

Yrkeshygienisk Institut

HD 631

1973

TUNGMETALLER

Egenskaper - bruksområde

Sjefskjemiker Karl Wulfert

=====oOo=====

Tungmetaller, egenskaper - bruksområde.

Smelte- og kokepunkter er tatt fra "Handbook of Chemistry and Physics" 51. utgave 1970-1971 (The Chemical Rubber Co.)

Antimon, Sb. Sm.p. 630°C Kp. 1380°C .

Anvendelse: sammen med bly i legering "Hartblei" for boktrykktyper. Sammen med tinn som "Britanniametall" for husholdningsgjenstander. Som tilsetning i lagermetaller (tinn, antimon, bly, kopper).

Som svovelantimon (pentasulfid) ved gummi-vulkanisering. Som rødfarge (Antimon sinnober) i maling. Til beising av tekstiler. I fyrstikksatser. Angis å bli brukt for spesielle typer bly-akkumulatorer. Her er det beskrevet utvikling av "Stibin" (SbH_3); meget giftig, ved "overlading" av slike batterier.

Arsen, As. Sm.p. 817°C Kp.: sublimerer ved 613°C uten å smelte. Forekommer som arsenholdige mineraler i en rekke ertser og kan derfor påtreffes ved utvinning av diverse metaller f. eks. kopper, sink, nikkel, jern, antimon. Her samles ved oksidative prosesser store mengder arsenikk som "Hüttenrauch" eller "giftmel" - Man må regne med å støte på arsen som biprodukt ved en rekke metallurgiske prosesser.

Anvendelse: tilsettes til bly ved produksjon av "Hagl" I kopper-tinnlegeringer som nyttes som "speilmetall". Rent arsen spiller en stor rolle i "halvlederteknikken".

Arsenforbindelser har vært brukt i landbruk og gartnerier. Arsenikk (As_2O_3) i glassproduksjon. Til tre-impregnering nyttes diverse komplekse arsenforbindelser. I eldre tider ble "Schweinfurter Grün" ("Wiener Grün") en kopper-arsenforbindelse nyttet bl. a. til tapetfarging.

Arsin AsH_3 , en meget giftig gass utvikles av arsenholdige metaller i berøring med syrer, resp. av rene metaller med arsenholdige syrer. Arsin nyttes teknisk til pålegging av arsen i ytterst tynne lag på "halvledere", såkalt "gas-doping". Prosessen krever maksimum av sikringstiltak.

Organiske arsenforbindelser: medikamenter (bl.a. Salvarsan),

stridsgass (Difenylarsinklorid = Blaukreuz), Clark I og Clark II samt Dibensodihydroarsazinklorid = Adamsit). Andre org. arsenforbindelser (nær beslektet med stridsgasser) har på japansk hold blitt brukt som "antifowling" grunnmaling for skip. Disse stoffer er ikke ønsket brukt ved norske verfter m.m. - Ved "avbrenning" av arsenholdig maling vil det kunne utvikle seg meget farlige situasjoner. Arsin (AsH_3), ytterst giftig, dannes ved utvikling av hydrogen ved hjelp av arsenholdig metall, og syrer. Ved bruk av arsenholdige syrer og rent metall vil det likeledes dannes arsin.

Bly, Pb Sm.p. $327^{\circ}C$ Kp. $1744^{\circ}C$. Utvikler betydelige mengder "bly-damp" lenge før kokepunktet.

Blyholdige mineraler ledsager bl.a. sølvertsene, slik at man ved sølvproduksjon kan få store mengder bly som avfallsprodukt.

Anvendelse: Bestanddel av en del teknisk viktige legeringer f. eks. "type-metall" (se: antimon). Til produksjon av "hagl" (se også: arsen). Blyakkumulatorer, loddetinn. Blyblikk til bekledning av industriell-kjemisk apparatur, bly-rør, bly-blokker (avskjerming av radioaktive stråler), rør.

Forbindelser: Blyoksid akkumulatorer. Blyfarger: blykromat (bly-gult), blyantimonat (Neapel-gult), mønje (Pb_3O_4), blyglette (PbO), blyhvitt. Til glasur i keramikkproduksjon. Flintglass. Blyarsenat som plantevernmiddel og i vindistrikter. (Visstnok nå forbudt i Vest-Tyskland).

Cer, Ce Sm.p. $795^{\circ}C$ Kp. 3468°

Brenner enda bedre enn magnesium (Blitz)
Materiale for "Cer-blandingsmetall", til katalysatorer, til "flintestein" (fyrstøy).

Forbindelser: Ved fremstilling av gløde-strømper, som polermiddel for glass i "Farge T V". - Ce-oksalat som middel mot kvalme, brekninger (sjø-syke m.m.)

Gallium, Ga. Sm.p. + 29.8°C. Kp. 2403°C

Istedenfor kvikksølv i kvarts termometermonatombrytere, sprinkler-anlegg, speilbelegg. I atommiler.

Germanium, Ge Sm.p. 938°C Kp. 2830°C

Anvendelse: Som såkalt "halvleder", likeretterdioder, transistorer. Tilsetning til aluminium, tinn, gull (gull-lodding).

Forbindelser. Germaniumdioksid i lys-stoffrør (også som Ge-metall) GeO_2 er giftig.

Til den såkalte "Gas-doping" nyttes bl. a. germaniumhydrid (German), GeH_4 . Dette er en prosess hvor halvledere påføres et ytterst tynt lag av Ge-metall. GeH_4 antas å være meget giftig. Dødelig konsentrasjon angis til 150 ppm. "Grense-verdi" synes å ligge ved 0.5 ppm - 1 ppm.

Gull, Au Sm.p. 1063°C K.p. 2966°C

Legeringer, "spinn-dyser" for kunstsilke. Gulltråd, blikk, plater. Tannlegearbeide.

Forbindelser: galvanisk forgylling i cyanidbad ("trykte kretser" m.m.) Meget og i stort omfang nyttet arbeidsprosess. Fotografiske prosesser.

Hafnium, Hf. Sm.p. 2150°C Kp. ca. 5 400°C

Elektroteknikk, atom-miler (kjernereaktorer). Radioindustri.

Forbindelser: synes å spille mindre rolle teknisk.

Indium Sm.p. 156°C Kp. 2000 ± 10°C

Transistorer, tilsetning til lagermetaller, kontakter, elektronisk utstyr, tannlegeringer, halv-leder (Indium antimonid og Indiumarsenid); metalliske kittmasser m.m.

Iridium, Ir Sm.p. 2410°C Kp (4527 ± 100 °C)

Fyllepenn-spisser (legering: Iridium - Wolfram + Molybden). Injeksjonsnåler (70 % platina, tannproteser, kontakter, instrumentdeler, termo-elementer, ekkolodd.

Forbindelser: porselensmaling (Iridiumoksid , Ir_2O_3) svart

pigment, også Iridium-kaliumklorid blir brukt som porselensfarge.

Jern, Fe Sm.p. 1528°C Kp. 3235°C.

(Verdiene gjelder for "spektraltætte jern")

Hovedanvendelse som "jern", fremforalt som "stål" dvs. legeringer med krom., mangan, nikkel, kobolt, vanadin, titan, wolfram, niob osv.

Forbindelser: Tekstiltrykk, lyskopiering m.m. Som farger: for eks. jernkromat (bl.a. i keramikken, "Siderin gult"), jern-rødt (oker), "jernoksidfarger etc.

Kadmium, Cd Sm.p. 321°C (303°C) Kp. 765°C.

Forekommer ofte sammen med sinkblende og galmei (sinkkarbonat). Utvinnings-skjer delvis ved elektrolyse (galvanoteknikk).

Nyttet til legeringer: for eks. lagermetaller, til lodding av lettmetaller, legering av bly, kadmium og tinn, til kadmium-akkumulatorer (kadmium i nøkkel, kadmium i sølv), istedenfor sink eller tinn som rustbeskyttende belegg. "Slaglodding" "Sølvlodding".

Forbindelser: kadmiumcyanid til kadmering" (galvaniske bad) av metall-varer. Kadmiumsulfid (gult) og -selenid (rødt) som farger bl.a. i plast. Dessuten nyttes kadmiumsulfid til farging av glass (gjerne sammen med selen eller selenitter. Enn videre i transistorer, billed-forsterker, "elektrisk øye". Også til glasurer brukes kadmiumforbindelser for eks. oksidet. Kadmiumwolframmat til røntgenskjerm og fluorescensfarger. "Kadmerte" gjenstander må ikke komme i berøring med sure safter, matvarer e.l.

Kobolt, Co. Sm.p. 1490°C Kp. 2900°C

Ledsager nikkel i naturen - Viktig sporelement. Nyttet til legeringer bl.a. permanente magneter. Legeringer: Celsit (Co-Cr-Wo-Fe) - brukt som dreiestål. "Stellit": Co-legeringer med Ni-Mo-V-Ti og Ta-komponenter). I elektronisk utstyr, TV-anlegg. Is.k. blandingskatalysatorer.

Forbindelser: Farger (Koboltblått, Rinmanns-grønt, "Smalte" = Kalium-koboltsilikat. "Coelestin" - Som koboltnaftenat e.l. i

i "sikkativer", dvs. stoffer som påskynder den oksidative tørking av visse oljer m.m. samt til å katalysere polymerisasjoner hos forskjellige polyesterharpikser. - En rekke koboltoksider til emaljeindustri, termistorer, elektroniske formål. Oksidasjonskatalysator for karbonmonoksid (exhaust). Koboltglass - koboltoksalat i trykkerier og reproduksjonsteknikken.

Kopper, Cu Sm.p.1083°C Kp.2595°C

Livsviktig spormetall.

Kopper er et av de få metaller som i helt ren tilstand (ikke-legert) spiller en viktig teknisk rolle. Ren-kopper fremstilles elektrolytisk.

Ved utvalsing av kopper er det en betydelig fordamping av kopper som siden ligger som et rødt belegg i angjeldende lokale.

Kopperlegeringer: Alpakka, aluminium-bronse, duralumin o.l. konstantan, messing, nickelin, rotguss, nysølv, tombak.

Kopper-silumin (silicium, kopper - mangan - aluminium) - Kopperåmalgam (kopper-kvikksølv).

Anvendelse: Elektroteknikk, bryggerier, destillasjonsapparater, rør, tråd, blikk (vegg- og takbekledning, grafisk virksomhet m.m.

Forbindelser: Insektisider (kopperarsenat), porselensfarge (kopperborat), koppercyanider til elektrolytisk (galvanisk) kopperpålegging, kopper-kalk-blandinger (bl.a. Bordeauxbrühe) som plantevern. (Sprøytes under trykk). Til tre-impregnering (bl.a. maursurt kopper- kopperformiat). Koppernaftenat til konservering av tre, tekstil; tilsettes malinger som "fungicide". Samme effekt tilsiktes med et flertall andre kopperforbindelser.

I det hele tatt har kopper-forbindelser stor anvendelse for impregnering, konservering, plantevern.

Kopperoksider: Kopperoksidul Cu_2O /gul-rødt/ i maling, brennmaling, dreper alger.- I galvanoteknikk, glass- og emaljefarger. Kopperoksid (CuO), svart, glass, emalje, porselen, som katalysator.

Krom, Cr.

Sm.p. 1890°C

Kp. 2482

Fortrinnsvis til legeringer. Eksempler: Krom-nikkel - (80-20) / "Chromel" A/. I kvalitetsståltyper. Rustfritt stål. "Chroman-typer" f. eks. Chroman-syrefast: krom - nikkel-Fe. Chroman B: i krom-nikkel-mangan (85-15-2). "Chroman C": krom-nikkel-jern-mangan (66-20-10-4) osv. Slike kromlegeringer er bl.a. nyttet som verktøy-stål. Det er ofte meget korrosjonsfaste og harde, (kuler i kulelager), - krom karbider.

Forbindelser:

Krom (III) salter, kromalun ($KCr(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$) til garving, i fargerier, i katfun-trykk, til fargefiksering på tekstiler, i fotografiske bad, fremstilling av vanntette tøyer m.m.

Kromater såkalte hexivalente kromforbindelser ("seksverdig krom"), salter av kromsyre (H_2CrO_4 , resp. CrO_3). Til galvanisk krom-pålegging nyttes fortrinnsvis kromsyre, eventuelt tilsatt svovelsyre. Prosessen kan utvikle meget farlige, kromsyre-holdige aerosoler. Til "kromatisering" av aluminium- og legeringer nyttes varme oppløsninger av kromater + soda, for magnesium og legeringer salpetersyre kromatbad. Kromsyre nyttes også i elektriske batterier, for gassrensere, til bleking av visse vokstyper m.m. Kromeddiksyre (etter Fleming) til fiksering av mikroskopiske snitt (blanding av kromsyre/iseddik/vann).

Kromater som fargepigmenter: Blykromat, sinkkromat, kaliumkromat. Grønne farger på basis av kromseskvioksid (Cr_2O_3): kromoksidgrønt (sinnobergrønt). En variant er kromoksidhydrat-grønt: Guignet grønt, Mittelers-grønt osv. Kromseskvioksid (Cr_2O_3) som polermiddel for stål, som farge for emalje, glass, perselen. Tilsettes plastartikler, brev-lakk m.m.

Mindre mengder kromater eller kromsalter finnes i enkelte limtyper (såkalte "Krom-lim" av gluteintypen).

Kvikksølv Hg

Sm.p. - 38.87°C

Kp. 356.58°C

Ganske lett flyktig metall.

Anvendelse: Som katode ved kloralkalianlegg hvor det går meget store mengder i produksjonsprosessen. I kvikksølv damp- likeretteranlegg (potensiell forgiftningsmoment ved reparasjon og rengjøring av disse anlegg). Ekstraksjon av sølv og gull fra edelmetallholdige sandtyper. I dag fortrinnsvis skiftet ut med cyanidutlutning. Lenge brukt i speilproduksjonen. I Kvikksølv-vakuumpumper, trykkmåler, manometer, laboratorie-apparater. (Den på sykehusene nyttede "van-Slyke" er en potensiell farekilde for personalet og forutsetter løpende kontroll av de ansatte!). Til "amalgam" / tannleger og tannteknikere. Radarutstyr, automatiske strømbrytere. Åpne kvikksølvmanometre var ennå etter siste krig en kontaminasjonskilde for luften i bryggerienes lagerkjellere for øl. - Kvikksølv for ultraviolette lamper. Metallurgisk ekstraksjon resp. separasjon av bly-sink-aluminium-vismut. Kvikksølv danner "amalgamer" med forskjellige andre metaller. - Kvikksølvarsenat brukes ved bunn-maling (utvendig) på båter.

Organiske kvikksølvforbindelser brukes som fungicider, som anti-slimmidler, i papirindustrien m.m.

Ved sveising, brenning m.m. vil alle kvikksølvforbindelser spaltes under frigjøring av metallisk kvikksølv.

Lanthan, La Sm.p. 920°C Kp. 3469°C .

Bare fremstilt i små mengder. Kan legeres med aluminium og platina. Anvendelse: Så vidt man kan forstå er lanthanmetall hittil ikke brukt i teknikken.

Forbindelser: Sterkt glødet lanthanoksid, La_2O_3 , kan nyttes til å lage glødedigler.

Mangan: Mn Sm.p. $1244^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C}$ Kp. 2097°C

Livsviktig spor-metall for planter og dyr. Brukes (fortrinnsvis som "Ferro-mangan" og "Spiegel-Eisen") ved desoksidasjon av jern og stål, og som tilsetning til ikke-legerete verktøy-stål-typer. Det finnes korrosjonsfaste aluminium-manganlegeringer med 1%-2% mangan, og magnesium-manganlegeringer. "Manganin" består av 82-84% Cu, 12%-15% Mn, 2%-4% Ni.

En såkalt motstandslegering. Manganlegeringer spiller teknisk en stor rolle, mens selve metallet har liten direkte anvendelse.

Forbindelser: Mangandioksid (MnO_2) = Brunstein. I tørrbatterier, i glassproduksjon ("Glasmacherseife"), sammen med jernoksid i glasur til brunt stentøy, tegl, glaserte leirevarer. Som tilsetning for fernisser og som "sikkativ". Finnes i fyrstikkenes "hode", i fyrverkeri. Som katalysator. Bestanddel i sveiseelektroder. - "Mangansvart" = fargepulver m. 70% MnO_2 , 18 % SiO_2 , 5 % Fe_2O_3 (jernoksid), også kalt "Sementsvart".

Mangansilikat for spesialglass og glasurer. Manganviolett (mineralviolett) på basis av manganfosfat. - Enkelte mangansalter brukes i fargeriene, tøytrykk, porselensfabrikasjon, tre-beis, plantevern. - Mangannaftanat som sikkativ.

Mangankromat som brun farge for porselensmaling, også til vannfarger. Til bleking av papir og cellulose anbefales kaliumpermanganat. Brunfarging av trevirke. I fotografien. Papir, klær o.l. som er tilsøt med permanganatløsning brunfarges. Slike stoffer er nokså lettantennelige på grunn av mangandioksidinnholdet.

Molybden, Mo.

Smp. $2610^{\circ}C$

Kp. $5560^{\circ}C$

Europas største molybdenforekomst er Knaben-grubene, Norge Meget tungtsmeltende metall. Biologisk viktig spormetall.

Anvendelse: Tråd, blikk, rør m.m. Legeres lett med mange metaller for eks. aluminium, bly, jern, nikkel, mangan, krom, wolfram. Størsteparten av molybdenproduksjonen går til stålindustrien som ferromolybden. - I glødelampeindustrien, radioteknikk, spesialstål for magneter, akslinger, urfjær, hurtig dreiestål, gassturbiner, raketter samt høytemperaturverktøy. Molybden som katalysator i organiske synteser.

Forbindelser: Molybdensulfid (MoS_2), et svart, bløtt pulver nyttes som tørt motorsmøremiddel eller i kombinasjon med smør-oljer. Molybdentrioksid dannes ved oppheting av molybdenmetall over $600^{\circ}C$, ved temperaturer over $800^{\circ}C$ går MoO_3 over i gassform ved å sublimere. - "Molybdenrødt" inneholder bl.a. blymolybdat, blyulfat og blykromat. Brukt i farger, som

trykkerifarger, og i plastprodukter (i konkurranse med kadmiurnrødt (kadmiumselenid). MoO_3 som spesialkatalysator i petrokjemien. Molybdensilicid til gassturbiner, forbrenningskamre, brenn- og sinterovner, støperiformer for høyeste temperaturer.

Nikkel, Ni Sm.p. 1453°C Kp. 2732°C

Den største europeiske produsent av nikkel er Falconbridge Nikkelverk A/S - Kristiansand S som arbeider med kanadisk råmateriale, den såkalte "matte". "Matte" inneholder nikkel, kobolt, kopper, jern, en del platinametaller samt selen og tellur.

Anvendelse: Mesteparten av nikkelproduksjonen går til fremstilling av kvalitets-ståltypene (nikkelstål, rustfritt stål for eks. V2A). Mindre mengder brukes til fremstilling av mynt, kokekar, kjøkkenredskap, enten i ren nikkel eller legeringer. Dertil kommer produksjon av nikkel-akkumulatører (for eks. Ni-Fe, altså jern-nikkel akkumulatører og Ni-~~Cl~~ ^x) med alkalisk elektrolyttvæske. Det finnes et meget stort antall teknisk nyttete nikkel-legeringer. monellmetall, nysølv, nicorros, nickelin, inconel, illium, chromel, cinset, duriment, hastelloy, chlorimet, cupro-nikkel (70-30), konstantan, contracid. Dette er bare et lite utvalg. Blant anvendelsesområde nevnes skipsbygging, flymotorer, gassturbiner, jetmaskiner, panserplater, ventiler og pumper, beholder for lagring av flytende metan m.m. Kjøleledninger. Til katalytisk fetthydrering nyttes både fint-fordelt nikkel (på en bære-masse) såkalt fettherdning / matfett, teknisk fett.. Nikkel angis å forekomme relativt sjeldent. Det angis at det står nokså langt nede på "hyppighets-listen" for metaller som finnes i de øverste 16 km av jordskorpen. (På 22.-plass). Samtidig er forbruket enormt !

Forbindelser: Store mengder nikkelcyanid til galvanisk fornikling. Fargepigmenter: Nikkelgult (glødet nikkelfosfat viktig pigment for fasadepuss, tilsetning til PVC-plast. Nikkelgrønt (nikkeloksid) for keramikk. Nikkeltitangult

x) så kalt "Sol-celler" på utsiden av satelittene, ca. 4000 på utsiden av en satelitt. Telestar-satelitter.

(Ni-Ti-Sb-oksider) - Nikkelformiat til fetthydrering.
Nikkelnitrat utgangsmateriale til brune keramikkfarger.
Nikkeltetrakarbonyl ($Ni(CO)_4$), Smp. $-25^{\circ}C$, Kp. $+43^{\circ}C$
Meget flyktig, spaltes lett i varmen. Utvikles under fremstilling av nikkel etter "Mond-metoden" i Canada. Meget giftig. Også brukt til fornikling av metaller, glass, nylon-fibre. Dessuten som katalysator ved organiske synteser.

Niob, Nb Sm.p. $2468^{\circ}C \pm 10^{\circ}C$ Kp. $4227^{\circ}C$.

I anglo-amerikansk litteratur også kalt Columbium, Cb.
Metallet kan sveises og vales, angripes av smeltet alkali. Uløselig i kongevann (HNO_3-HCl), men løselig i flussyre. Kan legeres med stål, for eks. inneholder en amerikansk meget korrosjonsfast stål (25-12-Cb-stål) ved siden av jern 22% Cr, 12 % Ni, 1.25%-2.5% Mn, 0.756 Si (silisium) 0.07% C (kull) og inntil 1% Nb. Brukt til jetmaskiner, gassturbiner. Den tekniske anvendelse av niob startet under siste verdenskrig ved tilsetning av Nb til krom-nikkel legeringer for å øke korrosjons- og temperaturmotstanden i området $400^{\circ} - 800^{\circ}C$. Brukes også i hard-metallproduksjon.^{x)} Niobkarbider. Niob-wolfram-termoelementer tillater temperaturmålinger ved $2000^{\circ}C$. De fra siste verdenskrig kjente raketter V1 og V2 inneholdt bl. a. Nb som ble levert fra de norske Niobgruvene. (Søve i Telemark). Brukt i elektrolytiske likerettere og i kondensatorer. Niob som ennå i 20-årene var en "raritet" som likevel måtte "pugges" til eksamen, er idag blitt et av de mest etterspurte metaller. Så sent som i 1946 sies i "Kjemi av Håkon Flood" (p.272) "..... men har foreløpig liten teknisk anvendelse".

Forbindelser: Det er beskrevet en rekke Niob-oksygen-forbindelser som kjemisk sett har syrekarakter. Disse danner et flertall av komplekser, såkalte "niobater" med lut. Niob danner en rekke halogen (klor, fluor)-forbindelser. Litteraturen tyder ikke på at niobforbindelser har teknisk anvendelse ("än så länge!")

Osmium, Os. Sm.p. $3000^{\circ}C$ Kp. $5000^{\circ}C$

Regnes sammen med iridium og platina til de tunge platina-metaller. Navnet betyr "lukt" (fra gresk "osme"). Metallet

x) hardmetall-skjøre-metall, nærmest diamantharde tungmetallkarbider, f.eks. wolfram, tantal, titan, molybden karbid

oksidierer lett til det meget giftige osmiumtetroksid, OsO_4 , en væske (sm.p. 40°C , Kp. 100°C) med kloraktig, sterkt irriterende lukt. Danner giftige karbonyler med CO.

Osmiummetall har tidligere vært brukt i glødelamper, nå nyttes wolfram. Navnet "Osram" minner om dette forhold. Platina-osmiumlegeringer for høytbelastete elektriske kontakter. I legeringer med Iridium og Rhodium til fyllepennspisser.

Forbindelser: Osmiumtetroksid, OsO_4 i mikroskopi til sverting av preparater. (Osmiumsyre = Osmiumtetroksid). Ved elektromikroskopi til kontrastgiving av lipoidrike partier, til "bruning" av kopper. Oksidasjonsmiddel i laboratorier - Osmiumtetroksid dannes allerede ved den lille og kortvarige varmpåvirkning som kreves for å lodde osmium på fyllepennspissen, eller ved å lodde osmium på platina. - Ved løsning av platinametaller i kongevann er det iaktatt osmium-påvirkninger som skyldes det "aerosol" (spray) som kan utvikle seg under denne prosess. (Se: Patty, Industrial Hygiene and Toxicology, Vol. II p. 1130/31 - 1967).

Palladium, Pd Smp. 1552°C Kp. 2997°C

Hører til de såkalte platinametaller, sies ikke å ha de for osmium og platina så karakteristiske, sterkt irritative effekter vis a vis åndedretsorganene m.m.

Metallet brukes til spinn-dyser (legering av Ag-Pd) og kontakter. Til fyllepennspisser, en legering av Ag, Au og Pd. Rent palladium (som "svamp"), til hydreninger (katalysator), delvis fiksert på en såkalt "bære-masse". Ennvidere i tannteknikken, termoelementer og i koblingssystemer for elektriske presisjonsapparater f. eks. datamaskiner med sine "trykte kretser". Den siste anvendelse er et typisk eksempel på hvordan et tidligere lite nytt (og sjeldent) tungmetall plutselig kan bli gjenstand for stor etterspørsel og dermed for muligheten av eventuelle eksposisjonsgivende arbeidsplasser!

Forbindelser: Palladiumklorid (PdCl_2) til påvisning av karbonmonoksid (CO) resp. bygass, exhaust. Metoden kan ikke uten videre anbefales! Den er beheftet med alvorlige feil. Til hårfarging (!), til galvanisk Pd-pålegging av urverksdeler, i fotografi.

Polonium, Po. Sm.p. 254°C Kp. 269°C

Radioaktivt element, sølvhvitt, lyser i mørket med lyseblått lys. Fallor i Norge under kontrollbestemmelsene for Statens Institutt for Strålehygiene, Montebello. Selve elementet kan nå fremstilles i litt større mengder. Minner rent kjemisk på tellur og bismut.

Foreløpig ingen direkte teknisk anvendelse av polonium og poloniumsalter.

Oppdaget av Madame Curie og oppkalt etter hennes hjemland Polen.

Platina, Pt Sm.p. 1769°C Kp. $3827 \pm 10^{\circ}\text{C}$

Platina forekommer som metall, leget sammen med andre platinametaller. Ruthenium, Rhodium, Osmium, Iridium og utvinnes ved en meget omstendelig vaské- og syreprosess. Det utvinnes også som "biprodukt" ved nikké- og kopperproduksjon ("Falconbridge" fremstiller bl.a. platina-metaller som biprodukt).

Anvendes på laboratorieområdet: skåler, digler, tråd, elektroder, platinablikk m.m. Dertil kommer elektriske kontakter, tenn-plugger for spesielle bilmotorer, spinn-dyser, fyllépenn-spisser. Katalysatorer for org. synteser. Tánnteknikken bruker forholdsvis meget platinametall. Enkelte industriprosesser er nødt til å bruke platinaelektroder. Det finnes en rekke spesiallegeringer - til smykker, juvelerarbeide m.m. Til pyrometre = temperaturmålere.

Det såkalte "Ur-Meter" altså prototypen for meter-enheten (i Paris) og "Ur-Kilo" er laget av 90 % Pt og 10 % Ir.

Forbindelser: Salter av heksakloroplatinasyre/ $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Brukes til forberedende behandling ved galvanisk platinering, til platina-speil, pålegging av platina på glass og porselen, fiksering av mikroskopiske preparater.

Radium, Ra Sm.p. 700 Kp. 1737

Sterkt radioaktivt, sølvhvitt metall.

Anvendelse i kjernekjemien, ved biologiske forsøk o.l. - lysende urskiver, kompasser m.m.

Forbindelser: Kjemisk ligner radium meget på barium. Det

finnes en rekke radiumforbindelser som alle er radioaktive.

Kontroll: Statens Institutt for Strålehygiene.

Radium-kontaminasjon kan bl.a. påvises ved ultraviolett lys.

Rhenium, Rh Sm.p. 3185°C Kp. 5627°C

Meget hårdt metall, ligner på platina. Kan legeres.

Anvendelse: Fyllepennspisser, termoelementer (legering av Rhodium/Rhenium) til målinger opp til 2 500°C. Kan pålegges optiske speil: Katalysatorer, elektroder, til galvanisk påføring av rheniumpålegg på smykker, til medisinske instrumenter, høyvakuumutstyr, elektriske kontakter for rakettutstyr. Til plattering av rakett-spisser. Fremstilles ved opparbeidelse av avfall fra kopperskifer. Første fremstilling i 1928 ved Noddak fra 660 kg norsk molybdensulfid.

Resultat: 1 g rent rhenium.

Forbindelser: Oksider, sulfider, klorider og perrhenater.

Uten teknisk anvendelse.

Rhodium, Rh Sm.p. 1966 ± 3°C Kp. 3727 ± 100°C.

Ledsager platina, sølvaktig metall.

Anvendelse: spesial-digler, katalysator, beskyttelsesskikt på metall og speil (såkalt "Aufdämpfen von Schutzschichten") for eks. for å beskytte sølvvarer mot hydrogensulfid (H₂S). Forsynes sølv-speil, reflektorer, lyskasterspeil, øye- og ørespeil, sølvkontakter, skåler, analyt. vektsatser, spinn-dyser, ad galvanisk vei med slik rhodium-lag, med en tykkelse av omlag 1 mm 10⁻⁴. (såkalt "rhodinerings")

Forbindelser: Mange Rhodiumsalter er lyse-røde (derav navnet: rhodon = rose), mens Rhodiumoksid er grå-svart.

Ruthenium, Ru Sm.p. 2250°C Kp. 3900 °C

Meget hårdt, sølvglinsende metall fra platinagruppen. "No significant amount of information is available on the toxicity of the 3 Platina metals: Ir, Rh, Ru" (hvilket er en dårlig trøst"!)

Anvendelse: I spinn-dyser for kunstsilke (Pt med 2% Ru), keramiske farger. Spesialkatalysator for hydrering av pyridin til piperidin). Fyllepennspisser.

Forbindelser: Ved å forbrenne Ruthenium i knallgass-flammen dannes Ruthenium-tetroksid (RuO_4) som er flyktig (akkurat som osmiumtetroksid). Ruthenium smelter og fordampes i el. lysbuen. RuO_4 smelter ved $+ 25^\circ\text{C}$ og fordampes. Oppdaget i 1845 av den russiske kjemiker C.Claus som opkalte elementet etter Lille-Russland (Ruthenia).

Sink, Zn Sm.p. $419,4^\circ\text{C}$ Kp. 907°C

Antennemålestemperatur ligger ved omlag 500°C . Forbrenner til sinkoksid (sink-røyk). Løses av sur mat og drikkevarer. Viktig spormetall (insulin!), enzymer m.m.) Forekommer som oftest sammen med kadmium og bly. Kan fremstilles (ad elektrolytisk vei) i en renhetsgrad av 99.99 %. Sink kan også destilleres. Denne prosess leverer likeledes et meget rent produkt (99.99% og mere).

Anvendelse: Meget store mengder sink til "for-sinking" av jernvarer: blikk, rør, tråd, takrenner, kar etc.. Sink-påføringen skjer enten ved "Feuer-Verzinken" (påføring av smeltet sink) eller elektrolytisk. Også "forsprøyting" (Metallspritzen) brukes for dette formål. Disse prosesser tilsikter en langvarig rustbeskyttelse (såkalt "galvanisert jern"). Sinkstøv som hovedbestanddel av sinkpigmenterte malinger bl.a. sink-rike malinger og "primere". Sink i legeringer (messing og nysølv). Til såkalt kokillestøping (legering med mere enn 50 % sink. Det finnes legeringer som inneholder aluminium-magnesium-kopper. Til galvaniske elementer, lommelykter, trykkeriplater. I 1963 ble det regnet med at hver bil i USA inneholdt omlag 40 kg sink. Flere steder i faglitteraturen antydes at sink innen nær fremtid vil bli mangelvare. (Som erstatning er det bl.a. tenkt på aluminium) -

Forbindelser: Sinkacetat ved fargestrykk, flammebeskyttelse i tekstiler, trekonservering. Sinkammonklorid til galvanisering. - Sinkborat i keramikk (flussmiddel), flammebeskyttelse, sinkoksyd (hvit) som fargepigment. Sinkfluorid ved galvanisk (elektrolyse) sinkpålegging.

Det finnes en lang rekke sinksalter til industrielt bruk. Sinktetroksykromat spiller en stor rolle for fremstilling av anti-rust-malinger, ofte kalt for "shop-primere". Brukt for skibskonstruksjonsmateriale. Det er kromat-komponenten

som har gitt anledning til yrkeshygieniske diskusjoner på grunn av den varmespaltning som nødvendigvis må finne sted ved sveising, brenning, flamme-skjæring på slike konstruksjonsdeler.

Sølv, Ag.

Sm.p. 960.8°C

Kp. 2212°C

Sølv-hvitt metall. Forekommer i mindre mengder som metall (Kongsberg) og i bunnet form (som sulfider) sammen med bly, kopper, antimon. Sølv utvinnes også som bi-produkt ved bly-sink-kopper- og gullutvinning.

Sølv kan legeres bl.a. med kopper, palladium og gull. Sølv-bronse (2%-6% Ag, 0"-1.5 % Cd, resten er kopper) til spesial-elektroder ved motstandssveising.

Sølv har den beste ledningsevne for elektrisitet og varme (større enn kopper) og har i visse "nødsituasjoner" (krig) blitt brukt istedenfor kopper ved elektriske opplegg!

Sølvvarer (bruks- og pyntegjenstander inneholder 830% sølv.

Anvendelse: Til smykker, mynter, tannamalgam (hvit edelmetall-legering / 60%-70% Ag, 20%-30%Pd, 10% Cu,Zn,Co e.l./

Sølvkar for industrielt bruk. Sølv-lodd (sammen med Cd,Cu,Zn). I elektroindustrien. Sølv-platting/ tynne sølvblikk-plater vales direkte på stål (autoklaver, kjølerør m.m) Sølv-batterier (Ag-Zn, Ag-Cd). Kondensatorer. Oksidasjonskatalysatorer.

Forbindelser: Kalium-sølv cyanid til elektrolytisk forsølvning. Sølvbromid og -klorid i fotografiske prosesser: film, plater, papir. Til speilfremstilling. Medisinske sølvpreparater.

Tallium, Tl.

Sm.p. 303°C

Kp. $1457^{\pm} 10^{\circ}\text{C}$.

Et sjeldent metall, som lett reagerer med luft og dekket med en oksidhinne. Tallium synes hittil ikke å ha fått større teknisk anvendelse, men brukes i enkelte legeringer. Finnes bl.a. i "slammet" i de såkalte blykamre som ble brukt ved den gamle svovelsyrefremstilling (Blykammer-metoden).

Det nyttes bl.a. ved fremstilling av bestemte typer av optiske glassorter.

Anvendelse: Tallium-amalgam for spesielle "kulde-termometre" (fryser ved -58°C). Lagermetaller av bly tilsatt mindre mengder Tl.

Forbindelser: Tidligere brukt for å fjerne skjemmende hårvekst. Ikke mere tillatt på grunn av talliumforbindelsenes store giftighet. Talliumsulfat-holdige produkter har vært nyttet som rottegift, mot mus etc. Salget er ikke tillatt mere i Norge, men "restbeholdninger" synes ennå å finnes hist og her som dessverre ikke er tilintetgjort. Talliumsulfat har også vært brukt til "beising" av såkorn.

Tantal, Ta Sm.p. 2996°C Kp. $5425 \pm 10^{\circ}\text{C}$

Hård, seig, elastisk metall. Kan vales og smies. Meget motstandsdyktig mot syrer (unntatt flussyre).

Til kirurgisk utstyr: kanyler, nåler, kan delvis erstatte platina. Glødetråd for lys-pærer, nååskiftet ut med wolfram. Økende bruk i filament for radarrør, belegg på gitter, anoder i forsterkerør, i fyllepenn-spisser, i spinndyser for kunstsilke, til laborieutstyr: skål, båter m.m. Tannlegebørr, katoder i røntgenrør, beskyttelsesbelegg for beholdere, tantallikerettere. Tantalplatter i plastisk kirurgi.

Forbindelser: Tantalpentoksid (tantalsyre) for optisk spesialglass "Syntese-katalysator. Tantalpentaklorid som "kloreringsmiddel" i org. synteser.

Technetium, Tc Sm.p. 2150°C Kp. 5030°C

Tidligere Masurium. Kunstig ("tecknos") fremstilt element. Ligner en del på Rhenium. Ingen teknisk anvendelse.

Tellur, Te Sm.p. $+449^{\circ}\text{C}$ Kp. $+989.9^{\circ}\text{C}$

Tellur-dampene har gyllen-gul farge.

Anvendelse: i kopper- og blylegeringer.

Enkelte tellurforbindelser nyttes i keramikk, fotografi, medisin.

Thorium (Tor), Th Sm.p. $\sim 1700^{\circ}\text{C}$ Kp. $\sim 4000^{\circ}\text{C}$

Oppdaget i 1827 av Berzelius i et norsk mineral. Platinalignende i sin glans, relativt bløtt metall. Hører til Aktinid-rekken.

Anvendelse: Magnesium-Tor-legeringer. I reaktorer. Som legeringstilsetting for varme/gløde-tråd i el. ovner. I kjernereaktorer. Ganske vesentlig er Tordicksyd-anvendelse som materiale for ildfaste digler osv. ennvidere for gass-gløde-belysning (Auer), røntgenkontrast. ThO_2 smelter ved 2050°C .

Thulium Sm.p. 1545°C Kp. 1727°C

Thulium hører til Lantanid-rekken. Isolert av prof. P.T. Cleve i 1879 (Stockholm). Så vidt bekjent ingen teknisk anvendelse hittil.

Tinn, Sn Sm.p. 231.88°C Kp. 2260°C

Anvendelse: Til fortinning (inntil 50 % av produksjonen), tinnredskaper, i legeringer: Bronse, Britanniametall, lagermetall, type-metall, loddetinn (med betydelige mengder bly). Tinn til hermetikkbokser o.l. må være fri for skadelige mengder bly. Det samme gjelder for "fortinning" av beholdere til drikkevann o.l.

Forbindelser: Tinnsalter (klorid, acetat) i tekstilindustrien til "beising" resp. farging for ull. Til reversering av silke, polyamidfiber o.l. I laboratoriene nyttes tinn-II-klorid til reduksjoner. Både tinn-II-klorid og tinn-IV-klorid er sterkt etsende (på grunn av syreavspalting i vanlig miljø).

Uran, U Sm.p. 1132°C Kp. 3818°C

Sølvhvitt, bløtt metall. Radioaktivt.

Anvendelse: Atomenergi-anlegg.

Forbindelser: Uranyl nitrat til fotografiske formål, lyskopiering o.l. Uranylacetat som kontrastmiddel ved elektronmikroskopi av planteceller.

Vanadium, Vd Sm.p. $1890 \pm 10^\circ\text{C}$ Kp. 3000°C

Ligner på stål. Lett legerbart med jern, nikkel, kobolt, kopper, aluminium, tinn, platina o.a., livsviktig sporelement for forskjellige mycelarter, alger, sjødyr.

Anvendelse: Som ferro-vanadin, tilsettes under fremstilling av vanadin-stål (øket hårdhet og varmebestandighet), bil- og jernbanefjærer, panserplater, kanonstål osv. Betydelige mengder går til fremstilling av vanadinforbindelser.

Forbindelser: Oksydasjonskontaktkatalysator/sølv-vanadinat, ved svovelsyreproduksjon - Ag_3VO_4). Vanadylsulfat/ VOSO_4 / i keramikken (blå- og grønne farger), katalysator, "beisemiddel", reduksjonsmiddel - Vanadinpentoksid - Sm.p. 658°C , V_2O_5 til keramikk, glasstyper som absorberer ultraviolet lys. V_2O_5 finnes i asken fra visse råoljer. Under feiling av oljefyringsanlegg eksponeres feiefolkene til V_2O_5 (og svovelsyre) i soten. Vanadinforbindelser er giftige.

Vismut, Bi Sm.p. 2713°C Kp. $1560 \pm 5^\circ\text{C}$

Kan lett legeres med sølv, bly, kvikksølv, kopper, tinn, gull og platina-metaller.

Anvendelse: fremstilling av lavtsmeltende legeringer (bl.a. til el. sikringer, til sprinkler-anlegg. I termo-elementer, likeretter, som klisjemetall (Bi + Pb + Sn) Sm.p. 130°C , Woods metall: Sm.p. 70° (7-8 deler Bi, 4 deler Pb, 2 deler Sn). - Lipowitz legering: Sm.p. 60° / 15 deler Bi, 8 deler Pb, 4 deler Sn og 3 deler Cd/ - Roses metall: Sm.p. 94°C / 2 deler Bi, 1 del Pb, 1 del Sn/. Samtlige her nevnte legeringer smelter i varmt resp. kokende vann. Et spesielt vismutlodd består av 53 deler Bi, 32 deler bly og 15 deler tallium. Sm.p. $+96^\circ\text{C}$ Et slikt talliumholdig lodd representerer en ikke ubetydelig risiko (kontaminasjon av hendene). "Vismuth-sølv" består av 45%-47% kopper, 31-32 % nikkel, 1-2% vismut og tinn, resten er sink. Vismuttellurid, Bi_2Te_2 er en halv-leder.

Forbindelser: En rekke vismutforbindelser har tidligere blitt brukt i medisinen, men er delvis skiftet ut med biocider.

Vismutsubnitrat - $(\text{BiO}(\text{NO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O})$ - i glassindustrien og keramikk, røntgenkontrast, som hvit sminke mot fregner. Vismut-sulfid, Bi_2S_3 , hårfargemiddel, dannes ved å bruke en blanding

av ammonium - vismut-sitrat og svovel på håret.

Wolfram, Wo Sm.p. 3410°C Kp. 5927°C.

Metall som lett kan legeres med jern, kobolt, nikkel, molybden, delvis også med bly, vismut, tinn og antimon.

Anvendelse: Tilsetting til stål (Wolfram-stål) som ferrowolfram. Wolfram som glødetråd (lamper) antikatoder i røntgenrør, elektroder for T I G-sveising (tungsten-inert-gass) "Cermets" (fra "Ceramic" og "Metals") dvs. arbeidsmateriale av en metallisk og en keramisk bestanddel, meget harde og temperaturreistente for eks. 70 % wolfram, 22 % magnesiumoksid og 8 % nikkel, motstår ultrahøye temperaturer for kort tid (rakettmotorer, rakett-topp. "Celsit"=dreiestål av kobolt-krom-wolframlegering: med jern (2%) og kull 1,2%-2,6%) (i USA: Stellite) - "Widia" - dreiestål med wolframkarbidtilsetning.

Forbindelser: Wolframdiselenid WSe_2 er et såkalt tørt smøremiddel, i verdensrom-raketter, høyvakuum. Har smøreeffekt ennå i nærheten av det absolutte nullpunkt. - Wolframkarbider, W_2C hovedbestanddel i "Widia", nyttes i de såkalte "trekkstein" for "trekking" av glødetråder (lamper). Dette karbid en meget hard masse, bl.a. til kuler i kulemøller. Sm.p. 2857°C Kp. 6000°C.

Wolframfluorid, WF_6 , Sm.p. 2,5°C. Kp. 19.5 nyttes til "på-damping" av wolfram på kompliserte metallkonstruksjoner som skal beskyttes mot korrosjon. Stabilisering av wolframtråd i glødelamper.

Zirkon, Zr Sm.p. 1852 ± 2°C Kp. + 3578°C

Smeltet zirkon har en stål-aktig glans, men er som pulver - svartfarget. Danner i oksigen ved meget høy temperatur (hvitglødende) zirkondioksid.

Kan legeres med jern til ferrozirkonium som tilsettes visse ståltyper.

Anvendelse: Atomkraftmotorer for eks. for U-båter, i "super-raketter" (forbrenningsrom, jet jagerfly, elektronrør, medisinske instrumenter, som kirurgiskeimplantasjonsmateriale o.l. For meget sterkt lysende glødelamper (uten vakuum) I radio-

rør for å binde små gassmengder. De såkalte Dold-Zr-legeringer nyttes istedenfor platina og iridium i fyllepennspisser. Som tilsetning for bestemte typer "edel-stål". Som fotografisk "Blitz"! - Zirkon kan legeres med magnesium. Legeringen (med 0.6 - 0.7% Zr) er langt "sterkere" enn deler av ulegert magnesium. Stor anvendelse i rustningsindustrien.

Forbindelser: Zirkondioksid ZrO_2 (Sm.p. $269^{\circ}C$, ca. Kp. $5000^{\circ}C$), til fremstilling av skåler, digler m.m. For metallsmelteovner, retort-ovner, keramiske brennovner. Til innvendig "utmuring" av Bessemer-ovner, Martin-og Elektrostålovner, glass-smelteovner. (Zirkondioksid leveres da som "teglsten" og i formete steintyper.

Som isoleringsmaterieell (høyspenning), katalysatorbærer, til rakettmotorer ("dyser"), som røntgenkontrast, i emalje-produksjon, zirkonlys i projeksjonsapparater - , glødestifter m.m.

Zirkoniumsilikat, Sm.p. $2430^{\circ}C$, anvendes som ildfast materiale som zirkondioksid, har enda bedre ildfaste kvaliteter enn ZrO_2 .

Zirkonforbindelser til "beising" av dyre- og plantefibre, pigment for trykkerifarger, lærgarving (zirkonsulfat, $ZrSO_4$) Til tekstilimpregnering (vanntett).

Zirkon karbid, ZrC , meget hard, skjærer glass.

Zirkon danner med hydrogen et "hydrid ZrH_2 . Denne forbindelse er et grå-svart stabilt pulver, brukes til produksjon av "metall-skum!"

Oslo, 25. januar 1973.

Karl Wulfert
Karl Wulfert