte dei suoi composti sono solubili in acqua. Il punto di fusione è molto elevato e il suo valore esatto è tuttora oggetto di discussione: secondo la qualità del metallo sono state misurate temperature di fusione che variano da 1515° a circa 1700°. A temperatura ordinaria ma anche alla presenza di molta umidità non si ossida sensibilmente, ma viene facilmente attaccato dagli acidi cloridrico, solforico e fluoridrico. A temperatura elevata invece, si ricopre di un sottile strato di ossido variamente colorato. Finemente suddiviso brucia rapidamente se riscaldato alla presenza di fiamme. Polveri di Cromo in CO<sub>2</sub> atmosferica possono, infatti, causare incendi o esplosioni.

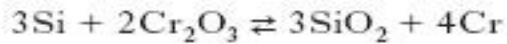
## **METODO DI PRODUZIONE**

I processi industrialmente importanti per la produzione del Cromo sono:

- Silicotermico,
- Alluminotermico,

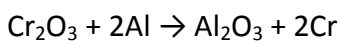
- Elettrolitici.

*Processo silicotermico:* si fonda sulla riduzione, per mezzo di silicio, del sesquiossido di cromo metallico secondo la reazione:



La reazione è condotta all'interno di un forno elettrico e alla presenza di ossido di calcio che serve per la scorificazione della silice. Serve per creare metalli liberi.

*Processo alluminotermico:* si fonda sulla riduzione, per mezzo di alluminio in polvere, del sesquiossido di cromo. È usato per la preparazione delle leghe ferro-cromo ed è il primo a essere realizzato su larga scala. Un esempio di reazione è:



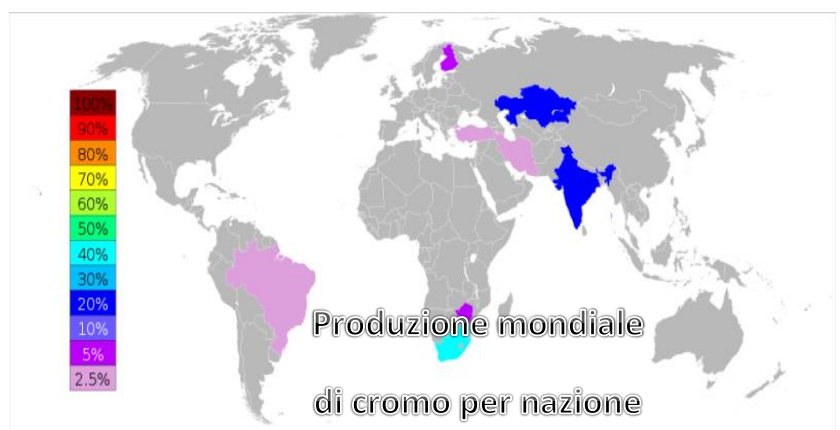
La reazione, molto esotermica, è innescata mediante l'aggiunta di ossigeno, magnesio e perossido di bario.

Il sesquiossido di cromo impiegato nella preparazione del metallo secondo i processi silicotermico e alluminotermico, si ottiene dalla cromite fondendola con alcali, lisciviando il cromato con acqua, trasformandolo in bicromato e, infine, riducendo questo a ossido per fusione con zolfo.

*Processi elettrolitici:* sono gli unici in grado di dare un metallo con purezza al 99,8% o più e solo due sono particolarmente diffusi. L'uno utilizza come materia prima la comune ferrolega di cromo e, attraverso numerosi stadi di

lisciviazione, precipitazione e purificazione, perviene a una soluzione pura di allume di cromo (cioè un solfato doppio di cromo e ammonio), sulla quale si effettua l'elettrolisi in speciali celle con rese di corrente del 50% circa.

L'altro procedimento parte



direttamente dalla cromite e, sempre con più stadi di lisciviazione e purificazione, giunge a una soluzione cromica acida con costi molto minori; l'elettrolisi di questa soluzione, però, comporta rendimenti di corrente molto modesti, dell'ordine del 10%.

Il metallo che si ottiene dall'elettrolisi delle soluzioni di acido cromatico ha caratteristiche migliori rispetto a quella ottenibile dalle soluzioni di allume di cromo (meno impurezze, specie ferro, meno ossigeno, meno gas disciolti).

## GLI ISOTOPI

Gli isotopi naturali del cromo sono essenzialmente 4, tutti stabili. Le loro caratteristiche sono state riportate nella tabella:

ISOTOPI	MASSA ATOMICA (m a/u)	ABBONDANZA IN NATURA (%)
<sup>50</sup> Cr	49.946050(1)	4.345(13)
<sup>52</sup> Cr	51.940512(2)	83.789(18)
<sup>53</sup> Cr	52.940654(2)	9.501(17)
<sup>54</sup> Cr	53.938885(1)	2.365(7)

Sono stati preparati diversi isotopi artificiali radioattivi a numeri di massa compresi tra 46 e 56, che a differenza degli altri 4 hanno delle emivite (il tempo occorrente prima del quale un isotopo radioattivo decade in un altro elemento) di meno di un giorno o addirittura di un minuto.

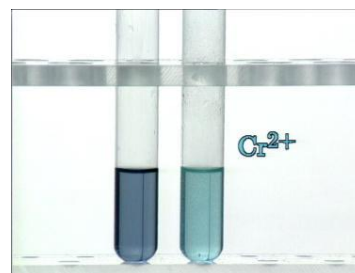
## COMPOSTI

I principali composti del cromo corrispondono agli stati di ossidazione +2, +3 e +6, meno comuni sono i composti corrispondenti agli stati di ossidazione +4 e +5. Inoltre il cromo dà composti di coordinazione con i leganti di tipo  $\pi$ , nei quali può presentare gli stati di ossidazione -2, -1, 0 e +1.

### *Composti del Cr (II)*

Nello stato di ossidazione +2, il cromo ha un'elevata tendenza a cedere elettroni, quindi è un forte riducente. Le soluzioni di Cr (II) hanno un magnifico colore blu, si ottengono per riduzione di Cr (III) con zinco in soluzione acida; vanno conservate al di fuori del contatto dell'aria e dell'acqua

altrimenti viene ossidato. Questo tende a formare facilmente, con leganti neutri o anionici, ioni complessi a simmetria ottaedrica. I composti di Cr (II) sono usati per la riduzione di composti organici o, ad esempio, per ottenere azoto puro, privo di ossigeno. Ecco qualche esempio: l'ossido di CrO è una polvere nera, l'idrossido Cr(OH)<sub>2</sub> è giallo, l'uno e l'altro si ossidano facilmente all'aria. I sali come il cloruro CrCl<sub>2</sub> e il solfato CrSO<sub>4</sub> sono blu.



### Composti del Cr (III)

Lo stato di ossidazione +3 è il più importante nella chimica del cromo. Anche questi tendono a formare facilmente, con leganti neutri o anionici, ioni complessi a simmetria ottaedrica. In ambiente alcalino, i composti del Cr (III) sono ossidabili a composti del Cr (VI), il processo opposto tende a venire in ambiente acido.

Lo ione Cr<sup>3+</sup> in soluzione acquosa è di colore violetto.

L'ossido di cromo (III) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, di colore verde, è tra i composti più importanti, si prepara:



Oppure per riduzione:



Il Cr (III) è responsabile del colore verde dello smeraldo, in cui va a sostituire alcuni atomi di alluminio ma si trova anche nel rubino, naturale o sintetico.



Per finire i sali di Cr(III) si legano facilmente alle proteine ed è per questo motivo che sono utilizzati nella concia delle pelli.

### Composti del Cr (VI)

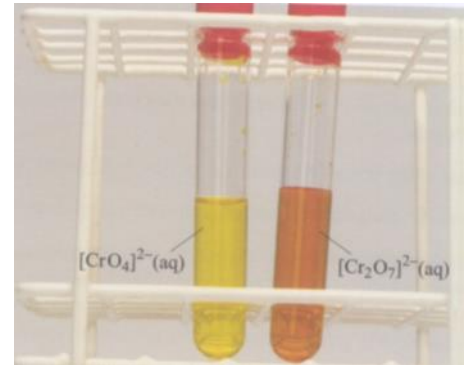
L'anidride cromica CrO<sub>3</sub> si prepara trattando con acido solforico concentrato soluzioni sature di dicromati. È un solido di colore rosso, molto solubile in acqua e in vari solventi organici. Si comporta come un ossidante cioè ha un'elevata tendenza ad acquistare elettroni per cui è



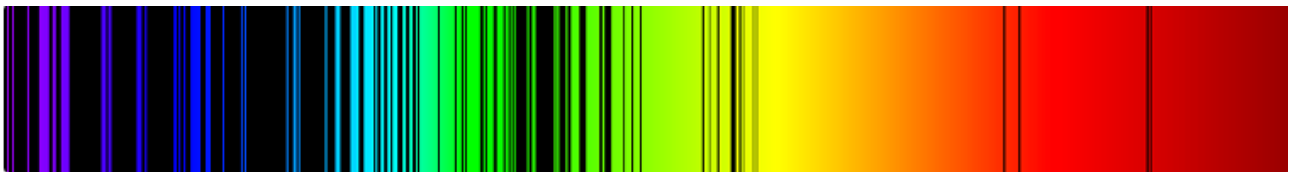
impiegato nelle sintesi organiche. Un fatto importante a ricordare è che è molto velenoso. In soluzione basica l'anidride cromica forma lo ione cromato  $\text{CrO}_4^{2-}$  giallo, che in ambiente acido è in equilibrio con lo ione dicromato  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  di colore arancio:



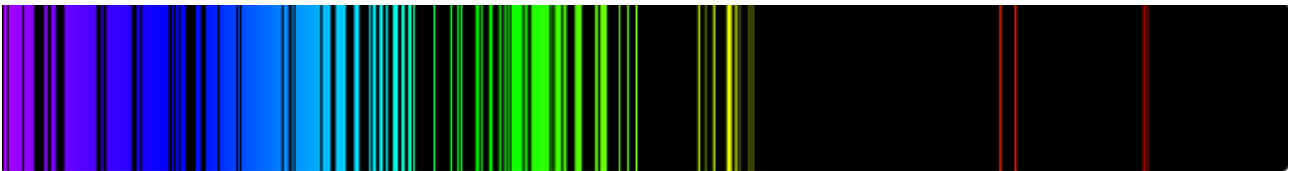
Lo ione dicromato è un forte ossidante in soluzione acida mentre lo ione cromato è ossidante in soluzione basica.



### SPETTRO ATOMICO DI ASSORBIMENTO



### SPETTRO ATOMICO DI EMISSIONE



### DISPONIBILITA'

Il cromo è un elemento che si trova in natura, ed è di solito presente il Cr(III) mentre il Cr(VI) nell'ambiente è quasi totalmente derivato da attività umane. L'abbondanza di cromo sulla terra varia notevolmente; le rocce della crosta terrestre contengono una media di 140 ppm di Cr, l'acqua di mare contiene 6 ppm, l'acqua di ruscello ha 1 ppb e gli esseri umani hanno 30 ppb di cromo. Il cromo è distribuito in quasi tutta la crosta terrestre, ma è concentrato nelle rocce basiche. La sua distribuzione varia con l'origine del terreno stesso e un'elevata concentrazione può provocare l'infertilità del terreno.

Le principali sorgenti naturali di Cr sono: le emissioni vulcaniche, il ciclo biologico che include l'assorbimento delle piante dal terreno e l'erosione atmosferica di rocce e terreni. Invece le principali sorgenti antropologiche in aria includono tutti i tipi di combustione ed emissione dell'industria del Cr stesso, come ad esempio le centrali elettriche a carbone, gli inceneritori, le industrie che producono cemento, ferrocromo, ferro, acciaio, ma anche da vari processi di

combustione inclusi gli incendi delle foreste ecc. In acqua molto spesso possono essere immessi gli effluenti industriali che possono trasportare il metallo anche nella forma esavalente. Questo vi rimane se la materia organica non è abbondante in caso contrario, sarà ridotto dal Cr(III).

I principali minerali del cromo sono la Cromite ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), la Crocoite ( $\text{Pb}[\text{CrO}_4]$ ) e l'Uvarovite ( $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$ ) ma la più importante è sicuramente la cromite.



La Cromite,  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , è il minerale più sfruttato per l'estrazione del cromo; appartenente alla famiglia degli spinelli presenta un alto contenuto di ossido di cromo  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Tale minerale (duro, pesante, opaco e con lucentezza submetallica), si ritrova in rocce femiche e ultra femiche e si presenta in masse granulari e compatte oppure in piccoli cristalli neri ottaedrici. I giacimenti più importanti si trovano in Sud Africa, Turchia, Albania, Filippine, Russia, Brasile; in Italia sono state rinvenute concentrazioni modeste in Val Malenco e Valle della Vara in Liguria.

Vengono estratti annualmente in totale 14 milioni di tonnellate di cui 3.400.000 tonnellate di minerale ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) di cui un terzo serve per la produzione di leghe di ferro-cromo, acciai e ghise speciali. Il resto è impiegato nell'industria chimica

(giallo di cromo e cromati) o per la produzione di refrattari. I maggiori paesi produttori a metà degli anni Novanta erano la Repubblica Sudafricana (1.449.000 t), il Kazakistan (682.000 t), l'India (349.000 t), la Turchia (240.000 t), lo Zimbabwe (179.000 t), la Finlandia (171.000 t), il Brasile (102.000 t). Le riserve sono stimate essere dell'ordine di 1 miliardo di tonnellate con i depositi non sfruttati in Groenlandia, Canada e Stati Uniti.



## EFFETTI SULLA SALUTE DELL'UOMO

Le persone possono essere esposte attraverso la respirazione, mangiando o bevendo o attraverso il contatto della pelle con cromo o composti di cromo.

Range di concentrazione di Cr in alcuni alimenti (WHO, 1988)		
Alimento	Contenuto in Cr ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ di peso fresco) Concentrazione media	Range di concentra- zione
Farina raffinata	<20	-
Crusca	50	-
Carne (manzo, maiale, pollo)	-	10-60
Pesce fresco	-	<10-10
Vegetali	-	5-30
Noci	140	-
Latte intero	10	-
Formaggi	-	10-130
Zucchero raffinato	<20	-
Tuorlo d'uovo	200	-

Il cromo (III) è una sostanza nutriente essenziale per gli esseri umani e la sua scarsità può causare disturbi al cuore, problemi al metabolismo e diabete. E' presente in piccole quantità, nell'ordine dei microgrammi è coinvolto nel metabolismo degli zuccheri e dei grassi. Numerosi studi hanno documentato che una delle principali funzioni del cromo è di favorire l'equilibrio degli zuccheri nel sangue, ottimizzando l'azione dell'insulina. Ma l'assorbimento di una quantità eccessiva di cromo (III) può causare anche problemi di salute, per esempio chiazze cutanee. Per la maggior parte delle persone il consumo di alimenti che contengono cromo (III) è la via principale di assunzione di cromo, poiché questo si presenta naturalmente in molte verdure, frutta, carni, lieviti e farinacei.

Il cromo (VI) viene definito tossico-nocivo, ed è quindi un pericolo per la salute umana, principalmente per le persone che lavorano nell'industria tessile e siderurgica. Anche le persone che fumano tabacco hanno una maggiore probabilità di esposizione a cromo. Quando è un composto di prodotti di cuoio, può causare reazioni allergiche, quali chiazze cutanee. A seguito d'inalazione può causare irritazione e sanguinamento del naso. E', inoltre, riconosciuto come sostanza cancerogena, responsabile di neoplasie polmonari.

Altri problemi di salute che sono causati da cromo (VI) sono:

- Eruzioni cutanee allergiche e dermatiti,
- Problemi di stomaco e ulcera



- Problemi respiratori ( perforazione della membrana mucosa del setto nasale, irritazione di faringe e laringe, bronchiti asmatiche, broncospasmi e edema) i sintomi respiratori possono includere tosse e asma, respiro breve, e prurito nasale,
- Indebolimento del sistema immunitario,
- Danni a fegato,
- Alterazione del materiale genetico,
- Cancro ai polmoni,
- Morte.



## UTILIZZI

Il cromo è utilizzato in numerosi ambiti:

- In metallurgia, per conferire resistenza alla corrosione e una finitura lucida: come costituente per leghe resistenti al calore (come nell'acciaio inox), nelle leghe per resistenze elettriche al Ni-Cr (80% Ni - 20% Cr) o Fe-Ni-Cr (con tenori massimi del 30%), nella cromatura ,nell'alluminio anodizzato.
- Per smalti e vernici: l'ossido di cromo (III) è un lucidante per metalli conosciuto come green rouge. I sali di cromo colorano il vetro di verde smeraldo. Il cromo è responsabile del colore rosso dei rubini, ed è usato nella produzione di rubini sintetici.
- Come catalizzatore.
- La cromite si usa per fare impasti per la cottura dei mattoni refrattari che presentano grande resistenza alla pressione e alle temperature elevate, usati nei rivestimenti dei forni industriali.
- I sali di cromo trovano impiego come pigmenti, come agenti concianti, come mordenti in tintoria, nella fotografia a colori, in ceramica.
- L'ossido di cromo (IV) si usa per fabbricare nastri magnetici.



- $^{51}\text{Cr}$  è adoperato come agente diagnostico per misurare il tempo di transito intestinale, per determinare la massa sanguigna e la vita media dei globuli rossi, per la diagnosi di alcune malattie del sangue.
- In terapia si usano come caustici (per condilomi, callosità, verruche ecc.) o come astringenti (gengiviti). Sono venduti come integratori alimentari.



Inoltre il cromo è impiegato nella cromatura (la quale consiste nel ricoprire con un sottile strato di cromo superfici metalliche, a scopo protettivo contro la corrosione causata dagli agenti atmosferici, per conferire alla superficie durezza e resistenza alle usure più elevate e per migliorare l'aspetto estetico generale dell'oggetto. Si effettua per elettrodeposizione).

#### CURIOSITA'

- L'ossido di Cr(III) è tra le dieci sostanze più abbondanti presenti sulla terra.
- Il nome dell'elemento è stato suggerito da Antoine-Francois de Fourcroy e René J. Haüy ed accettato da L.N. Vauquelin.
- Per cromare un metallo è sufficiente uno strato di  $1 \times 10^{-6}$  m.
- Il bronzo delle punte delle armi dell'esercito di Terracotta di Xian (Cina, III secolo d.C.) non ha subito corrosione perché ricoperto di cromo.
- L'alessandrite (crisoberillo,  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$  con impurezze di Cr) è blu-verde di giorno ma appare rosso scuro alla luce delle lampade incandescenti.
- Il cromo è una sostanza molto importante per coadiuvare i processi di dimagrimento, perché regola i livelli di zucchero nel sangue e causa un calo del senso di fame, stimola il metabolismo e fa bruciare più calorie e infine favorisce la tonicità muscolare e, aumentando la massa dei muscoli, aiuta a smaltire l'adipe accumulato nel corpo.
- Il cromo è uno dei protagonisti del "Il sistema periodico" di Primo Levi. Il libro è diviso in 21 capitoli, ognuno di quali ha il nome di un elemento chimico, e ognuno dei quali racconta un episodio preciso della sua vita che riguarda in qualche modo l'elemento che dà il nome al capitolo. Il libro ha una struttura a cornice, e la cornice è appunto la chimica, con tutti i suoi elementi, chimica a cui Levi deve molto, infatti è grazie ad essa se si è salvato dalla strage



cicala.it

degli ebrei durante la seconda guerra mondiale, lavorando come chimico al campo di concentramento di Auschwitz.

- Nel film 'Erin Brockovich' con Julia Roberts, il cromo esavalente è indicato come agente altamente cancerogeno.

## FONTI

<http://ms.fci.unibo.it/~mazzone/06-Cromo.pdf>

<http://www.lenntech.it/periodica/elementi/cr.htm#Cromo>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Cromo>

[http://www.ing.unitn.it/~colombo/metalli\\_pesanti/cromo.html](http://www.ing.unitn.it/~colombo/metalli_pesanti/cromo.html)

<https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=64031>

<http://www.iss.it/binary/publ/publi/94-19-2.1132308710.pdf>

[http://www.dimnp.unipi.it/failli-f/Didattica/\\_10%20Primo%20Levi%20-%20Cromo.pdf](http://www.dimnp.unipi.it/failli-f/Didattica/_10%20Primo%20Levi%20-%20Cromo.pdf) possiamo trovare il racconto di Primo Levi a lui dedicato.

<http://www.treccani.it/enciclopedia/cromo/>

<http://www.sapere.it/enciclopedia/cr%C3%B2mo.html>

<http://www.epertutti.com/chimica/CROMO-Chimica-Proprietagrave-f33788.php>

Enciclopedia La Repubblica (redazioni grandi opere di cultura UTET)