

## Redan i mer än fyra årtionden...

har B.D.H.-märket för kemister i alla världsdelar varit en symbol för ypperlig kvalitet och god service. Den effektiva distributionen, det mångsidiga urvalet kemikalier i standardförpackningar, den noggranna analytiska produktionskontrollen, publiceringen av informationslitteratur, den tekniska sakkunskap varmed kundtjänsten bedrivs samt produkternas standardiserade renhetsgrad — allt detta är faktorer, som får allt flere laboratorier att lita på namnet B.D.H.

**B.D.H.**

Reagenser och indikatorer  
 Koncentrerade mätlösningar i ampuller  
 Preparat för mikroskopiska undersökningar  
 „AnalaR“-kemikalier  
 Organiska och oorganiska kemikalier

THE BRITISH DRUG HOUSES LTD. London & Poole

Generalrepresentant:

**HAVULINNA O<sub>y</sub>**

Helsingfors · Berggatan 16 A · Tel. 61 456 (växel)

# FINSKA SUOMEN KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN MEDDELANDEN TIEDONANTOJA

61 årg.

1952 N:o 1—2

61 vuosik.

Utgiven av — Julkaisija  
 Finska Kemistsamfundet — Suomen Kemistiseura  
 Styrelse — Hallitus  
 H. TÖTTERMAN — TERJE ENKVIST — Å. BERGSTRÖM — J. GRIPENBERG  
 CH. GUSTAFSSON — R. HOLMSTRÖM — BERTIL NYBERGH  
 Sekreterare — Sihteeri  
 JACOBUS SUNDMAN, Parkgatan II B Puistokatu tel 39 595 puh  
 Kassör — Rahastonhoitaja  
 B. C. FOGELBERG: S. Hesperiangatan 4 E. Hesperiankatu  
 tel 40 139, 67 10 19 puh  
 Arkivarie — Arkistonhoitaja  
 NITA GRÖNVIK, S. Hesperiangatan 4 E. Hesperiankatu tel 40 101, 44 73 99 puh  
 Redaktör — Toimittaja  
 HARALD NYBERG, Topeliustgatan 37 Topeliuksenkatu tel 61 768, 43 332 puh

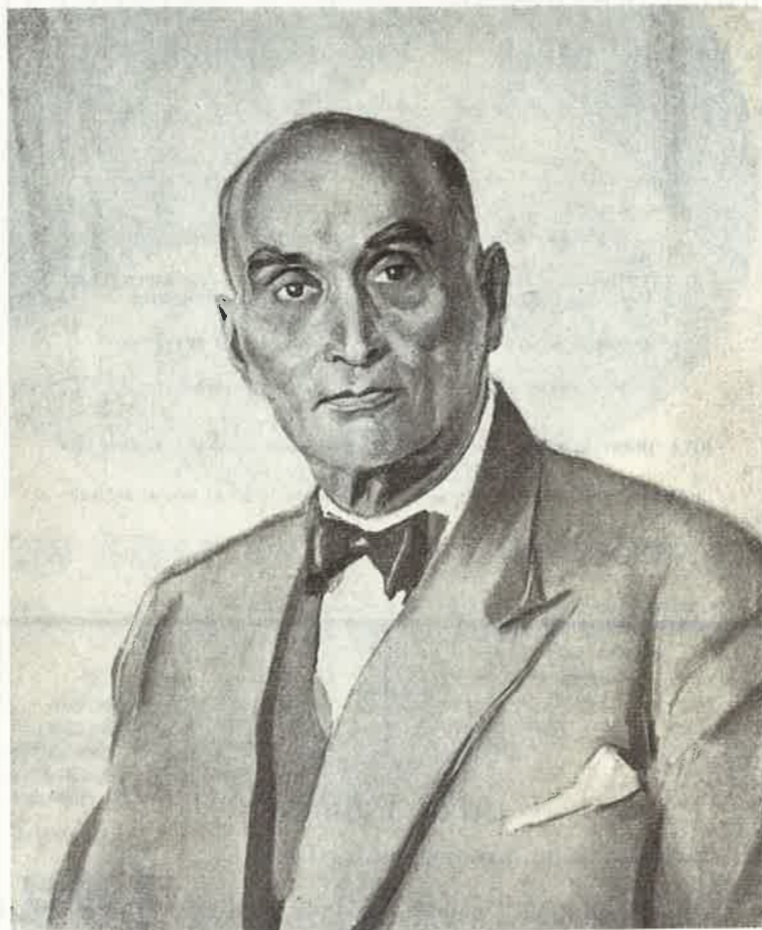


**John Palmén**

*in memoriam*

Den 25 mars 1952 nåddes Finlands kemister av sorgebudskapet att Professorn, Friherre John Palmén plötsligt avlidit. Med honom förlorade den finska kemistkåren en av sina förgrundsgestalter under de senaste decennierna.

Palmén föddes den 29 augusti 1884 i Helsingfors. Efter avlagd studentexamen år 1903 inskrevs han i dåvarande Polytekniska Institutet och avlade kemiingenjörsexamen med diplom år 1906. Han fortsatte därefter sina studier vid Helsingfors Universitet och avlade filkand.-examen år 1908.



Porträtt utfört år 1945  
av Eero Snellman (Foto  
L. Kalervo)

År 1914 disputerade han med en avhandling »Inverkan av hypobromit på pinakoner. Ett bidrag till kännedomen af santenets konstitution», och promoverades till fil.dr år 1915. Samtidigt med dessa studier kompletterade han sin utbildning genom flere studieresor till utlandet. Framför allt må nämnas att han i tre olika repriser arbetade hos prof. C. D. Harries i Kiel. Även under senare år företog han många resor utomlands och uppehöll en livlig kontakt med kemister i andra länder.

Under sin studietid verkade han som assistent vid universitetets kemiska inrättning och ett läseår som privatassistent åt prof. Aschan. Han var dessutom åren 1912—1914 lärare vid Högre Svenska Handelsläroverket och Svenska Handelsinstitutet.

Efter det Palmén slutfört sina studier sysslade han på uppdrag av ett finskt konsortium med undersökningar rörande torvutvinning och vistades därvid under ett års tid i Skottland för att sätta sig in i detta problem. År 1916 utnämndes Palmén till det nystartade AB Centrallaboratorium — Keskuslaboratorio O.Y:s första verkställande direktör och kvarstod på denna post till år 1919. Under några påföljande år verkade Palmén huvudsakligast inom affärlivet, men år 1925 förordnades han att tillsammans med dr ing. Routala sköta den lediga professuren i organisk, speciellt träets kemiska teknologi vid Tekniska Högskolan.

På detta sätt knöts Palmén åter vid Tekniska Högskolan, där han fått sin första utbildning, och där han skulle komma att utföra största delen av sin livsgärning. Efter att till en början som tjänstförrättande skött olika tjänster vid kemiska avdelningen utnämndes han år 1935 till lektor i kemi och efter professor Komppas avgång till professor i organisk kemi år 1941.

Trots att Palmén sålunda kom att utöva större delen av sin lärarverksamhet vid Tekniska Högskolan hade han dock icke helt och hållet övergivit universitetet. Han var sålunda docent i organisk kemi från år 1928 och skötte den ena adjunktjänsten i kemi vid farmaceutiska institutet från 1931 till 1938.

Vid sidan av sina ordinarie tjänster var Palmén även verksam på många andra områden. Han tillhörde ett flertal kommittéer

och organisationer i vilkas arbete han nedlade mycken energi. Av de organisationer som stodo honom speciellt nära må nämnas Finlands gasskyddsorganisation, Finlands Röda Kors och Ridarhusdirektionen.

Även Finska Kemistsamfundet hade i Palmén en aktiv och intresserad medlem och om han bara hade möjlighet var han alltid närvarande vid Samfundets möten. Ingenting var ju därför naturligare än att honom också anförtroddes förtroendeuppdrag inom Samfundet. Sålunda var han sekreterare 1911—1912 och ordförande åren 1918, 1933 och 1948, samt tillhörde dessutom styrelsen under många år.

Såsom redan nämnts kom Palméns huvudsakliga verksamhet att äga rum vid Tekniska Högskolan. Och hans krafter togs där i anspråk icke endast som lärare utan även som administrator och organisator. Kort efter det han blivit utnämnd till professor förordnades han till prefekt för kemiska laboratoriet och var dessutom i två olika repriser föreståndare för kemiska avdelningen. Denna tid kom för kemiska avdelningen och kemiska laboratoriet att bliva av mycket stor betydelse. Som känt skadades laboratoriet tvenne gånger rätt svårt genom bombardemang, först år 1939 och sedan år 1944. Då dessutom laboratoriet småningsom till följd av det ständigt stigande antalet elever blivit för litet blev frågan om en utvigning aktuell. Det gällde alltså dels att reparera och förbättra det som skadats, dels att planera ett nybygge. Som laboratoriets prefekt var det naturligt att Palmén tog en mycket aktiv del i båda dessa uppgifter. Härvid kom hans goda organisationsförmåga och stora insikter på även andra områden än kemiens väl till pass och bidrog på väsentligt sätt till att dessa frågor kunde föras till en lycklig lösning.

Alla dessa administrativa uppgifter medförde att Palméns vetenskapliga verksamhet ej blev särdeles stor, och hans vetenskapliga publikationer härrör sig i huvudsak från tidsperioden 1915—1935. Såsom elev till både Komppa och Aschan var det ju helt naturligt att Palmén skulle söka sig ett arbetsområde inom terpen-kemien. Det var speciellt santenet och kamferkinonen och dessa föreningars derivat som intresserade honom.

Trots att han under de senaste åren ej hade möjlighet att själv utföra aktivt vetenskapligt arbete, följde han dock mycket noga med utvecklingen inom den organiska kemien och gav även sina elever del av de nyaste rönen.

Men det var icke endast litteraturen på hans eget område, den organiska kemien, som intresserade honom, utan han följde även noggrant med vad som publicerades inom andra tekniska områden. Hans kunskaper på den tekniska litteraturens område togs bl. a. i anspråk genom att han 1942—1945 var t. f. bibliotekarie för Tekniska Högskolans bibliotek.

Palmén var mycket uppskattad av både sina kolleger och sina elever. En egenskap som i hög grad bidrog härtill var den hjälpsamhet och välvilja Palmén ständigt visade. Ingen behövde vara rädd att vända sig till honom med något problem eller bekymmer. Han var alltid färdig att hjälpa, och kunde han icke personligen göra det var man viss om att få ett gott råd om vart man skulle vända sig för att få den hjälp som behövdes.

Alla, som kommo i beröring med Palmén, minnas honom med saknad som den humane, välvillige och hjälpsamme mannen, gentlemannen ut i fingerspetsarna.

*Jarl Gripenberg*

## Om carcinogena substanser och kemisk carcinogenes\*

(On Carcinogenic Agents and Chemical Carcinogenesis)

Per Ekwall

Institutet för fysikalisk kemi, Åbo Akademi, Åbo

Det har hittills icke lyckats forskningen att kasta ljus över den omvandling, som sker i en cell, då denna från en normal cell förvandlas till en cancercell. Man torde våga göra gällande att cancerforskningens viktigaste uppgift just är att klarlägga varuti denna omvandling består och vilka faktorer densamma är beroende av.

Man vet som känt, att många yttre faktorer kunna framkalla eller utlösa nämnda omvandling. Olika slag av strålning kunna ha denna verkan, radioaktiv strålning, röntgenstrålar, ultraviolett ljus osv. Ett stort antal kemiska substanser ha visat sig kunna förorsaka kräfta. Mitt föredrag gäller undersökningar om och med dylika ämnen.

### Carcinogena substanser

Det kapitel i kräftforskningens historia, som behandlar denna fråga, anses börja år 1775, då den engelska läkaren Percival Pott beskrev den s.k. »sotarkräftan». Denna var en form av hudkräfta, som uppträdde hos sotarna i Potts hemland. Han återförde dess uppkomst på den omständigheten, att sotarnas hud kom i upprepad beröring med stenkolsrök och sot. Hundra år senare beskrev tysken v. Volkmann hudkräfta hos arbetare i tjär- och paraffinindustrierna i Halle, och Bell »paraffincancer» hos arbetare i den skotska skifferindustrien. Och på 1880-talet iakttog man de första fallen av hudcancer hos arbetare i bomullsindustrien, vilka i spinnerierna handskades med vissa mineraloljor. Man var benägen att söka orsaken också till uppkomsten av dessa former av hudkräfta i vissa ämnen med vilka huden kommit i beröring.

Kort därpå gjordes de första försöken att på konstgjord väg framkalla tumörer hos djur genom pensling med stenkolstjära.

\* Föredrag vid Finska Kemistsamfundets årsmöte den 19. 12. 1950 i Helsingfors.

Dessa försök ledde emellertid till negativt resultat och så blev fallet ända fram till år 1915, då det lyckades tvenne japanska forskare Yamagiva och Ichikawa att framkalla elakartade tumörer genom upprepad pensling av kaninöron med koltjära. Några år senare visade en tredje japan, att man, genom att pensla huden av möss med ett ämne eller en lösning av detta ämne, kan påvisa om ämnet har kräftalstrande s.k. carcinogena egenskaper. Är detta fallet så uppträda tumörer. Och år 1922 bevisade Passey riktigheten hos Percival Potts antagande, att sotet var kräftalstrande. Han beredde eterextrakt av sot och med detta penslade han möss samt framkallade härigenom elakartade tumörer.

I och med de japanska forskarnas insats börjar ett nytt skede i den experimentella cancerforskningens historia. Intresset koncentrerade sig i första hand på vilken eller vilka kemiska substanser, som ge stenkolstjäran dess carcinogena egenskaper.

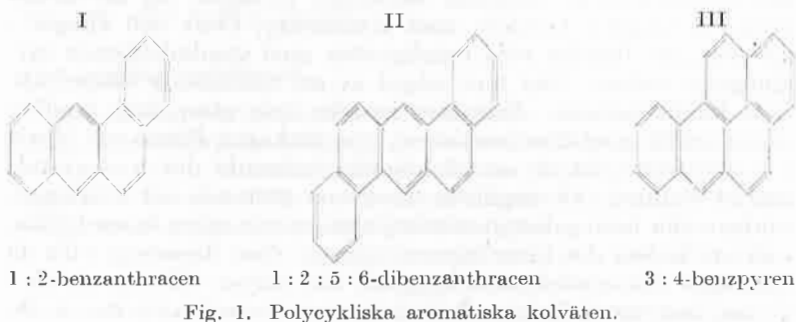
Redan på 1850-talet hade en fransk forskare, Lebart, framhållit, att cancerforskningen skulle vara betjänt av att anatomer och patologer sökte samarbete med kemister. En dylik samverkan synes ha kommit till stånd först på 1920-talet, och gav snabbt resultat. Det första var, att en grupp forskare kunde visa, att den aktiva beståndsdelen i stenkolstjäran återfinns i dennas högre kokande fraktioner och att den måste utgöras av en neutral förening, fri från kväve, arsenik och svavel, samt att densamma troligen tillhörde de ringformiga, cykliska, kolvätenas grupp. Ungefär samtidigt föresatte sig en annan grupp forskare i London, med Kennaway, Cook och Hieger i spetsen, att försöka röja hemligheten med stenkolstjärans carcinogena verkan. Det blev något av ett spännande vetenskapligt detektivarbete. Man har kanske inte utan skäl jämfört detta arbete med den prestation, som makarna Pierre och Marie Curie utförde, då de ur pechblende isolerade det nya grundämnet radium. De engelska forskarna strävade att klarlägga, under vilka betingelser stenkolstjärans carcinogena ämne bildas, och att isolera det i ren form ur tjäran. Men dessutom ville de klarlägga dess molekylära byggnad och belysa vilka egenheter i denna, som äro förknippade med den carcinogena aktiviteten. De betjänade sig såväl av den organiska kemiens preparativa metoder som av den fysikaliska kemins metodik och därjämte måste de naturligtvis hela tiden medelst djurförsök bestämma de framställda preparatens kräftalstrande förmåga. Varje nytt preparat penslades på försöksdjurens hud under månader för att påvisa, om det kunde framkalla tumörer. Endast på så sätt var det möjligt att avgöra, om man var på rätt väg vid försöken att i allt mera koncentrerad och ren form framställa den carcinogena beståndsdelen i stenkolstjäran och att visa om de nya ämnen som framställdes hade kräftalstrande egenskaper. Man har sagt,

att försöksdjuren vid dessa undersökningar spelade samma roll, som elektroskopet vid makarna Curies forskningar.

Dessa arbeten räckte nästan ett decennium. 1924—25 ådagalade Kennaway, att man kan få fram carcinogena tjäror genom upphettning av petroleum, kol, hud, hår, jäst, kolesterol utan lufttillträde och genom att leda omättade kolväten genom högt upphettade rör. Ovanom 450° ökas produktens carcinogena egenskaper med stigande temperatur. Kennaway fann carcinogen verkan också hos de högre kokande andelarna av den kolväteblandning, som uppkommer vid behandling av tetrahydro-naftalin med aluminiumklorid. Det framstod med allt större säkerhet, att den verksamma beståndsdelen i alla dessa blandningar måste vara ett relativt högmolekylärt, polycykliskt, aromatiskt kolväte.

De polycykliska, aromatiska kolvätenas grupp är emellertid synnerligen stor och att söka genom den var som att söka efter en nål i en höstack. Här fick man likväl hjälp i den omständigheten, att de kräftalstrande tjärorna visade sig besitta en karakteristisk optisk egenskap. Då de belysas med ultraviolett ljus, så börja de själva lysa, fluorescera.

De engelska forskarna funno, att stenkolstjärnan har ett mycket karakteristiskt fluorescensspektrum med tre rätt nära varandra liggande band (ca 4 000—4 500 Å). Enligt forskarna själva blev studiet av fluorescensen den Ariadne-tråd som ledde dem ut ur labyrinten.



Fluorescensen hos ett antal polycykliska aromatiska kolväten undersöktes och bland dem fann man år 1930 ett, vars fluorescensspektrum var jämförbart med den carcinogena tjärans (Fig. 1,I). Denna förening, 1,2-benzanthracen, har ett kolskelett bestående av fyra kondenserade sexringar. Man prövade dess kräftalstrande förmåga genom att pensla huden av möss och kaniner med lösningar av densamma, men man fick inga kräfttumörer. Benzantracenet har inga carcinogena egenskaper. Emellertid hade en tysk kemist, Clar,

något tidigare framställt ett antal kolväten hörande till samma grupp och bland dem fann man kort därpå ett, som verkligen visade sig ha carcinogen aktivitet. Dess molekyl bestod av fem sexringar; det var 1, 2, 5, 6-dibenzanthracen. (Fig. 1,II). Denna förening var således den första rena kemiska föreningen med utpräglat carcinogena egenskaper. Men studiet av dess fluorescensspektrum visade, att den inte var identisk med koltjärans hemlighetsfulla substans. Man satte emellertid igång med att syntetisera nya kolväten och samtidigt fortsatte man med att med fluorescensspektrografiens hjälp försöka anrika och renframställa det carcinogena ämnet i tjäran. År 1933 lyckades detta slutligen och genom jämförelse av det isolerade ämnets fluorescens med fluorescensen hos de nya föreningarna, kunde man bevisa, att det i tjäran var fråga om en förening med ett kolskelett av fem sexringar ordnade såsom fig. 1,III anger. Föreningens namn är 3,4-benzopyren. Därmed var stenkolstjärans gåta löst. Det hade alltså visat sig, att det är en kemiskt väldefinierad förening, som förlänar åt koltjärnan dess carcinogena egenskaper. Men det hade också framgått, att det utom denna substans finns åtminstone en annan förening, som har liknande ödesdiga egen skaper.

Forskningen gick vidare. Utom forskargruppen i London började också en grupp forskare i U.S.A. bearbeta området. Ett stort antal nya polycykliska aromatiska kolväten framställdes och genom djurförsök kunde man visa, att många av dem kunna framkalla kräfta.

Intresset för dessa forskningsresultat var mycket stort på alla håll, där man intresserade sig för cancerproblemet, och det stegrades ytterligare, då det framgick, att somliga av de polycykliska aromatiska kolvätena kunde framställas ur substanser, som normalt finnas i den levande organismen. Hela den stora och biologiskt viktiga gruppen av s.k. steroidföreningar besitter ett kolskelett, som i vissa avseenden påminner om de nämnda kolvätenas. Hit höra bl.a. substanser sådana som kolesterol, gallsyror, könshormoner, binjurebarkhormoner osv. År 1933 visades det, att en gallsyra (Fig. 2,I) genom diverse kemiska processer kan överföras i ett kolväte 20-metylcholantren, som har starka carcinogena egenskaper. (Fig. 2,III och IV). Man har emellertid inte kunnat påvisa att gallsyrorna eller andra steroider verkligen skulle överföras till carcinogena kolväten i den levande organismen och inte ens bevisa, att en sådan reaktion är möjlig under de betingelser, som råda i organismen. Men kvar står det faktum, att den kemiskt sett är genomförbar och man kan därför måhända inte helt bortse från möjligheten av, att en abnorm ämnesomsättning av gallsyrorna eller andra fysiologiska substanser av liknande struktur kunde leda till uppkomsten av carcinogena föreningar.

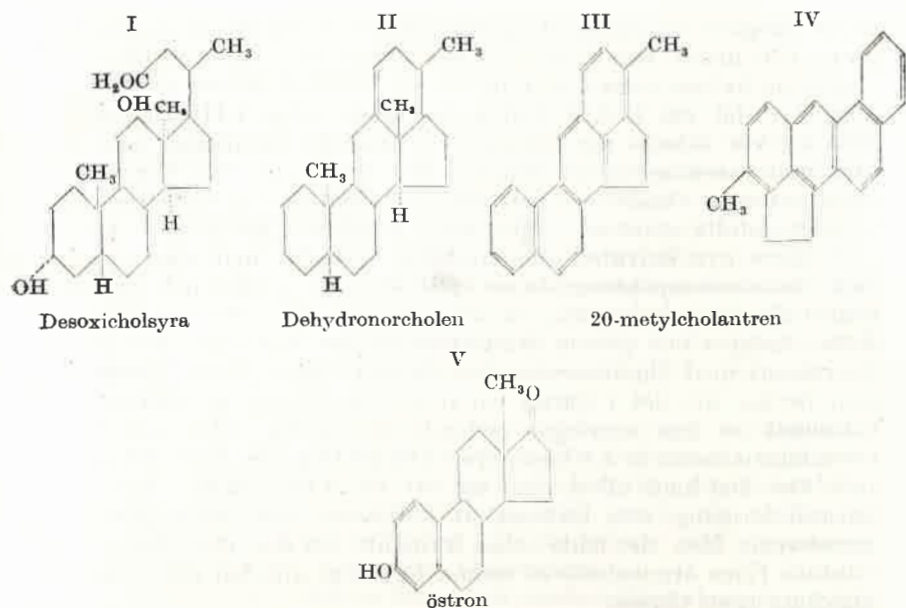


Fig. 2. Formler som belysa likheten mellan steroidernas och det carcinogena kolvävet 20-metylholtantrens kolskelett.

Att det i vissa fall finns ett direkt samband mellan uppkomsten av tumörer och fysiologiskt viktiga substanser av ovanstående grupp, har man kunnat visa (1932). Injektion av kvinnliga sexualhormoner leder under speciella omständigheter till bröstcancer hos honmöss. Här samverka, enligt vad man numera vet, många faktorer bl.a. en predisposition för dylika tumörer hos de ifrågavarande mössen och det vill synas som om hormonetns roll snarast vore att verka utlösande, så att en redan latent cancer bringas till utveckling genom de fysiologiska förändringar, som hormonet framkallar i den ifrågavarande vävnaden.

Under årens lopp har det visat sig, att det inte bara är föreningar av kol och väte, som kunna framkalla kräfta. Även många organiska svavel- och kväveföreningar ha denna fatala egenskap. T.ex. dibenzaeridiner (Fig. 3, I) och dibenzkarbazoler (Fig. 3, II). Den senaste föreningen torde vara orsak till cancer i urinblåsan hos arbetare i färgämnesindustrin, den framkallar också tumörer i levern. Bland svavelföreningar må nämnas en, där en bensolring i dimetylbenzantracen ersatts med en tiofenring (Fig. 3, VII).

Bland kvävehaltiga föreningar må nämnas 2-acetylamino-fluoren (Fig. 3, VI), som förmår framkalla kräfta i flera olika organ, ävensom ett stort antal azofärgämnen. De första iakttagelserna av den senaste ämnesgruppens carcinogena

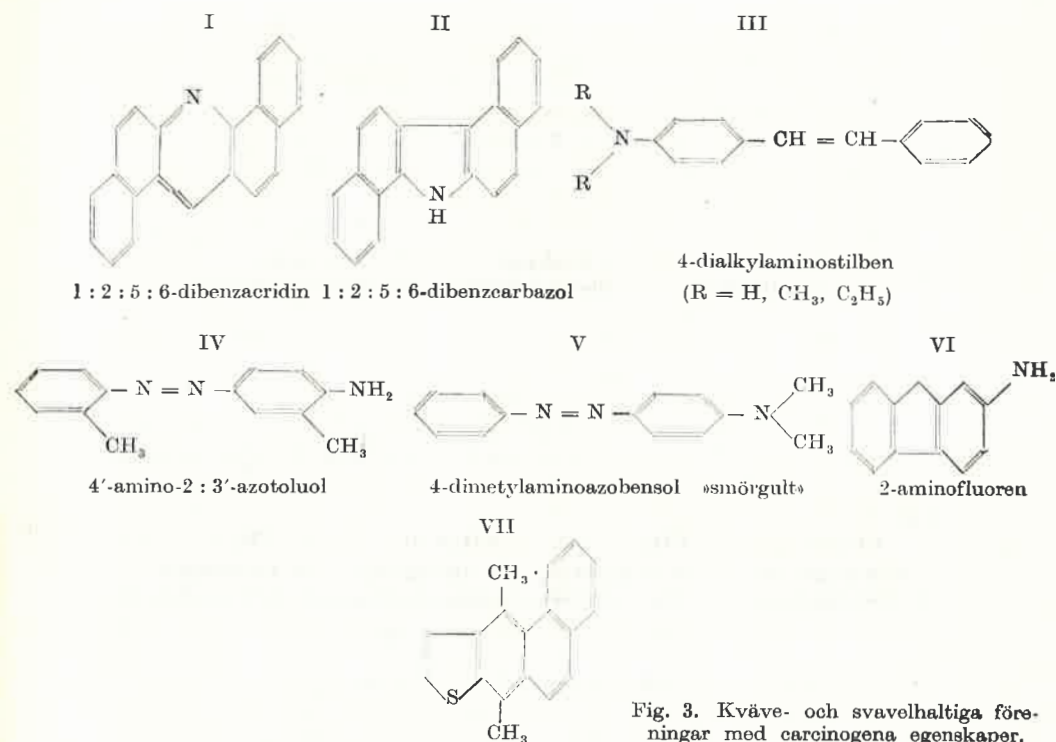


Fig. 3. Kväve- och svavelhaltiga föreningar med carcinogena egenskaper.

egenskaper ligga rätt långt tillbaka i tiden och gällde färgämnet scharlakansrött, där den aktiva gruppen visade sig vara 4'-amino-2,3'-azotoluol (Fig. 3, IV). Detta ämne åstadkommer lever-tumörer (Yoshida 1934). Japanen Kinoshita visade 1940 att färgämnet »smörgult«, 4-dimetylaminoazobensol, också förorsakar leverkräfta (Fig. 3, V).

Allt som allt känner man redan till flera hundra olika väldefinierade kemiska substanser, som förmå framkalla kräfta.

Upptäckten av dessa cancerförorsakande substanser har utlöst en synnerligen intensiv forskning för att klarlägga huru deras verkan kommer till stånd och för att på så sätt bringa ljus över de första stadierna av denna s.k. kemiska carcinogenes. Mycket har härigenom blivit klarare, men ännu står forskningen långt från målet. Jag kan här blott belysa ett enda avsnitt, det som gäller verkan av de carcinogena polycykliska kolvätena, vilka utgöra den viktigaste gruppen av kemiska kräftalstrare.

*Den carcinogena aktiviteten och molekylernas byggnad*

Finns det något samband mellan kolvätemolekylernas byggnad och deras carcinogena aktivitet? Att ett dylikt samband

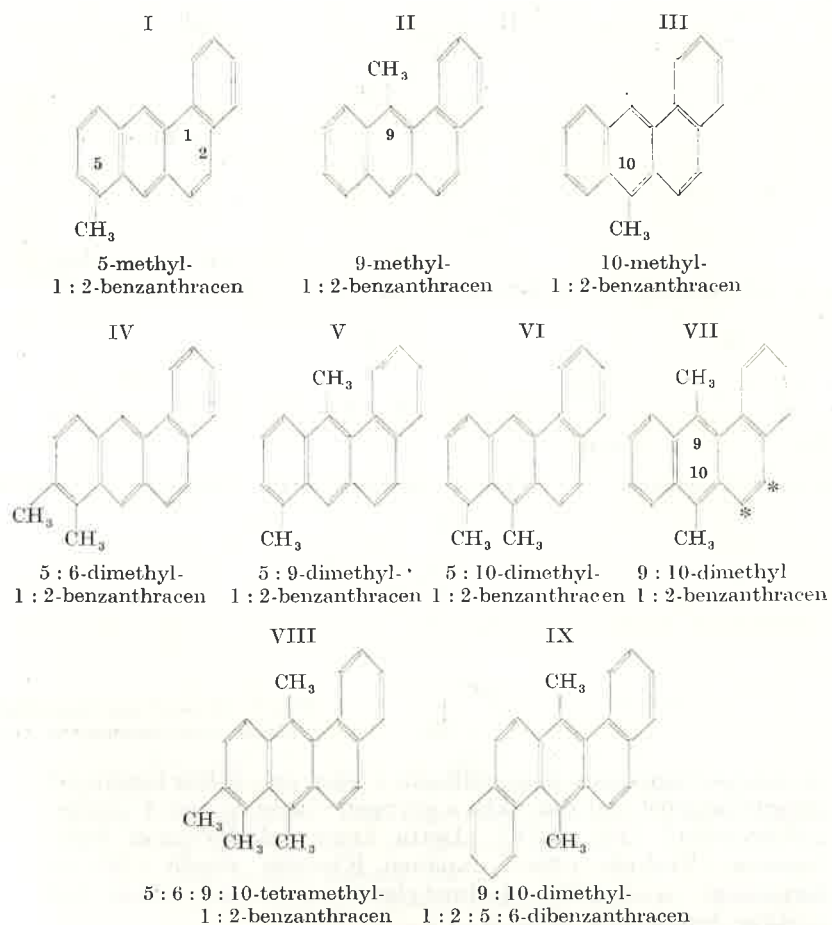


Fig. 4. Ett antal benzantracenderivat med och utan carcinogena egenskaper.

finns är otvetydigt. Jag kan visserligen inte fördjupa mig i denna intressanta fråga, men vill dock lämna en del uppgifter (Fig. 4). Vi utgår från benzantracen, som praktiskt taget saknar carcinogena egenskaper. Om en metylgrupp införes i molekylen på någon av de angivna platserna (Fig. 4, I, II, III), så blir substansen kräftalstrande och det i stigande grad. Ännu större aktivitet får man, om tvenne metylgrupper införes i molekylen på vissa platser; (Fig. 4, IV, V, VI, VII), 9,10-dimetyl-1,2-benzanthracen är en av de kraftigast verkande carcinogena föreningar, som man känner. Men om man inför alltför många metylgrupper i molekylen så avta de carcinogena egenskaperna (Fig. 4, VIII, IX). Och om man i stället för en CH<sub>3</sub>-grupp inför en C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-grupp så försvinna de alldeles.

Man har även lyckats visa, att vissa platser i kolväteskelettet måste förbli fria, om man vill, att den carcinogena aktiviteten skall bibehållas. (De med \* utmärkta kolatomerna i fig. 4, VII d.v.s. 3,4 i antracen- resp. 10,9 i fenantrenskelettet.) Det förefaller således som om man här hade den del av molekylen, som träder i funktion, då den gör sin ödesdiga verkan gällande i den levande cellen. Just detta parti karakteriseras av att tätheten av rörliga elektroner är speciellt stor. Det kan lätt påverkas av andra molekyler resp. lätt påverka dem. Kolvätemolekylerna undergå lätt flera kemiska reaktioner. Så långt är allt klart. Men vad det är för en process som kolvätet undergår i den levande cellen och som leder till att denna förändras till en cancercell, vet man ännu ej. Man har tänkt sig möjligheten av, att kolvätemolekylen kombineras med en äggvittemolekyl. Om denna äggvittemolekyl hör till ett enzymssystem, som reglerar en kemisk reaktion i cellen, så kommer dettas verksamhet att rubbas och cellens ämnesomsättning i ett avseende att förändras. Nu vet man att det i detta avseende finns olikheter mellan kräftcellerna och den normala cellen. Uppbyggnaden av nucleoproteider är livligare i de förra och typen av de uppbyggda molekylerna är en annan. Detta torde vara grundorsaken till att kräftcellerna i morfologiskt hänseende skilja sig från de vanliga.

Man har emellertid också tänkt sig möjligheten, att den växelverkan mellan det carcinogena ämnet och en av cellens beståndsdelar, som leder till den ödesdiga förändringen i cellen, måhända icke vore en kemisk process som sådan, utan den energi som frigörs vid carcinogenets reaktioner. Detta energibelopp borde vara så stort, att det kunde inleda den omvandling inom cellen, som medför att någon för cellens normala liv betydelsefull, men i och för sig rätt stabil molekyl skulle omvandlas.

Denna tanke har på allra senaste tid fått en intressant utformning av två danska forskare Iversen och Arley. De jämföra, såsom många gjort tidigare, den förändring, som leder till uppkomsten av en cancercell, med en genmutation. I alla cellers kärnor finns, anta de, ett s.k. »cancerkontrollcentrum» t.ex. en makromolekyl eller en del av en dylik, vars natur sammanhänger med organismens genotyp. Värmerörelsen kan leda till en oelastisk stöt mellan cancerkontrollcentrum och andra molekyler. Den energi som på detta sätt tillförs, leder till en diskontinuerlig omvandling, till en annan anordning i rymden av centrets atomer, mao. till en annan isomer form. Cancerkontrollcentret upptar energien kvantmässigt och går över från ett kvanttillstånd till ett högre dylikt. För att omvandlingen skall ske, måste det tillförda energikvantat därför vara av en viss storlek.

Spontana tumörer uppkomma enligt denna hypotes, genom att cancerkontrollcentrum får en stöt i en elastisk kollision med en av omgivningens molekyler, som har speciellt hög kinetisk energi.

Iversen hade redan något tidigare visat, att de polycykliska kolvätenas absorptionspektra står i relation till deras carcinogenitet. Dessa ämnen absorbera det ultravioletta ljuset inom vissa våglängdsområden. Då så sker överförs molekylen i ett energirikare tillstånd, som yttrar sig i en ökning av atomernas vibration inom molekylen och i en förflyttning av vissa elektroner. Iversen beräknade den absorberade ljusenergin för olika carcinogener och fann en omvänd proportionalitet mellan denna storhet och kolvätenas carcinogena aktivitet, d.v.s. ju mindre energi, som behöver tillföras för att excitera molekylen, desto större är ämnets aktivitet.

Synbarligen finns det ett direkt samband mellan den energi, som carcinogenmolekylerna uppta vid ljusabsorptionen och det energibelopp, som de sedan de väl inträngt i en cell kunna överföra genom sammanstötning med cancerkontrollcentrummolekylen och som behövs för att överföra denna till en isomer form. Genom denna mekanism skulle kolvätena framkalla tumörer. Varje vävnad synes ha sin karakteristiska aktiveringsenergi och därför verka de carcinogena ämnen olika på de olika vävnaderna.

Det intressanta med Iversens och Arleys hypotes är, att de iklätt den en matematisk form, som tillåter en prövning av densamma med tillhjälp av data från djurförsök. I de få fall där den hittills prövats, synes den bliva bekräftad av experimenten, i varje fall motsägs den ej av dem.

Beträffande det öde som ett carcinogent kolväte undergår i organismen är man i vissa fall rätt väl underrättad. Då man på ett eller annat sätt tillför t.ex. benzpyren till ett djur genom pensling av huden, genom subcutan eller intravenös injektion, så avskiljas blott en ringa del av kolvätet i oförändrad form. Man återfinner detsamma i faeces, huvudsakligen som en fenol. Efter intravenös injektion kan man, tack vare dess fluorescens, följa med hur benzpyrenet samlas bl.a. i levern och gallan och med den senare föres ut i tunntarmen. Man kan emellertid av fluorescensen sluta sig till, att kolvätet redan i gallan undergått en förändring. Man har kunnat konstatera, att 8,9-dihydroxi-9,9-dihydro-3,4-benzpyren med en okänd substituent i 8-ställning bildats (Fig. 5, X<sub>1</sub>). Längre fram i tarmen slår den blå fluorescensen plötsligt över i grönblikt. Här bildas först ett derivat av 8-benzpyrenol (Fig. 5, F<sub>1</sub>) och slutligen slutprodukten 8-benzpyrenol (Fig. 5, F<sub>2</sub>). Emellertid kan omsättningen också gå en annan väg, över 8,9-dihydroxi-3,4-benzpyren med substituenten i både 8- och 9-ställning. (Fig. 5, X<sub>2</sub>). Även på denna väg kommer man till samma slutprodukt som i föregående fall.

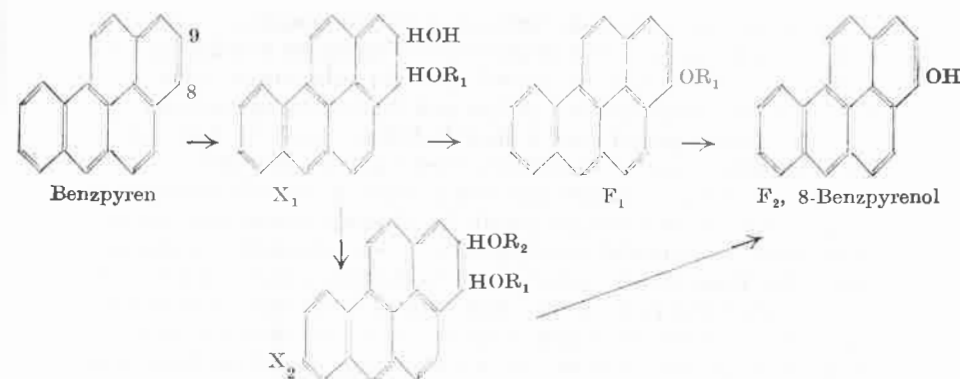


Fig. 5. 3-4-benzpyrens omvandlingar i organismen.

Den förra reaktionsvägen är snabbare. Man har funnit att den leder till carcinogenes. Den andra vägen är långsam, här kan benzpyrenet ofta förbli en lång tid på stadiet X<sub>2</sub>. Det ser ut som om denna reaktionsväg skulle innebära ett oskadliggörande av carcinogenet. Medan omsättningen övervägande synes gå längs den senare vägen hos en del djur, går den längs den förra hos vissa andra arter. Detta kan förklara olika djurarters olika motståndskraft mot carcinogenet.

#### Lösningar av carcinogena kolväten

De carcinogena polycykliska kolvätena äro lösliga i fetter och fettlösande ämnen men praktiskt taget olösliga i vatten. På vilket sätt de tränga in i vävnaderna och cellerna med deras vattenhaltiga system och huru deras transport i organismen försiggår är icke klart. Man har varit hänvisad till antagandet, att de åtminstone primärt göra sin verkan gällande i cellernas och vävnadernas lipoidfaser eller möjligen i gränsen mellan dessa och det vattenhaltiga cellinnehållet resp. vävnadsvätskorna. Som en eventuell möjlighet har man räknat med, att det genom dessa primära reaktioner kunde bildas vattenlösliga föreningar, vilka måhända vore de egentliga bärarna av carcinogenesen.

Dessa kolvätens praktiskt sett fullkomliga olöslighet i vatten har begränsat den experimentella forskningens möjligheter att klarlägga den kemiska carcinogenesens första stadier. Vid djurförsök har man i allmänhet använt sig av triglycerider, bensol och aceton som lösningsmedel. En tydlig strävan har dock förmärkts att finna någon utväg att på ett eller annat sätt bringa dessa kolväten över i vattenmiljö. I allmänhet har dessa försök resulterat i framställning av uppslamningar av möjligast finfördelade kolvätekristaller i vatten, vilka man försökt stabilisera med diverse tillsatser.

Då man vill införa de fettlösliga carcinogenerna i cellernas och vävnadernas vattenhaltiga system, ligger det emellertid nära tillhands, att som lösningsmedel använda substanser, vilka samtidigt besitta utpräglade lipofila och hydrofila egenskaper och som på denna grund förmå lösa kolväten, men ändå själva äro mer eller mindre blandbara med vatten. Kemien och den kemiska tekniken ställer numera i stort antal till förfogande substanser med den ifrågavarande kombinationen av egenskaper, (vätmedel, tvättmedel, emulgatorer). I den levande organismen finns det flera dylika substanser, fosfatider, cerebrosider, gallsyrade och fettsyra saltar. Egendömligt nog synes den experimentella cancerforskningen tidigare mycket litet ha beaktat dessa möjligheter. Det är via detta lösningsmedelsproblem som föredragaren blivit inkopplad i undersökningar av den kemiska carcinogenesen. Detta skedde genom att docenten Kai Setälä i Helsingfors vid årsskiftet 1946—1947 vände sig till mig med en förfrågan, om jag kunde hjälpa honom att få de carcinogena kolvätena i vattenlöslig form resp. i vattenlösning. I fortsättningen ha vi bedrivit forskningarna som »team-work», i vilket även flera andra deltagit, från kemisk sida i Åbo, mag. Lars Sjöblom, och från biologisk sida i Helsingfors med doktorerna Erkki Saxén och Pentti Ermala samt med.kand. L. Holsti.

Redan på ett tidigt stadium fann Setälä (1947), att polyetylen glykoler och deras högre homologer de s.k. »carb Waxerna» i många avseende besitta de önskade egenskaperna. Hos dem äro lipofila och hydrofila egenskaper jämnt fördelade över hela molekylerna. Polyetylen glykoler äro i stor utsträckning blandbara med vatten. I vattenfritt tillstånd äro deras förmåga att lösa carcinogena kolväten mycket god. Vid utspädning med vatten avtar den emellertid snabbt. Lösligheten av 20-metylcholantren är t.ex. blott ca 5 mg per liter i en 50 % lösning av »Carbowax 1000». (Fig. 6.) Överskettscarcinogenet faller vid utspädning ut i förfördelad form.

De s.k. associationskolloiderna, dvs. tvålar och tvälliknande ämnen, bilda en annan grupp av substanser med de önskade egenskaperna. Många av dem, isynnerhet de ickejonogena associationskolloiderna äro även i vattenfri form mycket användbara som lösningsmedel. De besitta dessutom i regel den fördelen att de hålla carcinogenet i lösning ännu nere vid mycket stora utspädningar. Detta beror på deras kolloida egenskaper. Dessa ämnen äro som känt i princip byggda så, att deras molekyler resp. joner besitta åtminstone en relativt stor lipofil kolvätedel, ävensom åtminstone en hydrofil grupp. Denna senare grupp kan antingen vara anjonisk eller katjonisk eller också ickejonogen. Som bekant ge dessa ämnen i vattenlösning, så snart deras koncentration stiger över den s.k. kritiska koncentrationen, upphov till micellbildning, varvid de enskilda

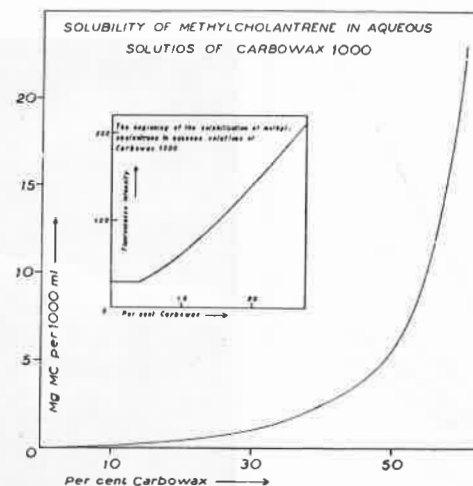


Fig. 6. 20-metylcholantrens löslighet i vattenlösningar av »Carbowax 1000». (Ekwall och Setälä, Acta Union Internat. contre le cancer, VII, 1 (1950) 120.)

molekylerna resp. jonerna genom association sammansluta sig till aggregat, miceller. Dessa miceller äro i princip byggda så, att molekylnas kolvätepartier äro vända mot micellens inre, varigenom de i minsta möjliga utsträckning komma i beröring med vattnet, medan de hydrofila grupperna äro orienterade ut mot micellens yta och vattnet. Främmande lipofila molekyler kunna införlivas med micellerna och på så sätt bringas i vattenlösning, solubiliseras.

Det låg nära till hands för mig, som länge varit sysselsatt med undersökningar av detta solubiliseringfenomen, bl.a. solubiliseringen av diverse aromatiska kolväten, att pröva associationskolloidernas förmåga att solubilisera även carcinogena kolväten. Det visade sig att också dylika bringas i lösning, trots att carcinogenernas molekyler äro relativt stora (1947). Man får på så sätt termodynamiskt stabila, klara vattenlösningar. Carcinogenets löslighet är en funktion av micellernas art och halten av micellär substans. Den varierar från kolloid till kolloid. Fig. 7 visar ett antal löslighetskurvor. I de fall där kurvorna löpa lineärt kan man utspäda lösningen obegränsat med vatten utan att få en utfällning av carcinogenet. Detta är t.ex. fallet med lösningar i den ickejonogena kolloiden »Triton N 100» som ännu i en 5 % lösning förmår lösa ca 700 mg 9,10-dimetyl-1.2-benzantracen per liter. I andra fall t.ex. för gallsyra saltar, ha löslighetskurvorna ett krökt förlopp; vid utspädning av dylika lösningar faller det solubiliserade carcinogenet delvis ut.

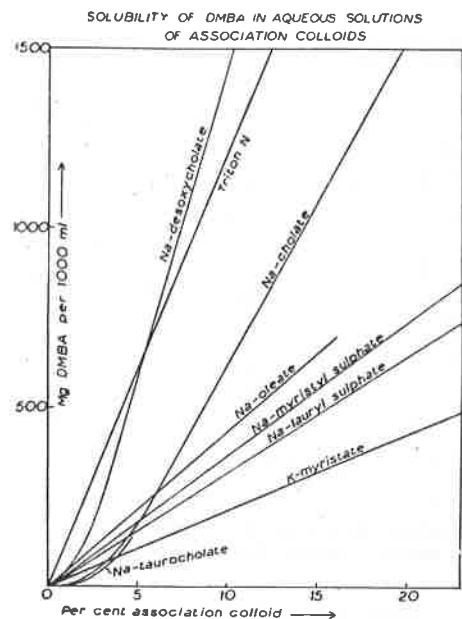


Fig. 7. 9,10-dimetyl-1,2-benzantracens löslighet i vattenlösningar av olika associationskolloider (Ekwall och Setälä, Acta Union Internat. contre le cancer, VII, 1, (1950) 120.)



Fig. 8. Mikrofotografi tagen i ultraviolettt ljus åskådliggörande hurusom 20-metylcholantren löst i 20 % »Triton NE» trängt in i huden av ett möss. (Ekwall och Setälä, Acta Chem. Scand. 2 (1948) 733.)

På grund av carcinogenernas fluorescens i ultraviolettt ljus är det lätt att påvisa, att de gå i lösning. Så snart detta sker få associationskolloidlösningarna en blå-blåviolett fluorescens. Märkligt nog är denna fluorescens betydligt starkare, upp till 4 ggr starkare, än då samma mängd carcinogen löses i alkohol eller andra organiska lösningsmedel. Detsamma gäller fluorescensen hos carcinogenlösningar i carbowax.

*Djurförsök med de nya carcinogenlösningarna*

Polyetylenglykoler och associationskolloider tränga, även då de äro i vattenlösning, på grund av sina ytaktiva egenskaper lätt in i huden. Djurförsök ha visat, att carcinogener lösta i dessa nya lösningsmedel likaså med lätthet tränga in. Fig. 8 visar ett tvärsnitt av hud som penslats med 20-metylcholantren löst i en vattenlösning av en ickejonogen kolloid. Mikrofotografiet är taget i ultraviolettt ljus varför de vävnadspartier som innehålla carcinogen fluorescera och tydligt framträda. Synbarligen transporteras carcinogenet in i huden av micellerna.

Kolvätenas carcinogena aktivitet bibehållas i dessa lösningar. Att så skulle vara fallet kunde man inte utan visare anse för givet. Den miljö inne i micellerna, i vilken kolvätena befinna sig i ifrågavarande vattenlösningar, är rätt skild från den, i vilken de vanligen använts. Micellens fysikalisk-kemiska egenskaper varierar dessutom avsevärt, de kunna ju vara antingen elektriskt neutrala eller negativt resp. positivt elektriskt laddade. Den möjligheten förelåg också, att det i micellerna lösta carcinogenet tillsammans med micellerna komme att slussas genom vävnaden ut i blodbanan och vidare, och sålunda icke bleve i tillfälle att göra sin verkan gällande på appliceringsstället.

Vid upprepad pensling av huden hos möss med dessa carcinogenlösningar uppkomma elakartade tumörer. Fig. 9. Den tid efter vilken de uppträda är dock, även då lika stora carcinogenmängder tillföras, beroende av lösningsmedlets art. Detta framgår av tabell 1.

Även kolloidkoncentrationen förefaller att vara av betydelse. Fig. 10. Märkligt nog sammanfaller kurvans knäpunkt med den s.k. 2:dra kritiska koncentrationens läge. Under denna koncentrationsgräns finns endast s.k. småmiceller, ovanom räknar man med förekomsten av s.k. stormiceller. Försöksmaterialet är dock t.v. så litet, att det är för tidigt att draga bestämda slutsatser.

Tabell 1. 9,10-dimetyl-1,2-benzantracens carcinogena effektivitet i olika lösningsmedel vid upprepad pensling på huden. Försöksdjur: möss. (Setälä, Ekwall och Sjöblom, Opulicerade försök.)

Lösningsmedel	Tid efter första penslingen tills 50 % av försöksdjuren fått tumörer.
Aceton	40 dygn.
Vattenlösningar av associationskolloider:	
Natriummyristylsulfat 20 %	62 dygn
Natriumtaurocholat 25 »	69 »
Natriumcholat 20 »	80 »
Kaliummyristat 15 »	99 »
»Triton N» <sup>1)</sup> 10 »	102 »
»Cetavlon» <sup>2)</sup> 3,75 »	110 »
»Quatrogan» <sup>2)</sup> 5 »	113 »
Natriumoleat 14 »	129 »
Vattenfritt »Carbowax 1500»	142 »

<sup>1)</sup> Icke jonogen associationskolloid.

<sup>2)</sup> Katjonbildande associationskolloider.

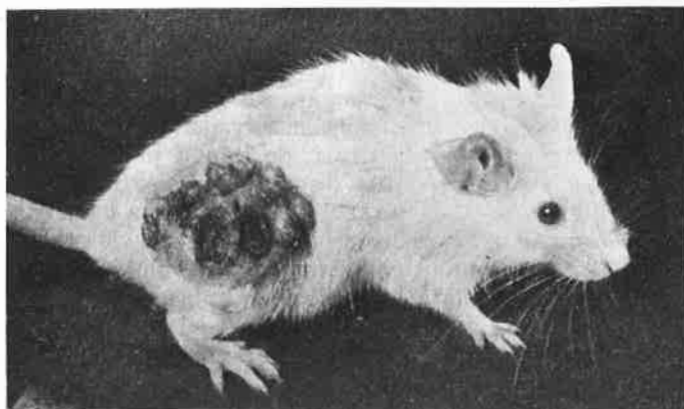


Fig. 9. Tumör hos mus framkallad genom upprepade pensling av huden med 9,10-dimetyl-1,2-dibenzantracen löst i natriumcholatlösning. (Setälä och Ekwall, Acta path. 26 (1949) 795.)

Försöken visa, att carcinogenerna göra sin aktivitet gällande ännu nere i mycket låga koncentrationer (t.ex. i 0,0045 % lösningar av 9,10-dimetyl-1,2-benzantracen) och att de mängder, som totalt måste tillföras, äro mycket små (maximalt 0,03 mg dimetylbenzantracen).

De nya lösningarna synes erbjuda den experimentella cancerforskningen vissa fördelar i metodiskt hänseende. Bl.a. den, att de öka möjligheten att upprätthålla konstanta försöksbetingelser och att variera dem på önskat sätt.

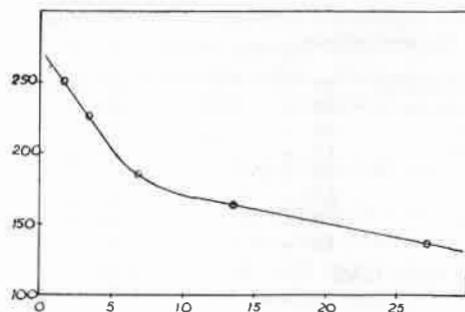


Fig. 10. Samband mellan carcinogen effekt (pensling av hud) hos associationskolloidlösningar innehållande 9,10-dimetyl-1,2-benzantracen och kolloidkoncentrationen. Konstant carcinogenhalt, stigande kolloidkoncentration. På ordinatan den tid som förflutit från den första penslingen tills 50 % av försöksdjuren fått tumörer. (Setälä, Ekwall och Sjöblom, Opublicerade försök.)

Även vid matningsförsök ha de av oss använda lösningarna visat sig vara lämpliga. Här tillkommer den omständigheten, att man genom valet av kolloid kan variera dessa lösningars pH-stabilitet. Man kan få lösningar med miceller, som äro stabila vid alla de olika surhetsgrader, som råda på olika ställen i matsmältningskanalen, eller sådana som äro stabila blott vid vissa pH-värden, men förstöras vid andra.

Vid tidigare undersökningar har man vanligen tillfört carcinogenerna i djurens mat eller dryck och funnit, att tumörer framkallats hos möss, i dessas s.k. förmage, sedan ca 70—200 mg kolväte beräknas ha tillförts. Vid våra försök har carcinogenlösningen tillförts med slang direkt ned i magsäcken. Härvid har vi funnit, att ett par mg carcinogen varit tillfyllest, i vissa fall blott 0,6 mg, för att framkalla tumörer. Synbarligen har genom dessa försök den undre gränsen ännu icke blivit nådd.

Fig. 11 visar en bild av en musmage med carcinom (5). Matstrupen (1) mynnar ut i »förmagen» (2), som är beklädd med

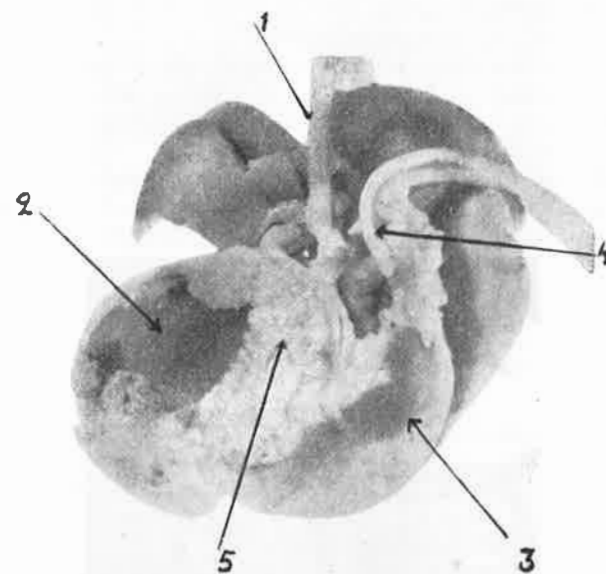


Fig. 11. Tumör i förmagsväggen hos en mus efter matning med 9,10-dimetyl-1,2-benzantracen löst i »Triton N»-lösning. 1-matstrupen, 2-förmagen, 3-körtelmagen, 4-tunntarmen, 5-carcinom. (Saxen, Ekwall och Setälä, Acta path. 27 (1950) 914, tidigare opublicerad bild.)

epitelvävnad av ungefär samma slag som denna. Till höger på bilden finns »körtelmagen» (3), som är beklädd med körtelvävnad och till byggnad och funktion motsvarar människans magsäck.

I musens körtelmage har man hittills inte kunnat framkalla tumörer genom matning med carcinogener. Detta beror emellertid icke på, att denna vävnad skulle vara motståndskraftig mot de carcinogena kolvätenas verkan, vilket framgår därav, att tumörer framkallats, då man utifrån opererat in i magsäcksväggen en silkestråd impregnerad med carcinogen substans. Man har därför velat se orsaken till matningsförsökens negativa resultat däri, att carcinogenet, efter vad man trott sig kunna konstatera, icke kan tränga in i körtelmagens vägg från magens inre. Detta skulle bero på förekomsten av den skyddande »mucinbarriär», som täcker körtelmagens slemhinna.

Vi ha med fluorescensmikroskop systematiskt undersökt carcinogenets inträngning i musmagens olika delar under användande av olika slag av lösningsmedel. Vi ha använt dels helt lipofila lösningsmedel, dels ämnen, som äro övervägande lipofila, men, genom att molekylerna innehålla vattenälskande grupper, dessutom ha vissa hydrofila egenskaper, dels sådana där båda slagen av egenskaper samtidigt äro kraftigt betonade. Med andra ord har den hydrofil-lipofila balansen hos lösningsmedlet varierats.

Dessa försök ha visat, att carcinogenet, oberoende av lösningsmedlets karaktär, snabbt tränger in i förmagens vägg och in i dess celler samt genom vävnaden in i ett finförgrenat kanalliknande system i väggens yttre del.

Fig. 12 visar en mikrofotografi tagen i fluorescensmikroskop av ett tvärsnitt av förmagsväggen; vävnadspartierna mot magens

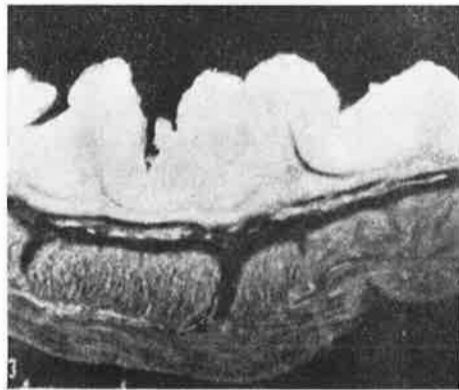


Fig. 12. Mikrofotografi tagen i ultraviolett ljus åskådliggörande inträngningen i förmagsväggen hos en mus av 3,4-benzpyren löst i »Carbowax 1500». (Ermala, Setälä och Ekwall, Canc. Res. 11 (1951) 753.)

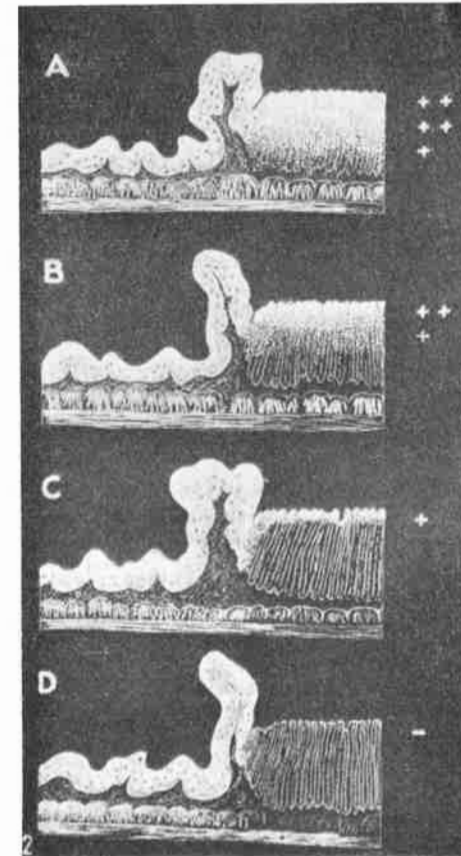


Fig. 13. Skematisk framställning av magväggen hos en mus; till vänster på bilden snitt genom förmagens vägg, till höger genom körtelmagens vägg. Framställningen åskådliggör det fluorescerande carcinogenets inträngning i körtelmagsväggen. (Ermala, Setälä och Ekwall, Canc. Res. 11 (1951) 753.)

inre (uppåt på bilden) fluorescera starkt av inträngt carcinogen; i de yttre delarna (nedåt på bilden) syns det ovannämnda kanalliknande systemet fluorescerande av carcinogenhaltigt material. Måhända sker en dränering av carcinogenhaltigt material genom förmagens vägg och ut i lymfsystemet.

I motsats till vad fallet är i förmagen spelar lösningsmedlets karaktär en betydande roll för inträngningen i körtelmagens vägg. För att ange inträngningen i denna del av magen har en fyrgradig skala använts, vars betydelse framgår av den skematiska framställningen i fig. 13 (ett avsnitt av körtelmagsväggen ligger till höger och ett avsnitt av förmagsväggen till vänster på bilden).

Fig. 14 visar en mikrofotografi av ett tvärsnitt av körtelmagsväggen; körtelvävnaden fluorescerar starkt av inträngt carcinogen. I tabell 2 har resultaten från ett stort antal inträngningsförsök sammanställts. Lösningens medelns kommersiella namn anges i kolumn 1 och deras kemiska karaktär i kolumn 2.

Tabell 2. Matningsförsök med 3,4-benzpyren löst i olika lösningsmedel. Inträngning i av det fluorescerande ämnet till ett djup av: I=0,15 mm; II=0,30 mm; III=0,45 mm (Ekwall, Ermala, Setälä och Sjöblom, Cancer Res. 11 (1951) 758, ävensom opubliserade försök).

Lösningensmedel	Kemisk karaktär	Fluorescens i magväggen			
		Förmagen	Körtelmagen		
			I	II	III
Paraffinolja	Kolväte	++++	-	-	-
Arachisolja	Fettsyretriglycerid	++++	-	-	-
Sesamolja	"	+++	-	-	-
Oljesyra	Fettsyra	++++	+	-	-
»Span 85»	Sorbitan trioleat	++	-	-	-
Oleylalkohol	Fettalkohol	+++	(+)	-	-
Glykollaurat	Monofettsyreester av glykol	+++	(+)	-	-
»Protegin»	Cholesterol ur lanolin	++++	(+)	-	-
»Span 20»	Sorbitan monolaurat	+++	(+)	-	-
»Tween 85»	Polyoxietylen sorbitan trioleat	+++	+	-	-
Lecitin 50 %	Glycerinester av fettsyror och cholinfosforsyra	++++	+	-	-
»Rodalon»	Alkyl dimetyl benzyl ammoniumklorid	saknas	(++)	(+)	-
»Lissapol NX»	Alkyl polyoxietylanderivat	+++	(++)	(+)	-
»Tween 20»	Polyoxietylen sorbitan monolaurat	+++	+++	+	-
»Leonil FFO»	Alkyl naftyl polyoxietylanderivat	+++	+++	+(+)	(+)
»Lubrol»	Alkyl polyoxietylanderivat	+++	++(+)	+	(+)
»Triton N 100»	Diisobutyl polyetylglykol derivat	++++	+++	++	+
»Triton 720»	Sulfonerad polyeter förening	++++	+++	++	+
»Tween 40»	Polyoxietylen sorbitan monopalmitat	saknas	+++	++	(+)
»G 2153»	Polyoxietylen stearat	saknas	+++	++	(+)
Polyetylglykol «200»	Polyetylglykol. Medelmol-vikt 200	++++	+++	++	+
Polyetylglykol «600»	Polyetylglykol. Medelmol-vikt 600	++++	+++	++	(+)
»Carbowax 1540»	Polyetylglykol. Medelmol-vikt 1540	++++	++(+)	+(+)	(+)
»Carbowax 1500»	Blandning av polyetylglykol «300»och «1540»	++++	+++	++	+



Fig. 14. Mikrofotografi tagen i ultraviolett ljus åskådliggörande inträngningen i körtelmagens vägg hos en mus av 3,4-benzpyren löst i polyetylglykol »200». (Ermala, Setälä och Ekwall, Canc. Res. 11 (1951) 753.

Ur lipofila lösningsmedel sker ingen inträngning i körtelmagens vägg. Ur sådana som samtidigt besitta utpräglat lipofila och hydrofila egenskaper sker däremot en snabb och kraftig inträngning. Alla dylika ämnen äro lösliga i vatten och sänka vattnets ytspänning. Om det enbart är lösningarnas ytaktiva egenskaper, som leda till att mucinbarriären undanträngs, eller om även andra faktorer medverka är ännu oklart. För själva inträngningen i den blottlagda vävnaden spelar lösningsmedlets blandbarhet med vatten en viktig roll.

För att öka produktionen av magsaft, har histamin injicerats i en del försök. Inträngningen minskades endast obetydligt av den ökade magsaftsutsöndringen.

Vi ha också använt kattor som försöksdjur för att få förhållanden, som mera likna dem hos människan. Resultatet blev detsamma.

Tumörer i körtelmagen ha vi emellertid ej fått t.v. Hos möss utvecklas tumörerna i förmagen så snabbt, att mössen hinna dö förrän dylika uppkomma i körtelmagen. Försöken böra därför utföras med andra djur. Det är f.ö. möjligt, att inträngningen av carcinogen icke är tillräcklig, då det är fråga om körtelmagsväggens vävnad, utan att här måste tillkomma andra medverkande faktorer, t.ex. en skada eller en förändring av vävnaden.

Av intresse är att den mekanism för bringandet av carcinogena kolväten i vattenlösning medelst associationskolloidernas miceller som vi studerat, åtminstone i princip kan tjäna som

en modell för de processer, genom vilka carcinogenerna bringas in och hållas i lösning i de levande organismernas vattenhaltiga system och transporteras från ett ställe till ett annat. I organismen finns nämligen normalt flera ämnen med associationskolloid-karaktär (fettsyrate och gallsyrate salter, fosfatider och cerebrosider). Sannolikt medverka vid denna process dock även andra ämnen, främst proteiner.

### Slutord

Utan tvivel är det så, att ett carcinogent ämne först måste tränga in i organismen och in i en cell förrän det kan göra sin ödesdigra verkan gällande. Våra redan uppnådda resultat peka med bestämdhet i den riktningen, att vissa lösningsmedel ha större förmåga än andra att befördra denna inträngning. Försöken tyda på, att, då de carcinogena kolvätena kombineras med vissa lösande substanser, så bliva de farligare för den levande organismen än annars.

Man måste ställa sig frågan, om människorna komma i beröring med dylika lösande substanser. Svaret blir, att bruket av dylika mycket starkt ökat under de två senaste decennierna, sedan de syntetiska tvätt-, vät- och emulgeringsmedlen börjat marknadsföras. Dessas ur teknisk synpunkt fördelaktiga egenskaper ha lett till, att de tagits i bruk både vid industriella och hushållsprocesser och ingå i talrika produkter av kemisk-teknisk, kosmetisk och farmaceutisk art samt även i livsmedel.

Men det finns, såsom jag redan nämnt, även normalt i organismen substanser med associationskolloidernas egenskaper. De spela fysiologiskt en mycket stor roll. Här må erinras blott om ett dylikt system, gallan. Denna är en associationskolloid-lösning, vars micellbildande substanser huvudsakligen utgöras av gallsyrate och fettsyrate salter samt något kolesterol och lecitin. Gallan har därför förmåga att lösa carcinogener. Av intresse är, att galla ibland tränger upp i magsäcken. Våra försök har visat, att gallans miceller äro stabila även i magens sura miljö och därför där bibehålla sin förmåga att solubilisera carcinogener. Försök med konstgjord galla ha visat, att denna möjliggör carcinogenernas inträngning i körtelmagens vägg.

Nu uppkommer frågan, om man verkligen kan förmoda att människan kommer i beröring med carcinogena ämnen? Kunna sådana måhända förekomma i födan? Man har kunnat visa, att carcinogena substanser kan uppkomma ur flera organiska ämnen, då dessa upphetas till högre temperatur. Ett tag trodde man sig kunna bevisa, att tillredningen av vissa födoämnen, vid vilka högre temperaturer kom till användning, medförde risk för bildning av dylika substanser. Detta har emellertid senare

blivit emotsagt. Det vill synas, som om de temperaturer om högst ca 250° C, som i normala fall användas vid matlagningen, icke vore nog höga för att åstadkomma en omvandling till de ödesdigra ämnena.

På senaste tid har med allt större bestämdhet gjorts gällande, att tobaksoljan innehölle carcinogena substanser, och detta torde numera kunna anses bevisat.

Så har vi den mängd nya substanser, som vår nutida civilisation med den kemiska teknikens hjälp låter människorna komma i beröring med. Bland dem har man under de senaste åren funnit flera carcinogena ämnen.

I vilken utsträckning carcinogena substanser kan göras ansvariga för kräfta hos människan är en helt och hållet obesvarad fråga. Bl.a. gör den långa latenstid, som man tyckt sig kunna konstatera (6—24 år) vid uppkomsten t.ex. av sotarkräfta och kräfta hos arbetare i vissa industrier, säkra slutsatser omöjliga. Men redan det faktum, att kräfta kan framkallas av ett stort antal substanser, gör att man är tvungen att räkna med en viss risk från detta håll. Måhända är det dock i regel så, att organismen har rätt stora möjligheter att värja sig mot dessa carcinogena ämnen, när den kommer i kontakt med dem. Som vi sett, förefaller det emellertid som om denna möjlighet att värja sig bleve mindre, då carcinogenerna förekomma i kombination med vissa lösningsföremål ämnen och att risken för kemisk carcinogenes då bleve i motsvarande grad större. En betydelsefull uppgift synes därför vara att bringa klarhet i, vilka kombinationer av lösningsmedel och carcinogener, som de levande organismerna ha speciellt svårt att värja sig mot och som därför innebära den största risken, samt att få klariagt, under vilka betingelser människan utsätts för dylika kombinationer. Den klarhet, som en sådan forskning kan skapa, kunde måhända göra det möjligt att genom förebyggande åtgärder övervinna den cancerfara det här är fråga om och att därigenom minska antalet cancerfall.

### Summary

The lecture began with a survey of the development that led to the isolation of the carcinogenic substance from the coal tar and the preparation of several other carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons. A brief account followed of compounds belonging to other groups of substances that possess carcinogenic properties.

The relation between carcinogenic activity and the molecular structure in the case of the polycyclic aromatic hydrocarbons was then discussed. Various hypothesis relating to the mechanism of carcinogenic action were briefly reviewed.

The next part of the lecture dealt with the investigations carried out by a research group headed by the lecturer and Docent K. Setälä. The carcinogenic hydrocarbons are lipophilic substances that are practically insoluble in water. These properties give rise to difficulties when one intends to conduct experimental studies of the chemical carcinogenesis. The lecturer described the progress of the experiments in which he and his coworkers searched for suitable aqueous solvents for the carcinogenic hydrocarbons. It was found possible to bring these compounds into aqueous solution with the aid of substances that possess both hydrophilic and lipophilic properties. A survey of the properties of these solutions of carcinogenic hydrocarbons was given.

The lecturer then reviewed the experiments that were conducted to study the penetration of the carcinogens into the living tissues and cells and their carcinogenic activity, when the hydrocarbons was dissolved in the new solvents. It was established that there is a marked »solvent effect». The significance of the physical chemical properties of the solvent became very clearly evident in the study of penetration of carcinogens into the glandular tissue of the stomach. When the carcinogen was dissolved in a solvent with lipophilic properties no penetration into this tissue was noted. When, however, the carcinogen was introduced dissolved in solvents with both lipophilic and hydrophilic properties a marked and rapid penetration in the glandular tissue takes place. The lecturer drew attention to the fact that substances with the latter combination of properties are normally present in the living organism.

The lecturer then considered the possibilities for human beings to come into contact with carcinogenic substances from outside sources. He pointed out that the development of chemical technology has brought people into contact with many new substances, several of which possess carcinogenic properties. Since the carcinogenic substance must first penetrate into the organism and into the cells before it can act as a carcinogen a study of the factors that further this penetration is of importance. The investigations described have shown that the physical-chemical properties of the solvent play an important part in the penetration process. The lecturer drew attention to the fact that the use of solvents with the above mentioned combination of lipophilic and hydrophilic properties had increased greatly during the last two decades.

Finally the lecturer pointed out that the study of chemical carcinogenesis and the factors that further this process may be expected to indicate the proper precautions that should be taken to lessen this danger of cancer and in this way lessen the number of cancer cases.

### Litteratur

Bland sammanfattande arbeten om olika ämnens carcinogena egenskaper må nämnas:

1. J. P. Greenstein, *Biochemistry of Cancer*, New York 1947.
2. A. Haddow och G. A. R. Kon, *Chemistry of carcinogenic compounds. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 314.
3. I. Berenblum, E. R. Holiday och E. M. Jope, *Some physical methods of investigating carcinogenic hydrocarbons. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 326.
4. A. Haddow, *Mode of action of chemical carcinogens. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 331.
5. I. Berenblum, *Cocarcinogenesis. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 343.
6. M. G. Crabtree, *Anti-Carcinogenesis. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 345.
7. F. Dickens, *The influence of the solvent on the carcinogenic response. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 348.
8. E. Boyland och F. Weigert, *Metabolism of carcinogenic compounds. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 354.
9. P. R. Peacock, *The carcinogenic action of heated fats and lipoids. Brit. Med. Bull.* 4 (1947) 364.

## Ehdotus affiniteetin esitystavaksi korkeakoulujen peruskemian opetuksessa

(A Suggestion for the Presenting of Affinity in the Instruction in Propedeutic Chemistry at Universities)

Yrjö Kauko

Suomen Teknillinen Korkeakoulu, Helsinki

Taulukon laatinnut fil.maist. H. Holmén; esimerkit laatinnut ja laskennut dipl.ins. E. Kojonen

Viime vuosina on paljon keskusteltu kemian alkeiden esittämisestä. Tukholman korkeakoulun professori G. Sillén\* ehdotti että jo oppikoulujen kemian esityksen tulisi alusta alkaen perustua ionioppiin. Amerikkalainen Des Jardines\*\* on kirjoittanut kemian ensimmäisten alkeiden oppikirjan, jonka esitys rakentuu atomifysiikan perustalle tullen heti ionikäsitteeseen ja käyttäen sitä johdonmukaisesti opetuksessa. Tässä mielessä kemian alkeiden esitys on vähitellen muuttumassa, josta on selviä merkkejä m.m. Venäjän kemian opetuksessa.

Tämän esittäjä\*\*\* on edellisen lisäksi ottanut alkeiskemian esityksessä käytäntöön kemian tasapaino-opin, saaden parin vuosikymmenen aikana hyviä opetustuloksia. Täten voidaan m.m. teknillisistä reaktioista antaa selvempi kuva kuin mikä ilman tasapaino-oppia on mahdollista.

Näin esitetty kemian opetuksen uudistus tietää pitkää edistysaskelta varsinkin kemian sovellutusten kannalta. Kun lukee maataloudellista ja teknillistä kemian tutkimuskirjallisuutta huomaa esityksissä ionikäsitteille perustuvan ajattelun kankeutta jopa suoranaista virheellisyyttä. Tästä on usein seurauksena tutkimuksen virheellinen asettelu tai tulosten väärä tulkinta. Tehdään uskomattoman paljon turhaa työtä, eikä päästä tutkittavasta kysymyksestä selville.

Parikymmentä vuotta sitten tekijä luki maanviljelyskemiaa, jossa m.m. käsitellään maaperäopin kysymyksiä. Siellä esitettiin ferrosulfidin liukeneminen maassa ja kulkeutuminen pohjavesiin ja niiden mukana maan pintaan kovin mutkikkaalla ta-

\* L. G. Sillén, *Elementa*, 1945, 1946

\*\* Des Jardines, *Vitalized Chemistry*, New York 1946

\*\*\* Kauko, Y., *Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar* 71, (1947) 177  
Kauko Y., *Matemat. aineid. opet. aikakirja*. Jätetty lehteen 1951

valla, siinä oli vuorottelevia hapettumisia ja pelkistymisiä, joita lukijan oli vaikeata ymmärtää. Yksinkertainen termodynaaminen laskelma kuitenkin osoitti, että hiilihappo sellaisenaan hajottaa ferrosulfidin määrättyyn CO<sub>2</sub>- ja H<sub>2</sub>S-kaasujen paineiden suhteeseen asti. Tämä voitiin laboratoriorokokein todeta.

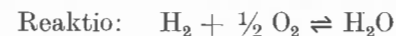
Edelleen muutaman erittäin tärkeän maataloudellisen kysymyksen yhteydessä oli esillä liuos, jossa oli monenlaisia ioneja. Jotain siinä tapahtui, mutta mitä? Siitä ei päästy varmuuteen. Tehtiin otaksuna, joka termodynaamisesti oli mahdoton ja tutkimusten suunta joutui väärälle tolalle.

Monien tällaisten hayaintojen vuoksi tämän esittäjä on miettinyt, eikö korkeakoulujen peruskemian opetusta voitaisi siten täydentää, että tasapaino-oppi saisi kvantitatiivisen täydennyksen. Taulukoissa alkaa olla riittävästi arvoja tällaisten laskujen suorittamista varten. Tekijän johdolla on näitä arvoja kerätty lähes 1 300:lle yhdisteelle, ja niitä tulee yhtämittaa lisää. Laskujen suorittamista varten tarvittava lisäteoria voitaisiin esittää kevätlukukaudella analyttisen kemian opetuksen yhteydessä. Siihen tarvittaisiin ehkä muutamia luentotunteja ja yhtä paljon harjoituksia.

Olen koettanut löytää esitystavan, joka voisi sopia vasta-alkaville ylioppilaille. Ei voi olla kysymystäkään termodynaamiikan laajasta esityksestä, jota kokemukseni mukaan eivät ymmärrä pitemmällekkään ehtineet. Kemian termodynamiikasta on lohkaistava vain se osa, joka tarkoitukseen tarvitaan ja tehtävä se sillä tavoin, että esitys osaltaan auttaa kuulijain mahdollisia myöhempiä termodynaamisia opintoja.

Rohjeten näin kiinnittää peruskemian opettajien huomion tähän kysymykseen toivon seuraavasta varttuneillekin kemisteille olevan hyötyä sikäli, että näkevät entuudestaan tutut asiat hiukan uudelta näkökannalta otettuina.

### Affiniteetin kvalitatiivinen kuvaus

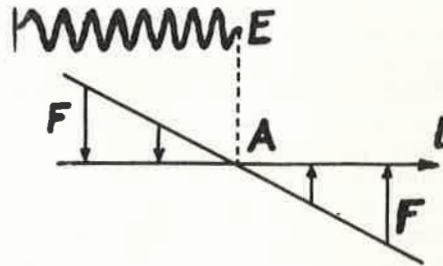


pyrkii kuten tiedämme aina tasapainoon. Jos alussa on vasemmanpuolisia aineita suhteellisesti enemmän, kulkee reaktio vasemmalta oikealle, ja päin vastoin. Reaktio pyrkii sitä voimakkaammin tasapainoon, s.o. reaktiolla on sitä suurempi affiniteetti, kuta kauempana se on tasapainosta.

Reaktion etäisyyttä tasapainotilasta, samoin kuin sen affiniteettiä, voidaan hyvin verrata venytetyn tai kokoonpuristetun jousen etäisyyteen tasapainotilasta ja jännitykseen.

Jousi on A:ssa tasapainoasemassa. Jos E:tä kuljetetaan vasemmalle tai oikealle, niin jännittyy jousi; voima kasvaa sitä mukaa kuin etäisyys tasapainotilasta A:sta suurenee. Voima

on aina tasapainokohtaan suunnattu, ja sen riippuvaisuus tasapainokohdan etäisyydestä voidaan esittää graafisesti (kuva 1).

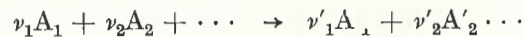


Kuva 1

Jousen potentiaalienergia on venytettäessä ( $w$ ), silloin on voima

$$F = \frac{\delta w}{dl}$$

s.o. voimaa esittää jousen työ venytyksen pituusyksikköä kohti. Jousen tasapainoasema A vastaa reaktiosekoituksen tasapainotilaa. Kemiassa tasapainokohta määritellään siten, että syntyvien ja häviävien aineiden aktiivisten massojen osamäärä on vakio. Jos reaktiota esittää seuraava yhtälö:



ja kun häviävien aineiden väkevyyskertoimia tasapainossa merkitään  $C_1, C_2, C_3 \dots$  ja syntyvien aineiden väkevyyskertoimia  $C'_1, C'_2, C'_3 \dots$  niin kirjoitamme

$$\frac{C'_1 \nu'_1 \cdot C'_2 \nu'_2 \cdot C'_3 \nu'_3 \dots}{C_1 \nu_1 \cdot C_2 \nu_2 \cdot C_3 \nu_3 \dots} = K$$

Ellei reaktio ole tasapainossa, niin murtolausekkeella on arvo:

$$\frac{c'_1 \nu'_1 \cdot c'_2 \nu'_2 \dots}{c_1 \nu_1 \cdot c_2 \nu_2 \dots} = k$$

Osamäärän  $k$  ollessa suuremman kuin  $K$ , on seoksessa vähemmän häviäviä aineita ja enemmän syntyviä aineita kuin tasapainotilaan kuuluu, ja reaktio kulkee vasemmalle. Seoksen kokoomus on siis tasapainotilan oikealla puolella. Mutta jos  $k < K$ , niin on seoksen kokoomus tasapainotilasta vasemmalla ja reaktio pyrkii oikealle.

Affiniteetti vaikuttaa jousen kimmoisuuden tavoin aina tasapainotilaan päin. Se on sitä suurempi, mitä kauempana reaktio on tasapainotilasta, ja seoksen kokoomuksen etäisyyttä tasapainotilan kokoomuksesta kuvaa nähtävästi syntyvien ja häviävien aineiden aktiivisten massojen osamäärä  $k$ .

Affiniteetin kvantitatiivinen laskeminen

### Kemiallisen reaktion affiniteetti

Kvalitatiivisesti on olemassa yhtäläisyys kimmoisen jousen ja reaktioseoksen välillä. Affiniteetin määrittämiseksi kvantitatiivisesti tulisi laskea työ tasapainotilan etäisyyden pituusyksikköä kohti. Affiniteetti voidaan siis käsittää työnä matkayksikköä, s.o. reagoineiden molekyylien määrättyä lukumäärää kohti (mooli). Tätä kutsutaan myös reaktion maksimityökyvyksi. Se esittää reaktiota ajavaa voimaa, ja se on rinnastettava jousen kimmoisuuden kanssa.

Kemiallisen reaktion »matkaa» näyttää siis esittävän reagoinut ainemäärä, joka ilmaistaan reaktion »juoksu-yksikköinä». Juoksu-yksikkö ( $\lambda$ ) on jatkuva muuttuja, jonka lisäys on yhden yksikön suuruinen aina, kun reaktioyhtälöön merkityt moolimäärät lähtöaineita ovat reagoineet. Juoksu-yksikön osoittaman ainemäärän suuruus riippuu siis siitä, millä tavalla reaktioyhtälö on kirjoitettu.

Esim. reaktio  $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$  etenee yhden juoksu-yksikön, jos 2 moolia  $H_2$  ja 1 mooli  $O_2$  yhtyy muodostaen 2 moolia  $H_2O$ .

Kemiallisen reaktion affiniteetti ( $A$ ) on siis

$$A = - \frac{\delta W}{d\lambda}$$

missä  $-dW$  tarkoittaa suurinta mahdollista työtä, minkä reaktio kykenee suorittamaan juoksu-yksiköissä mitatulla reaktio-matkalla  $d\lambda$ , t.s. reaktion työkykyä. ( $+W$  = reaktiosysteemin ulkoa päin saama kokonaistyö. Työsuoritus ja työkyky ovat siis vastasuureita.)

K a a s u n i s o t e r m i s e e n l a a j e n e m i s e e n l i i t t y v ä  
t y ö s u o r i t u s

Reaktion affiniteetin eli työkyvyn laskeminen perustuu kaasujen työkyvyn laskemiseen.

Ihannekaasu laajetessaan tilavuudesta  $v_1$  tilavuuteen  $v_2$  voi tehdä työtä, jos se voittaa vastusta, mutta se voi laajeta työtä tekemättäkin, ellei ole vastusta. Suurimman työn kaasu tekee,

jos se laajetessaan joka hetki nostaa kuormaa, jonka paino vastaa kaasun painetta. Tämä työ on yhtä kaasumoolia kohden

$$\delta w = - p dv$$

ja sanotaan kaasun tällöin laajenevan »suurimmin mahdollisin työsuorituksin».

Kaasu voi laajeta monella eri tavalla, ja sen lämpötila voi tilan muutoksessa nousta ja laskea. Mutta halutessamme käyttää työsuoritusta voiman mittana näitä toisiinsa vertailtaessa sovimme siitä, että kaasun laajeneminen tapahtuu vakinaisessa lämpötilassa. Tällöin siis  $p v = R T =$  vakio, ja edellisestä yhtälöstä saadaan

$$w = R T \ln \frac{v_1}{v_2} = R T \ln \frac{p_2}{p_1}$$

jos  $v_1$  ja  $p_1$  tarkoittavat lähtötilavuutta ja -painetta ja  $v_2$  ja  $p_2$  samoja suureita lopputilassa.

Työsuoritukset voidaan laskea mille kaasumäärille tahansa, mutta edellä on työ laskettu yhtä moolia kohden, kuten kemiassa monasti tehdään.

Jos nyt suuresta kaasusäiliöstä, jossa paine on  $p$  ja moolimäärä  $n$ , purkautuu  $dn$  moolia ja kaasun työsuoritus moolia kohti on  $w$ , niin

$$\delta W = w dn$$

ja siis

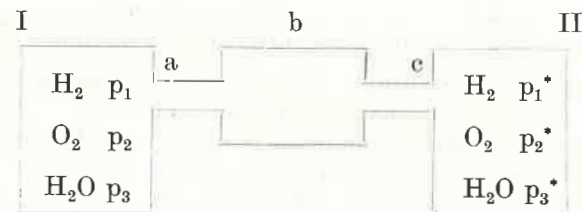
$$\frac{\delta W}{dn} = w$$

—  $w$  esittää siis säiliön työkykyä yhtä purkautunutta moolia kohti. Se samalla kuvastaa kaasun painetta  $p$ . Tämä ilmenee  $w:n$  lausekkeesta sellaisenaankin.

Energia ei häviä eikä sitä synny tyhjästä. Laajenneen kaasun lämpötila ja siis myös molekyylien liike-energia on pysynyt vakinaisena. Ihannekaasun molekyylien välillä ei ole vetovoimaa eikä laajeneminen sen vuoksi ole aiheuttanut muutosta myöskään molekyylien potentiaalienergiassa. Siis kaasun energiapitoisuus on vakinaisessa lämpötilassa pysynyt muuttumattomana, ja kaasun suorittama työ on siis otettu ympäristöstä.

Isotermisen kemiallisen reaktion työkyvyn laskeminen

Kaasutilassa tapahtuvan isotermisen reaktion työkyky voidaan laskea seuraavalla tavalla:



Alkutilaa vastaava kaasuseos I ( $\text{H}_2, \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$ ) on astiassa I, ja samojen aineiden seos on myös astiassa II, jossa kuitenkin vallitsee tasapaino. Astiassa II on siis reaktion affiniteetti ja vaikuttava voima nolla.

Sopivien suodattimien avulla annetaan 2 moolia vetyä tulla putkeen a työsuorituksin. Saadaan työtä  $2 p_1 v_1$ , jos  $v_1$  on moolin tilavuus. Tämän jälkeen annetaan kaasun laajeta vakio- lämpötilassa astiassa b paineesta  $p_1$  paineeseen  $p_1^*$  työtä tehden. Työsuorituksen suuruus on

$$-W_1 = -2w_1 = -RT \ln \frac{p_1^*}{p_1}$$

Tämä työ ( $-W_1$ ) saadaan siis ympäristön lämmöstä.

Tämän perästä kaasu puristetaan astiaan II, jolloin tehdään työmäärä  $2 p_1^* v_1^*$ . Nythän on

$$2 p_1 v_1 = 2 p_1^* v_1^* = 2 RT,$$

joten kaasun siirtyessä työtä tehden astiasta I astiaan II se tekee kaiken kaikkiaan työmäärän  $-W_1$ . (+  $W$  on kaasun saama työ.)

Jos yksi mooli happea siirretään samoin, se suorittaa työn

$$-W_2 = -RT \ln \frac{p_2^*}{p_2}$$

Astiaan II näin samanaikaisesti tulleet ( $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$ ) reagoivat heti ja syntynyt vesi siirretään astiaan I. Työsuoritus on

$$-W_3 = -2 RT \ln \frac{p_3}{p_3^*}$$

Reaktion kulkiessa yhden juoksuyksikön se saa siis työtä määrän

$$\Delta G^* = W_1 + W_2 + W_3 = RT \ln \frac{p_3^2}{p_1^2 p_2} - RT \ln \frac{(p_3^*)^2}{(p_1^*)^2 \cdot p_2^*}$$

eli 
$$\Delta G = RT \sum p_i \ln p_i - RT \ln K$$

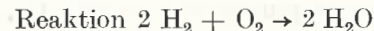
\* Reaktietyölle käytetty merkintä  $\Delta G$  on Kemian kansainvälisen unionin ehdotuksen mukainen; sen termodynamiikassa esitettävää perustelua ei tässä yhteydessä voida kuitenkaan kosketella.

missä  $K = \frac{(p_3^*)^2}{(p_1^*)^2 \cdot p_2^*}$  on tasapainovakio ja summaa  $\sum v_i \ln p_i$  muodostettaessa reaktiossa syntyvien aineiden kertoimet  $v_i$  otetaan positiivisina, häviävien negatiivisina.

Nyt väitetään, että kemiallisen reaktion näin laskettu työ on riippumaton siitä koneistosta, jonka avulla reaktiotyö saadaan, ja että se on aina sama. Jos näet toinen kone antaisi reaktiossa työtä enemmän kuin toinen, niin koneet voitaisiin kytkeä vastakkain: toisessa vety palaisi ja saataisiin työtä, toisessa vesi hajoaisi ja tehtäisiin työtä. Jos saatu työ olisi suurempi kuin tehty, niin erotus olisi saatu talteen. Reaktiossa ei olisi kulunut ainetta, siis työ olisi saatu ympäristöstä. Tämä on mahdotonta, sillä lämpöteorian toisen perussäännön mukaan ympäristön lämpöä ei ainoana tapahtumana voida muuttaa mekaaniseksi työksi.

Jos myös astiassa I vallitsee tasapaino, on  $\sum v_i \ln p = \ln K$  ja siis  $\Delta G = 0$ .

Kemiallisten yhdisteiden perusmuodostumistyö



komponenttien molaariset muodostumislämpöt:

$$\Delta H_1^\circ \quad \Delta H_2^\circ \quad \Delta H_3^\circ$$

ja komponenttien molaariset muodostumistyöt:

$$\Delta G_1^\circ \quad \Delta G_2^\circ \quad \Delta G_3^\circ$$

Reaktiolämpö lasketaan:

$$\Delta H = \sum v_i \Delta H_i^\circ = 2 \Delta H_3^\circ - 2 \Delta H_1^\circ - \Delta H_2^\circ$$

missä  $\Delta H_i^\circ$ :t ovat reaktioaineiden molaarisia muodostumislämpöjä alkuaineistaan.

Jos vastaavasti  $\Delta G_i^\circ$ :t tarkoittavat reaktiokomponenttien n.s. muodostumistyötä, alkuaineistaan määrätystä perustilasta lähtien, niin

$$\Delta G = \sum v_i \Delta G_i^\circ = 2 \Delta G_3^\circ - 2 \Delta G_1^\circ - \Delta G_2^\circ$$

sillä reaktiotyö on reaktion tiestä riippumaton. Työsuoritus on siis sama, jos toisaalta reaktiossa häviävät aineet ensin syntyvät alkuaineistaan ja sitten reagoivat keskenään tai jos toisaalta reaktiossa syntyvät aineet muodostuvat suoraan samoista alkuaineistaan.

Liitteenä julkaistuun taulukkoon on koottu useiden kemiallisten yhdisteiden n.s. perusmuodostumistyöt ( $\Delta G^\circ$ ) 25° C:ssa. Niitä sekä alkuaineiden ja yhdisteiden perustiloja koskevat määritelmät on esitetty taulukon johdannossa, minkä vuoksi niiden toistaminen tässä yhteydessä sivuutetaan.

Kemiallisten aineiden reaktiotyö perusmuodostumistöiden avulla laskettuna

Jos reaktioon osallistuvan yhdisteen paine (tai väkevyys) ei olekaan 1 atm. (vast. 1 mol/1000 g liuotinta), vaan  $p_i$  (vast.  $m_i$ ), niin sen siirtymiseen perustilasta vallitsevaan paineeseen (tai väkevyyteen) liittyy työsuoritus

$$RT \ln \frac{p}{1} \quad (\text{tai } RT \ln \frac{m_i}{1})$$

ja reaktioseoksen i-komponentin muodostumistyö on

$$\Delta G_i = \Delta G_i^\circ + RT \ln p_i \quad \text{vast.}$$

$$\Delta G_i = \Delta G_i^\circ + RT \ln m_i$$

Reaktion työ juoksuyksikköä kohti on silloin

$$\Delta G = \sum v_i \Delta G_i^\circ + RT \sum v_i \ln p_i$$

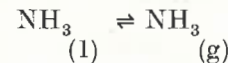
$$\text{tai } \Delta G = \sum v_i \Delta G_i^\circ + RT \sum v_i \ln m_i$$

Reaktion tasapainovakion laskeminen

Asettamalla näissä yhtälöissä  $\Delta G = 0$  saadaan lasketuksi  $(\sum v_i \ln p_i)$ :n, vast.  $(\sum v_i \ln m_i)$ :n arvo reaktion ollessa tasapainossa, t.s. tasapainovakio.

Esimerkkejä taulukkoarvojen käyttömahdollisuuksista

1. Kyllästetyn höyryn paine



$$\Delta G_i^\circ \quad \quad \quad -2620 \quad \quad -3910 \text{ cal}$$

$$\Delta G = -3910 + RT \ln p_{\text{NH}_3} + 2620 = -1290 + 4,574 \cdot 298 \lg p_{\text{NH}_3}$$

Tasapainotilan vallitessa on  $\Delta G = 0$  ja  $p_{\text{NH}_3} =$  kyllästetyn höyryn paine,

$$\lg p_{\text{NH}_3} = 0,9458, \quad p_{\text{NH}_3} = 8,83 \text{ Atm.}$$

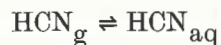
2. Ei-elektrolyytin liukoisuus

$$\begin{array}{ccc}
 J_2 & \rightleftharpoons & J_2 \\
 (s) & & (aq) \\
 \Delta G_i^\circ: & 0 & 3926 \text{ cal} \\
 \Delta G = 3926 + RT \ln m_{J_2} - 0 = 0 & (\text{tasapainossa}), \\
 \therefore \lg m_{J_2} (\approx \lg c_{J_2}) = 0,122 - 3. \\
 m_{J_2} = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol/1000 g H}_2\text{O}
 \end{array}$$

3. Elektrolyytin liukoisuustulo

$$\begin{array}{cccc}
 AgCl_s & \rightleftharpoons & Ag^+_{aq} & + & Cl^-_{aq} \\
 \Delta G_i^\circ: & -26220 & 18448 & - & 31345 & \text{cal} \\
 \Delta G = 18448 + RT \ln m_{Ag^+} - 31345 + RT \ln m_{Cl^-} + 26220 \\
 0 = 13323 + RT \ln K_1, \text{ sillä tasapainossa on } m_{Ag^+} \cdot m_{Cl^-} = K_1, \\
 \text{liuk. tulo.} \\
 \lg K_1 = -9,78 & & K_1 = 1,7 \times 10^{-10} \\
 & & (\text{dimensio: (molalisuus)}^2)
 \end{array}$$

4. Kaasun absorptiokerroin



Huom! Kun on kysymys heikkojen elektrolyyttien vesiliuok-  
sista, on tehtävä tarkka ero dissosioituneen ja dissosioitumatto-  
man elektrolyytin muodostumistöiden välillä. Dissosioituneen  
elektrolyytin  $\Delta G_i^\circ =$  ionien muod. töiden summa.

$$\begin{array}{ccc}
 HCN_g & & HCN_{aq} \\
 \Delta G_i^\circ: & 28910 & 27510 \text{ cal} \\
 \Delta G = 27510 + RT \ln m_{HCN_{aq}} - 28910 - RT \ln p_{HCN_g} \\
 \text{Kun } \Delta G = 0, \text{ vallitsee tasapaino, ja silloin on} \\
 \lg \frac{m_{HCN_{aq}}}{p_{HCN_g}} = 1,027; \quad \frac{m_{HCN_{aq}}}{p_{HCN_g}} = 10,6 \frac{\text{mol/1000 g H}_2\text{O}}{\text{Atm}}
 \end{array}$$

5. Happo- ja emäsvakiot

$$\begin{array}{ccc}
 HCN_{aq} & \rightleftharpoons & H^+ + CN^- \\
 \Delta G_i^\circ: & 27510 & 0 \quad 39140 \quad \text{cal} \\
 \Delta G = 0 + RT \ln m_{H^+} + 39140 + RT \ln m_{CN^-} - 27510 - \\
 RT \ln m_{HCN} = 11630 + 4,574 \cdot 298 \lg \frac{m_{H^+} \cdot m_{CN^-}}{m_{HCN}}
 \end{array}$$

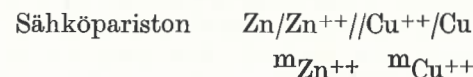
Tasapainossa  $\Delta G = 0$  ja  $\lg$ -termin sisällä oleva lauseke  
on  $K_s$ , joten

$$\begin{array}{l}
 \lg K_s = 0,472 - 9 \\
 K_s = 3,0 \times 10^{-9}
 \end{array}$$

6. Reaktion kaasukomponentin paine

$$\begin{array}{ccc}
 CaCO_3(s) & \rightleftharpoons & CaO(s) + CO_2(g) \\
 \Delta G_i^\circ: & -270390 & -145300 \quad -94260 \quad \text{cal} \\
 \Delta G = -145300 - 94260 + RT \ln p_{CO_2} + 270390 \\
 \text{Kun } \Delta G = 0, \text{ on CO}_2\text{:n paine tasapainossa} \\
 \lg p_{CO_2} = -22,60 \\
 p_{CO_2} = 2,5 \times 10^{-23} \text{ Atm.}
 \end{array}$$

7. Galvaanisen elementin EMV



toimiessa tapahtuu reaktio

$$\begin{array}{ccc}
 Zn + Cu^{++} & \rightarrow & Zn^{++} + Cu \\
 \Delta G_i^\circ: & 0 & 15912 \quad -35130 \quad 0 \quad \text{cal} \\
 \Delta G = -35130 + RT \ln m_{Zn^{++}} - 15912 - RT \ln m_{Cu^{++}} = \\
 = -51042 + RT \ln m_{Zn^{++}}/m_{Cu^{++}}
 \end{array}$$

Jos merkitään pariston EMV:ta  $E$ :llä ja otetaan huomioon,  
että yhden juoksuyksikön reagoiessa sähköä on kulkenut  
2 moolia elektroneja eli  $2 \cdot 96500$  coul, saadaan

$$-\Delta G = 2FE$$

(-merkki johtuu siitä, että EMV:n ollessa positiivinen paris-  
tossa tapahtuva reaktio suorittaa työtä, joten valitun etumerkki-  
järjestelmän mukaan reaktiotyö  $\Delta G$  on negatiivinen.)

$$\begin{aligned} \text{Siis } E &= \frac{51042 \text{ cal}}{2F \text{ coul}} - \frac{RT \text{ cal}}{2F \text{ coul}} \ln \frac{m_{\text{Zn}^{++}}}{m_{\text{Cu}^{++}}} \\ &= 1,108 - 0,0296 \lg \frac{m_{\text{Zn}^{++}}}{m_{\text{Cu}^{++}}} \text{ V.} \end{aligned}$$

Pariston EMV voidaan siis laskea, kun reaktiotyö tunnetaan, ja kääntäen.

Useat reaktiot tapahtuvat korkeammissa lämpötiloissa, mutta tässä vaiheessa rajoitumme vain reaktioihin tavallisessa 25° C:n lämpötilassa.

Tätä esitystä ei tekijä ole opetuksen yhteydessä kokeillut, mutta tekijän tarkoituksena on aloittaa fysikaalisen kemian opetus Ankaran yliopistossa tällä sekä koettaa se siirtää kemian perusteiden opetukseen. Tekijällä on opettajakokemuksensa perusteella se käsitys, että tällainen esitys johtaa tuloksiin. Siitä olisi oppilailta sekä käytännöllisessä että teoreettisessa mielessä hyötyä.

#### Summary

The author sets forth a way of presenting the concepts of affinity and free energy change ( $\Delta G$ ) of a chemical reaction for university students who are taking their first course in general chemistry. No previous knowledge in thermodynamics is supposed. The treatment is based on a comparison of capacities for work of an elastic spring, a gas from a pressure cylinder and a reaction system. The equation of  $\Delta G$  is derived by using *van't Hoff's* equilibrium box method. The obtaining of equilibrium constants from tabulated free energies of formation is described and 7 numerical examples are given.

## Muutamien aineiden muodostumislämmöt, muodostumistyöt ja moolientropia

(Free Energies of Formation, Heats of Formation and Molar Entropies of some Chemical Substances)

H. Holmén

Suomen Teknillinen Korkeakoulu, Fysikokemian laitos, Helsinki

Muodostumistyö  $\Delta G^\circ$  on sen reaktion reaktiotyö, jossa yksi mooli taulukkoon merkityssä muodossa olevaa yhdistettä muodostuu isotermisesti (25° C:ssa ellei toisin ole mainittu) ja 1 Atm:n vakiopaineessa perustilassa olevista alkuaineistaan.

Ideaalisen liuenneen elektrolyytin muod.työ = sen ionien muod.töiden summa.

Muodostumislämpö  $\Delta H^\circ$  on saman reaktion reaktiolämpö.  $\Delta G^\circ$  ja  $\Delta H^\circ$  merkitään positiivisiksi, jos reaktiosysteemi saa energiaa ympäristöstä. Perustilassa olevien alkuaineiden sekä vetyionin  $\Delta G^\circ$  ja  $\Delta H^\circ$  asetetaan = 0.

Moolientropia  $s^\circ$  on taulukkoon merkityn yhdisteen abs. entropia moolia kohden perustilassa 25° C:ssa. Ionientropiat ovat kuitenkin suhteellisia arvoja; ne on laskettu asettamalla vetyionin entropia = 0.

Perustilat määritellään seuraavasti:

Alkuaineilla on perustilassa se olomuoto, joka on stabiili 1 Atm:n paineessa ko. lämpötilassa (25° C:ssa ellei toisin mainita).

Kaasuilla on perustilassa paine 1 Atm (oikeammin fugasiteetti = 1 Atm).

Yhdisteet ja ionit ovat veteen liuennaina perustilassa, kun niiden idealisoitu väkevyys (= aktiivisuus) on 1 mol/1 000 g H<sub>2</sub>O (n.s. »molalinen» väkevyys).

#### Lyhennysmerkinnät

Indeksit s, l ja g tarkoittavat kiinteätä, nestemäistä ja kaasumaista olotilaa, gls = lasi.

Indeksi aq tarkoittaa yhdistettä vesiliuoksessa. Muod. lämpöjen yhteydessä se lisäksi edellyttää, että liuos on niin laimea, että liuosta edelleen laimennettaessa laimennuslämpö = 0. Merkintä aq, 600 tarkoittaa vesiliuosta, jonka väkevyys on 1 mol/600 mol H<sub>2</sub>O. Numerosa kuuluu vain muodostumislämpöön. aq, kyll. = kyllästetty vesiliuos

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Ag	0	10,20	0
Ag <sup>+</sup>	25,500	17,54	18,448
AgBr	-23,700	25,6	-22,910
Ag <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	-95,900	—	—
» (aq)	-91,700	—	-70,860
AgCl	-30,100	23,0	-26,220
AgF	-48,700	—	—
» (aq, 400)	-53,100	—	-47,260
AgCN	33,450	—	38,499
Ag(CN) <sub>2</sub> <sup>-</sup>	58,600 <sup>1)</sup>	—	72,047
Ag <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-158,700	—	—
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-120,900 <sup>1)</sup>	40,0	-103,910
AgJ	-15,300	27,6	-15,820
AgJO <sub>3</sub>	-42,020	37,5	-24,100
Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup> (aq)	-24,850 <sup>1)</sup>	57,8	-4,003
AgNO <sub>2</sub>	-12,700 <sup>1)</sup>	30,62	4,900
» (aq)	-2,900	—	9,990
AgNO <sub>3</sub>	-29,400	33,7	-7,660
» (aq, 6 500)	-24,020	—	-7,810
Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-3,000	—	2,600
Ag <sub>2</sub> O	-6,950	29,1	-2,590
Ag <sub>2</sub> S	-5,500	35,0	-7,600
Ag(SO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>----</sup>	—	—	-226,545
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-170,000	47,8	-145,900
» (aq)	-165,800	—	-139,220
<hr/>			
Al	0	6,73	0
Al <sup>+++</sup>	-126,300	-76,0	-115,900
AlBr <sub>3</sub>	-123,400	—	—
» (aq)	-209,500	—	-189,200
Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>	-30,800	—	-29,000
AlN	-57,700	—	-50,400
Al(NH <sub>4</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-561,190	—	-486,170
Al(NH <sub>4</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	-1 419,360	—	-1 179,260
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-680,890	—	-526,320
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9 H <sub>2</sub> O	-897,590	—	—
Al(OH) <sub>3</sub>	-304,800	—	-272,900
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-399,090	12,5	-376,870
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · SiO <sub>2</sub>	-648,700	25,0	—
3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2 SiO <sub>2</sub>	-1 874,000	—	—
Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-121,600	—	—
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-820,990	—	-739,500
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (aq)	-893,900	—	-759,300
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-1 268,150	—	-1 103,390
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18 H <sub>2</sub> O	-2 120,000	—	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
As	0	8,4	0
AsBr <sub>3</sub>	-45,900	—	—
AsCl <sub>3</sub>	-80,200	78,2	-70,500
AsF <sub>3</sub>	-223,760	—	-212,270
AsH <sub>3</sub> (g)	43,600	—	37,700
AsJ <sub>3</sub>	-13,600	—	—
AsO <sub>4</sub> <sup>----</sup>	-215,000	—	-153,400
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-156,600	25,6	-137,300
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-219,400	25,2	-185,400
As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-20,000	—	-20,000
» amorf	-34,760	—	—
<hr/>			
Au	0	11,4	0
Au <sup>+++</sup>	—	—	98,200
AuBr	-3,400	—	—
AuBr <sub>3</sub>	-14,500	—	—
» (aq)	-11,000	—	24,470
AuCl	-8,300	—	—
AuCl <sub>3</sub>	-28,300	—	—
» (aq)	-32,960	—	4,210
AuJ	0,200	—	-0,760
Au(OH) <sub>3</sub>	-100,600	—	—
Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,900	—	19,100
<hr/>			
B	0	—	0
BBr <sub>3</sub> (1)	-52,700	—	—
» (g)	-44,600	—	-50,900
BCl <sub>3</sub> (g)	-94,500	—	-90,800
BF <sub>3</sub> (g)	-265,200	61,17	-261,000
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)	7,500	54,85	19,900
BN	-32,100	—	-27,200
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-302,000	—	-282,900
» (gls)	-297,600	—	-280,300
B(OH) <sub>3</sub>	-260,000	—	-229,400
B <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-56,600	—	—
<hr/>			
Ba	0	15,1	0
Ba <sup>++</sup>	-126,300	2,3	-133,850
BaBr <sub>2</sub>	-180,380	—	—
» (aq, 400)	-185,670	—	-183,000
BaCl <sub>2</sub>	-205,330	28,6	—
» (aq, 300)	-207,920	—	-196,500
Ba(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-176,600	—	—
» (aq, 1 600)	-170,000	—	-134,400

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Ba(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-210,200	—	—
» (aq, 800)	-208,200	—	-155,300
Ba(CN) <sub>2</sub>	-48,000	—	—
Ba(CNO) <sub>2</sub>	-212,100	—	—
» (aq)	-198,000	—	-180,700
BaCO <sub>3</sub>	-284,900	26,8	-271,600
BaCrO <sub>4</sub>	-342,200	—	—
BaF <sub>2</sub>	-287,900	23,03	—
» (aq, 1600)	-284,600	—	-265,300
BaH <sub>2</sub>	-40,800	—	-31,500
Ba(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-459,000	—	-414,400
BaJ <sub>2</sub>	-144,600	—	—
» (aq, 400)	-155,170	—	-198,350
Ba(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-264,500	—	—
» (aq)	-237,500	—	-198,520
BaMoO <sub>4</sub>	-370,000	—	—
Ba <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	-90,700	—	—
Ba(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-184,500	—	—
» (aq)	-179,050	—	-150,750
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-236,900	51,1	-189,940
» (aq, 600)	-227,740	—	—
BaO	-133,000	16,8	—
BaO <sub>2</sub>	-151,700 <sup>1)</sup>	—	—
Ba(OH) <sub>2</sub>	-225,860 <sup>1)</sup>	—	—
» (aq, 400)	-237,760	—	-209,020
BaO · SiO <sub>2</sub>	-363,000	—	—
Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-992,000	—	—
BaPtCl <sub>6</sub>	-284,900	—	—
BaS	-111,200	—	—
BaSO <sub>3</sub>	-282,500	—	—
BaSO <sub>4</sub>	-340,200	31,6	-313,400
BaWO <sub>4</sub>	-402,000	—	—
Be	0	2,28	0
Be <sup>++</sup>	-85,000	—	-78,700
BeBr <sub>2</sub>	-79,400	—	—
» (aq)	-142,000	—	-127,900
BeCl <sub>2</sub>	-112,600	—	—
» (aq)	-163,900	—	-141,400
BeJ <sub>2</sub>	-39,400	—	—
» (aq)	-112,000	—	-103,400
Be <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	-134,500	—	-122,400
BeO	-145,300	3,37	-138,300
Be(OH) <sub>2</sub>	-215,600	—	—
BeS	-56,100	—	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
BeSO <sub>4</sub>	-281,000	—	—
» (aq)	—	—	-254,800
Bi	0	13,6	0
BiCl <sub>3</sub>	-90,600	46,0	-76,400
BiJ <sub>3</sub>	-24,000	—	—
» (aq)	-27,000	—	—
BiO	-49,500	—	-43,200
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-137,100	36,2	-117,900
Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-43,900	—	-39,100
Bi <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-607,100	—	—
Br (g)	27,100	41,81	-18,25
Br <sub>2</sub> (g)	7,650	58,63	0,930
» (aq)	-1,200	—	0,977
» (l)	0	36,8	0
Br <sup>-</sup> (aq)	-28,900	19,7	-24,595
Br <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-31,000	—	-25,230
BrCl (g)	3,060	—	-0,630
» (l)	-0,700 <sup>1)</sup>	57,1	-0,250
BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-11,200	38,5	5,000
C (graf.)	0	1,36	0
C (tim.)	0,450	0,59	0,685
CCl <sub>4</sub> (l)	-33,190 <sup>1)</sup>	49,1	-15,600
CN <sup>-</sup>	34,900 <sup>1)</sup>	25	39,140
C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> (g)	72,800	57,6	71,020
C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> (g)	42,290 <sup>1)</sup>	—	42,790
CNO <sup>-</sup>	-34,670 <sup>1)</sup>	—	-23,750
CO	-26,390	47,32	-32,510
CO <sub>2</sub> (g)	-94,030	51,07	-94,260
CO <sub>2</sub> (aq, kyll.)	-99,140 <sup>1)</sup>	—	-92,250
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-160,100	-13,0	-125,760
COCl <sub>2</sub> (g)	-52,090 <sup>1)</sup>	67,24	-48,770
COS (g)	33,830	55,27	40,85
CS <sub>2</sub> (g)	28,670 <sup>1)</sup>	57,1	17,600
CS <sub>2</sub> (l)	20 900	36,1	17,150
Ca $\alpha$	0	9,55	0
Ca $\beta$	—	10,83	0,078
Ca <sup>++</sup>	-129,700	-11,4	-133,600
CaBr <sub>2</sub>	-162,200	—	—
» (aq, 400)	-187,190	—	-181,860
CaC <sub>2</sub>	-14,800	—	-16,000

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
CaCl <sub>2</sub>	-190,000	—	-179,800
» (aq)	-209,150	—	-195,360
CaCN <sub>2</sub>	-85,000	—	—
Ca(CN) <sub>2</sub>	-43,300	—	—
» (aq)	-40,200	—	-54,000
CaCO <sub>3</sub> (kals.)	-289,500	22,2	-270,390
CaCO <sub>3</sub> · MgCO <sub>3</sub>	-558,800	—	—
CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-333,300 <sup>1)</sup>	37,28	—
Ca(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-356,300	—	—
» (aq)	-364,100	—	-311,300
CaF <sub>2</sub>	-290,200	16,4	—
» (aq)	-286,500	—	-264,100
CaH <sub>2</sub>	-45,880 <sup>1)</sup>	9,9	-35,700
CaJ <sub>2</sub>	-128,490	—	—
» (aq, 400)	-156,630	—	-157,370
Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	-103,200	—	-88,200
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-224,050	—	-177,380
» (aq)	-228,290	—	—
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	-367,950	—	-293,570
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O	-439,050	—	-351,580
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	-509,430	—	-409,320
CaO	-151,800	9,5	-145,300
CaO <sub>2</sub>	-155,800 <sup>1)</sup>	—	—
Ca(OH) <sub>2</sub>	-235,580	17,4	-213,900
» (aq, 800)	-239,200	—	-207,900
CaO · SiO <sub>2</sub> (wollastoniitti)	-377,900	19,6	-357,500
» (pseudowollast.)	-376,600	—	-356,600
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-983,000	57,6	—
CaS	-114,300	13,5	-113,100
CaSO <sub>4</sub>	-338,700	25,5	-311,470
CaSO <sub>4</sub> · ½ H <sub>2</sub> O	-376,130	—	—
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	-479,330	46,4	-425,470
CaWO <sub>4</sub>	-387,000	—	—
<hr/>			
Cb	0	—	0
Cb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-462,960	—	—
<hr/>			
Cd (g)	26,800 <sup>1)</sup>	—	18,616
Cd (l)	—	—	0,563
Cd (s)	0	12,3	0
Cd <sup>++</sup>	-16,500	-16,4	-18,348
CdBr <sub>2</sub>	-75,760	32,0	-70,100
» (aq, 400)	-76,600	—	-67,600
CdBr <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	-357,200 <sup>1)</sup>	—	-298,200

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
CdCl <sub>2</sub>	-93,100	31,5	-82,260
» (aq, 400)	-96,440	—	-81,200
Cd(CN) <sub>2</sub>	36,200	—	—
CdCO <sub>3</sub>	-178,200	25,2	-163,200
CdJ <sub>2</sub>	-48,920	38,7	-48,169
» (aq, 400)	-47,460	—	-43,220
Cd <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	39,800	—	—
Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq, 400)	-115,670	—	-71,050
CdO	-62,200	13,1	-55,280
Cd(OH) <sub>2</sub>	-135,000	21,2	-113,700
CdS	-34,000	17,0	-33,100
CdSO <sub>4</sub>	-221,600	34,0	-194,710
» (aq, 400)	-232,635	—	-194,650
<hr/>			
Ce	0	13,8	0
CeN	-78,200	—	-70,800
<hr/>			
Cl (g)	28,900	39,47	25,040
Cl <sup>-</sup> (aq)	-39,900	13,5	-31,345
Cl <sub>2</sub> (g)	0	53,31	0
Cl <sub>2</sub> (l)	—	—	1,146
Cl <sub>2</sub> (aq)	—	—	-1,650
ClF (g)	-25,700	—	—
ClO <sup>-</sup>	-25,800 <sup>1)</sup>	10,0	-6,500
ClO <sub>2</sub> (g)	24,700	59,6	29,500
Cl <sub>2</sub> O (g)	18,200	63,7	22,400
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-20,800	39,4	-0,250
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-39,900 <sup>1)</sup>	43,6	-10,700
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (g)	63,000	—	—
<hr/>			
Co	0	6,75	0
Co <sup>++</sup>	-16,500	—	12,800
Co <sup>+++</sup>	—	—	28,900
CoBr <sub>2</sub>	-55,000	—	—
» (aq)	-73,610	—	-61,960
Co <sub>3</sub> C	9,490	—	7,080
CoCl <sub>2</sub>	-76,900	—	-66,600
» (aq, 400)	-95,580	—	-75,460
CoCO <sub>3</sub>	-172,390	—	-155,360
CoF (aq)	-172,980	—	-144,200
CoJ <sub>2</sub>	-24,200	—	—
» (aq)	-43,150	—	-37,400
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-102,800	—	—
» (aq)	-114,900	—	-65,300
CoO	-57,500 <sup>2)</sup>	14,46	-50,630

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	-196,500	—	-181,350
Co(OH) <sub>2</sub>	-131,500	—	-108,900
Co(OH) <sub>3</sub>	-177,000	—	-142,000
CoS	-22,300	—	-19,800
Co <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-40,000	—	—
CoSO <sub>4</sub>	-216,600	—	—
» (aq)	—	—	-188,900
Cr	0	5,7	0
Cr <sup>++</sup>	-43,000	—	-39,400
Cr <sup>+++</sup>	-65,000	—	-49,000
CrBr <sub>3</sub> (aq)	-149,900	—	-122,700
Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	-21,010	—	-21,200
Cr <sub>4</sub> C	-16,380	—	-16,740
CrCl <sub>2</sub>	-103,100	27,4	-93,800
» (aq)	-121,700	—	-102,100
CrCl <sub>3</sub>	—	28,2	—
CrF <sub>2</sub>	-152,000	—	—
CrF <sub>3</sub>	-231,000	—	—
CrJ <sub>2</sub>	-63,700	—	—
» (aq)	—	—	-64,100
CrO <sub>3</sub>	-139,300	—	—
CrO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	-208,500	10,5	-171,400
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-268,800	19,4	-249,300
Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (aq)	-757,400	—	-626,300
Cs	0	19,8	0
CsBr	-97,640	—	—
» (aq, 500)	-91,390	—	-94,870
CsCl	-106,310	—	—
» (aq, 400)	-102,010	—	-101,610
CsClO <sub>4</sub>	—	41,9	—
Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-271,880	—	—
CsF	-131,670	—	—
» (aq, 400)	-140,480	—	-135,980
CsH	-12,000	—	-7,300
CsHCO <sub>3</sub>	-230,600	—	—
CsHCO <sub>3</sub> (aq, 2 000)	-226,600	—	-210,560
CsJ	-83,910	—	—
» (aq, 400)	-75,740	—	-82,610
CsNH <sub>2</sub>	-28,200	—	—
CsNO <sub>3</sub>	-121,140	—	—
» (aq, 400)	-111,540	—	-96,540
Cs <sub>2</sub> O	-82,100	—	—
CsOH	-100,200	—	—
» (aq, 200)	-117,000	—	-107,870

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Cs <sub>2</sub> S	-87,000	—	—
Cs <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-344,860	—	—
» (aq)	-340,120	—	-316,660
Cu (s)	0	7,97	0
Cu (l)	—	—	4,300
Cu (g)	—	—	63,210
Cu <sup>+</sup>	—	—	12,040
Cu <sup>++</sup>	15,000	-26,5	15,912
CuBr	-27,000	22,8	-23,800
CuBr <sub>2</sub>	-34,000	—	—
» (aq)	-42,400	—	-33,250
CuCl	-31,400	20,66	-24,130
CuCl <sub>2</sub>	-48,830	—	—
» (aq, 400)	-64,700	—	—
CuClO <sub>4</sub> (aq)	-28,300	—	1,340
Cu(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq, 400)	-24,300	—	15,400
Cu(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	—	—	-5,500
CuCO <sub>3</sub>	—	17,7	-123,900
CuJ	-17,800	23,1	-16,660
CuJ <sub>2</sub>	-4,800	—	—
» (aq)	-11,900	—	-8,760
Cu <sub>3</sub> N	17,780	—	—
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-73,100	—	—
» (aq, 200)	-83,600	—	-36,600
CuO	-38,500	10,4	-31,900
Cu <sub>2</sub> O	-43,000	24,0	-38,130
Cu(OH) <sub>2</sub>	-108,900	—	-85,500
CuS	-11,610	15,9	-11,620
Cu <sub>2</sub> S	-19,000	28,9	-20,640
CuO · CuSO <sub>4</sub>	-219,800	—	-186,570
CuSO <sub>4</sub>	-184,300	25,3	-158,300
CuSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	-254,000	39,8	-216,610
CuSO <sub>4</sub> · 3 H <sub>2</sub> O	-306,100	—	-331,530
CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	-539,330 <sup>1)</sup>	—	-445,960
Er	0	—	0
Er (OH) <sub>3</sub>	-326,800	—	—
F <sub>2</sub> (g)	0	48,58	0
F <sup>-</sup> (aq)	-78,200	-2,3	-66,380
F <sub>2</sub> O (g)	5,500	59,0	9,700

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Fe $\alpha$	0	6,54	0
Fe $\gamma$	—	7,95	0,640
Fe <sup>++</sup>	-20,800	-25,9	-20,240
Fe <sup>+++</sup>	-9,600	-61,0	-3,120
FeBr <sub>2</sub>	-57,500	—	—
» (aq, 540)	-72,400	—	-69,470
FeBr <sub>3</sub> (aq)	-95,500	—	-76,260
Fe <sub>3</sub> C	5,690	23,9	4,240
FeCO <sub>3</sub>	-172,400	22,2	-154,800
Fe(CO) <sub>5</sub> (l)	-187,600	—	—
FeCl <sub>2</sub>	-81,900	29,4	-72,600
» (aq)	-100,000	—	-83,000
FeCl <sub>3</sub>	-96,400	—	—
» (aq, 2 000)	-128,500	—	-96,500
FeF <sub>2</sub> (aq, 1 200)	-177,200	—	-151,700
FeJ <sub>2</sub>	-24,200	—	—
» (aq)	-47,700	—	-45,000
FeJ <sub>3</sub> (aq)	-49,700	—	-39,500
Fe <sub>4</sub> N	-2,550	—	0,860
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-118,900	—	-72,800
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (aq, 800)	-156,500	—	-81,300
FeO	-64,620	14,2	-59,380
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	-266,800	35,0	-241,900
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-198,500	21,5	-179,100
Fe(OH) <sub>2</sub>	-135,870 <sup>1)</sup>	—	-115,400
Fe(OH) <sub>3</sub>	-197,300	—	-166,300
FeO · SiO <sub>2</sub>	-273,500	—	—
Fe <sub>2</sub> P	-13,000	—	—
FeS	-22,800	16,1	-23,600
FeS <sub>2</sub> (pyriitti)	-38,800	12,7	-35,930
FeSi	-19,000	—	—
FeSO <sub>4</sub>	-221,300	—	-195,500
» (aq, 400)	-236,200	—	-196,400
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (aq, 400)	-653,300	—	-533,400
FeTiO <sub>3</sub>	-295,510	—	-277,060
<hr/>			
Ga	0	10,2	0
GaBr <sub>2</sub>	-92,400	—	—
GaCl <sub>3</sub>	-125,400	—	—
GaN	-26,200	—	—
Ga <sub>2</sub> O	-84,300	—	—
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-259,900	—	—
<hr/>			
Ge	0	10,1	0
Ge <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	-15,700	—	—
GeO <sub>2</sub>	-128,600	—	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
H <sup>+</sup> (g)	51,800	27,40	48,300
H <sub>2</sub>	0	31,23	0
H <sub>2</sub> (aq)	-1,420	—	4,182
H <sup>+</sup> (aq)	0	0	0
H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> (aq)	-175,600	—	-153,040
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	-214,900	—	—
» (aq)	-214,800	—	-183,930
HBr (g)	-8,660	47,48	-12,540
HBr (aq, 400)	-28,800	—	-24,574
HBrO (aq)	-25,570	—	-19,680
HBrO <sub>3</sub> (aq)	-11,510	—	5,000
HCl (g)	-21,900	44,66	-22,741
HClO (aq)	-29,290	—	-19,018
HClO <sub>3</sub> (aq)	-23,400	—	-0,250
HClO <sub>4</sub> (aq, 660)	-31,400	—	-10,700
HCN (g)	31,100	47,92	27,940
» (l)	23,700 <sup>1)</sup>	—	28,870
» (aq, 100)	24,200 <sup>1)</sup>	—	26,550
HCNO (aq)	-36,560 <sup>1)</sup>	—	-29,100
HCOOH (l)	-97,800	—	-82,700
» (aq, 200)	-98,000	—	-85,100
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-164,400	22,2	-140,000
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (aq)	-167,190	—	-149,000
H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-196,700	—	—
» (aq, 300)	-194,600	—	-165,640
HF (g)	-63,990	41,53	-64,700
HF (aq, 200)	-75,750	—	—
(HF) <sub>6</sub> (g)	-424,000 <sup>1)</sup>	—	-210,000
HJ (g)	6,200	49,36	0,365
HJ (aq, 400)	-13,470	—	-12,350
HJO (aq)	-38,000	—	-23,330
HN <sub>3</sub> (g)	70,300	—	78,500
HNO <sub>2</sub> (aq)	-28,910 <sup>1)</sup>	—	-13,070
HNO <sub>3</sub> (g)	-31,990	—	-17,570
» (l)	-41,350	—	-19,050
» (aq, 400)	-49,210	—	—
HNO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O (l)	-112,910	—	-78,360
HNO <sub>3</sub> · 3 H <sub>2</sub> O (l)	-252,150	—	-193,700
HO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	—	—	-15,610
H <sub>2</sub> O (g)	-57,798	45,13	-54,635
» (l)	-68,318	16,318	-56,690
» (s)	—	—	-56,418
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (g)	-32,903 <sup>1)</sup>	—	-24,730
» (l)	-45,160	—	-28,230
» (aq, 200)	-45,800	—	-31,470
HPbCl <sub>5</sub> (aq)	—	—	-104,700

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
HPbO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	—	—	80,602
H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>	-145,500	—	—
» (aq)	-145,600	—	-120,000
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> (aq)	-232,200	—	-204,000
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-306,200	—	—
» (aq, 400)	-309,320	—	-270,000
H <sub>4</sub> S (g)	-4,800	49,15	-7,840
H <sub>2</sub> S (aq)	-9,869 <sup>1)</sup>	—	-7,840
H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> (l)	-3,600	—	—
HS <sub>2</sub>	-3,580 <sup>1)</sup>	14,9	2,980
H <sub>2</sub> Se (g)	20,500	—	17,000
» (aq)	18,100	—	18,400
H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	-126,500	—	—
» (aq)	-122,400	—	-101,360
H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	-130,230	—	—
» (aq, 400)	-143,400	—	—
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	-267,800	—	-247,900
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	-340,600	—	—
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-147,200 <sup>1)</sup>	32,6	-123,920
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (aq, 200)	-146,880	—	-128,540
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (l)	-194,100	—	—
» (aq, 400)	-212,030	—	—
H <sub>2</sub> Te (g)	36,900	—	33,100
H <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	-145,000	—	-115,700
» (aq)	-145,000	—	—
H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub> (aq)	-165,600	—	—
<hr/>			
Hf	0	—	0
HfO <sub>2</sub>	-271,100	—	-258,200
<hr/>			
Hg (g)	14,400	41,80	7,632
Hg (l)	0	18,5	0
Hg (s)	—	15,9	0,1493
Hg <sub>2</sub> <sup>++</sup>	40,200	17,7	36,854
Hg <sup>++</sup>	41,500	-6,5	39,680
HgBr <sub>2</sub>	-40,700	38,9	-38,800
Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	-49,200	52,8	-42,700
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (s)	-63,010	47,0	-50,274
HgCl <sub>2</sub> (g)	-33,700 <sup>1)</sup>	—	-34,569
» (l)	—	—	-41,932
» (s)	-53,429 <sup>1)</sup>	29,8	-42,200
Hg(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-196,300	—	—
» (aq)	-192,500	—	-139,200
Hg(CN) <sub>2</sub>	62,800	—	—
» (aq, 1 110)	66,250	—	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
HgC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-159,300	—	—
HgH (g)	57,100	—	52,250
HgJ (g)	33,000	—	23,000
HgJ <sub>2</sub>	-25,300	—	-24,000
Hg <sub>2</sub> J <sub>2</sub>	-28,850	—	-26,580
Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-56,800	—	-13,090
Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-58,500	—	-15,650
HgO (pun.)	-21,700	16,5	-13,808
» (kelt.)	-20,800	17,5	—
Hg <sub>2</sub> O	-21,600	—	-12,800
HgS	-11,000	19,8	-8,800
HgSO <sub>4</sub>	-166,600	—	—
Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-177,100	47,9	-149,120
<hr/>			
In	0	—	0
InBr <sub>3</sub>	-97,200	—	—
» (aq)	-112,900	—	-97,200
InCl <sub>3</sub>	-128,500	—	—
» (aq)	-145,600	—	-117,500
InJ <sub>3</sub>	-56,500	—	—
» (aq)	-67,200	—	-60,500
InN	-4,800	—	—
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-222,470	—	—
<hr/>			
Ir	0	8,7	0
IrCl	-20,500	—	-16,900
IrCl <sub>2</sub>	-40,600	—	-32,000
IrCl <sub>3</sub>	-60,500	—	-46,500
IrF <sub>6</sub> (l)	-130,000	—	—
IrO <sub>2</sub>	-40,140	—	—
<hr/>			
J (g)	18,150	43,19	15,000
J <sub>2</sub> (g)	14,900	62,29	4,620
J <sub>2</sub> (l)	4,900 <sup>3)</sup>	—	0,920
J <sub>2</sub> (s)	0	27,9	0
J <sub>2</sub> (aq)	5,500 <sup>1)</sup>	—	3,926
J <sup>-</sup>	-13,700	25,3	-12,361
J <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-21,750 <sup>1)</sup>	—	-12,315
JBr (g)	10,050	62,0	1,240
JCl (g)	4,200	59,15	-1,320
JCl <sub>3</sub>	-21,800	41,1	-6,050
JO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-54,800 <sup>1)</sup>	28,0	-31,580
J <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-42,500	—	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
K	0	15,2	0
K <sup>+</sup>	-60,300	24,2	-67,431
K <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> (aq)	-323,000	—	—
K <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> (aq)	-390,300	—	-355,700
KBr	-94,100	22,5	-90,450
KBrO <sub>3</sub>	-81,580	35,7	-60,300
» (aq, 1 667)	-71,680	—	—
KC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	-173,800	—	—
» (aq, 400)	-177,380	—	-156,730
KCl	-104,348	19,8	-97,760
» (aq, 400)	-100,164	—	-98,760
KClO <sub>3</sub>	-93,500	34,17	-69,250
» (aq, 400)	-81,340	—	—
KClO <sub>4</sub>	-103,800	36,1	-72,860
» (aq, 400)	-101,140	—	—
KCN	-28,100	—	—
» (aq, 400)	-25,300	—	-28,080
KCNO	-99,600	—	—
» (aq)	-94,500	—	-90,850
KCNS	-47,000	—	—
» (aq, 400)	-41,070	—	-44,080
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-274,010	—	—
» (aq, 400)	-280,900	—	-264,040
K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-319,900	—	—
K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (aq, 400)	-315,500	—	-293,100
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	-333,400	—	—
» (aq, 400)	-328,200	—	-306,300
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	-488,500	—	—
» (aq, 400)	-472,100	—	-440,900
KF	-134,500	—	—
KF (aq, 180)	-138,360	—	-133,130
K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	-48,400	—	—
» (aq)	-34,500	—	—
K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	-131,800	—	—
» (aq)	-119,900	—	—
KH	-10,000	—	-5,300
KHCO <sub>3</sub>	-229,800	—	—
» (aq, 2 000)	-224,850	—	-207,710
KJ	-78,880	24,1	-77,370
» (aq, 500)	-73,950	—	-79,760
KJO <sub>3</sub>	-121,690	36,2	-101,870
» (aq, 400)	-115,180	—	-99,680
KJO <sub>4</sub> (aq)	-98,100	—	—
KMnO <sub>4</sub>	-192,900	41,04	-169,100
» (aq, 400)	-182,500	—	-168,000
K <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> (aq, 880)	-364,200	—	-342,900

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
KNH <sub>2</sub>	-28,250	—	—
KNO <sub>2</sub> (aq)	-86,000	—	-75,900
KNO <sub>3</sub>	-118,08	31,78	-94,290
» (aq, 400)	-109,790	—	-93,680
K <sub>2</sub> O	-86,000	—	—
K <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 4 H <sub>2</sub> O (leusiitti)	-1 379,600	—	—
» (gls.)	-1 368,200	—	—
K <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O (adularia)	-1 810,700	—	—
» (mikrokl.)	-1 784,500	—	—
» (gls.)	-1 747,000	—	—
KOH	-102,010 <sup>1)</sup>	23,0	-92,950
» (aq, 400)	-114,960	—	-105,000
K <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> (aq)	-397,500	—	—
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (aq)	-478,700	—	-443,300
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-362,700	—	-326,100
K <sub>2</sub> PtCl <sub>4</sub>	-254,700	—	—
» (aq)	-242,600	—	-226,500
K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>	-299,500	79,78	-263,600
» (aq, 9 400)	-286,100	—	—
K <sub>2</sub> Se	-74,400	—	—
» (aq)	-83,400	—	-99,100
K <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> (aq)	-267,100	—	-240,000
K <sub>2</sub> S	-121,500	—	—
» (aq, 400)	-110,750	—	-111,440
K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	-267,700	—	—
» (aq)	-269,700	—	-251,300
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-342,650	44,8	-314,620
» (aq, 400)	-336,480	—	-310,960
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-1 178,380	—	-1 068,480
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 24 H <sub>2</sub> O	-2 895,440	—	-2 455,680
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	-418,620	—	—
<hr/>			
La	0	13,7	0
LaCl <sub>3</sub>	-253,100	—	—
» (aq)	-284,700	—	—
La <sub>2</sub> H <sub>8</sub>	-160,000	—	—
LaN	-72,000	—	-64,600
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-539,000	—	—
LaS <sub>2</sub>	-148,300	—	—
La <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-351,400	—	—
La <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (aq)	-972,000	—	—
<hr/>			
Li	0	6,70	0
Li <sup>+</sup>	-66,600	4,7	-70,700
Li <sub>2</sub> (g)	—	47,01	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
LiBr	-83,750	—	—
» (aq, 400)	-95,400	—	-95,280
LiBrO <sub>3</sub> (aq)	-77,900	—	-65,700
Li <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	-13,000	—	—
LiCN (aq)	-31,400	—	-31,350
LiCNO (aq)	-101,200	—	-94,120
LiC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> (aq)	-183,900	—	-160,000
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-289,700	21,6	-269,800
» (aq, 1 900)	-293,100	—	-267,580
LiCl	-97,630	—	—
» (aq, 278)	-106,450	—	-102,030
LiClO <sub>3</sub> (aq)	-87,500	—	-70,950
LiClO <sub>4</sub> (aq)	-106,300	—	-81,400
LiF	-145,570	—	—
» (aq, 400)	-144,850	—	-136,400
LiH	-22,900	6,0	—
LiHCO <sub>3</sub> (aq, 2 000)	-231,100	—	-210,980
LiJ	-65,070	—	—
» (aq, 400)	-80,090	—	-83,030
LiJO <sub>3</sub> (aq)	-121,300	—	-102,950
Li <sub>3</sub> N	-47,450	—	-37,330
LiNO <sub>3</sub>	-115,350	—	—
» (aq, 400)	-115,880	—	-96,950
Li <sub>2</sub> O	-142,300	—	—
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-151,900	—	-138,000
» (aq)	-159,000	—	—
LiOH	-116,580	12,8	-106,440
» (aq, 400)	-121,470	—	-108,290
LiOH · H <sub>2</sub> O	-188,920	—	—
Li <sub>2</sub> O · SiO <sub>2</sub> (gls.)	-374,000	—	—
Li <sub>2</sub> Se	-84,900	—	—
» (aq)	-95,500	—	-105,640
Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-340,230	35,3	-314,660
» (aq, 400)	-347,020	—	—
Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	-411,570	—	-375,070
Mg	0	7,76	0
Mg <sup>++</sup>	-110,2	-37,6	-108,500
Mg(AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-731,300	—	—
» (aq)	-749,000	—	-630,140
MgBr <sub>2</sub>	-123,900	—	—
» (aq, 400)	-167,330	—	-156,940
Mg(CN) <sub>2</sub> (aq)	-39,700	—	-29,080
MgCN <sub>2</sub>	-61,000	—	—
Mg(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-344,600	—	-286,380

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
MgCl <sub>2</sub>	-153,000	27,9	-143,890
» (aq, 400)	-189,760	—	—
MgCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	-230,970	—	-205,930
MgCl <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	-305,810	—	-267,200
MgCl <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	-453,820	—	-387,980
MgCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-597,240	—	-505,450
MgCO <sub>3</sub>	-261,700	15,7	-241,600
MgF <sub>2</sub>	-263,800	—	—
MgJ <sub>2</sub>	-86,800	—	—
» (aq, 400)	-136,790	—	-132,450
MgMoO <sub>4</sub>	-329,900	—	—
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	-115,200	—	-100,800
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-188,770	—	-140,660
» (aq, 400)	-209,927	—	-160,280
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	-336,625	—	—
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-624,480	—	-496,030
MgO	-144,100	6,66	-136,170
Mg(OH) <sub>2</sub>	-221,900	15,1	-200,300
MgO · SiO <sub>2</sub>	-347,500	15,4	-326,700
MgS	-84,200	—	—
» (aq)	-108,000	—	—
MgSO <sub>4</sub>	-304,940	—	-277,700
» (aq, 400)	-325,400	—	-283,880
MgTe	-25,000	—	—
MgWO <sub>4</sub>	-345,200	—	—
Mn	0	7,61	0
Mn <sup>++</sup>	-49,200	19,1	-48,600
MnBr <sub>2</sub>	-91,000	—	—
» (aq)	-106,000	—	-97,800
Mn <sub>3</sub> C	1,100	—	1,260
Mn(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-270,300	—	—
» (aq)	-282,700	—	-227,200
MnCO <sub>3</sub>	-211,000	—	-192,500
MnC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-240,900	—	—
MnCl <sub>2</sub>	-112,000	—	-102,200
» (aq, 400)	-128,900	—	—
MnF <sub>2</sub> (aq, 1 200)	-206,100	—	-180,000
MnJ <sub>2</sub>	-49,800	—	—
» (aq)	-76,200	—	-73,300
Mn <sub>5</sub> N <sub>2</sub>	-57,770	—	-46,490
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-134,900	—	—
» (aq, 400)	-148,000	—	-101,100
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-557,070	—	-441,200
MnO	-92,000	14,4	-86,770

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
MnO · SiO <sub>2</sub>	-301,300	—	-282,100
MnO <sub>2</sub>	-124,580	13,9	-111,490
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-122,300	46,7	-100,600
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	-331,650	35,5	-306,220
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-229,500	24,4	-209,900
Mn(OH) <sub>2</sub>	-163,400	—	-143,100
Mn(OH) <sub>3</sub>	-221,000	—	-190,000
Mn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-736,000	—	—
MnS	-47,000	18,7	-48,000
MnSe	-26,300	21,7	-27,500
MnSO <sub>4</sub>	-254,180	—	-228,410
» (aq, 400)	-265,200	—	—
Mn <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-635,000	—	—
» (aq)	-657,000	—	—
MnTe	—	22,4	—
<hr/>			
Mo	0	6,8	0
Mo <sub>2</sub> C	4,360	—	2,910
Mo <sub>2</sub> N	-8,300	—	—
MoO <sub>2</sub>	-130,000	—	-118,000
MoO <sub>3</sub>	-180,390	—	-162,010
MoS <sub>2</sub>	-56,270	15,0	-54,190
MoS <sub>3</sub>	-61,480	—	-57,380
<hr/>			
N (g)	85,150	36,62	81,000
N <sub>2</sub> (g)	0	45,79	0
N <sub>2</sub> (aq)	—	—	4,358
NF <sub>3</sub> (g)	-27,000	—	—
NH <sub>3</sub> (g)	-10,960	46,03	-3,910
NH <sub>3</sub> (l)	-15,840 <sup>1)</sup>	—	-2,620
NH <sub>3</sub> (s)	—	—	-1,585
NH <sub>3</sub> (aq, 200)	-19,270	—	-6,300
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-31,500	26,4	-18,930
NH <sub>4</sub> Br	-64,570	—	—
NH <sub>4</sub> Br (aq)	-60,270	—	-43,540
NH <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	-148,100	—	—
» (aq, 400)	-148,580	—	-108,260
NH <sub>4</sub> Cl	-75,230	31,8	-48,590
NH <sub>4</sub> Cl (aq, 400)	-71,200	—	—
NH <sub>4</sub> CN	-0,700	—	—
» (aq)	3,600	—	26,400
NH <sub>4</sub> CNS	-17,800	—	—
» (aq)	-12,300	—	4,400
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (aq)	-223,400	—	-164,100
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-266,300	—	—
» (aq)	-260,600	—	-196,200

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>	-69,400	—	—
» (aq)	-63,200	—	-21,100
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	-276,900	—	—
» (aq)	-271,300	—	-209,300
NH <sub>4</sub> F	-111,600	—	—
» (aq)	-110,200	—	-84,700
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>	-203,800	28,0	—
NH <sub>4</sub> J	-48,430	—	—
» (aq)	-44,970	—	-31,300
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-87,400	—	—
» (aq, 500)	-80,890	—	—
NH <sub>4</sub> OH (aq)	-87,810	—	-62,860
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S (aq, 400)	-55,210	—	-14,500
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-281,740	—	-215,060
» (aq, 400)	-279,330	—	-214,020
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (l)	12,060	—	—
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O (l)	-57,960	—	—
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)	-232,200	—	—
N <sub>2</sub> O (g)	19,500	52,58	24,770
N <sub>2</sub> O (l)	18,730 <sup>1)</sup>	—	—
NO (g)	21,600	50,34	20,869
NO (l)	—	—	24,594
NO (s)	—	—	26,398
NO <sub>2</sub> (g)	8,030	57,47	12,270
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	3,100	72,7	23,240
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (s)	-10,000	38,6	—
NOBr (l)	11,600	—	19,260
NOCl (g)	12,660 <sup>1)</sup>	63,0	16,010
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-25,300	29,9	-8,500
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-49,200	35,0	-26,500
<hr/>			
Na	0	12,2	0
Na <sup>+</sup>	-57,500	14,0	-62,588
Na <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub> (aq, 500)	-314,610	—	—
Na <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	-366,000	—	—
» (aq, 500)	-381,970	—	-341,170
NaBr	-86,700	20,1	-83,110
» (aq, 400)	-86,330	—	-87,170
NaBrO (aq)	-78,900	—	—
NaBrO <sub>3</sub> (aq, 400)	-68,890	—	-57,590
NaC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	-170,450	—	—
» (aq, 400)	-175,450	—	-152,310
NaCN	-22,470	—	—
NaCN (aq, 200)	-22,290	—	-23,240

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
NaCNO	-96,300	—	—
» (aq)	-91,700	—	-86,000
NaCNS	-39,940	—	—
» (aq, 400)	-38,230	—	-39,240
NaCO <sub>2</sub> · NH <sub>2</sub>	-142,170	—	—
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-270,000	32,5	-250,800
Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-313,800	—	—
» (aq, 600)	-309,920	—	-283,420
NaCl	-98,300	17,3	-91,792
NaClO <sub>3</sub>	-83,590	28,6	—
» (aq, 400)	-78,420	—	-62,840
NaClO <sub>4</sub>	-101,120	—	—
NaClO <sub>4</sub> (aq, 476)	-97,660	—	-73,290
Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	-319,800	—	—
» (aq, 800)	-323,000	—	-296,580
Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (aq, 1 200)	-465,900	—	-431,180
NaF	-136,000	13,1	-129,000
NaH	-14,000	—	-9,300
NaHCO <sub>3</sub>	-226,000	24,4	-202,660
» (aq)	-222,100	—	-202,870
NaJ	-69,300	22,5	-68,470
NaJO <sub>3</sub> (aq, 400)	-112,300	—	-94,840
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	-364,000	—	—
» (aq)	-358,700	—	-333,180
NaNO <sub>2</sub>	-86,600	—	—
» (aq)	-83,100	—	-71,040
NaNO <sub>3</sub>	-111,700	27,8	-87,620
NaNO <sub>3</sub> (aq, 400)	-106,880	—	-88,840
Na <sub>2</sub> O	-99,000	17,0	-90,060
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-119,200	—	-105,000
Na <sub>2</sub> O · SiO <sub>2</sub>	-383,910	—	-361,490
Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3 SiO <sub>2</sub>	-1 180,000	—	—
Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 4 SiO <sub>2</sub>	-1 366,000	—	—
NaOH	-102,000	13,8	-90,760
» (aq, 400)	-112,193	—	-100,180
Na <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> (aq, 1 000)	-389,100	—	—
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-457,000	—	—
» (aq, 400)	-471,900	—	-428,740
Na <sub>2</sub> PtCl <sub>4</sub> (aq)	-237,200	—	-216,780
Na <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>	-272,100	—	—
» (aq)	-280,900	—	—
Na <sub>2</sub> Se	-59,100	—	—
» (aq, 440)	-78,100	—	-89,420
Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	-254,000	—	—
» (aq, 800)	-261,500	—	-230,300

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Na <sub>2</sub> S	-89,800	—	—
» (aq, 400)	-105,170	—	-101,760
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	-261,200	—	-240,140
» (aq, 800)	-264,100	—	-241,580
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-330,500	35,7	-302,380
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	-1 033,850	140,5	-870,520
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	-371,200	27,2	—
Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>	-391,000	—	—
» (aq)	-381,500	—	-345,000

---

Ni	0	7,12	0
Ni <sup>++</sup>	-15,200	—	-11,510
NiBr <sub>2</sub>	-53,400	—	—
» (aq)	-72,600	—	-60,700
Ni <sub>2</sub> C	9,200	—	8,880
Ni(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-249,600	—	-190,100
NiCl <sub>2</sub>	-75,000	—	—
» (aq, 400)	-94,340	—	-74,190
Ni(CN) <sub>2</sub> (aq)	230,900	—	66,300
NiF <sub>2</sub>	-157,500	—	—
» (aq)	-171,600	—	-142,900
NiJ <sub>2</sub>	-22,400	—	—
» (aq)	-42,000	—	-36,200
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-101,500	—	—
» (aq, 200)	-113,500	—	-64,000
NiO	-58,400	9,21	-51,700
Ni(OH) <sub>2</sub>	-129,800	—	-105,600
Ni(OH) <sub>3</sub>	-163,200	—	—
NiS	-20,400	—	—
NiSO <sub>4</sub>	-216,000	—	—
» (aq, 200)	-231,300	—	-187,600

---

O (g)	58,650	38,48	55,000
O <sub>2</sub> (g)	0	49,03	0
O <sub>2</sub> (aq)	-3,300 <sup>1)</sup>	—	3,904
O <sub>3</sub> (g)	33,880	57,1	38,860
OH (g)	9,500	43,9	4,850
OH <sup>-</sup>	-54,900	-2,49	-37,455

---

Os	0	7,8	0
OsO <sub>4</sub>	-93,600	—	-70,900
» (g)	-80,100	—	-68,100

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
P (valk.)	0	10,6	0
P (pun.)	-4,220	7	-1,800
P (g)	150,350	—	141,880
P <sub>2</sub> (g)	33,820	52,38	24,600
P <sub>4</sub> (g)	13,200	—	5,890
PBr <sub>3</sub> (g)	—	83,4	—
PBr <sub>3</sub> (l)	-45,000	—	—
PBr <sub>5</sub>	-60,600	—	—
PCl <sub>3</sub> (g)	-70,010	74,7	-65,200
» (l)	-76,800	—	-63,300
PCl <sub>5</sub> (g)	-91,000	40,8	-73,200
PF <sub>3</sub> (g)	—	64,2	—
PH <sub>3</sub> (g)	2,210	50,35	-1,450
PJ <sub>3</sub>	-10,900	—	—
PO <sub>4</sub> ---	-297,600	-45,0	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-360,000	—	—
POCl <sub>3</sub> (g)	-138,400	—	-127,200
<hr/>			
Pb (s)	0	15,55	0
Pb (g)	—	—	41,764
Pb (l)	—	—	0,533
Pb <sup>++</sup>	-0,200	3,9	-5,810
PbBr <sub>2</sub>	-66,400	38,6	-62,063
Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-232,600	—	—
» (aq, 400)	-234,200	—	-184,400
PbCO <sub>3</sub>	-168,000	31,3	-149,700
PbC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-205,300	—	—
PbCl <sub>2</sub>	-85,680	32,6	-75,040
» (aq)	-82,500	—	-68,470
PbCl <sub>5</sub> <sup>-</sup>	—	—	-104,700
Pb <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	—	—	-407,700
PbF <sub>2</sub>	-159,500	—	-148,100
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-106,880	—	—
» (aq, 400)	-99,460	—	-58,300
PbJ <sub>2</sub>	-41,840 <sup>1)</sup>	42,2	-41,510
PbO (pun.)	-52,470	18,9	-45,050
PbO (kelt.)	-50,860	16,9	-43,880
PbO <sub>2</sub>	-65,000	18,3	-52,070
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	-172,400	50,5	-142,200
Pb(OH) <sup>+</sup>	—	—	-53,440
Pb(OH) <sub>2</sub>	-123,000	—	-102,200
» (aq)	-137,600 <sup>1)</sup>	—	-96,888
Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	—	84,45	—
PbS	-23,100	21,8	-22,220
PbSO <sub>4</sub>	-218,500	35,2	-192,900

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Pd	0	8,9	0
PdO	-20,400	—	—
<hr/>			
Pt	0	10,0	0
PtBr <sub>4</sub>	-40,600	—	—
» (aq)	-50,700	—	—
PtCl <sub>2</sub>	-34,000	—	—
PtCl <sub>4</sub>	-62,600	—	—
» (aq)	-82,300	—	—
PtJ <sub>4</sub>	-18,000	—	—
Pt(OH) <sub>2</sub>	-87,500	—	-67,900
PtS	-20,180	—	-18,550
PtS <sub>2</sub>	-26,640	—	-24,280
<hr/>			
Rb	0	16,6	0
RbBr	-95,820	—	—
» (g)	-45,000	—	-52,500
» (aq, 500)	-90,540	—	-93,380
RbCN (aq)	-25,900	—	—
Rb <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-273,220	—	—
» (aq, 220)	-282,610	—	-263,780
RbCl	-105,060	—	-98,480
» (g)	-53,600	—	-57,900
» (aq, ∞)	-101,060	—	-100,130
RbClO <sub>3</sub>	—	36,3	—
RbF	-133,230	—	—
» (aq, 400)	-139,310	—	-134,500
RbHCO <sub>3</sub>	-230,010	—	—
» (aq, 2 000)	-225,590	—	-209,070
RbJ	-81,040	—	—
» (g)	-31,200	—	-40,500
RbJ (aq, 400)	-74,570	—	-81,130
RbNH <sub>2</sub>	-27,740	—	—
RbNO <sub>3</sub>	-119,220	—	—
» (aq, 400)	-110,520	—	-95,050
Rb <sub>2</sub> O	-82,900	—	—
Rb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-107,000	—	—
RbOH	-101,300	—	—
» (aq, 200)	-115,800	—	-106,390
<hr/>			
Re	0	—	0
ReF <sub>6</sub> (g)	-274,000	—	—
<hr/>			
Rh	0	7,6	0
RhO	-21,700	—	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Rh <sub>2</sub> O	-22,700	—	—
Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-68,300	—	—
Ru	0	6,9	0
RuS <sub>2</sub>	-46,990	—	-44,110
S (romb.)	0	7,62	0
S (monokl.)	-0,071	7,78	0,023
S (1, $\lambda$ )	0,257	—	0,072
S (g)	53,250	39,72	43,570
S <sub>2</sub> (g)	31,020	54,41	19,360
S <sub>6</sub> (g)	27,780	92,2	13,970
S <sub>8</sub> (g)	27,090	109,2	12,770
S <sup>-</sup>	10,040	-5,8	23,450
S <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> (1)	-4,000	—	—
SCl <sub>4</sub> (1)	-13,700	—	—
S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (1)	-14,200	—	-5,900
S <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> (1)	-24,100	—	—
SF <sub>6</sub> (g)	-262,000	69,43	-237,000
SO (g)	19,020	53,9	12,750
SO <sub>2</sub> (g)	-70,900	59,23	-71,680
» (aq)	-77,850	—	-69,770
SO <sub>3</sub> (g)	-94,390	63,8	-88,590
» (1)	-103,030	—	-88,280
» (s) $\alpha$	-105,090	—	-88,220
» (s) $\beta$	-105,920	—	-88,340
» (s) $\gamma$	-109,340	—	-88,980
SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-146,800	3	-116,680
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-214,500	4,4	-176,500
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-141,000	—	-125,110
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (g)	-82,040	—	-74,060
» (1)	-89,800	—	-75,060
Sb	0	10,5	0
SbBr <sub>3</sub>	-59,900	—	—
SbCl <sub>3</sub>	-91,400	44,8	-77,800
SbCl <sub>5</sub> (1)	-104,800	—	—
SbF <sub>3</sub>	-216,600	—	—
SbH <sub>3</sub>	—	—	35,300
SbJ <sub>3</sub>	-22,800	—	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (kuut.)	-166,600	29,4	-149,690
» (romb.)	-165,400	—	-146,000
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-213,000	30,4	-186,600
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-230,000	29,9	-195,500
Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	-38,200	—	-36,900

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Se I (heksag.)	0	10,0	0
Se II (monokl.)	0,200	—	—
Se <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (1)	-22,060	—	-13,730
SeF <sub>6</sub> (g)	-246,000	—	-222,000
SeO <sub>2</sub>	-56,330	—	—
Si	0	4,5	0
SiBr <sub>4</sub> (1)	-93,000	—	—
SiC	-28,000	3,9	-27,400
SiCl <sub>4</sub> (g)	-142,500	—	-133,000
» (1)	-150,000	56,4	-133,900
SiF <sub>4</sub> (g)	-370,000	—	-360,000
SiH <sub>4</sub> (g)	-14,800	48,7	-9,400
SiJ <sub>4</sub>	-29,800	—	—
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	-179,250	—	-154,740
SiO <sub>2</sub> (kristobaliitti)	-202,620	10,35	—
» (kvartsi)	-203,350	10,1	-190,400
» (tridymiitti)	-203,230	10,5	—
Sn (valk.)	0	12,3	0
Sn (harm.)	0,600	10,7	1,100
Sn <sup>++</sup>	-2,400	-4,9	-6,280
Sn <sup>++++</sup>	—	—	0,700
SnBr <sub>2</sub>	-61,400	—	—
» (aq)	-60,000	—	-55,430
SnBr <sub>4</sub>	-94,800	—	—
» (aq)	-110,600	—	-97,660
SnCl <sub>2</sub>	-83,600	—	—
» (aq)	-81,700	—	-68,940
SnCl <sub>4</sub> (1)	-127,400 <sup>1)</sup>	61,8	-110,400
» (aq)	-157,600	—	-124,670
SnJ <sub>2</sub>	-38,900	—	—
» (aq)	-33,300	—	-30,950
SnO	-67,700	13,5	-60,750
SnO <sub>2</sub>	-137,800	12,5	-123,500
Sn(OH) <sub>2</sub>	-136,200	—	-115,950
Sn(OH) <sub>4</sub>	-268,900	—	-226,000
SnS	-18,610	—	—
Sr	0	13,3	0
SrBr <sub>2</sub>	-171,000	—	—
» (aq, 400)	-187,240	—	-182,360
Sr(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-358,000	—	—
» (aq)	-364,400	—	-311,800
Sr(CN) <sub>2</sub> (aq)	-59,500	—	-54,500

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
SrCO <sub>3</sub>	-290,900	23,2	-271,900
SrCl <sub>2</sub>	-197,840	—	—
» (aq, 400)	-209,200	—	-195,860
SrF <sub>2</sub>	-289,000	—	—
Sr(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-459,100	—	-413,760
SrJ <sub>2</sub>	-136,100	—	—
» (aq, 400)	-156,700	—	-157,870
Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	-91,400	—	-76,500
Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-233,200	—	—
» (aq, 400)	-228,730	—	-185,700
SrO	-140,800	13,0	-133,700
SrO · SiO <sub>2</sub> (gls.)	-364,000	—	—
SrO <sub>2</sub>	-153,300	—	-139,000
Sr(OH) <sub>2</sub>	-228,700	—	—
» (aq, 800)	-239,400	—	-208,270
Sr <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-980,000	—	—
Sr <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (aq)	-985,000	—	-881,540
SrS	-113,100	—	—
» (aq)	-120,400	—	-109,780
SrSO <sub>4</sub>	-345,300	—	—
» (aq, 400)	-345,000	—	-309,300
SrWO <sub>4</sub>	-393,000	—	—
<hr/>			
Ta	0	9,94	0
TaC	—	10,1	—
TaN	-51,200	—	-45,110
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-486,000	34,2	-453,700
<hr/>			
Te	0	11,9	0
TeBr <sub>4</sub>	-49,300	—	—
TeCl <sub>4</sub>	-77,400	—	-57,400
TeF <sub>6</sub> (g)	-315,000	80,0	-292,000
TeO <sub>2</sub>	-77,560	—	-64,660
<hr/>			
Th	0	—	0
ThBr <sub>4</sub>	-281,500	—	—
» (aq)	-352,000	—	-295,310
ThC <sub>2</sub>	-45,100	—	—
ThCl <sub>4</sub>	-335,000	—	—
» (aq)	-392,000	—	-322,320
ThJ <sub>4</sub> (aq)	-292,000	—	-246,330
Th <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	-309,000	—	-282,300
ThO <sub>2</sub>	-291,600	—	-280,100

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
Th(OH) <sub>4</sub>	-336,100	—	—
Th(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	-632,000	—	—
» (aq)	-668,100	—	-549,200
<hr/>			
Ti	0	6,6	0
TiC	-110,000	—	-109,200
TiCl <sub>4</sub> (l)	-181,400	—	-165,500
TiN	-80,000	—	-73,170
TiO <sub>2</sub> (rutiili)	-225,000	12,45	-211,900
» (amorf.)	-214,100	—	-201,400
<hr/>			
Tl	0	15,35	0
Tl (l)	—	—	0,468
Tl <sup>+</sup>	0,800	30,5	-7,760
Tl <sup>+++</sup>	28,000	—	49,740
TlBr	-41,510	26,8	-39,770
» (aq)	-28,000	—	-32,330
TlCl	-49,370	25,6	-44,460
» (aq)	-38,400	—	-39,090
TlCl <sub>3</sub>	-82,400	—	—
» (aq)	-91,000	—	-44,250
TlF (aq)	-77,600	—	-73,460
TlJ	-31,110	29,9	-31,300
» (aq)	-12,700	—	-20,090
TlNO <sub>3</sub>	-58,200	38,4	-36,320
» (aq)	-48,400	—	-34,010
Tl <sub>2</sub> O	-43,180	—	—
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-120,000	—	—
TlOH	-57,440	—	-45,540
» (aq)	-53,900	—	-45,350
Tl <sub>2</sub> S	-22,000	—	—
Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-222,800	—	-197,790
» (aq, 800)	-214,100	—	-191,620
<hr/>			
U	0	11,1	0
UC <sub>2</sub>	-29,000	—	—
UCl <sub>3</sub>	-213,000	—	—
UCl <sub>4</sub>	-251,000	—	—
U <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	-274,000	—	-249,600
UO <sub>2</sub>	-256,600	—	-242,200
UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-756,800	120,85	-617,800
UO <sub>3</sub>	-291,600	—	—
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	-845,100	72,7	—

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
V	0	7,0	0
VCl <sub>2</sub>	-147,000	—	—
VCl <sub>3</sub> (l)	-187,000	—	—
VCl <sub>4</sub> (l)	-165,000	—	—
VN	-41,430	—	-35,080
VO <sub>2</sub>	-171,000	12,25	—
V <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-195,000	—	-216,510
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-296,000	23,5	-277,000
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-342,000	24,5	-316,000
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-373,000	31,3	-342,000

W	0	8,0	0
WO <sub>2</sub>	-130,500	18,3	-118,300
WO <sub>3</sub>	-195,700	—	-177,300
WS <sub>2</sub>	-84,000	—	—

Zn (s)	0	9,95	0
Zn (g)	—	38,46	22,885
Zn <sup>++</sup>	-36,700	-25,7	-35,130
ZnBr <sub>2</sub>	-77,000	33,0	-72,900
» (aq, 400)	-93,600	—	—
Zn(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	-259,400	—	—
» (aq, 400)	-269,400	—	-214,400
Zn(CN) <sub>2</sub>	17,060	—	—
ZnCO <sub>3</sub>	-192,900	—	-173,500
ZnCl <sub>2</sub>	-99,900	25,9	-88,800
» (aq, 400)	-115,440	—	—
ZnCl <sub>2</sub> · NH <sub>3</sub>	-135,200 <sup>1)</sup>	34,5	-102,710
ZnCl <sub>2</sub> · 2 NH <sub>3</sub>	-165,600 <sup>1)</sup>	63,6	-99,890
ZnCl <sub>2</sub> · 4 NH <sub>3</sub>	-211,000 <sup>1)</sup>	91,8	-132,230
ZnCl <sub>2</sub> · 6 NH <sub>3</sub>	-255,000 <sup>1)</sup>	117,6	-142,290
ZnCl <sub>2</sub> · 10 NH <sub>3</sub>	-327,500 <sup>1)</sup>	187,3	-151,030
ZnCO <sub>3</sub>	-194,200	19,7	-175,500
ZnF <sub>2</sub> (aq)	-192,900	—	-166,600
ZnJ <sub>2</sub>	-50,500	—	-49,930
» (aq)	-61,600	—	—
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (aq, 400)	-134,900	—	-87,700
ZnO	-83,300	10,4	-76,190
ZnO · SiO <sub>2</sub>	-282,600	—	—
Zn(OH) <sub>2</sub> (kit.)	-153,660	22,3	-132,400
ZnS	-45,300	13,8	-44,200
ZnSO <sub>4</sub>	-233,400	30,6	-207,040
» (aq, 400)	-252,120	—	-211,280
ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	-307,000 <sup>1)</sup>	—	-268,510

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
ZnSO <sub>4</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	-659,260 <sup>1)</sup>	—	-552,940
ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	-731,000 <sup>1)</sup>	92,7	-608,760

Zr	0	—	0
ZrC	-29,800	—	-34,600
ZrCl <sub>4</sub>	-268,900	—	—
ZrN	-82,500	—	-75,900
ZrO <sub>2</sub>	-258,500	—	-244,600
Zr(OH) <sub>4</sub>	-411,000	—	—
ZrO(OH) <sub>2</sub>	-337,000	—	-307,600

Org. yhdisteitä

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
CH <sub>4</sub> (metaani)	-17,889	44,5	-12,140
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (asetyleeni)	54,194	48,03	50,000
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (etylenei)	12,496	52,48	16,282
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (etaani)	-20,236	54,85	-7,860
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (propyleeni)	4,879	62,9	14,964
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (propaani)	-24,820	—	-5,614
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (1-buteeni)	0,280	—	17,217
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (cis-2-buteeni)	-1,362	—	16,007
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (trans-2-buteeni)	-2,405	—	15,323
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (2-metyl-2-propeeni)	-3,343	—	14,574
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (n-butaani)	-29,812	—	-3,754
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (isobutaani)	-31,450	—	-4,296
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (n-pentaani)	-35,000	—	-1,960
» » (l)	-41,360	62,8	-2,210
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (bentseeni) (g)	19,820	64,5	30,989
» » (l)	11,718	41,9	29,756
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> (tolueeni) (l)	2,867	52,4	27,282
CH <sub>3</sub> O (metanoli) (g)	-48,080	56,63	-38,620
» » (l)	-57,040	30,3	-39,800
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O (etanoli) (g)	-52,230	66,9	-40,230
» » (l)	-66,350	38,4	-41,760
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (glykoli) (g)	-92,530	—	-71,260
» » (l)	-107,910	39,9	-76,440
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O (fenoli) (g)	-21,710	—	-6,260
» » (l)	-37,800	—	-11,020
CH <sub>2</sub> O (formaldehydi) (g)	-28,290	52,42	-26,880
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O (asetaldehydi) (g)	-39,720	—	-31,460
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (etylentseeni) (g)	7,120	—	31,208
» » (l)	-2,977	61,2	28,614

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
$C_8H_{10}$ (o-ksyleeni) (g)	4,540	—	29,177
» » (l)	-5,841	5,93	26,370
$C_8H_{10}$ (m-ksyleeni) (g)	4,120	—	28,405
» » (l)	-6,075	60,3	25,730
$C_8H_{10}$ (p-ksyleeni) (g)	4,290	—	28,952
» » (l)	-5,838	60,5	26,310
$C_5H_{10}$ (syklopentaani) (g)	-18,460	—	9,230
» » (l)	-25,310	47,0	8,700
$C_6H_{12}$ (sykloheksaani) (g)	-29,430	—	7,590
» » (l)	-37,340	49,2	6,390
$C_3H_8O$ (n-propanoli) (g)	-61,170	—	-38,830
» » (l)	-71,870	46,1	-39,840
$C_3H_8O$ (isopropanoli) (g)	-62,410	—	-38,200
» » (l)	-74,320	43,0	-38,830
$C_4H_{10}O$ (n-butanoli) (g)	-67,810	—	-38,880
» » (l)	-79,610	54,5	-40,370
$C_4H_{10}O$ (isobutanoli) (g)	-69,050	—	-38,250
» » (l)	-81,060	—	-39,360
$C_3H_8O_3$ (glyseroli) (l)	-159,160	48,87	-113,650
$C_7H_8O$ (kresoli) (g)	—	—	-13,170
$C_2H_4O$ (etylenoksidi) (g)	-16,100	—	-6,940
$C_2H_6O$ (dimetyleetteri) (g)	-43,060	—	-26,060
» » (l)	-51,300	—	—
$C_4H_{10}O$ (dietyleetteri) (l)	-65,200	60,5	-27,750
$C_3H_4O$ (akroleiini) (g)	-20,500	—	-15,570
» » (l)	-27,970	—	-16,170
$C_7H_6O$ (betsaldehydi) (g)	-9,570	—	5,850
» » (l)	-21,230	—	2,240
$C_3H_6O$ (asetoni) (g)	-51,790	70,1	-36,450
» » (l)	-59,320	47,9	-37,160
$CH_2O_2$ (muurahaishappo) (g)	-86,670	52,42	-80,240
» » (l)	-97,800	—	-82,700
$\frac{1}{2} (CH_2O_2)_2$ ( » bimolek.) (g)	-93,850	—	-81,900
$C_2H_4O_2$ (etikkahappo) (g)	-104,720	—	-91,240
» » (l)	-116,200	38,0	-93,560
» (aq, 400)	-116,740	—	-96,800
$C_3H_6O_2$ (propionihappo) (g)	-108,750	—	-88,270
» » (l)	-121,700	—	-91,650
$C_2H_4O_3$ (oksietikkahappo) (l)	-155,330	—	-125,570
$C_4H_8O_2$ (etylasetaatti) (g)	-102,020	—	-74,930
» » (l)	-110,720	62,0	-76,110
$C_4H_6O_3$ (etikkah. anhydridi) (g)	-148,820	—	-119,290
» » » (l)	-155,160	—	-121,750
$CH_5N$ (metylamiini) (g)	-6,700	—	6,600
$C_2H_7N$ (etylamiini) (g)	-12,240	—	10,010

	$\Delta H^\circ$	$s^\circ$	$\Delta G^\circ$
$C_3H_9N$ (propylamiini) (g)	-16,450	—	14,380
$CH_2N_2$ (syanamidi) (l)	11,180	—	24,300
» » (s)	9,150	—	24,180
$CH_4N_2O$ (urea) (l)	-77,550	—	-46,450
» » (s)	-79,634	—	-47,118

1) 18° C.

2) 20° C.

3) 114° C.

## Berättelse

över

## Finska Kemistsamfundets verksamhet under år 1951\*

Samfundets möten har hållits under de månader som förutsattes i stadgarna, nämligen den 20 februari, den 20 mars, den 24 april, den 24 oktober, den 14 november och årsmötet den 11 december. Dessutom hölls ett extra möte den 5 maj. Mötet i maj hölls i Ab Centrallaboratoriums bibliotek, årsmötet i Tekniska Föreningens i Finland lokal, och de övriga mötena i Vetenskapliga Samfundens hus. Närvarande har i medeltal varit 28 medlemmar mot 30 föregående år. Styrelsen har sammanträtt 7 gånger. Medlemmarna i Kemistklubben vid Helsingfors Universitet och kemistuderande vid Tekniska Högskolan har varit inbjudna till Samfundets möten.

Vid mötet den 5 maj beslöt Samfundet enhälligt att kalla professor Kurt Buch till hedersledamot.

I december månad hade 60 år förflutit sedan Samfundet 1891 började sin verksamhet. Denna märkesdag högtidlighölls i samband med årsmötet den 11 december. Till detta tillfälle hade professor Erik Hägglund inbjudits att hålla ett föredrag. Efter mötet intogs en supé vid vilken professor F. W. Klingstedt höll festtalet i vilket han redogjorde för Samfundets tidigare öden och uttalade några önskemål beträffande den kommande verksamheten.

Följande föredrag och meddelanden har hållits:

- |                |   |
|----------------|---|
| T. E. Brehmer: | Om de termodynamiska egenskaperna hos några i absorptionstekniken använda lösningsmedel.  |
| T. Enkvist:    | Något om lignindiskussionerna vid de fyra internationella kongresserna i september 1951.  |
| J. Gripenberg: | Partiell syntes av thuja syran.   |
| H. Grubitsch:  | Über Oberflächenfilme auf Metallen.   |
| E. Hägglund:   | Nyare undersökningar över sulfitkokprocessen.   |
| F. Koroleff:   | Kolorimetrisk bestämning av Ca i havsvatten och botencegment.   |
| W. Wahl:       | The International Union of Pure and Applied Chemistry's 16:de konferens och den 12:te Internationella Kemistkongressen i New York i september 1951. |
| H. Willamo:    | Om talloljans fytosteroler och deras användning.  |

I likhet med vad fallet varit under de senaste åren har Samfundet anordnat en exkursion tillsammans med Tekniska Föreningen i Finland avdelning för kemi. Den 27 november besöktes Lojo Kalks anläggningar i Lojo. Exkursionen var lyckad och givande. Stort intresse röntes bl.a. Tytyri moderna gruva och Cementframställningen i Virkby. Lojo Kalk hade vänligheten att bjuda exkurrenterna på både lunch och middag.

Under året har 1950 års årgång av Meddelandena färdigtryckts, ehuru nr:is 3-4 distribuerats i början av 1952. Totala sidantalet utgör 76. Under år 1952 finnes goda möjligheter att få ut årgång 1951 och 1952, så att Meddelandenas datering åter skulle bli rätt.

Utdelandet av priset ur bergsrådet Alfhans fond har uppskjutits till början av år 1952.

\* Given vid mötet den 13 februari 1952

Under året har 8 av Samfundets medlemmar avlidit, nämligen fil. mag. Filip Carling, överingenjör J. Hedbäck, professor Taavi Hiru (ordf. 1912 och 1922), fil. mag. Onni O. Ojala mångårig sekreterare och redaktör för Meddelandena, fil.dr Henrik Ramsay (ordf. 1920), ing. Evert W. Salvén, fil. mag. Georg Sundman och fil.dr E. Wahlforss.

Under året har 6 nya medlemmar invalts och 2 har avgått. Medlemstalet vid årets slut utgör 322.

Styrelsen har haft följande sammansättning:

Ordförande: Tekn.dr Jarl Gripenberg. Viceordförande: fil.dr Harald Tötterman. Övriga styrelsemedlemmar: fil.dr, dipl. ing. Åke Bergström, professor Kurt Buch, fil.dr Charley Gustafsson, ing. Ragnar Holmström, fil.dr Bertil Nybergh, prof. John Palmén samt sekreterare: fil. mag. Onni O. Ojala (under hösten tekn.dr, docenten Jacobus Sundman).

Redaktör: fil. mag. Onni O. Ojala (under hösten dipl.ing. Harald Nyberg). Kassör: fil.mag. B. C. Fogelberg, arkivarie: dipl. ing. Nita Grönvik. Revisorer har varit fil.dr W. Forsman och dipl. ing. P. Ålander med apotekaren fil. mag. H. Lönegren och tekn. dr, docenten J. Sundman som ersättare.

Jarl Gripenberg

Jacobus Sundman

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 20 februari 1951. Ordet leddes av ordföranden dr Jarl Gripenberg med mag. Ojala vid protokollet. Vid mötet var 16 medlemmar närvarande.

§ 1. Som ny medlem invaldes dipl.ing. Sture Rosenlöf, som föreslagits av ing. R. Holmström och ing. B. Carlstedt och som enhälligt förordats av styrelsen.

§ 2. Föredrags styrelsens årsberättelse och bokslutet.

§ 3. Revisionsberättelsen upplästes varefter styrelsen och kassören beviljades ansvarsfrihet.

§ 4. Ordföranden ägnade de avlidna några minnesord.

§ 5. Sekreteraren redogjorde för den 12:te internationella kemistkongressen i New York.

§ 6. Professor H. Grubitsch höll ett föredrag över ämnet: »Über Oberflächenfilme auf Metallen.» Med anledning av föredraget yttrade sig mag. Brehmer, prof. Buch och föredragaren. Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragaren.

Onni O. Ojala

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 20 mars 1951 kl. 19 i Vetenskapliga Samfundens hus i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden dr Jarl Gripenberg med mag. Ojala vid protokollet. Närvarande var 8 medlemmar.

§ 1. H. H. Willamo höll ett föredrag »Om talloljans fytosteroler och deras användning». I anledning av föredraget yttrade sig herrar Forsman, Gustafsson, ordföranden och föredragaren. Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragshållaren.

§ 2. Tekn.dr Jarl Gripenberg lämnade ett meddelande beträffande »Partiell syntes av thujasyran». Med anledning av meddelandet yttrade sig dr Ch. Gustafsson och J. Gripenberg.

Onni O. Ojala

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 24 april 1951 kl. 19 i Vetenskapliga Samfundens hus i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden dr Jarl Gripenberg med mag. Ojala vid protokollet. Närvarande var 25 medlemmar.

§ 1. Föredrogs frågan om att kalla professor Buch till hedersledamot. Ärendet bordlades till nästa möte.

§ 2. Med enhälligt förord av styrelsen invaldes dipl.ing. Lars Erik Bergfors till medlem.

§ 3. Magister Brehmer höll ett föredrag: »Om de termodynamiska egenskaperna hos några i absorptionstekniken använda lösningsmedel.» Med anledning av föredraget yttrade sig dr Smedslund. Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragaren.

*Onni O. Ojala*

Protokoll, fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 24 oktober 1951 kl. 19.00 i Vetenskapliga Samfundens hus i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden dr Jarl Gripenberg med undertecknad sekreterare vid protokollet. Närvarande var ca 25 medlemmar.

§ 1. Med enhälligt förord av styrelsen invaldes dipl.ing. Jarl-Gunnar Wasz till medlem, föreslagen av dipl.ing. Harald Nyberg och sekreteraren.

§ 2. Sekreteraren redogjorde för det preliminära programmet för Finska Kemistsamfundets och Tekniska Föreningens i Finland avdelning för Kemi gemensamma exkursion till Lojo Kalk den 27 november 1951.

§ 3. Ordföranden lämnade ett meddelande beträffande AICHEM X och den 24:de Internationella Kongressen för Industriell kemi i Paris.

§ 4. Sekreteraren meddelade att nästa möte skulle hållas onsdagen den 14 november 1951.

§ 5. Professor Walter Wahl redogjorde för »The International Union of Pure and Applied Chemistry's sextonde konferens och den 12:te Internationella Kemistkongressen i New York».

Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragaren.

§ 6. Fil.dr Folke Koroleff höll ett föredrag beträffande »Kolorimetrisk bestämning av Ca i havsvatten och bottensegment».

I anledning av föredraget, yttrade sig professorerna Buch och Enkvist. Ordföranden avtackade härefter föredragshållaren.

*Jacobus Sundman*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 14 nov. 1951 kl. 19 i Vetenskapliga Samfundens hus i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av vice ordf. dr Harald Tötterman med undertecknad sekreterare vid protokollet. Närvarande var 22 medlemmar.

§ 1. Med enhälligt förord av styrelsen invaldes följande nya medlemmar: Fil.kand. Kerstin Ingegerd Söderström, föreslagen av dr Bonn och Sundman. Fil.kand. Berit Margareta Nylund (sedan dec. 1951 Aimonen), föreslagen av professor Buch och dr Bonn.

Fil.kand. Johan Lindberg, föreslagen av professorerna Buch och Enkvist. § 2. Sekreteraren meddelade närmare detaljer beträffande Samfundets och Tekniska Föreningens i Finland avdelning för Kemi gemensamma exkursion till Lojo Kalkverk Ab den 27 nov. 1951.

§ 3. Prof. Terje Enkvist höll ett föredrag: »Något om lignindiskussionerna vid de fyra internationella kongresserna i september 1951.» Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragshållaren.

*Jacobus Sundman*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets årsmöte den 11 december 1951 kl. 19 i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors. Ordet leddes av ordföranden tekn.dr Jarl Gripenberg, med tekn.dr Jacobus Sundman vid protokollet. Vid mötet var ca 70 medlemmar närvarande.

§ 1. Ordföranden konstaterade att 60 år förflutit sedan Samfundet i december 1891 började sin verksamhet. Härefter hälsade han kvällens föredragshållare professor Erik Hägglund samt representanterna för Suomalaisten Kemisten Seura och Tekniska Föreningen i Finland avdelning för kemi, välkomna.

§ 2. Vid förrättat val fick styrelsen för år 1952 följande sammansättning: ordförande fil.dr Harald Tötterman, viceordförande professor Terje Enkvist samt övriga styrelsemedlemmar fil.dr Åke Bergström, tekn.dr Jarl Gripenberg ing. Ragnar Holmström, fil.dr Bertil Nybergh, prof. John Palmén och dr Ch. Gustafsson. Tekn.dr Jacobus Sundman valdes till sekreterare för treårsperioden 1952—1954. Till redaktör utsågs dipl.ing. Harald Nyberg, till kassör fil.mag. B. C. Fogelberg samt till arkivarie dipl.ing. Nita Grönvik.

Till revisorer återvaldes fil.dr William Forsman och dipl.ing. Paul Alander med apotekaren fil.mag. H. Lönegren som ersättare.

§ 4. Godkändes följande av styrelsen uppgjorda budget:

Reserverade medel	200.000: —	Meddelandena	320.000: —
Medlemsavgifter	100.000: —	Arvoden	40.000: —
Statsunderstöd	295.000: —	Omkostnader	80.000: —
Annonser	22.000: —	Representation i Central- rådet	100.000: —
Prenumeration och lös- nummer	10.000: —	Representation	10.000: —
Dividender och räntor	8.000: —	Särtryck	10.000: —
		Fonderingar	18.000: —
		Saldo	57.000: —
	mk 635.000: —		mk 635.000: —

Medlemsavgifterna för 1952 fastställdes till 400 mk, varav Kemiska Sällskapets i Åbo andel utgör 150 mk. Arvodena för funktionärerna fastställdes till: sekreteraren 18.000: —, redaktören 12.000: —, kassören 10.000: — och arkivarien 6.000: —. Mötesdagarna skulle om möjligt fastställas till den andra onsdagen i de månader stadgarna förutsätter.

§ 5. Professor Erik Hägglund höll härefter ett föredrag om: »Nyare undersökningar över sulfittokprocessen.» Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragaren.

§ 6. I anledning av 60-års jubileet intogs en gemensam supé vid vilken professor F. W. Klingstedt höll festtalet.

*Jacobus Sundman*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 13 febr. 1952 kl. 19.00 i de Vetenskapliga Samfundens hus i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden dr Harald Tötterman med undertecknad Sundman vid protokollet. Närvarande var 24 medlemmar.

§ 1. Ordföranden ägnade några minnesord åt de av Samfundets medlemmar som avlidit under 1951.

§ 2. Sekreteraren uppläste styrelsens berättelse för 1951, som godkändes.

§ 3. Skattmästaren mag. Fogelberg föredrog bokslutet för 1951.

§ 4. Sekreteraren uppläste revisorernas berättelse.

§ 5. Samfundet beslöt att bevilja styrelsen och skattmästaren tacksam ansvarsfrihet för verksamhetsåret 1951.

§ 6. Samfundet utsåg till sina representanter i Centralrådet för Finlands kemister professorerna Wahl och Palmén samt som sin revisor dr W. Forsman.

§ 7. Samfundet beslöt att för denna gång höja priset ur bergsrådet Alfthans fond till 5000: —.

§ 8. Ordföranden meddelade att styrelsen beslutat tilldela dr Tor Smedslund priset ur bergsrådet Alfthans fond för hans artikel om »Dimethylsulfoxid som lösningsmedel för svaveldioxid».

§ 9. Professor Per Ekwall höll ett föredrag över »Yt och kolloidkemiska undersökningar vid Åbo Akademis Institut för fysikalisk kemi». Ordföranden framförde Samfundets tack till föredragshållaren.

*Jacobus Sundman*

## Berättelse

över

### Kemiska Sällskapet i Åbo verksamhet under år 1951

Kemiska Sällskapet i Åbo har under det gångna verksamhetsåret sammanträtt till fyra ordinarie möten, vilka hållits i Åbo Akademis Auditorium V. Dessa har besökts av i medeltal 14 medlemmar samt talrika kemistuderande vid Åbo Akademi, vilka liksom Turun Kemistikerhos medlemmar inbjudits att närvara vid Sällskapets möten. Dessutom har tvenne föredragstillfällen anordnats tillsammans med Åbo Läkareförening. Vid dessa, som varit talrikt besökta, har följande föredrag hållits:

Med.dr Harald Teir: »En översikt av i växt- och djurvärlden förekommande celldehnings-stimulerande agenser»

Med.dr Christiansen (Roskilde): »Om ACTH.»

Vid Sällskapets ordinarie möten ha följande föredrag hållits:

Dipl.ing. Hennig Doepel: »Intryck från en resa i U.S.A. och Canada»;

Prof. Arne Tiselius (Uppsala): »Några nya framsteg och resultat på det elektroforetiska området»;

Prof. Anders Ringbom: »Amerikaintryck»;

Fil.mag. Lars Sjöblom: »Vattenlösningar av steroidhormoner».

Förvaltningen har under detta Sällskapets trettioandra verksamhetsår haft av följande medlemmar:

Ordförande: fil.dr Gustaf-Adolf Holmberg

Viceordförande: dipl.ing. Casimir Le Bell

Sekreterare: fil.mag. Lars Sjöblom

Medlemmar av styrelsen: prof. Waldemar Jensen och dipl.ing. Jarl Stigell (klubbhövding)

Kassör: tekn.dr Bengt Forss

Revisorer: dipl.ing. Ingvald Kjellman och dipl.ing. Kurt B. Reims

Revisorsuppleant: dipl.ing. Ossian Jansson

Under året har tre nya medlemmar invalts och medlemsantalet utgör vid verksamhetsårets slut 66. Av dessa äro 20 bosatta å annan ort.

Åbo, den 15 februari 1952

*Lars Sjöblom*

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapet i Åbo ordinarie möte fredagen den 15 februari 1952 i Åbo Akademis Auditorium V. Förhandlingarna leddes av Sällskapets ordförande docent Gustaf-Adolf Holmberg. Närvarande var 9 medlemmar samt kemistuderande vid Åbo Akademi.

§ 1. Ordföranden förklarade mötet öppnat.

§ 2. Föregående mötes protokoll upplästes och förklarades justerat.

§ 3. Som nya medlemmar i Sällskapet invaldes dipl.ing. Kaapo Passinen på förslag av ordföranden och sekreteraren och dipl.ing. Bengt Otterström på förslag av prof. Ringbom och ordföranden.

§ 4. Vid förrättat val av styrelse och övriga funktionärer för verksamhetsåret 1952 utsågs följande medlemmar:

Prof. Helge Aspelund, ordförande

Dipl.ing. Fjalar Remmer, viceordförande

Fil.mag. Lars Sjöblom, sekreterare

Docent Gustaf-Adolf Holmberg, medlem av styrelsen

Fil.mag. Lisa Kajander, medlem av styrelsen och klubbhövding

Dipl.ing. Eila Remmer, kassör

Dipl.ing. Ingvald Kjellman och Kurt B. Reims, revisorer

Dipl.ing. Ossian Jansson, revisorsuppleant.

§ 5. Fil.mag. Lars Sjöblom höll ett föredrag om »Vattenlösningar av steroidhormoner».

Efter en kort sammanfattning av steroidhormonernas struktur och allmänna egenskaper gav föredragshållaren en orienterande överblick av associationskolloidernas egenskaper med speciell hänsyn till deras förmåga att bringa främmande fettlösliga substanser i vattenlösning. I fortsättningen redogjordes ingående för de undersökningar som under prof. Ekwalls ledning utförts angående solubilisering av steroidhormoner med tillhjälp av associationskolloider. I samband härmed behandlades de använda biologiska hormonbestämningmetoderna i detalj.

Lösligheten av steroidhormonerna i dessa vattenlösningar är ansevärd. Sålunda förmår t.ex. en 20 %-ig natriumlaurylsulfatlösning lösa ca 45 mg testosteronpropionat per ml. Lösligheten av desoxicorticosteronacetat, cortison och progesteron är av samma storleksordning. Östrogenernas löslighet är däremot ungefär 10 gånger mindre. Lösligheten varierar beroende på den använda kolloidens art och stiger i allmänhet rätlinjigt med kolloidkoncentrationen. Det markantaste undantaget utgör cholatlösningarna, där lösligheten vid lägre koncentrationer stiger långsammare. Vid löslighetsbestämningarna har interferometrisk, polarografiska och spektrofotometriska metoder kommit till användning. Beräkningar med stöd av tidigare resultat angående kolloidmicellernas storlek ger vid handen att hormonerna i dessa lösningar förekommer i ett mycket finfördelat tillstånd, t.ex. för östron med endast en hormonmolekyl per laurylsulfatmicell.

Djurförsök har visat att hormonerna i dessa vattenlösningar bevarar sin fulla biologiska aktivitet. På grund av sina ytkemiska egenskaper förmår dessa lösningar lätt tränga genom huden och därvid föra med sig de solubiliserade hormonerna. Då dylika vattenlösningar av östradiol använts percutant i Allen-Doisy test har en positiv reaktion hos 50 % av försöksdjuren kunnat åstadkommas med ca hälften av den hormonmängd som erfordras vid percutan användning av oljelösningar. McPhail test med motsvarande progesteronlösningar har visat att 4–5 gånger mera hormon erfordras vid percutan tillförelse av kolloidvattenlösningar än vid intramuskulär injektion av oljelösningar. Kliniska försök med dylika progesteronlösningar pågår.

Med anledning av föredraget yttrade sig proff. Aspelund och Ekwall samt ordföranden och föredragshållaren.

*Lars Sjöblom*

Förteckning över Kemiska Sällskapets i Åbo medlemmar den 15. 2. 1952.

<b>Hedersledamot</b>		
Wahl, Walter	Prof., fil. dr	Kyrkogatan 1 B, Helsingfors
<b>Ordinarie medlemmar</b>		
Andersson, Jul.	Apot., fil. mag.	Köpmansgatan 4 A
Aspelund, Helge	Prof., tekn. dr	Fredsgatan 2
Augustsson, Anne-Marie	Fil. mag.	Åbo Akademi
Bagge, John	Fil. mag.	Åbo Akademi
Bergfors, Lars-Erik	Dipl. ing.	Sotalaisgatan 4 A 1
Berggårdh, Conrad	Apot., fil. mag.	Laitila
Björkqvist, Karl	Dipl. ing.	Träforskningsinstitutet, Stockholm
Bruun, Henrik	Dipl. ing.	Åbo Akademi
Candelin, Max	Dipl. ing.	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Casagrande, Wittorio	Dipl. ing.	Jalostaja Oy
Danielsson, Ingvar	Fil. kand.	Åbo Akademi
Doepel, Henning	Dipl. ing.	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Ekwall, Per	Prof., fil. dr	Slottsgatan 33
Eriksson, Lars	Dipl. ing.	Åbo Akademi
Förss, Bengt	Tekn. dr	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Geitlin, Bertel	Fil. mag.	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Gustafsson, Olof	Dipl. ing.	Jalostaja Oy
Grönroos, Herbert	Dipl. ing.	Grankulla
von Haartman, Göran	Dipl. ing.	Karlskoga, Sverige
Harva, Olavi	Tekn. dr	Nylandsgatan 14
Hasan, Abraham	Dipl. ing.	Nylandsgatan 15, Helsingfors
Hausen, Hans	Prof., fil. dr.	Vårdbergsgatan 8
Holmberg, Bror	Prof., fil. dr	Nobelinstitutet Stockholm
Holmberg, Gustaf-Adolf	Fil. dr, doc.	V. Strandgatan 17
Hofman, Erik	Fil. mag.	Martinsgatan 4
Hultin, Sven-Olof	Dipl. ing.	Ekono, S. Esplanadg. 14, Helsingfors
Jansson, Ossian	Dipl. ing.	Nylandsgatan 5 B

Jensen, Waldemar	Prof., tekn. dr	Gezeliusgatan 2
Kajander, Lisa	Fil. mag.	Klockringaregatan 15
Kivalo, Pekka	Dipl. ing.	Brahegatan 4
Kjellman, Ingvald	Dipl. ing.	Slottsgatan 33
Klingstedt, F. W.	Prof., fil. dr	Kuusankoski
Lagerbohm, Max-Åke	Fil. mag.	Oy Medica Ab, Helsingfors
Le Bell, Casimir	Dipl. ing.	Åbo Kakelfabrik
Lühr, Håkan	Dipl. ing.	Tammer Tehtaat, Tammerfors
Metzger, Adolf	Fil. dr	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Nikander, Bo	Dipl. ing.	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Nylund, Gunnar	Dipl. ing.	Brahegatan 9 A
Otterström, Bengt	Dipl. ing.	St. Tavastgatan 28
Passinen, Kaapo	Dipl. ing.	Köpmansgatan 15 A 7
Pehrman, Gunnar	Prof., fil. dr	V. Strandgatan 17
Petrell, Ingegerd	Dipl. ing.	Oy Medica Ab, Helsingfors
Pettersson, Ragnar	Dipl. ing.	Eriksgatan 6
Qvist, Walter	Prof., fil. dr	Brahegatan 2
Rajalin, Erik	Dipl. ing.	Vattenverket, Hallis
Reims, Kurt B.	Dipl. ing.	Åbo Klädesfabrik
Remmer, Eila	Dipl. ing.	Åbo Akademi
Remmer, Fjalar	Dipl. ing.	Åbo Porslinsfabrik
Ringbom, Anders	Prof., tekn. dr	Vårdbergsgatan 8
Ringvall, Alve	Dipl. ing.	Åbo Tvål Ab,
Sahlberg, Uno	Dipl. ing.	Aningaisgatan 3
Sarlin, Emil	Bergsråd, tekn. dr h. c.	Pargas
Saxén, Arne	Dipl. ing.	Lasarettsgatan 8 B
Schröder, Inga	Med. lic.	Vårdbergsgatan 1
Sjöblom, Lars	Fil. mag.	Sotalaisgatan 4 A 2
Stigell, Jarl	Dipl. ing.	St. Tavastgatan 26
Svahnström, Karl-Erik	Dipl. ing.	Åbo Porslinsfabrik
Söderblom, Arne	Dipl. ing.	Åbo Tvål Ab
Troupp, Angélique	Fil. mag.	Gertrudsgatan 3
Åkermark, Wilhelm	Dipl. ing.	Jeppo
<b>Extra medlemmar:</b>		
Ekelund, Börje	Fil. mag.	Åbo Akademi
Fogel, Karl-Gustaf	Fil. lic.	Åbo Akademi
Johans, Lars	Dipl. ing.	Littois
Pasell, Evert	Dipl. ing.	Pargas
Salin, Jarl	Prof., tekn. dr.	Slottsgatan 36

Rättelser till Finska Kemistsamfundets medlemsförteckning.

Aimonen, Berit Margareta	Fil.mag., fru	Mosabaekav. 42, Mosabaeka, H:fors
(f. Nylund)		
Andersson, Jul.		
Aspelund, Helge	Prof., tekn.dr	Fredsgatan 2, Åbo
Backman, Allan	Dipl.ing.	Ing.firma Edv. Larsson, Kungsg. 44 Stockholm, Sverige
Blomqvist, Holger	Dipl.ing.	Skellefteå, Sverige
Buch, Kurt	Prof., fil.dr	Rönnvägen 50, H:fors
Casagrande, Vittorio	Dipl.ing.	Jalostaja Oy., Åbo
Danielsson, Ingvar	Fil.kand.	Åbo Akademi, Åbo
Fors, Bengt	Tekn.dr	Pargas Kalkbergs Ab, Pargas
Gripenberg, Jarl	Tekn.dr	Rönnvägen 12-14
Gustafsson, Olof	Dipl.ing.	Slottsg. 61, Åbo
v. Haartman, Göran	Dipl.ing.	Bofors bruk, Karlskoga, Sverige
Hausen, Hans	Prof., fil.dr	Vårdbergsgatan 8, Åbo
Heikel, Anna	Fil.mag.	Järnverket B 104, Imatrankoski
Hultin, Sven-Olof	Dipl.ing.	Ekono. S. Esplanadgatan 14, H:fors
Jansson, Ossian	Dipl.ing.	Nylandsg. 8, 4, Åbo
Kajander, Lisa	Fil.mag., fru	Klockringareg. 15, Åbo
Kivalo, Pekka	Dipl.ing.	Braheg. 4, Åbo
Le Bell, Casimir	Dipl.ing.	Åbo Kakelfabrik, Åbo
Lonka, Matti	Dipl.ing.	Valutavägen 34, Stockholm 32, Sverige
Otterström, Bengt	Dipl.ing.	Tavastg. 28 C 4, Åbo
Petauder, Sigurd	Dipl.ing.	Oy Star Ab, Pinnink. 53, Tammerfors
Pettersson, Ragnar	Dipl.ing.	Erikskatan 6, Åbo
Rajalin, Erik	Dipl.ing.	Vattenverket Hallis, Åbo
Remmer, Fjalar	Dipl.ing.	Åbo Porslinsfabrik, Åbo
Remmer, Eila	Dipl.ing.	Gertrudsg. 14, Åbo
Ringbom, Anders	Prof., tekn.dr	Vårdbergsg. 8, Åbo
Ringvall, Alve	Dipl.ing.	Oy Åbo Tvål Ab, Åbo
Sahlberg, Uno	Dipl.ing.	Aningaisg. 3, Åbo
Söderblom, Arne	Dipl.ing.	Kaskisg. 11, Åbo
Akermark, Wilhelm	Dipl.ing.	Jeppo

Centralrådet för Finlands kemister har beslutat att sammankalla ett kemistmöte i Helsingfors den 14—15 november 1952. Programmet kommer att upptaga 4 å 5 föredrag och 8 kortare referat från olika områden inom kemin, men närmare detaljer är ännu inte kända. Ett cirkulär kommer att utsändas till samfundets medlemmar. Som sekreterare för mötet fungerar dr Yrjö Hentola.

Vid Kemiska Sällskapetets möte i Åbo den 25 april 1952 utsågs professor dr F. W. Klingstedt från Kuusankoski till hedersledamot i Sällskapet.

Prenumerationspriset för Acta Chemica Scandinavica utgör Fmk 1 950: — per år, men Samfundets medlemmar erhåller 50% rabatt. Beställningarna sändas under adress: Harald Nyberg, Topeliusg. 37, Helsingfors.

## XIIIth International Congress of Pure and Applied Chemistry

Stockholm July 29th—August 4th and

Uppsala August 5th—7th 1953

The Congress will comprise a Physical Chemistry Section and a Symposium on the Chemistry of Wood and Wood Constituents, both in Stockholm from July 29th to August 4th and a Symposium on Macromolecules in Uppsala from August 5th to 7th.

The Members of Congress can take part in the meetings of following groups:

### Physical Chemistry Section

- |  |   |
|--|---|
| 11. Chemical Thermodynamics and Thermochemistry. | 14. Chemical Kinetics.                  |
| 12. Electrochemistry.                            | 15. Other fields of Physical Chemistry. |
| 13. Surface Chemistry and Colloid Chemistry.     |   |

### Symposium on the Chemistry of Wood and Wood Constituents

- |  |   |
|--|---|
| 21. Structural Chemistry of Wood Constituents.               | 22. The Chemistry of Cellulose and Hemicellulose. |
|  | 23. The Chemistry of Lignin.                      |
| 31. Symposium on Macromolecules (in Uppsala August 5th—7th). |   |

First Circular and preliminary application forms can be obtained from

## XIIIth International Congress of Pure and Applied Chemistry

STOCKHOLM 70

# BECKMAN- pH-mätare

Modell H2



- Nätansluten
- Lättskött och absolut stabil
- Noggrannhet  $\pm 0,03$  pH
- Glaselektrodens hållbarhet obegränsad vid normal användning



**G. W. B E R G & C o**

Helsingfors · Fabiansg. 14 · Tel. 11 541 Central