

## Fremstilling af kobber

Cu

29. grundstof i det periodiske systema

### Historie

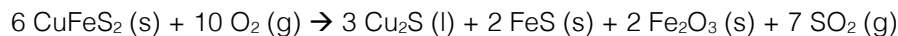
Kobber er et af de ganske få metaller der optræder som rent metal i naturen, andre metaller som fx jern optræder derimod meget sjældent i helt ren form i naturen, og var derfor et af de første metaller der blev udnyttet af mennesket. De tidligste beviser på brug af kobber er fundet af kobberamuletter i udgravninger af bopladser fra den yngre stenalder (bondestenalder) i det østlige Tyrkiet. Disse amuletter er fremstillet ved bearbejdning, kold-hamring, af overfladeaflejringer af kobber.

Lige som landbruget er opstået uafhængigt af hinanden flere steder i verden, er det sandsynligt at bearbejdning af kobber ved at smelte det ved høj temperatur er opstået uafhængig af hinanden flere forskellige steder på jorden.

### Kobberfremstilling i dag

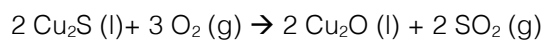
Store forekomster af metallisk kobber findes ikke længere. I dag består det meste kobbermalm der brydes primært af chalcopyrit ( $\text{CuFeS}_2$ ) og i en mindre grad af chalcocit ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ). Koncentrationen af kobber i kobbermalmen er meget lille. Hovedparten af kobbermalmen består af uønskede sten eller bjergarter, typisk silikater eller oxider uden den store kommercielle værdi. Derfor skal kobbersulfiderne op-koncentreres før kobber metal kan udvindes. Op-koncentreringen sker ved at malmen først knuses og dernæst males til meget små partikler ( $<100\mu\text{m}$ ). Herefter benyttes forskellige teknikker til at sortere de værdiløse sten og bjergarter fra.

I en proces der kaldes **Flash Melting** reagerer den op-koncentrerede kobbermalm med opvarmet oxygenberiget luft, for at fjerne det uønskede jern fra chalcopyrit ( $\text{CuFeS}_2$ ):

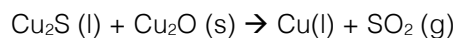


Tilsættes reaktionsblandingen i Flash Melting silica,  $\text{SiO}_2$ , vil der, ved høje temperature, dannes en slagge af  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ . Slaggen har en lavere densitet end kobber(I)sulfid,  $\text{Cu}_2\text{S}$ , og jern(II)sulfid,  $\text{FeS}$ , og det bevirker, at der dannes to lag i ovnen: slaggen lægger sig øverst og en blanding af kobber(I)sulfid og jern(II)sulfid lægger sig nederst, og slaggen kan skimmes fra.

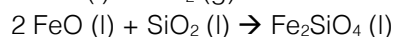
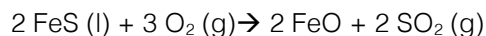
Ved at gennemboble den varme kobber(I)sulfid smelte med luft fjernes svovlet som svovldioxid,  $\text{SO}_2$ . Samtidig dannes kobber(I)oxid:



Den dannede  $\text{Cu}_2\text{O}$  reagerer med tilovers blivende  $\text{Cu}_2\text{S}$ :

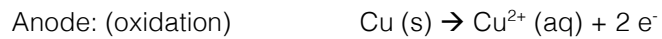


Samtidig omdannes jern(II)sulfid til slagge:



Det kobber der dannes ved Flash Melting kaldes rå-kobber. Rå-kobber består af 98% ren kobber, mens urenhederne primært udgøres af zink og sølv. Det urene kobber kan udmærket anvendes til byggemateriale, men skal kobberet anvendes til elektronik skal urenhederne fjernes. Urenhederne fra rå-kobber fjernes ved elektrolyse. Stænger af rå-kobberet nedsænkes i en svovlsur vandigopløsning af kobber(II)sulfat,  $\text{CuSO}_2 (\text{aq})$ , og tilsluttes den elektrolytiske celles anode. Den elektrolytiske celles katode består af rent kobber.

Ved anoden opløses kobber som kobber-ioner i en oxidationsreaktion:



Metaller, der står til højre for kobber i spændingsrækken oxideres ikke til ioner. Som rå-kobberet forsvinder falder ædelmetaller som sølv og guld ned på bunden og danner anodeslam.

Anodeslammet er meget værdifuldt, hovedparten af det sølv vi udvinder i dag kommer fra anodeslam fra elektrolyse af rå-kobber

Efter at være oxideret diffunderer kobber(II) ionerne igennem opløsningen til katoden mens elektronerne vandrer i det ydre kredsløb. Ved katoden dannes rent kobber metal i en reduktionsreaktion:



Ioner af de metaller der står til venstre for kobber i spændingsrækken, som arsenik og zink, der også findes i rå-kobberet, forbliver i opløsningen hvis spændingen styres korrekt. Oprensning ved elektrolyse giver normalt en renhed på 99,99 % kobber i produktet.