

Zavod Antona Martina Slomška
Škofijska gimnazija Antona Martina Slomška

Primer pisne predstavitve informacije (naslov) : Krom

Predmet: Informatika, Kemija

KAZALO

Kazalo.....	II
Kazalo slik.....	III
OSNOVNI PODATKI.....	V
NAHAJALIŠČE.....	VI
OKSIDACIJSKE OBLIKE KROMA.....	VII
Krom (III.).....	VII
Krom (IV.).....	VIII
Ostala oksidativna stanja.....	IX
IZOTOPI, ZGODOVINA, PRIDOBIVANJE.....	X
Kromovi izotopi.....	X
Krom kot prehodni element.....	XI
Zgodovina odkrivanja.....	XII
Proizvodnja.....	XIII
BARVANJE IN PIGMENTI.....	XV
KROM V PITNI VODI IN NEVARNOST ZDRAVJU.....	XVIII

KAZALO SLIK

Slika 1 Krom v čisti obliki.....	IV
Slika 2 Eden izmed najbolj prepoznavnih kromovih izdelkov - kromirani avtomobilski deli.	VI
Slika 3 Kromov klorid x heksahidrat oz. $\text{CrCl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_4 \cdot \text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	VII
Slika 4 Kromov klorid (kemijska formula CrCl_3).....	VII
Slika 5 Kromov (III) oksid, kemijska formula Cr_2O_3	VIII
Slika 6 Natrijev kromat.....	VIII
Slika 7 Kromova ruda.....	XI
Slika 8 Krokrit (PbCrO_4) iz Tasmanije.....	XII
Slika 9 Rubin je obarvan rdečo zaradi majhne količine kroma, ki je v tem dragem kamnu..	XIII
Slika 10 Karta proizvajalk oz. izvoznic kroma po državah.....	XIV
Slika 11 Šolski avtobus, pobarvan z rumeno barvo, ki vsebuje kromove in kadmijeve pigmente.....	XV
Slika 12 Kromov (III) oksid.....	XVII

Krom (ime prihaja iz grške črke crhoma, kar pomeni barva, saj so njegove spojine različno obarvane) je kemični element s simbolom Cr in atomskim številom 24 v periodnem sistemu. Je sijoča in trdna kovina jekleno-sive barve, ki jo je moč izjemno loščiti. Njegove dobre lastnosti so predvsem težko spajanje ter odpornost proti koroziji in potemnitvi.



Slika 1 Krom v čisti obliki

OSNOVNI PODATKI

Krom je leta 1797 odkril Louis Nicolas Vauquelin (roj. 1763, umrl 1829), sicer francoski farmacevt in kemik. Poznanih je sicer 25 izotopov tega prehodnega elementa, z masnimi števili od 42 do 67, obstojni so sicer samo štirje izotopi. Njegova najpomembnejša minerala sta kromit in krokoit, zelo redko pa ga najdemo tudi v čisti kemijski obliki. Krom je od elementov stranske VI. Skupine najpomembnejši Njegovo vrelišče je pri 2945, tališče pa pri 2130 °C. Najpogostejša oksidacijska stanja $+2$, $+3$ in $+6$, naj bolj stabilno je sicer $+3$. Relativno redka sta $+4$ in $+5$, spojine z oksidacijskim stanje $+6$ pa so močni oksidanti.

Oksidacijsko stanje je v kemiji indikator stopnje oksidacije atoma ali kemijske spojine. Formalno oksidacijo stanje je hipotetični naboj, ki bi ga imel atom, če bi bile vse njegove vezi z drugimi atomi 100% ionske. Oksidacija stanja so izražena s pozitivnimi ali negativni celimi števili oz. z ničlo (0)

NAHAJALIŠČE

Krom je 21. najpogostejši element v zemeljski skorji z poprečno koncentracijo 100 ppm (delcev na milijon). Njegove spojine so najdene v okolju kjer je erozija kamnin, ki vsebujejo krom, ki je bil porazdeljen zaradi vulkanskih izbruhov. Koncentracija kroma v zemlji je med 1 in 3000 mg/kg, v morski vodi 5 do 800 μ /L, v jezerih in rekah pa od 26 μ /L do 5,2 mg/L. Koncentracija kroma (II) in kroma (III) je odvisna od pH-ja in oksidativnih lastnosti lokacije, čeprav je večinoma Cr (III) bolj pogost, čeprav so območja kjer lahko, tudi za več kot 75% prevladuje krom (VI).



Slika 2 Eden izmed najbolj prepoznavnih kromovih izdelkov - kromirani avtomobilski deli

OKSIDACIJSKE OBLIKE KROMA

Krom (III.)

Oksidacijo stanje $3+$ je najbolj stabilno, prav tako je v tej obliki najdena večina kroma. Pridobiva se z raztapljanjem kroma v kislini, na primer klorovodikova ali žveplovi. Cr^{+3} ion ima podoben premer kot aluminijev ion (63 oz. 50 pm). Ta lastnost omogoča, da se lahko med seboj zamenjujeta v spojinah kot so kromov sulfat $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ oz. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.



Slika 3 Kromov klorid x heksahidrat oz. $\text{CrCl}_2 (\text{H}_2\text{O})_4 \times \text{Cl} \times 2\text{H}_2\text{O}$



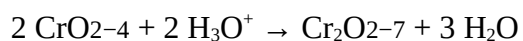
Slika 4 Kromov klorid (kemijska formula CrCl_3)

Krom (IV.)



Slika 5 Kromov (III) oksid, kemijska formula Cr₂O₃

Kromove (IV) spojine so močni oksidanti. Najpogostejša iona, s katerima se srečujemo sta kromat (CrO₂ z nabojem -4) in dikromat (Cr₂O₂ z nabojem -7). Kromat se industrijsko pridobiva z žganjem kromove rude ali kalcijevega oz. natrijevega karbonata. Obojni ioni so sicer v ravnotežju:



Ravnotežje je sicer odvisno predvsem od pH-ja raztopine. Sprememba barve od rumene (kromat) do oranžne (dikromat) je vidna pri dodajanju kisline v raztopino fosforjevega kromata (K₂CrO₄)



Slika 6 Natrijev kromat

Ostala oksidativna stanja

Krom z oksidacijskim stanjem +5 je zelo redek. Edina binarna spojina je izredno hlapljiv kromov (V) fluorid s kemijsko formulo CrF_5 . Ta trdna spojina rdeče barve ima tališče pri 30 in vrelišče pri 117°C. Pridobivajo jo pri reakciji kroma in fluora pri temperaturi 400°C in pritisku 200 barov. Primer kromove (V) spojine z več elementi je kalijev peroksomat s kemijsko formulo $\text{K}_3(\text{Cr}[\text{O}_2])_4$, ki se pridobiva z reakcijo kalijevega kromata in vodikovega peroksida (H_2O_2) pri nizkih temperaturah. Ta rdečo-rjava spojina je obstojna na sobni temperaturi, spontano začne razpadati pri 150-170 stopinjah.

Kromove (IV) spojine so rahlo bolj stabilne kot prej omenjene kromove (V) spojine. Kromove spojine z halogenidi (CrCl_4 , CrF_4 , CrBr_4) pridobivamo z reagiranjem kroma v obliki CrX_3 z velikimi količinami ustreznega halogena pri zvišanih temperaturah. Večina spojin je dovzetna na razpadanje ter so nestabilne v vodi.

Obstajajo pa tudi v vodi obstojne kromove spojine, na primer kromov (II) klorid. Slednjega se pridobiva z redukcijo kroma (III) ter cinka (Zn). Rezultat je svetlo modra kromov spojina obstojna pri nevtralnem pH-ju, vsaj v kolikor je tekočina čista.

IZOTOPI, ZGODOVINA, PRIDOBIVANJE

Kromovi izotopi

Kromovi naravni izotopi² so trije, ^{52}Cr , ^{53}Cr in ^{54}Cr . Najbolj stabilen je prvi ^{52}Cr , saj ga je v naravi kar 83,789% vseh kromovih izotopov. Poznanih je sicer še ogromno ostalih izotopov, vse od 42 do 67.

Izotopi so atomi kemijskega elementa z enakim vrstnim številom (številom protonov v jedru in št. elektronov v ovojnicah) in različnim masnim številom (št. nevtronov v jedru). Razlika med masnim in atomskim številom je št. nevtronov v jedru

Krom kot prehodni element

Prehodni elementi, ki jih včasih poimenujemo tudi prehodne kovine je 38 kemijskih elementov, ki se v periodnem sistemu (PE) nahajajo v stolpcih od 3 do 12. Ker tvorijo prehod med kovinami in nekovinami jih imenujemo prehodni elementi. Ti elementi oz. kovine so znani predvsem po zapleteni razvrstitvi elektronov. V PE jih najdemo v četrti periodi od skandija (Sc) do bakra (Cu), v peti od itrija (Y) do srebra (Ag), v šesti od lantana (La) do zlata (Au). Izjeme med njimi so le elementi: cink (Zn), kadmij (Cd) in živo srebro (Hg), ki niso prehodni elementi.

Vsi prehodni elementi imajo spremenljivo valenco, kar pomeni sposobnost atoma za vezanje, posebno barvo ter tvorjenje kompleksnih ionov. Od ostalih elementov v PE se ločijo po edinstveni lastnosti, da pri nastajanju vezi uporabljajo predzadnjo elektronsko ovojnico, na kateri je večinoma po eden ali dva zunanja elektrona, na predzadnji ovojnici pa devet do osemnajst elektronov. Zaradi teh lastnosti imajo visoka vrelišča in tališča, prav tako pa so zelo dobri prevodniki toplote in elektrike, nekateri izmed njih železo (Fe), kobalt (Co) in nikelj (Ni) pa tvorijo (edini) magnetno polje.



Slika 7 Kromova ruda

Zgodovina odkrivanja

Analize kitajski arheologov so pokazale, da je orožje najdeno v grobovih na Kitajskem, ki izvira iz dinastije Qin (3000 let pred našim štetjem) narejeno iz bronu z dodatkom kroma. Zaradi kroma so bili bronasti samostreli in meči, kljub 2000 preživelih let pod zemljo brez znakov korozije.

Zahodnjaška kultura se je prvič s kromom srečala v 18. stoletju. 26. julija leta 1761 je nemški geolog Johann Gottlov Lehmann našel oranžno-rdeč mineral v rudnikih gore Ural. Odkril je kroatit oz. mineral s kemijsko formulo $PbCrO_4$.



Slika 8 Kroatit ($PbCrO_4$) iz Tasmanije

Leta 1770 je Peter Simon Pallas obiskal enak kraj kot devet let prej Kehmman ter našel rdeč mineral, ki ga je uporabljal kot barvo in pigment. 27 let kasneje, leta 1797 je Louis Nicolas Vauquelin dobil nekaj kosov kromove rude. Z mešanjem klorovodikove kisline (HCl) in kroatita je dobil kromov oksid (CrO_3). Leto kasneje je ugotovil, da bi lahko krom izoliral, če bi s pomočjo oglja spravil kisik iz kromove rude ven. Prav tako je sledove kroma našel tudi v dragih kamnih kot so rubin in smaragd.

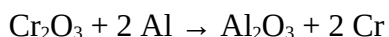
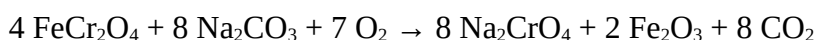


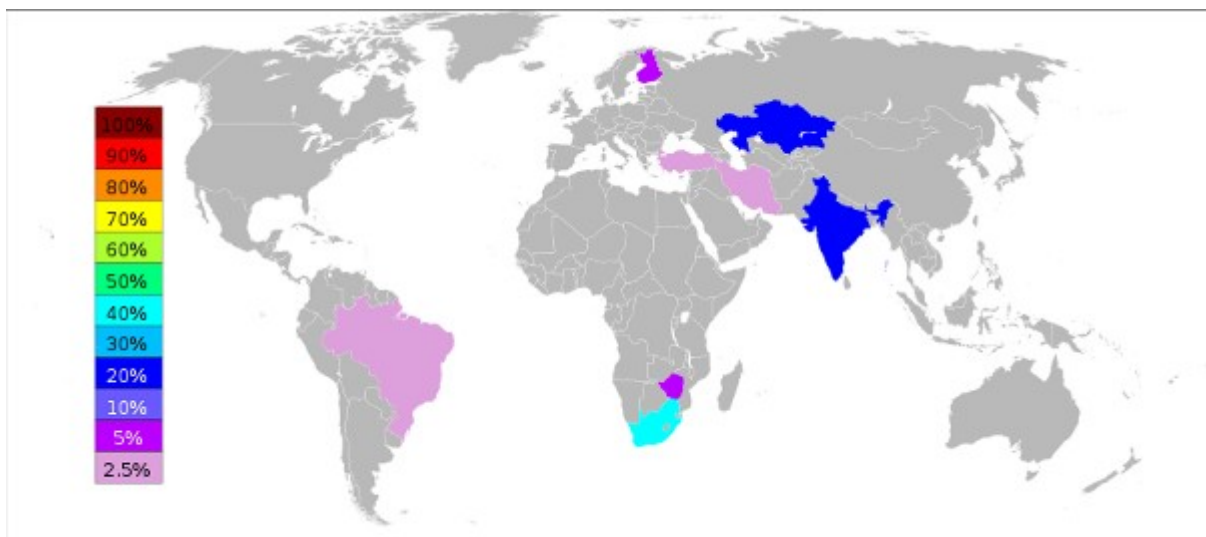
Slika 9 Rubin je obarvan rdečo zaradi majhne količine kroma, ki je v tem dragem kamnu

V 19. stol. so krom uporabljali kot komponento v izdelavi barv ter soli za strojenje. Največji vir rude je bil še vedno rudnik v Rusiji, na kar so še večje nahajališče odkrili v ZDA. Zaradi nahajališča v Ameriki je ta postala največja proizvajalka kromovih produktov vse do leta 1848, ko so našli še večje nahajališče v Turčiji. Zaradi leska po poliranju se danes krom uporablja kot dekorativno sredstvo, 85% procentov kroma se sicer uporablja za železne zlitine, ostanek pa predvsem za kemično in livarsko industrijo.

Proizvodnja

Glavni proizvajalci kromove rude dane so Južna Afrika (44 %), Indija (18 %), Kazahstan (16 %), Zimbabve (5 %), Finska (4 %), Iran (4 %), in Brazilija (2 %) ter druge države, ki skupaj proizvedejo približno 10% svetovne proizvodnje. Glavna dva proizvoda prečiščevanje kromove rude ste železov kromit s kemijsko formulo FeCr ter krom v čisti obliki. Reakcije, ki so potrebne za pridobitev čistega kroma so:





Slika 10 Karta proizvajalk oz. izvoznik kroma po državah

Država	Južna Afrika	Indija	Kazahstan	Zimbabve	Finska	Iran	Brazilija	Ostale
Delež (v %)	44	18	16	5	4	4	2	10

BARVANJE IN PIGMENTI

Mineral kroat (kemijska formula PbCrO_4) se je kmalu po odkritju začel uporabljati kot naravni rumen pigment za barvanje. Kmalu so ga začeli družno uporabljati z rumenim kadmijem, ter ju mešati. Tako so dobili rumena pigmenta ter posledično rumeno barvo. Prednosti so predvsem bile v lepi, močni rumeni barvi, ki je obstojna na svetlobi. Vsem znani šolski avtobusi iz Amerike ali poštni avtomobili iz Nemčije so pobarvano z mešanico rumenega kroma in rumenega kadmija. Zaradi spoznanj o nevarnosti kadmija so sicer rumene pigmente začeli pridobivati iz organskih pigmenti ali barvami brez svinca.



Slika 11 Šolski avtobus, pobarvan z rumeno barvo, ki vsebuje kromove in kadmijeve pigmente

S pomočjo kroma se sicer lahko pridobiva še druge pigmente, znani so rdeči (bazira tudi na svincu, kemijska formula je $\text{PbCrO}_4 \times \text{Pb(OH)}_2$)

Steklo je zeleno obarvano zaradi dodajanja kromovega (III) oksida³, ki ima zelo podobno barvo kot smaragd⁴, ki je sicer prav tako obarvan zaradi kroma. Zaradi strupenosti kromovih (VI) soli se jih uporablja za zaščito lesa pred glivami, termi ter ostalimi insekti, ki se prehranjujejo z lesom.

3

Kromov (III) oksid je naravna kromova spojina s kemijsko formulo Cr_2O_3 . Je eden izmed glavnih kromovih oksidov, uporablja se tudi kot pigment. Zelo redko ga najdemo tudi v naravi

4

Drag kamen, zelene barve s kemijsko formulo $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6::\text{Cr}$. Zeleno barvo mu daje predvsem krom



Slika 12 Kromov (III) oksid

KROM V PITNI VODI IN NEVARNOST ZDRAVJU

Kot je že bilo v uvodu in pri poglavju o oksidacijskih stanjih kroma napisano se ta nahaja v različnih oksidacijskih stanjih, najpomembnejša so: elementarni (kovinski) Cr (0), Cr (III) in Cr (VI). V zemeljski skorji obstaja skoraj vedno kot Cr (III), Cr (VI) namreč hitro reducira v Cr (III). Krom se uporablja v številnih industrijskih panogah, npr. za strojenje usnja, v proizvodnji nerjavečega jekla, barv, fungicidov, eksplozivov, cementa, v keramični in steklarski industriji, pri kromiranju. Običajno so glavni vir Cr (VI) v naravnih vodah industrijske odplake oz. je posledica človekovega delovanja. V zemljini se močno veže. Kromove (VI) soli so bolj topne od kromovih (III) soli in je zato Cr (VI) bolj mobilan. Z oksidacijo z dezinficijensi (klor, klorov dioksid, ozon) se lahko Cr (III) oksidira v Cr (VI). Še posebej v klorirani in prezračevani vodi je krom v glavnem v obliki Cr (VI). V zraku je prisoten v aerosolih, s padavinami ali prahom se vrača na površino in od tu spira v zemljo in podzemno vodo. Glavni vnos za človeka je preko živil; če ga je v pitni vodi več kot 25 µg/l, postane tudi ta pomemben vir vnosa.

Cr (0) in Cr (III) sta relativno ne toksična, dobro topen Cr (VI) je mnogo bolj toksičen, predvsem zaradi visokega oksidacijskega potenciala in dobre prehodnosti skozi biološke membrane. Cr (III) je esencialen mikroelement za človeka in se vključuje v telesno presnovo preko inzulina. Poleg vnosa skozi prebavni trakt (absorpcija je šibka, bolje se absorbira Cr (VI)), lahko pri poklicno izpostavljenih vstopa tudi preko dihal – poškodbe nosne sluznice ali pride v stik s kožo – draženje in alergije. Cr (VI) je dokazano karcinogen preko dihal in je po klasifikaciji IARC razvrščen v 1. skupino, kar pomeni dokazano karcinogena snov za človeka. Cr (0) in Cr (III) sta uvrščena v skupino 3, kar pomeni, da ni dokazov, da sta karcinogena za človeka. V nekaterih študijah je imel Cr (VI) genotoksičen učinek. Na otroke naj bi deloval podobno kot na odrasle.

V Pravilniku o pitni vodi je krom uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi, 50 µg/l za celotni krom. V Avstraliji je določena koncentracija 50 µg/l za Cr (VI), in če je presežen celotni krom, določajo posebej še Cr (VI). Svetovna zdravstvena organizacija (SZO) je določila za celotni krom v pitni vodi (začasno) mejno vrednost 50 µg/l;

kot začasna je opredeljena zato, ker je pri toksikoloških podatkih še vrsta nejasnosti, zaradi karcinogenosti šest valentnega kroma preko dihal in njegove genotoksičnosti. NOAEL vrednost tako ni določena. Ameriška agencija za okolje (EPA) ima določeno mejo 100 µg/l. Po mnenju nemškega zveznega inštituta za ocenjevanje tveganj (BfR), je ustrezen vnos za Cr (III) 30-100 µg/dan.

Ob preseženih vrednostih kroma v pitni vodi je potrebno takojšnje ugotavljanje vzrokov in njihova odprava. Ukrepi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in preprečevanje onesnaževanja vodnega vira (onesnažen zrak, odplake, pronicanje razlitij v tla). V primeru, da so koncentracije Cr (VI) v pitni vodi nad 50 µg/l, predlagamo, da naj glede na rakotvornost in glede na navedene nejasnosti, ljudje uživajo za pitje in pripravo hrane embalirano vodo. Krom lahko iz vode v postopkih priprave odstranimo z uporabo koagulacije, filtracije, ionske izmenjave, reverzne osmoze⁵.

Krom se je sicer v vodi pojavil nekajkrat tudi že v Mariboru, pripoveduje Stanislav Jecelj, univ. dipl. ekon., direktor javnega podjetja Mariborski vodovod, d.d.

Prvi litri vode so pritekli iz vodnjakov na Vrbanškem platoju leta 1966, čez dobrih 10 let, natančneje leta 1978, je vodni vir skoraj doživel katastrofo, z njim pa ves Maribor. Najbogatejši vir mariborskega vodovoda je bil onesnažen s kromom. Na osrednjem mariborskem črpališču pitne vode so izčrpali tudi po kilogram šest valentnega kroma na dan. Leta 1981 se je ponovno pojavil krom v vodi. Inšpektorji so šli po njegovi sledi in prišli do Nikroma, majhnega podjetja, ki bi s svojo galvanizacijo v prihodnjih letih prav lahko ubil

5

Metoda filtracije s pomočjo nano filtracije, zagotavlja med 96 – 99% očiščenje vode (odvisno od starosti in modela membrane) . Zaradi pritiska in velikosti por na membrani grede skozi samo delci vodi, molekule pesticidov, nitratov, soli, težkih kovin, bakterij, virusov, ki so za pretok preveliki pa se pri tem izločijo

mariborsko pitno vodo. V podtalnici pod Nikromom je bilo kar 30 miligramov kroma v litru vode! Puščal je usedalnik v galvanizaciji ... Po precej dolgem omahovanju so se v Mariboru končno le odločili za edino pravilno in možno rešitev - ukinitvev Nikroma. Ob tem je potrebno povedati, da so pred leti na lokaciji Pedagoške akademije v podtalnici našli tudi sledove svinca, bakra in niklja.

