

## Magnetische Untersuchungen an den ferromagnetischen Chromarseniden ( $\text{Cr}_{\approx 0,60}\text{As}_{\approx 0,40}$ )

Von

R. Sobczak

Aus dem Institut für physikalische Chemie der Universität Wien, Österreich

Mit 1 Abbildung

(Eingegangen am 19. Juni 1974)

*Magnetic Measurements on Ferromagnetic Chromiumarsenides*  
( $\text{Cr}_{\approx 0,60}\text{As}_{\approx 0,40}$ )

The magnetic susceptibilities of Chromiumarsenide  $\text{Cr}_{\approx 0,60}\text{As}_{\approx 0,40}$  have been measured in the ferromagnetic and paramagnetic region in the range between 80 °K and 1000 °K.

### Einleitung

Hinweise auf die Existenz einer Phase im Bereich von 40 At% As finden sich schon sehr früh<sup>1</sup>. Eine genaue Bestimmung der Kristallstruktur wurde aber erst in jüngster Zeit durchgeführt<sup>2</sup>. Eine ausführliche magnetische Untersuchung wurde nicht zuletzt dadurch angeregt, daß diese Phase bei Untersuchungen anderer Chromarsenide als ferromagnetische Beimengung festgestellt werden konnte. Um die entsprechenden Meßdaten interpretieren zu können, ist es notwendig, den ferromagnetischen Beitrag genau zu ermitteln.

### Probenvorbereitung und experimentelle Technik

Für die magnetische Messung stand eine schon früher beschriebene Pendelwaage im angegebenen Temperaturbereich zur Verfügung<sup>3</sup>. Mit dieser Anordnung kann auch über die Beziehung  $M = H \chi$  die im ferromagnetischen Zustand wichtige Sättigungsmagnetisierung indirekt gemessen werden. Es muß aber darauf geachtet werden, daß der für die Kraftwirkung auf die Probe wichtige Gradient  $\frac{dH}{dx}$  durch die ferromagnetische Probe nicht verändert wird. Im anderen Fall würden die Eichgrößen der Apparatur und damit die Meßresultate verfälscht werden. Man vermeidet das am einfachsten durch Verdünnung der Probe mit geeigneten diamagnetischen Substanzen (Gips,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). In einer Einwaage von

10 mg waren ungefähr 0,1—0,2 mg der ferromagnetischen Phase fein verteilt. Versuche mit Fe, Co und Ni lieferten Magnetisierungswerte, die in ausgezeichneter Übereinstimmung mit den Literaturwerten stehen.

Da die Magnetisierung pro Volumeneinheit meist in  $\frac{V_S}{m^2}$  angegeben wird, wurden die cgs-Werte in mksA-Werte umgerechnet\*.

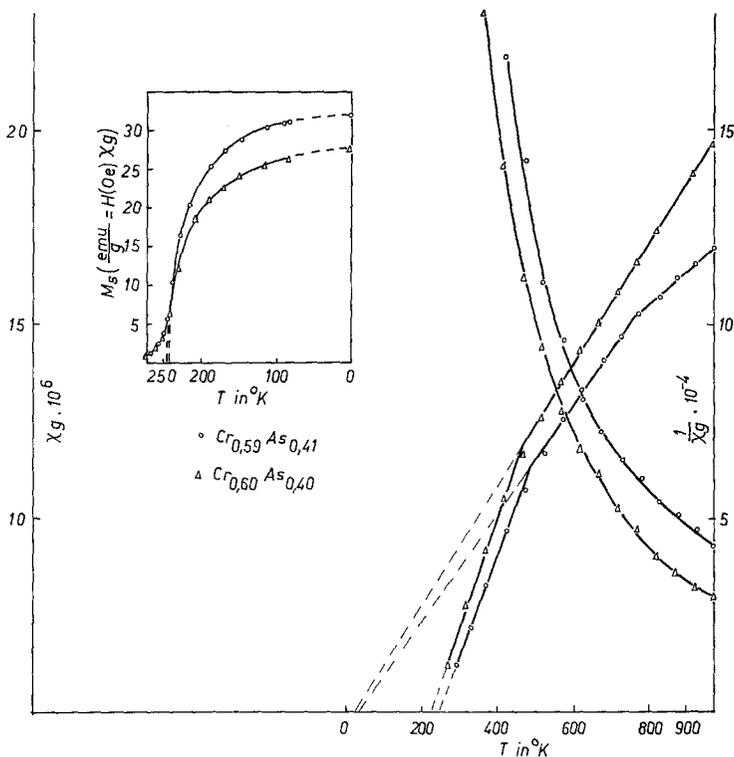


Abb. 1

Für die magnetischen Messungen oberhalb der Curiepunkte wurden die Proben unverdünnt in Quarzampullen eingeschmolzen. Da sich die Proben bei Messungen über 700 °C hinaus irreversibel veränderten (Pulveraufnahmen zeigen ein Phasengemisch), wurde nur bis etwa 700 °C gemessen. Eine Guinier-Hochtemperaturaufnahme bis etwa zu dieser Temperatur zeigt bei 320 °C Änderungen im Linienmuster, die wahrscheinlich mit Knicken in der  $\frac{1}{\chi_g}$  vs.  $T$ -Abhängigkeit zusammenhängen.

$$* \frac{M_S}{V} = \chi_g \left( \frac{\text{emu}}{\text{g}} \right) H \text{ (Oe)} \cdot 1,257 \cdot 10^{-3} \rho \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right); 1,257 \cdot 10^{-3} = \frac{\text{mksA Wert}}{\text{cgs Wert}}$$

## Experimentelle Daten

Die Meßwerte beider Zusammensetzungen gehen aus Abb. 1 hervor. Die aus den  $\frac{1}{\chi_g}$  vs.  $T$ -Geraden berechneten Daten sind unten zusammengefaßt. Die angegebenen ferromagnetischen Curietemperaturen  $\Theta_f$  wurden nach einem Verfahren von *Arrot* ermittelt<sup>4</sup>.

	Zusammensetzung			
	59 At% Cr	41 At% As	60 At% Cr	40 At% As
$C$	0,226		0,229	
$\theta_p$	246°K		238°K	
$\mu_{cr}$	1,75 $\mu_B$		1,76 $\mu_B$	
$2S$	1,02		1,02	

Die  $\frac{1}{\chi_g}$  vs.  $T$ -Abhängigkeit ist hier nicht, wie in den meisten Fällen, eine Gerade, sondern läßt sich in zwei Gerade zerlegen. Zur besseren Anpassung an diese Geraden wird die Suszeptibilität durch ein modifiziertes Curie—Weiß-Gesetz  $\chi_g = A + T \frac{C}{\theta_p}$  beschrieben.  $A$  ist dabei der temperaturunabhängige Teil der Suszeptibilität.

## Diskussion

Da die  $\frac{1}{\chi_g}$  vs.  $T$ -Abhängigkeit von zwei Geraden gebildet wird, erhält man auch zwei verschiedene positive  $\theta_p$ -Werte. Sie können vielleicht mit verschieden starken Wechselwirkungen zwischen den Cr-Ionen in Verbindung gebracht werden. Zur Berechnung der paramagnetischen Momente wurde bei beiden Zusammensetzungen der Teil bis 200 °C herangezogen. Die daraus erhaltenen 1,75  $\mu_B$ /Cr-Ion entsprechen nach der Formel  $\mu_{para} = 2 \sqrt{S(S+1)}$  sehr genau einem ungepaarten Spin am Cr-Ion. Aus der Beziehung  $\frac{M_s}{V} = \frac{N}{V} n \mu_B$  ( $\frac{M_s}{V}$  extrapoliert auf 0° K,  $\frac{N}{V}$  Atomzahldichte,  $n$  Anzahl der Bohrschen Magnetone,  $\mu_B = 1,165 \cdot 10^{-29}$  Vsm) berechnet sich bei 16 Cr-Ionen in der Zelle für  $Cr_{0,59}As_{0,41}$   $\mu_{ferro} = 0,57 \mu_B$ , für  $Cr_{0,60}As_{0,40}$   $\mu_{ferro} = 0,53 \mu_B$ . Vergleicht man die aus diesen Werten über  $\mu_{ferro} = 2S$  gewonnenen Spinwerte mit den aus der Curiekonstanten berechneten, so zeigt sich eine starke Abweichung. Die Ursache dafür kann in einer nur teilweisen Ordnung der Cr-Ionen gesucht werden.

Herrn Professor Dr. *H. Nowotny* danke ich herzlich für wertvolle Diskussionen.

### Literatur

- <sup>1</sup> *H. Nowotny* und *O. Årstad*, Z. Physik. Chem. **38**, 461 (1938).
- <sup>2</sup> *H. E. Baurecht*, *H. Boller* und *H. Nowotny*, Mh. Chem. **101**, 1669 (1970).
- <sup>3</sup> *R. Sobczak* und *H. Bittner*, Rev. Chim. minér. **1969**, 983.
- <sup>4</sup> *A. Arrot*, Phys. Rev. **108**, 1394 (1957).

*Dr. R. Sobczak*  
*Institut für Physikalische Chemie*  
*Währinger Straße 42*  
*A-1090 Wien*  
*Österreich*