

ZLATO, simbol Au (lat. aurum), u elementarnom stanju plemenit metal žute boje i jaka sjaja, mekan, vrlo rastegljiv, težak (relativna gustina 19,3). Topljenje zlata je 1064,76 ° C, jedna je od fiksnih tačaka za baždarenje termometara. Čisto zlato izvanredno je otporno prema vazduhu, vodi, kiseoniku, sumporu, sumporovodika, rastopljenim alkalijama, kiselinama i većini solnih rastvor; otapa se u klornoj vodi iu smesama sone kiseline s jakim oksidacionim sredstvima (azotna kiselina, natrijum-peroksidom, kromatnom kiselinom, kalijum -permanganat itd), dajući zlato (II)-hlorid.



Slika 1. - Ova slika je preuzeta sa www.chemsoc.org stranice. Prikazuje Zlato u elementarnom stanju.

Živa rastvara zlato u ograničenoj meri, rastvora kalijum-cijanida ili natrijum-cijanida otapaju ga dajući kompleksne soli. Legure zlata sa bakrom i srebrom azotna kiselina ne nagriza ako sadrže više od 25% zlata. Zlato je jedan od najredih elemenata u Zemljinoj kori; računa se da ga ima samo oko dve milijuntine procenta. Pojavljuje se u prirodi redovno samородno, pa je bilo poznato već u praistorijsko doba. Na primarnom ležištu nalazi se redovno u obliku zrnaca, ljuskica, ploča ili razgrananih žica u kiselom i neutralnom eruptivnom kamenju, uprskano obično u kvarcnim žilama (gorsko zlato); ponekad ga prati pirit, arsenopirit, srebro i bakar. Često se nalazi na sekundarnim ležištima, aluvionima, naplavinama ili pijescima. Prirodno zlato sadrži gotovo uvek i srebra. Najveće nalazište zlata je na Vitvatersrand u Južnoafričkoj Republici, 1000-3000 m ispod površine Zemlje. Druga značajna nalazišta jesu u Kaliforniji, Koloradu, Aljasci, Kanadi, Australiji i na Uralu. Zlato se iz peska dobivalo u staro vreme ispiranjem; stariji industrijski postupak je amalgamacija pri kojemu se zlato od jalovine odvaja s pomoću žive; u novo vreme zlato se dobija Cijanizacija, tj izluživanje zlata iz rude otopinama cijanida. Taj je postupak omogućio brz porast proizvodnje zlata u poslednjih 50 godina. Znatne količine zlata dobijaju se iz anodnog mulja koji otpada pri elektrolita rafinaciji bakra i srebra. Kroz veka zlato se upotrebljavalo kao monetarni standard u većini zemalja. Procenjuje se da je do kraja 1973. u svetu bilo proizvedeno ukupno oko 80.950 tona zlata. Godišnja svetska proizvodnja zlata iznosi oko 1000 t. Ukupna vrednost svetskih zaliha zlata iznosi danas oko 70 milijardi dolara. Dve trećine od toga iznosa nalazi se u obliku zlatnog novca ili zlatnih poluga u trezorima emisionih banaka (poglavito u SAD). Tehnička upotreba zlata vrlo je ograničena i ni u kojoj primjeni u tehnici zlato nije nenadoknadivo. Upotrebljava se za pravljenje i pozlaćivanje nakita, za bojenje stakla (Cassiusov zlatni purpur), u zubarstvu i zubnoj protetici. Sve više zlata troši se danas u elektronskoj industriji i za programe

istraživanja svemira. Zbog toga što je čisto zlato mekano, ono se za praktičnu upotrebu redovno legira sa srebrom ili bakrom. Sadržaj zlata u tim legurama (finoća) navodi se u tisućinki ili u karatima 18-karatno zlato ima finoću 750/1000 ili 75%).

U svojim spojevima zlato je jednovalentne i trovalentni. Najvažniji spoj zlata jest zlato (III)-hlorid, AuCl_3 , crvene iglice koje nastaju kad hlor nešto iznad 200°C deluje na zlato u listićima. Otapa se u vodi dajući smeđercvenu rastvor koja sadržava kompleksnu triklor-okso-zlatnu kiselinu $\text{H}_2[\text{AuCl}_3\text{O}]$; ako se toj otopini doda hlorovodonična kiselina, nastaje u rastvoru zlatnoklorovodična kiselina (tetraklorzlatna kiselina), koja se može dobiti i otapanjem zlata u zlatotopci i uparivanjem rastvora s hlorovodonična kiselina; tvori kristalne igle sastava $\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, žute boje poput limuna, koje se na vlažnom vazduhu raskvasuju, u vodi i alkoholu lako otapaju, a na koži izazivaju plikove; upotrebljava se u medicini, fotografiji iu galvanotehnici (za pozlaćivanje). Natrijska sol te kiseline dolazi u trgovinu pod imenom "zlatna sol".

Postupci za dobijanje zlata iz ležišta elementarnog zlata mogu se svrstati u postupke ispiranja, kojima se uklanja jalovina od metalnog zlata ispiranjem strujom vode, iu postupke izluživanja, kojima se zlato selektivno izdvaja iz rude. Ispiranje je jednostavna verzije taloženog koncentriranja i primenjuje se samo na naplavljeno ležišta. Izluživanje je primenjivo i za naplavne i za gorsko zlato, a obuhvata različite proizvodne procese kao što su amalgamacija i Cijanizacija.

Proizvodnja zlata kao sporednog proizvoda pri istaljivanju i rafinaciji neplemenitih metala, poglavito olova i bakra, takođe je važan postupak za njegovo dobijanje.

Zlato se gotovo uvek dobija zajedno sa srebrom, i to u obliku legura (Dore-metal).

Ispiranje

Najstariji je i primitivan način dobijanja zlata ispiranje i njime se iskorišćuje samo deo zlata iz nalazišta. Usitnjeno zlatonosna stijenje i pesak razmulja se vodom, pri čemu se zlatna zrnca i ljuščica, zbog svoje velike gustine, slegnu brže od jalovine. Najjednostavnije je ispiranje u tiganjima. Primjenjivo je samo u naplavnim ležištima sa prilično velikom koncentracijom metalnog zlata. Ispiranje u žljebovima zasniva se na ispiranju peska ili šljunka strujom vode koja teče niz nakošene drvene talase sa preprekama na njihovu dnu gde se zaustavlja zlato. Legendarno zlatno runo bila je verovatno ovčja koža sa runom koja je služila za sakupljanje zlata na taj način. Hidraulično rudarenje može se primeniti samo u naplavnim ležištima, i to obično u vezi s ispiranjem u žljebovima. Snažnim vodenim mlazom razbija se i usitnjuju zemljani materijal koji sadrži zlato i ispira se strujom vode u žljebove. Jaružanje zlata često je najekonomičniji postupak za rad sa zlatonosna peskom ili šljunkom u kojima je količina zlata vrlo malena. U tu svrhu služi gliboderi, brod sličan teglenica plitkog gaza, sa uređajem za iskopavanje na pramčanom delu, a za izbacivanje prerađenog materijala na krmi. U sredini je broda mašinski pogon kojim se upravlja jaružalom, te sistem žlebova u kojima se šljunak obrađuje radi dobijanja zlata.

Izluživanje

Poznato je pet postupka za izluživanje zlata, od kojih se neki više ne primenjuju zbog ekonomskih ili ekoloških razloga. Pre nego što je razvijena Cijanizacija, najvažniji je postupak ekstrakcije zlata iz ruda bila amalgamacija. Taj se postupak danas još provodi, obično u vezi sa Cijanizacija.

Amalgamacija je jednostavan, iako ne naročito efikasan postupak za dobijanje zlata iz naplavnih ležišta ili iz iskopanih ruda. To je fizikalni proces u kojem je zlato sa živom stvara amalgam, a posle se živa ukloni destilacijom. Tipični se uređaj za amalgamaciju sastoji od drobilice za rudu i bakarnih ploča prevučениh tankim slojem žive. Zdrobljena se ruda meša s vodom i pretvara u kašu koja oplakuje bakarne ploče. Jedanput dnevno ili jednom u dva dana ploče se uklanjaju, a amalgam koji nije duboko prodro u bakar odvaja se grebanjem, stavlja u lonce i zagreva. Oslobođena se živa kondenzuje i vraća u proces, a zlato zaostaje u obliku Dore-metala. Amalgamacija se zlato ne može potpuno ekstrahovati iz ruda, pa se ona obično primenjuje pre nego se ruda podvrgne Cijanizacija, jer se pojednostavljuje i pojeftinjuje smanjujući količinu zlata koju je potrebno na taj način ekstrahovati.

Klorinacija

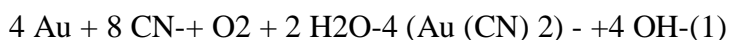
Klorinacija je postupak kojim se elementarno zlato pomoću vlažnog hlora prevodi u zlatni (III) hlorid rastvorljiv u vodi. Spoj se zatim vodom izluži iz rude, a zlato se iz rastvora istaloži redukcionog agensom. Tim se postupkom ne može ekstrahovati prisutno srebro, te ako ga je u rudi mnogo, treba izlužiti rastvorom natrijum tiosulfata. Nekada je klorinacija bila mnogo u upotrebi, ali je danas istisnuta Cijanizacija. Ekološki razlozi takođe sprečavaju primenu toga postupka.

Brominacija

Brominacija se nije nikada mnogo upotrebljavala, iako brom s metalnim zlatom ili teluridnim mineralima zlata reaguje neuporedivo snažnije od hlora. Razlog male upotrebe tog postupka je visoka cena broma.

Cijanizacija

Cijanizacija je najvažniji postupak za ekstrakciju zlata iz rude. Postupak su 1887. godine razradili JS MacArthur, RV Forrest i V. Forrest u Glazgovu, te se otada uveliko primenjuje u većini zemalja koje proizvode zlato. Tako se iz rude može izlužiti do 95% metalnog zlata. Primjeni li se uz cijanizaciju i amalgamacija može se ekstrahovati i do 97% zlata. Ponekad je rudu potrebno podvrgnuti prethodnoj metalurgijskoj odradi kao što je flotacija ili prženje. U cijanizacijskom postupku zlatna se ruda mrvu u drobilicama i dalje usitnjuju mokrim mlevenjem, obično u kugličnim mlinovima. Krupniji materijal može se zatim odvojiti i dalje obraditi amalgamacija, a sitniji se materijal finoće mulja ugusti u dekantatorima do udela vode od 50.60% te izlužuje u agitatora s 0,1.0.25%-tnom rastvorom kalijuma ili natrijum cijanida. Mulju se obično dodaje kreč da bi se kontrolisao pH i smanjili štetni efekti nekih minerala, posebno sulfida bakra, gvožđa, antimona, i arsena, koji troše cijanid i kiseonik, te izazivaju slabe prinose zlata. Izlužuju se uz snažno mešanje mulja kroz koji se propuhuje sabijeni vazduh. On omogućava da se zlato prevede u rastvor kao kompleksni cijanid.



Da bi se zlato u potpunosti otopilo, potrebno je kontinuirano mešanje uz provetravanje mulja u trajanju do 50 sati. Cijanidni se rastvor odeljuje od čvrstog ostatka filtriranjem ili Protivstrujne ekstraktore dekantiranjem, a zatim se propušta kroz vakuumske komore i odzračuje (Croveov postupak). Mulj zaostao nakon proceđivanja suspenzije praktično više ne sadrži zlato.

Sirovo se zlato iz zlatnog amalgama dobije uklanjanjem žive destilacijom, dok se cijanidovom lugu dodaje cink u prahu, pri čemu se sirovo zlato istaloži.

$2 (\text{Au} (\text{CN})_2) - + (\text{Zn} (\text{CN})_4) 2 - + 2 \text{Au}$

Nastali mulj, koji uz srebro, neke neplemenite metale i druge primese sadrži mnogo zlata, odvaja se u presama za ceđenje od cijanidni rastvora, koja se pumpama vraća u proizvodni proces. Pogače od mulja suše se u pećima za prženje, pri čemu se oksidišu neplemenito metali. Osušeni se materijal zajedno sa talioničkim dodacima za stvaranje zgre stavlja u lučnu peć. Topljenjem, koje traje oko dva sata, ukloni se najveći deo primesa iz zlatnog mulja vezanjem u trosku, nakon čega se sirovo zlato leva u poluge teške 12,5 kg. Zlatne se poluge šalju u rafineriju na dalju obradu.

Bromocijanizacijski postupak

Jedna od preinaka cijanizacijskog postupka, koja je imala nekog uspeha, temeljila se na dobroj i brzom rastvorljivost zlata u rastvoru natrijum cijanida koja sadrži cijanogen-bromid, CNBr. To je koristan oksidirajući agens pri primeni kojeg se vreme dodira između rude i rastvarače mora ograničiti da bi se sprečilo preveliko otapanje primesa. Upotrebljava se takođe za izluživanje zlata iz teluridnih minerala. Cijanogen-bromid je, međutim, prilično skup i u vodi slabo postojan reagens.

Dobijanje zlata kao sporednog proizvoda

Male se količine zlata, srebra i plemenitih metala nalaze u mnogim metalnim rudama, u prvom redu u rudama bakra i olova. Oni slede osnovni metal (npr. olovo ili bakar) tokom talioničke prerade, a pri njegovoj se rafinaciji dobijaju kao sporedni proizvodi.

Zbog postroženih pravila i propisa za zaštitu životne sredine poslednjih se godina traže mogućnosti da se cijanid za izluživanje zameni manje štetnim i opasnim reagensima. Jedna od vrlo studiranih i primenjivanih reakcija uključuje tiouree u kiselj sredini s trovalentni gvoždem kao oksidansi. U poređenju sa Cijanizacija proces je brz, a zlato se pritom ne pasivira. Glavni je nedostatak postupka visoka cena i neotpornost tiouree prema hidrolizi i oksidaciji u uslovima izluživanja. Drugi se potencijalni reagensi hlorid, tiocijanat i polisulfidi. Očekuje se da će tiocijanat u budućnosti biti važni u mogućim procesima kombinovanog izluživanja zlata i uranijuma.