

OVER DE VERHOUDING DER GELEIDINGS- COEFFICIENTEN VOOR WARMTE EN ELECTRICITEIT

DOOR

G. J. W. BREMER.

In het jaar 1853 kwamen WIEDEMANN en FRANZ door hun onderzoekingen over het geleidend vermogen der warmte reeds tot het besluit, dat de metalen nagenoeg hetzelfde geleidingsvermogen hebben voor warmte als voor electriciteit. JAEGER en DIESELHORST gaven in 1899 de volgende tabel voor de verhouding dezer constanten bij 18° en 100° C. 1) k = geleidingscoëff. voor de warmte, σ = geleidingscoëff. voor electriciteit: (Zie tabel volgende bladz.)

De electronentheorie geeft rekenschap van deze merkwaardige betrekking 2), maar zij voert tot het besluit, dat men werkelijk voor alle metalen hetzelfde getal moet krijgen.

In de theorie van LORENTZ worden alle metaalatomen gerekend een oneindig groote massa te hebben tegenover de electronen en tevens wordt aangenomen, dat zij in rust verkeerden. Hierdoor is het voorop gesteld, dat het atoomgewicht van het metaal geen invloed heeft. REINGANUM oordeelde, dat het nu doelmatig was empirisch een betrekking te zoeken tusschen $\frac{k}{\sigma}$ en andere physische eigenschappen.

Reeds spoedig na de ontdekking van de wet van WIEDEMANN en

1) Berl. Berichte 1829, p. 719.

De cijfers in de hier bijgevoegde tabel zijn overgenomen uit »Ergebnisse und Probleme der Electronentheorie« van H. A. Lorentz.

2) Zie 4e afl. van dezen jaargang, p. 103.

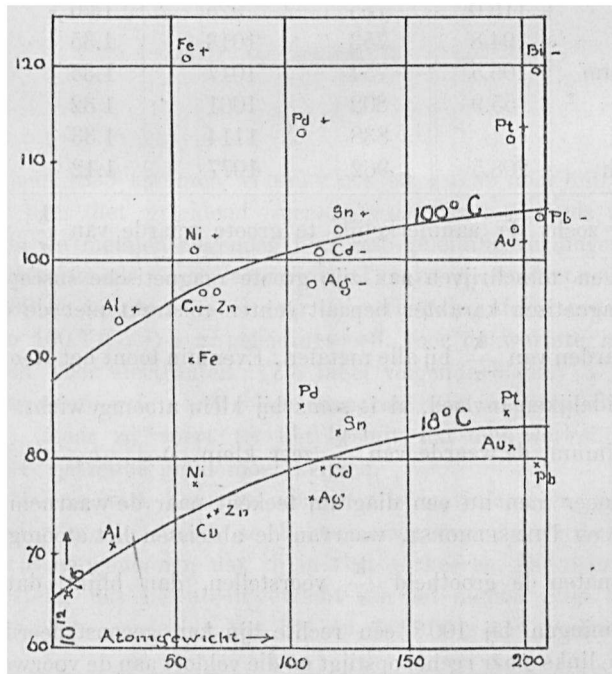
	atoom- gewicht	$\frac{k}{\sigma} \cdot 10^{-8}$ bij $t = 18^\circ$	$\frac{k}{\sigma} \cdot 10^{-8}$ bij $t = 100^\circ$	$\left(\frac{k}{\sigma}\right)_{100^\circ} : \left(\frac{k}{\sigma}\right)_{18^\circ}$
Aluminium	O = 16	636	844	1.33
koper II	27.1	665	862	1.30
koper III	63.6	671	871	1.30
zilver	107.93	686	881	1.28
goud	197.2	727	925	1.27
nikkel	58.7	699	906	1.30
zink	65.4	672	867	1.29
cadmium	112.4	706	905	1.28
lood	206.9	715	935	1.31
tin	119.0	735	925	1.26
platina	194.8	753	1013	1.35
palladium	106.5	754	1017	1.35
ijzer I	55.9	802	1061	1.32
ijzer II		838	1114	1.33
bismuth	208.5	962	1077	1.12

FRANZ zoekt de aanmerkelijk te groote waarde van $\frac{k}{\sigma}$ voor ijzer te mogen toeschrijven aan zijn groote magnetische susceptibiliteit. Het magnetisch karakter bepaalt echter volstrekt niet de opvolging der waarden van $\frac{k}{\sigma}$ bij alle metalen. Evenmin toont het atoomgewicht een duidelijken invloed, al is soms bij klein atoomgewicht, zooals bij aluminium, de waarde van $\frac{k}{\sigma}$ zeer klein. 1)

Wanneer men nu een diagram teekent naar de waarnemingen van JAEGER en DIESSELHORST, waarvan de abscissen het atoomgewicht en de ordinaten de grootheid $\frac{k}{\sigma}$ voorstellen, dan blijkt, dat voor de waarnemingen bij 100° een rechte lijn kan geconstrueerd worden, die van links naar rechts opstijgt en die voldoet aan de voorwaarde, dat $\frac{k}{\sigma}$ voor alle paramagnetische stoffen boven die lijn ligt, voor alle diamagnetische stoffen (behalve bismuth) daaronder. Hieruit volgt, dat zoowel het atoomgewicht als het magnetisch karakter invloed heeft op

1) Voor het gemakkelijk overzicht is hier aan de tabel van Jaeger en Diesselhorst een kolom met de atoomgewichten der metalen toegevoegd.

$\frac{k}{\sigma}$. Voor de waarnemingen bij 18° voldeed de rechte lijn niet. REINGANUM kon echter een kromme lijn van den tweeden graad construeeren, die in beide gevallen voorziet, zoodat dus $\frac{k}{\sigma}$ voor de paramagnetische stoffen boven deze kromme lijn ligt en voor de diamagnetische (behalve bismuth) daar beneden. De bovenste kromme lijn geldt voor de waarnemingen bij 100° , de onderste voor die bij 18° . De paramagnetische stoffen zijn bij de bovenste kromme lijn met een $+$ teeken voorzien, de diamagnetische met het $-$ teeken. De afwijkingen van de kromme geven zelfs ten naastenbij een maat voor de relatieve grootte van het paramagnetisme en het diamagnetisme.



Om de betrekking tusschen de grootte van deze afwijkingen en die van het paramagnetisme of diamagnetisme aan te geven dient nog deze tabel. (Zie volgende bladz.)

De tweede kolom geeft de afwijking van de kromme Δ bij 100° , vermenigvuldigd met 10^1 , de derde kolom de susceptibiliteit, vermenigvuldigd met 10^6 .

	$10^{12} \cdot \Delta$	$10^6 \cdot k$		$10^{12} \cdot \Delta$	$10^6 \cdot k$
Al	+ 1.6	+ 1.7	Pb	— 1.1	— 1.03
Cu	— 0.9	— 0.82	Sn	+ 0.6	+ 0.46
Ag	— 3.2	— 1.5	Pt	+ 8.0	+ 29
Au	— 1.75	— 3.07	Pd	+ 12.0	+ 58
Ni	+ 4.0	+ +	Fe	+ 24.2	+ +
Zn	— 1.0	— 0.83	Bi	+ 14.9	— 14
Cd	— 0.9	— 1.16			

Behalve voor bismuth hebben de getallen steeds hetzelfde voortteeken. Als de susceptibiliteit klein is, dan schijnt er evenredigheid tusschen Δ en k te zijn. Bij nikkel en staal is de susceptibiliteit buitengewoon groot; hier blijkt Δ meer een maat te zijn voor de susceptibiliteit dezer metalen in hun verbindingen.

Een analoge kromme lijn kan men verkrijgen naar de waarnemingen van L. LORENZ. Deze bevatten een metaal, dat door JAEGER en DIESELHORST niet onderzocht is, n.l. magnesium. Het atoomgewicht daarvan is klein (24,36), zoodat men een kleine waarde mag verwachten voor $\frac{k}{\sigma}$. Het is paramagnetisch en moet dus boven de kromme lijn liggen. Beide is werkelijk het geval, zoodat REINGANUM hierin een steun ziet voor zijn meening.

Wat de verklaring der regelmatigheid betreft, zoo denkt R., dat de afhankelijkheid van het atoomgewicht in kinetische gronden gezocht moet worden. Voor den invloed van de susceptibiliteit zou de volgende verklaring in aanmerking kunnen komen. Rondom de atomen der paramagnetische stoffen stroomden de electronen in cirkelvormige banen, die door uitwendige magnetische krachten kunnen gericht worden. Daar deze electronen aan hun plaats gebonden zijn, kunnen zij weinig of niets aanbrengen tot de geleiding van de electriciteit, maar, door botsing tegen naburige moleculen, kunnen zij wel de warmte geleiden. Hoe sterker paramagnetisch een stof is, des te meer bevat zij van die electronen, die in cirkelvormige banen loopen. In dit geval is het aantal electronen, die bijdragen tot de geleiding van warmte, grooter dan dat, hetwelk de electriciteitsgeleiding veroorzaakt. Daarom is dan $\frac{k}{\sigma}$ grooter.

Diamagnetisme zou men dan kunnen opvatten als een gebrek aan zulke atomen.

Intusschen vormt bismuth een uitzondering; want hoewel dit metaal sterk diamagnetisch is, zoo ligt $\frac{k}{\sigma}$ hiervan ver boven de kromme lijn. Dit metaal toont echter nog een bijzonderheid, dat namelijk zijn geleidend vermogen voor een wisselstroom grooter is dan voor een onafgebroken stroom. Voor korten tijd gaf GANS daarvan een verklaring door aan te nemen, dat bismuth gebonden electronen heeft, die daarom slechts bij zeer kort durende electriche stroomen iets kunnen bijdragen tot het geleidend vermogen. Neemt men zulke electronen aan, dan kan de groote waarde van $\frac{k}{\sigma}$ bij bismuth verklaard worden, als men oordeelt, dat deze electronen wel kunnen bijdragen tot geleiding der warmte, maar niet tot geleiding van constante stroomen. Het zeer groote diamagnetisme van bismuth zou dan het gevolg daarvan kunnen zijn, dat bij het brengen van het metaal in een magnetisch veld cirkelvormige stroomen van deze gebonden electronen geïnduceerd worden. Het gewone diamagnetisme zou dan ook wel ontstaan zijn door geïnduceerde stroomen, maar deze zouden te voorschijn geroepen worden in electronen, die nauwer met het atoom (weng zum Atom gehörig) verbonden zijn.

(M. REINGANUM. *Berichte der Deutsch. physik. Gesellschaft*. 1906. p. 593).
