

Magnetisirungszahlen anorganischer Verbindungen

von

Dr. **Stefan Meyer.**

Aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1899.)

Nachdem ich vor Kurzem einen grossen Theil der Suszeptibilitätscoefficienten der Elemente bestimmt habe,¹ habe ich nun in gleicher Weise mittelst der Wage eine Reihe anorganischer Verbindungen in Pulverform untersucht, wobei wieder Quecksilber als Bezugsstoff diente.

Die angewandte Methode ist freilich nur vollständig richtig, solange die Substanzen, welche im Gläschen in das Feld hereinhängen, selbst schwach magnetisch sind und die magnetische Kraftlinienvertheilung nicht wesentlich alteriren. Bei stärker magnetischen Körpern wird das Feld wohl etwas geändert, ich habe aber dennoch bei einigen Substanzen, wie den Verbindungen von Erbium, Gadolinium etc. dieselbe Anordnung beibehalten, in der Überzeugung, dass die eventuellen uncontrolirbaren Verunreinigungen der Substanzen von weit grösserem Einflusse sein können, als die durch die Versuchsanordnung bedingten Fehler.

Die Suszeptibilitätscoefficienten der stark paramagnetischen Verbindungen machen sonach bezüglich ihrer absoluten Grösse keinen Anspruch auf völlige Genauigkeit, doch genügen eben

¹ Diese Sitzungsber., 108 (II. a), S. 171.

bei diesen Substanzen die Werthe auch ohne diese Exactheit, um ein deutliches Bild ihres magnetischen Wesens zu erhalten.

Bei der Auswahl des Versuchsmateriales habe ich in erster Linie die Oxyde, Sulfide und Halogenverbindungen, d. h. Verbindungen aus bloss je zwei Componenten, berücksichtigt, dann aber auch complicirtere Salze untersucht. Dieselben wurden zum Theil von Merck, Darmstadt, bezogen, theils mir freundlichst von den Herren Prof. F. Exner, Wien, Prof. G. Goldschmiedt, Prag und Prof. M. Bamberger, Wien überlassen. Einige besonders reine Präparate aus der Gruppe der seltenen Erden verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. B. Brauner, Prag, einige Kupferverbindungen Herrn E. Murmann, Wien. In der Zusammenstellung bedeuten in der letzten Rubrik die Anfangsbuchstaben M., E., G., B., Br. und Mu. die Acquisitionsart.

Die folgenden Tabellen enthalten zunächst das gesammte gewonnene Materiale nach den Elementen, aufsteigend mit dem Atomgewicht, geordnet. In denselben bedeutet μ das Moleculargewicht, g die zur Verwendung gelangte Gewichtsmenge Substanz in Grammen, a die Anzahl von Grammen, die bei gleicher Raumerfüllung auf 1000 cm^3 kämen, gm die Zahl der Grammmoleküle im Liter; ferner ist p der direct an der Wage abgelesene Zug in Grammen, \varkappa die Magnetisirungszahl, k der Molecularmagnetismus für 1 gm im Liter, beide letzteren Werthe in absoluten Einheiten, und t die Versuchstemperatur.

Die Feldstärke betrug in allen Fällen rund 10.000 [C. G. S.].

Bei Stickstoff, Sauerstoff und den Halogenen sind die Verbindungen nicht unter diesen Elementen, sondern vertheilt bei den zweiten Bestandtheilen eingetragen.

Beifügung eines Sternes * zur Formel besagt, dass die Substanz vor der Messung über Schwefelsäure getrocknet wurde, zwei Sterne ** bedeuten, dass die Verbindung in Form kleiner Kryställchen vorlag. Ein Fragezeichen deutet an, dass vermuthlich Verunreinigungen das Resultat beeinflusst haben.

| Substanz | μ | g | a | gm | p | $\alpha \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|--|-------|----------------|------------|-------------|--------------------|---------------------|------------------|----------|-----------------|
| Li_2O | 20·1 | 0·795 | 753 | 37·5 | -0·0120 | -0·350 | -0·0093 | 20° | M. |
| LiCl^* | 42·5 | 1·020 | 973 | 22·6 | -0·0154 | -0·449 | -0·020 | 17 | B. |
| Li_2CO_3 | 74·0 | 0·817 0·519 | 788 494 | 10·7 6·7 | -0·0069 -0·0041 | -0·230 -0·119 | -0·022 -0·018 | 15 16 | E. G. |
| Li_2SO_4^* | 110 1 | 1·430 | 1362 | 12·4 | -0·0164 | -0·478 | -0·039 | 15 | G. |
| $\text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}^{**}$ | 128·2 | 1·053 | 1005 | 7·8 | -0·0114 | -0·338 | -0·043 | 17 | M. |
| LiNO_3 | 69·1 | 1·046 | 991 | 14·3 | -0·0135 | -0·367 | -0·0256 | 19 | B. |
| BeO | 25·1 | 0·242 | 230 | 9·2 | ± 0 | ± 0 | ± 0 | 16 | G. |
| BeO_2H_2 | 43·1 | 0·334 | 318 | 7·4 | ± 0 | ± 0 | ± 0 | 16 | G. |
| BeCl_2 | 79·8 | 1·020 | 983 | 12·3 | -0·014 | -0·463 | -0·038 | 17 | M. |
| BeCO_3 (?) | 69·1 | 0·375 | 357 | 5·2 | +0·0031 | +0·090 | +0·017 | 16 | G. |
| $\text{BeCO}_3 \cdot 2\text{BeO}$ | 119·3 | 0·207 | 197 | 1·7 | -0·0020 | -0·058 | -0·035 | 15 | E. ¹ |
| BeSO_4^* | 105·2 | 0·9475 | 906 | 8·61 | -0·0108 | -0·326 | -0·038 | 18 | M. |
| $\text{BeSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}^{**}$ | 177·2 | 0·815 | 780 | 4·4 | -0·010 | -0·314 | -0·071 | 17 | M. |

¹ Besonders rein, stammt von L. F. Nilson und trägt die Notiz: Gereinigt von Krüss.

| Substanz | μ | g | a | g^m | p | $\alpha \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|-----------------------------|-------|--------|------|-------|---------|---------------------|----------------|-----|-------------|
| B_2O_3 | 70 | 1.026 | 977 | 14.0 | -0.014 | -0.418 | -0.030 | 14 | G. |
| B_4Al_2 (?)..... | 98.2 | 0.776 | 740 | 7.5 | +0.218 | +6.4 | +0.86 | 15 | G. |
| BN..... | 25 | 0.202 | 400 | 16 | ± 0 | ± 0 | ± 0 | 15 | G. |
| $B(OH)_3$ *..... | 62 | 0.746 | 710 | 11.5 | -0.010 | -0.293 | -0.026 | 16 | B. |
| NaOH *..... | 40.1 | 1.002 | 954 | 23.8 | -0.0155 | -0.451 | -0.019 | 17 | B. |
| NaF..... | 42.1 | 1.415 | 1285 | 30.5 | -0.015 | -0.502 | -0.017 | 21 | M. |
| NaCl **..... | 58.5 | 1.346 | 1288 | 22.0 | -0.0174 | -0.521 | -0.024 | 19 | B. |
| NaBr **..... | 103 | 1.424 | 1356 | 13.2 | -0.0174 | -0.506 | -0.038 | 18 | B. |
| NaJ **..... | 150 | 1.934 | 1833 | 12.2 | -0.0196 | -0.572 | -0.047 | 21 | M. |
| Na_2CO_3 | 106.1 | 0.748 | 716 | 6.8 | -0.0044 | -0.132 | -0.020 | 17 | M. |
| $Na_2CO_3 + 10H_2O$ **..... | 286.3 | 0.946 | 905 | 3.2 | -0.014 | -0.420 | -0.133 | 17 | M. |
| MgO..... | 40.4 | 0.288 | 274 | 6.8 | -0.0018 | -0.055 | -0.008 | 17 | B. |
| MgCl ₂ | 95.3 | 0.9545 | 913 | 9.6 | -0.014 | -0.420 | -0.044 | 18 | M. |
| $MgCl_2 + 6H_2O$ *..... | 203.3 | 0.8015 | 766 | 3.8 | -0.0115 | -0.347 | -0.092 | 18 | M. |
| MgBr ₂ **..... | 184.3 | 1.050 | 995 | 5.4 | -0.0154 | -0.449 | -0.083 | 20 | M. |
| MgCO ₃ | 84.4 | 0.997 | 950 | 11.3 | -0.013 | -0.381 | -0.034 | 15 | G. |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|------|------|---------|--------|--------|----|-----|
| MgSO ₄ | 120·4 | 0·987 | 944 | 7·8 | -0·0110 | -0·340 | -0·043 | 18 | M. |
| MgSO ₄ +7H ₂ O**..... | 246·5 | 0·879 | 840 | 3·4 | -0·010 | -0·303 | -0·089 | 20 | M |
| Al ₂ O ₃ | 102·2 | 0·743 | 708 | 6·9 | -0·0095 | -0·279 | -0·040 | 14 | M. |
| AlCl ₃ *..... | 133·2 | 0·9093 | 876 | 6·6 | -0·0126 | -0·416 | -0·063 | 19 | E. |
| AlBr ₃ | 257·0 | 1·232 | 1168 | 4·54 | -0·010 | -0·289 | -0·064 | 19 | M. |
| Al ₂ B ₄ ** (?)..... | 98·2 | 0·776 | 740 | 7·5 | +0·218 | +6·4 | +0·86 | 15 | G. |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | 342·5 | 0·989 | 946 | 2·8 | -0·012 | -0·361 | -0·130 | 18 | M. |
| SiO ₂ 1..... | 60·3 | 0·0748 | 72 | 1·2 | -0·0004 | -0·012 | -0·01 | 15 | G. |
| SiO ₂ 2..... | 60·3 | 1·302 | 1254 | 20·8 | -0·0012 | -0·086 | -0·004 | 15 | |
| SiCu (?)..... | 91·5 | 0·795 | 766 | 8·4 | +0·0451 | +1·492 | +0·178 | 15 | M. |
| P ₂ Cu ₈ | 252·8 | 1·341 | 2680 | 10·6 | -0·010 | -0·50 | -0·047 | 18 | Mu. |
| P ₂ O ₅ 3..... | 142 | 0·4559 | 415 | 2·9 | -0·0051 | -0·149 | -0·051 | 18 | B. |

1 Künstlich.

2 Natürlich.

3 Hier, wie bei einigen anderen hyroskopischen Substanzen, wurde das Gläschen mit einem kleinen Korkte zugestopft und bei der Bestimmung von p der magnetische Werth des Pitopiens entsprechend berücksichtigt.

| Substanz | μ | g | a | g^m | p | $\times 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|--------------------------------|-------|----------------|--------------|-------------|-------------------|------------------|------------------|----------|-------------|
| SCu (?) | 95.7 | 1.706 0.930 | 1631 886 | 17.0 9.3 | +0.3026 +0.054 | +9.07 +1.572 | +0.532 +0.170 | 18 15 | M. G. |
| SCu ₂ | 159.3 | 2.935 | 2665 | 16.7 | -0.0115 | -0.388 | -0.023 | 18 | Mu. |
| S ₃ As ₂ | 246.2 | 2.190 | 2086 | 8.4 | -0.0014 | -0.041 | -0.005 | 18 | M. |
| S ₃ Mo | 192.2 | 0.811 1.470 | 772 1400 | 4.0 7.3 | -0.007 -0.0123 | -0.205 -0.361 | -0.051 -0.050 | 16 15 | B. G. |
| SSn (?) | 150.6 | 2.393 1.268 | 2279 1208 | 15.1 8.0 | +0.270 +0.0016 | +7.85 +0.227 | +0.519 +0.026 | 15 15 | G. M. |
| SBa | 169.4 | 1.736 | 1653 | 9.8 | -0.014 | -0.410 | -0.042 | 18 | B. |
| SHg | 232.4 | 2.914 | 2775 | 12.0 | -0.016 | -0.465 | -0.039 | 16 | G. |
| KFl | 58.2 | 1.271 | 1205 | 20.7 | -0.015 | -0.437 | -0.021 | 21 | M. |
| KCl | 74.6 | 1.245 | 1186 | 15.9 | -0.0194 | -0.566 | -0.035 | 17 | B. |
| KBr | 119.1 | 1.626 | 1477 | 12.4 | -0.0155 | -0.515 | -0.042 | 18 | B. |
| KJ | 166 | 1.742 | 1666 | 10.0 | -0.0174 | -0.521 | -0.052 | 17 | M. |
| CaO | 56 | 1.287 | 1226 | 21.9 | -0.0105 | -0.310 | -0.015 | 16 | B. |
| Ca(OH) ₂ | 74 | 0.752 | 716 | 9.5 | -0.0094 | -0.275 | -0.029 | 16 | B. |
| CaFl ₂ | 78 | 1.173 | 1111 | 14.2 | -0.011 | -0.320 | -0.023 | 19 | M. |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|------|------|----------|---------|---------|----|----|
| CaCl ₂ | 110·9 | 1·240 | 1184 | 10·7 | -0·0149 | - 0·442 | -0·043 | 17 | M. |
| CaCl ₂ +6H ₂ O**..... | 218·9 | 1·115 | 1067 | 4·9 | -0·0154 | - 0·461 | -0·094 | 17 | M. |
| CaSO ₄ | 136·1 | 1·227 | 1173 | 8·6 | -0·0115 | - 0·447 | -0·052 | 17 | M. |
| CaSO ₄ +2H ₂ O..... | 172·1 | 0·836 | 800 | 4·7 | -0·0094 | - 0·290 | -0·062 | 17 | M. |
| Sc ₂ O ₃ ¹ | 136·2 | 0·081 | 185 | 1·4 | -0·0001 | - 0·006 | -0·004 | 17 | E. |
| Sc(NO ₃) ₃ ² | 230 | 0·03 | -- | -- | ±0 | ± 0 | ±0 | 21 | E. |
| TiO ₂ | 80·1 | 1·000 | 952 | 11·9 | + 0·0126 | + 0·37 | + 0·031 | 15 | M. |
| Ti ₁₀ C ₂ N ₈ (?)..... | 617·3 | 2·472 | 2343 | 3·80 | +14·49 | +420·9 | +117·5 | 20 | B. |
| V ₂ O ₅ | 182·4 | 1·785 | 1692 | 9·28 | +0·055 | + 1·60 | +0·173 | 20 | B. |
| VO ₃ NH ₄ | 117·3 | 0·821 | 782 | 6·7 | +0·0022 | + 0·064 | +0·010 | 15 | G. |
| Cr ₂ O ₃ | 152·2 | 1·8115 | 1725 | 11·3 | +1·408 | +41·0 | +3·62 | 17 | B. |
| CrO ₄ H ₂ **..... | 118·1 | 1·185 | 1129 | 9·6 | +0·0214 | + 0·623 | +0·065 | 17 | B. |
| CrCl ₂ | 133·0 | 0·710 | 685 | 5·2 | +0·975 | +31·8 | +6·18 | 19 | M. |
| Cr ₂ Cl ₃ | 210·6 | 1·136 | 1032 | 4·9 | +1·0625 | +35·48 | +7·24 | 18 | M. |

¹ Vergl. diese Sitzungsber., 108, II. a, S. 183.² Formel unsicher, die Substanz, aus der vorhergehenden gewonnen, bildet sehr hygroskopische Kriställchen.

| Substanz | μ | g | a | gm | p | $x \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|---|-------|----------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------|-----------------------|
| MnO ₂ | 87 | 2·078 | 1979 | 22·6 | + 1·846 | + 53·75 | + 2·38 | 17 | B. |
| FeO 1..... | 72 | 0·612 | 860 | 12 | + 157·4 | + 6474 | + 540 | 17 | E. |
| Fe ₂ O ₃ | 160 | 0·542 0·939 | 519 890 | 3·2 5·6 | + 1·963 + 4·42 | + 56·9 + 128·3 | + 17·6 + 23·0 | 18 21 | E. ² M. |
| FeSO ₄ +7H ₂ O..... | 278 | 1·135 | 1076 | 3·87 | + 1·60 | + 46·5 | + 12·0 | 19 | M. |
| Co ₂ O ₃ | 166 | 1·563 | 1482 | 8·9 | + 2·17 | + 62·9 | + 7·05 | 21 | M. |
| Co ₃ O ₄ | 241 | 2·288 | 2179 | 9·0 | + 6·70 | + 195·0 | + 21·6 | 15 | B. |
| NiO..... | 74·7 | 0·691 | 655 | 8·8 | + 1·04 | + 30·1 | + 3·44 | 21 | M. |
| Ni ₂ O ₃ ³ | 165·4 | 2·475 | 2357 | 14·3 | + 0·763 | + 22·2 | + 1·55 | 15 | B. |
| CuO (?)..... | 79·6 | 0·981 | 934 | 11·7 | + 0·0986 | + 2·90 | + 0·247 | 16 | M. |
| Cu ₂ O (?)..... | 143·2 | 1·733 | 1650 | 11·5 | + 0·0416 | + 1·21 | + 0·105 | 16 | M. |
| CuS (?)..... | 95·7 | 1·706 0·930 | 1631 886 | 17·0 9·3 | + 0·3026 + 0·054 | + 9·07 + 1·572 | + 0·532 + 0·170 | 18 15 | M. G. |
| Cu ₂ S..... | 159·3 | 2·935 | 2665 | 16·7 | + 0·0115 | + 0·388 | — | 18 | Mu. |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|------|------|---------|--------|--------|----|-----|
| CuSi (?) | 91·5 | 0·795 | 766 | 8·4 | +0·0451 | +1·492 | +0·178 | 15 | M. |
| Cu ₃ Se | 206·3 | 3·393 | 3082 | 14·5 | -0·0135 | -0·450 | -0·031 | 18 | Mu. |
| Cu ₃ P ₂ | 252·8 | 1·341 | 2680 | 10·6 | -0·010 | -0·50 | -0·047 | 18 | Mu. |
| CuCl ₂ +H ₂ O (?) | 170·5 | 1·434 | 1371 | 8·0 | +0·2766 | +8·29 | -1·031 | 17 | M. |
| CuBr ₂ (?) | 223·5 | 2·624 | 2509 | 11·2 | +0·204 | +6·13 | +0·546 | 18 | M. |
| CuCl ₂ ·3CuO+4H ₂ O (?) | 445·3 | 1·954 | 1861 | 4·2 | +0·055 | +1·601 | +0·383 | 18 | B. |
| CuSO ₄ (?) | 159·7 | 1·336 | 1272 | 8·0 | +0·222 | +6·47 | +0·81 | 13 | G. |
| CuSO ₄ +5H ₂ O (?) | 249·7 | 1·373 | 1313 | 5·2 | +0·208 | +6·23 | +1·19 | 18 | M. |
| ZnO | 81·4 | 1·567 | 1492 | 18·3 | -0·0132 | -0·388 | -0·021 | 16 | B. |
| ZnO ₂ H ₂ | 99·4 | 1·326 | 1269 | 13·8 | -0·0194 | -0·583 | -0·042 | 18 | B. |
| ZnBr ₂ | 225·3 | 2·025 | 1919 | 8·52 | -0·021 | -0·613 | -0·072 | 19 | B. |
| As ₂ O ₃ | 198 | 2·522 | 2402 | 12·1 | -0·017 | -0·494 | -0·041 | 18 | M. |
| As ₂ S ₃ | 246·2 | 2·190 | 2086 | 8·4 | -0·0014 | -0·041 | -0·005 | 18 | M. |

1 Die Messungen in dieser Gruppe sind durch die eingangs erwähnten Mängel der Versuchsanordnung stark beeinflusst, doch haben die Werthe mit Rücksicht auf die Vergleichbarkeit mit den übrigen stark magnetischen Substanzen hier Platz gefunden.

2 Durch starkes Glühen an der Luft aus dem FeO erhalten, welches besonders rein war.

3 Vermuthlich ein Gemenge verschiedener Oxide.

| Substanz | μ | g | a | g^M | p | $x \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|---|-------|--------|------|-------|---------|----------------|----------------|-----|------------------|
| SeCu ₃ | 206·3 | 3·393 | 3082 | 14·5 | -0·0135 | - 0·450 | -0·031 | 18 | Mu. |
| SeO ₃ H ₂ | 129·1 | 2·098 | 1998 | 15·5 | -0·019 | 0·55 | -0·036 | 18 | B. |
| RbCl..... | 120·6 | 1·002 | 1293 | 10·3 | -0·010 | 0·381 | -0·037 | 19 | M. |
| SrO..... | 103·6 | 1·032 | 983 | 9·5 | -0·0159 | 0·463 | -0·049 | 18 | B. |
| SrO**..... | 103·6 | 1·259 | 1193 | 11·5 | -0·019 | 0·550 | -0·048 | 20 | B. |
| SrFl ₂ | 125·6 | 1·642 | 1556 | 12·4 | -0·014 | 0·408 | -0·033 | 19 | M. |
| SrCl ₂ | 158·5 | 1·246 | 1132 | 7·1 | -0·015 | 0·502 | -0·070 | 20 | M. |
| SrBr ₂ | 247·5 | 1·851 | 1754 | 7·1 | -0·019 | 0·554 | -0·078 | 19 | M. |
| SrJ ₂ | 341·3 | 1·770 | 1678 | 4·92 | -0·020 | 0·582 | -0·118 | 19 | M. |
| Y ₂ O ₃ | 226 | 1·1796 | 1137 | 5·03 | +0·1745 | 5·77 | +1·15 | 15 | Br. ¹ |
| YCl ₃ | 195·2 | 0·303 | 288 | 1·28 | +0·115 | 3·34 | +2·61 | 20 | B. |
| Y ₂ (CO ₃) ₃ +3H ₂ O..... | 412 | 1·189 | 1146 | 5·4 | +0·5146 | +17·02 | +3·18 | 17 | M. |
| ZrO ₂ | 122·4 | 2·5336 | 2441 | 19·9 | -0·0020 | 0·066 | -0·003 | 15 | Br. ² |
| Zr(NO ₃) ₄ +5H ₂ O ² | 428·8 | 1·337 | 1289 | 3·0 | -0·0064 | 0·211 | -0·070 | 18 | E. |
| | | 1·405 | 1354 | 3·16 | -0·0070 | 0·232 | -0·073 | 16 | Br. |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|--------|------|------|---------|--------|--------|----|----|
| Nb_2O_5 | 268 | 0·1846 | 613 | 2·3 | -0·0010 | -0·051 | -0·022 | 20 | M. |
| $Mo_2O_3^{**}$ | 240 | 1·455 | 1386 | 5·8 | -0·0076 | 0·39 | -0·067 | 16 | G. |
| $MoO_4H_2^{**}$ | 162 | 1·249 | 1190 | 7·3 | -0·0004 | 0·012 | -0·002 | 14 | G. |
| MoS_3 | 192·2 | 0·811 | 772 | 4·0 | -0·007 | 0·205 | -0·051 | 16 | B. |
| | | 1·470 | 1400 | 7·3 | -0·0123 | 0·361 | -0·050 | 15 | G. |
| $AgCl^{**}$ | 143·4 | 2·462 | 2345 | 16·4 | -0·0226 | 0·658 | -0·040 | 17 | B. |
| $AgBr$ | 137·5 | 2·444 | 2355 | 12·6 | -0·0184 | 0·610 | -0·049 | 19 | E. |
| AgJ | 243·8 | 2·651 | 2512 | 10·7 | -0·026 | 0·726 | -0·068 | 19 | M. |
| CdO | 128 | 2·881 | 2791 | 21·8 | -0·023 | 0·670 | -0·031 | 15 | B. |
| $CdCl_2$ | 132·9 | 3·180 | 3040 | 16·6 | -0·0254 | 0·761 | -0·046 | 18 | E. |
| $CdBr_2$ | 271·9 | 1·912 | 1828 | 6·7 | -0·0184 | 0·552 | -0·082 | 18 | E. |
| CdJ_2 | 365·7 | 2·884 | 2758 | 7·5 | -0·0896 | 0·675 | -0·090 | 18 | E. |
| $InCl_3$ | 219·8 | 0·8660 | 990 | 4·5 | -0·0084 | 0·310 | -0·069 | 18 | M. |
| In_2S_3 | 324·2 | 0·136 | 530 | 1·64 | -0·0014 | 0·080 | -0·049 | 20 | B. |

¹ Vor der Messung im Platintiegel frisch gegüht.

² Die Formel ist nicht ganz sichergestellt.

| Substanz | μ | g | a | g^H | p | $\kappa \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|--|--------|-------|------|-------|---------|---------------------|----------------|-----|-------------|
| SnO | 134.5 | 1.813 | 1727 | 12.9 | -0.0054 | -0.158 | -0.012 | 17 | M. |
| SnO ₂ | 150.5 | 2.083 | 1984 | 13.2 | -0.0028 | -0.082 | -0.006 | 15 | G. |
| Sn ₂ O ₃ | 285 | 2.411 | 2296 | 8.1 | -0.0214 | -0.614 | -0.076 | 16 | G. |
| SnS (?) | 150.6 | 2.393 | 2279 | 15.1 | +0.270 | +9.85 | +0.519 | 15 | G. |
| SnCl ₂ | 189.4 | 1.268 | 1208 | 8.0 | +0.0016 | +0.227 | +0.026 | 15 | M. |
| SnJ ₃ ** | 372.2 | 1.217 | 1159 | 6.1 | -0.0114 | -0.334 | -0.055 | 18 | B. |
| SnSO ₄ | 214.6 | 1.726 | 1644 | 4.4 | -0.006 | -0.176 | -0.040 | 15 | G. |
| Sb ₂ O ₃ | 288 | 2.080 | 1989 | 9.3 | -0.0154 | -0.461 | -0.050 | 18 | M. |
| TeO ₂ | 159 | 2.412 | 2297 | 8.0 | -0.0114 | -0.334 | -0.042 | 14 | B. |
| TeO ₃ (?) | 175 | 1.737 | 2069 | 13.0 | -0.0064 | -0.230 | -0.018 | 18 | B. |
| TeO ₃ H ₂ | 177 | 1.207 | 1150 | 6.6 | +0.058 | +1.679 | +0.256 | 17 | G. |
| TeO ₄ H ₃ | 193 | 2.813 | 2679 | 15.1 | -0.0174 | -0.506 | -0.034 | 15 | G. |
| | | 1.962 | 1876 | 9.7 | -0.0214 | -0.642 | -0.066 | 18 | B. |
| CsCl | 165.5 | 1.744 | 1680 | 10.0 | -0.014 | -0.47 | -0.047 | 17 | M. |
| Cs ₂ SO ₄ +Al ₂ (SO ₄) ₃ | 704.6 | 1.381 | 1268 | 1.80 | -0.0174 | -0.506 | -0.281 | 15 | G. |
| Cs ₂ SO ₄ +Al ₂ (SO ₄) ₃ +24H ₂ O** | 1137.1 | 1.084 | 1032 | 0.91 | -0.0138 | -0.404 | -0.444 | 14 | G. |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-----------------|--------------|-------------|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|
| BaO | 153·4 | 2·515 | 2285 | 14·9 | -0·008 | -0·236 | -0·016 | 20 | M. |
| BaO ₂ (?) | 169·4 | 1·297 1·6745 | 1235 1601 | 7·3 9·45 | +0·0086 +0·009 | +0 252 +0·270 | +0·035 +0·029 | 18 18 | B. M. |
| Ba(OH) ₂ | 171·4 | 1·536 | 1470 | 8·58 | -0·0120 | -0·361 | -0·042 | 18 | M. |
| BaFl ₂ | 175·4 | 2·183 | 2070 | 11·8 | -0·009 | -0·260 | -0·022 | 19 | M. |
| BaCl ₂ * | 208·3 | 2·140 | 2046 | 9·8 | -0·0217 | -0·643 | -0·066 | 17 | M. |
| BaCl ₂ +2H ₂ O** | 244·3 | 1·910 | 1826 | 7·1 | -0·0184 | -0·552 | -0·078 | 17 | M. |
| BaBr ₂ * | 297·3 | 2·191 | 2077 | 7·0 | -0·0220 | -0·638 | -0·091 | 20 | M. |
| BaJ ₂ +2H ₂ O** | 427·1 | 2·278 | 2154 | 5·04 | -0·022 | -0·638 | -0·127 | 19 | M. |
| BaS | 169·4 | 1·736 | 1653 | 9·8 | -0·014 | -0·410 | -0·042 | 18 | B. |
| La ₂ O ₃ | 324·4 | 1·027 1·024 | 1447 1448 | 4·5 4·4 | +0·0024 +0·0027 | +0·098 +0·111 | +0·022 +0·025 | 15 | Br. ¹ |
| LaCl ₃ * | 244·4 | 1·278 | 1231 | 5·0 | +0·1626 | +5·38 | +1·07 | 15 | E. |
| La(NO ₃) ₃ +2(NH ₄)NO ₃ * | 466 3 | 1·3156 | 1268 | 2·7 | -0·009 | -0·297 | -0·108 | 15 | E. ² |

¹ Die zweite Angabe bezieht sich auf unmittelbar vor der Messung nochmals im Platintiegel frisch geglähte Substanz (weisses Pulver).

² Die Substanz wurde von den Herren F. Exner und E. Haschek bezüglich des Funkenspectrums untersucht und erwies sich als nahezu absolut rein.

| Substanz | μ | g | a | g^m | p | $\kappa \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|--|-------|--------|------|-------|---------|---------------------|----------------|-----|------------------|
| CeO ₂ | 172 | 1·760 | 1700 | 9·9 | +0·0034 | + 0·113 | + 0·011 | 15 | Br. |
| CeCl ₃ * | 246·2 | 1·1174 | 1077 | 4·4 | +0·1573 | + 5·20 | + 1·19 | 19 | M. |
| Ce ₂ (CO ₃) ₃ * | 460 | 0·750 | 714 | 1·6 | +0·175 | + 5·10 | + 3·28 | 15 | G. |
| Ce(CO ₃) ₂ | 260 | 1·072 | 1016 | 3·9 | +0·094 | + 2·73 | + 0·698 | 20 | B. |
| Ce ₂ (SO ₄) ₃ | 568·3 | 1·252 | 1187 | 2·1 | +0·264 | + 7·68 | + 3·68 | 20 | B. |
| Ce(NO ₃) ₃ +2(NH ₄)NO ₃ ** | 468·3 | 1·345 | 1296 | 2·8 | +0·1296 | + 4·28 | + 1·53 | 16 | E. |
| Pr ₂ O ₇ | 672 | 1·3682 | 1319 | 1·96 | +0·512 | + 16·95 | + 8·64 | 15 | Br. ¹ |
| PrCl ₃ | 246·4 | 0·226 | 697 | 2·83 | +0·194 | + 9·52 | + 3·36 | 19 | E. ² |
| Nd ₂ O ₃ | 336 | 0·302 | 524 | 1·56 | +0·2911 | + 13·88 | + 8·9 | 16 | Br. ³ |
| Nd(NO ₃) ₃ +2(NH ₄)NO ₃ * | 490·4 | 1·3205 | 1199 | 2·45 | +0·3125 | + 10·43 | + 4·27 | 18 | E. ⁴ |
| Nd(NO ₃) ₃ +2(NH ₄)NO ₃ +4H ₂ O** | 562·4 | 1·166 | 1059 | 1·88 | +0·220 | + 7·345 | + 3·90 | 18 | E. ⁴ |
| DiCl ₃ * | 248·3 | 1·395 | 1344 | 5·4 | +0·331 | + 10·93 | + 2·02 | 15 | M. ⁵ |
| Sa ₂ O ₃ | 348 | 1·202 | 1160 | 3·33 | +2·023 | + 66·8 | +20·1 | 17 | E. ⁶ |
| Sa(NO ₃) ₃ ** ⁴ | 336 | 0·212 | 610 | 1·82 | +0·433 | + 21·9 | +12·1 | 20 | E. ⁷ |

| | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|------|------|---------|--------|-------|----|------------------|
| Gd ₂ O ₃ | 360·3 | 0·366 | 1344 | 3·73 | +2·65 | +172·0 | +46·3 | 18 | E. ⁸ |
| Gd(NO ₃) ₃ ** 4 | 342 | 0·111 | 439 | 1·28 | +0·422 | +24·7 | +19·3 | 21 | E. ⁷ |
| Er ₂ O ₃ | 380 | 0·949 | 1998 | 5·26 | +8·64 | +417·8 | +79·4 | 15 | E. ⁹ |
| Er ₂ O ₃ | 380 | 0·387 | 812 | 2·14 | +0·1318 | +63·8 | +29·8 | 17 | G. ¹⁰ |
| Er(NO ₃) ₃ +5H ₂ O** | 442 | 1·202 | 1158 | 2·62 | +0·5040 | +16·67 | +6·36 | 16 | M. ¹¹ |
| Er(NO ₃) ₃ +5H ₂ O** | 442 | 0·475 | 970 | 2·2 | +2·23 | +97·9 | +44·5 | 20 | E. ¹² |

1 Schwarzes Pulver.

2 Aus einem Oxyd (schwarzes Pulver), das von Herrn L. F. Nilson stammte.

3 Weisses Pulver, enthält nach Angabe des Herrn B. Brauner noch etwa 3% Pr₂O₃.

4 Die Formel ist nicht ganz sichergestellt.

5 Nach den Ergebnissen der Spectraluntersuchung stark lanthanhaltig.

6 Gelbes Pulver, stammt von Herrn P. T. Cleve.

7 Aus dem vorhergehenden gewonnen.

8 Gelbes Pulver, stammt von L. F. Nilson, der es selbst von Marignac erhielt.

9 Hellrosa Pulver, stammt von P. T. Cleve.

10 Altes Präparat, offenbar ein Gemisch verwandter Erden, gelbes Pulver.

11 Enthält nach der Spectraluntersuchung vorzüglich Yttrium.

12 Aus dem Er₂O₃ von P. T. Cleve.

| Substanz | μ | g | a | gm | p | $\kappa \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | l | Acquisition |
|-------------------------|-------|-------|------|-------|---------|---------------------|----------------|-----|-------------|
| Yb_2O_3 | 394 | 2.676 | 2549 | 6.47 | +2.66 | +77.46 | +11.97 | 17 | E.1 |
| $Yb(NO_3)_3^{**}$ | 359 | 0.215 | 717 | 2.0 | +0.204 | +10.85 | +5.43 | 21 | E.2 |
| $Ta_4O_7H_4$ | 482 | 1.673 | 1586 | 3.29 | +0.0125 | +0.364 | +0.111 | 20 | B. |
| $WO_2(?)$ | 216 | 1.975 | 1881 | 8.71 | +0.0136 | +0.398 | +0.046 | 17 | G. |
| WO_3 | 232 | 1.834 | 1747 | 7.53 | -0.0066 | -0.193 | -0.025 | 17 | G. |
| WO_4H_2 | 250 | 1.920 | 1829 | 7.32 | -0.0056 | -0.164 | -0.022 | 16 | G. |
| $PtCl_3$ | 265.7 | 1.646 | 1568 | 5.9 | -0.0010 | -0.029 | -0.005 | 15 | G. |
| $AuCl_3^{**}$ | 303.6 | 0.853 | 1351 | 4.45 | -0.0116 | -0.455 | -0.102 | 21 | M. |
| HgO | 216.3 | 4.760 | 4533 | 21.0 | -0.0299 | -0.869 | -0.042 | 16 | G. |
| $HgCl$ | 235.8 | 3.550 | 3384 | 14.35 | -0.0210 | -0.613 | -0.043 | 19 | M. |
| $HgCl_2$ | 271.2 | 3.626 | 3468 | 16.5 | -0.027 | -0.654 | -0.040 | 17 | M. |
| Hg_2Br_3 | 360.2 | 1.872 | 1783 | 5.0 | -0.015 | -0.437 | -0.088 | 15 | G. |

| | | | | | | | | | |
|--|-------|--------|------|-------|---------|--------|--------|----|-----------------|
| HgJ ₂ | 454 | 3·178 | 3022 | 6·7 | -0·0264 | -0·771 | -0·116 | 17 | G. |
| HgS | 232·4 | 2·914 | 2775 | 12·0 | -0·016 | -0·465 | -0·039 | 16 | G. |
| Tl ₂ O ₃ | 456·2 | 2·0035 | 1930 | 4·23 | +0·0030 | +0·099 | +0·023 | 17 | M. |
| TlCl | 239·6 | 0·550 | 1240 | 5·22 | -0·0044 | -0·193 | -0·037 | 20 | B. |
| TlCl ₃ | 310·5 | 0·439 | 1108 | 3·57 | -0·0040 | -0·195 | -0·055 | 20 | B. |
| Tl ₂ SO ₄ ** | 504·3 | 1·286 | 2760 | 5·47 | -0·0120 | -0·541 | -0·099 | 20 | B. |
| TlNO ₃ ** | 266·1 | 2·598 | 2463 | 9·26 | -0·0140 | -0·408 | -0·044 | 20 | B. |
| TlClPtCl ₂ | 505·3 | 0·273 | 783 | 1·55 | -0·0040 | -0·205 | -0·132 | 20 | B. ³ |
| PbO ⁵ | 222·9 | 3·662 | 3488 | 15·7 | -0·0130 | -0·381 | -0·024 | 18 | B. |
| Pb ₃ O ₄ | 684·7 | 4·091 | 3896 | 17·5 | -0·0154 | -0·449 | -0·026 | 18 | E. ⁴ |
| PbO ₂ (?) | 238·9 | 3·026 | 2882 | 4·2 | -0·0164 | -0·478 | -0·114 | 18 | B. |
| | | 3·095 | 2948 | 12·34 | +0·1026 | +3·02 | +0·245 | 18 | B. |
| | | 3·350 | 3175 | 13·3 | +0·036 | +1·05 | +0·079 | 19 | M. |

503

¹ Weisses Pulver, stammt von Herrn L. F. Nilson.

² Aus dem vorhergehenden gewonnen, Formel nicht ganz sichergestellt.

³ Formel nicht ganz sichergestellt.

⁴ Schwefelgelbe Modification.

⁵ Bei dieser Gelegenheit sei der Druckfehler in der l. c. angeführten Tabelle der Atomgewichtszahlen, wo unter Pb —0·0248 statt —0·248 für das *k*.10⁶ stehen soll, richtiggestellt.

| Substanz | μ | g | a | gm | p | $\alpha \cdot 10^6$ | $k \cdot 10^6$ | t | Acquisition |
|---|-------|--------|------|------|---------|---------------------|----------------|-----|-------------|
| PbF ₂ | 244.9 | 2.933 | 2792 | 11.4 | -0.0178 | -0.519 | -0.046 | 16 | B. |
| PbCl ₂ ** | 277.8 | 2.306 | 2196 | 7.9 | -0.0184 | -0.535 | -0.068 | 15 | G. |
| PbBr ₂ | 436.8 | 2.541 | 2409 | 5.52 | -0.0180 | -0.525 | -0.095 | 20 | M. |
| PbI ₂ ** | 460.6 | 2.547 | 2414 | 5.24 | -0.0215 | -0.623 | -0.118 | 19 | M. |
| Bi ₂ O ₅ | 497 | 3.342 | 3183 | 6.4 | -0.0138 | -0.404 | -0.063 | 15 | B. |
| BiO ₂ H | 241.5 | 2.897 | 2283 | 9.5 | -0.0134 | -0.390 | -0.041 | 15 | B. |
| BiI ₃ | 589.1 | 3.754 | 3558 | 6.04 | -0.048 | -1.39 | -0.230 | 20 | M. |
| Bi ₂ (CO ₃) ₃ | 597 | 1.719 | 1637 | 2.74 | -0.0074 | -0.217 | -0.079 | 15 | B. |
| ThO ₂ | 264 | 1.1064 | 1066 | 3.8 | -0.0028 | -0.092 | -0.024 | 18 | E. |
| | | 1.861 | 1793 | 6.8 | -0.0027 | -0.089 | -0.013 | 15 | Br. |
| Th(NO ₃) ₄ | 480.2 | 1.7412 | 1678 | 3.5 | -0.0112 | -0.180 | -0.051 | 18 | M. |
| UO ₂ | 271.5 | 2.904 | 2766 | 10.2 | +0.0846 | +2.46 | +0.243 | 16 | G. |
| U ₃ O ₈ | 846.5 | 1.485 | 1414 | 1.67 | +0.012 | +0.351 | +0.210 | 16 | G. |
| UO ₃ | 287.5 | 1.648 | 1570 | 5.49 | +0.005 | +0.146 | +0.027 | 16 | G. |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|------|------|---------|--------|--------|----|-----|
| UCl ₄ | 381·3 | 1·911 | 1811 | 4·75 | -0·002 | -0·060 | -0·013 | 19 | B. |
| UO ₂ (NO ₃) ₂ * | 395·6 | 1·7112 | 1649 | 4·17 | -0·0016 | -0·053 | -0·013 | 15 | E. |
| Polonium-Wismuth-Nitrat | — | 0·0951 | 842 | — | +0·0015 | +0·10 | — | 19 | E.1 |
| Radium-Baryum-Carbonat | — | 0·0296 | 668 | — | +0·0010 | +0·16 | — | 20 | E.1 |

Im Anschluss folgen noch einige Nachtragsbestimmungen an Elementen.

| Substanz | μ | g | a | gm | ρ | $\kappa \cdot 10^5$ | $k \cdot 10^6$ | t |
|---|-------|-------|------|------|---------|---------------------|----------------|-----|
| Rother Phosphor (amorph) | 31 | 1·791 | 1706 | 55·0 | -0·013 | -0·392 | -0·007 | 18 |
| Schwefel (gepulverte Krystalle) | 32·1 | 1·320 | 1263 | 39·4 | -0·144 | -0·431 | -0·011 | 18 |
| Silicium, Krystalle | 28·4 | 0·970 | 933 | 32·9 | +0·0002 | +0·006 | +0·0002 | 16 |
| Magnesium, ² Krystalle | 24·4 | 0·718 | 758 | 31·1 | +0·012 | +0·485 | +0·014 | 20 |

¹ Stammen von Herrn Ph. Curie, Paris.

² Stammen von einer Argondarstellung, wobei sich grössere Mg-Kryställchen ausbilden.

Ferners wurde Kohlenstoff in Form von Diamanten untersucht, von denen mir vier grössere Exemplare, drei helle und ein gelblicher, zur Verfügung standen. Für das spezifische Gewicht $\gamma = 3.52$ ergibt sich $gm = 293$ und fand ich in der Weise, wie dies für kleine Stückchen bereits beschrieben wurde,¹ bei 13°C .

$$\alpha = -1.14 \cdot 10^{-6} \quad \beta = -0.0039 \cdot 10^{-6}.$$

Aus dieser Zusammenstellung lassen sich die folgenden allgemeinen Schlüsse ziehen.

A. Qualitative Beziehungen.

1. Die Verbindung aus zwei diamagnetischen Elementen ist immer diamagnetisch.

Scheinbare Ausnahmen hievon bilden bloss eine Reihe von Kupferverbindungen und Zinnsulfid (Musivgold). Die Kupferverbindungen sind nun im Handel niemals frei von Beimengungen der benachbarten stark magnetischen Metalle, insbesondere von Nickel, erhältlich. Die thatsächlich nahezu absolut reinen Verbindungen, die ich von Herrn E. Murmann erhielt, sind dagegen sämmtlich unzweifelhaft diamagnetisch. Dass man es bei den genannten paramagnetischen Substanzen nicht mit einheitlich definirten Körpern zu thun hat, geht übrigens auch daraus hervor, dass man für die gleiche Verbindung, wenn sie aus verschiedener Quelle stammte, sehr stark verschiedene Werthe erhielt, wie bei CuS und SnS , während andere Materialien, wie Li_2CO_3 , MoS_3 , SrO , $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 + 5\text{H}_2\text{O}$, PbO recht gute Übereinstimmung zeigen.

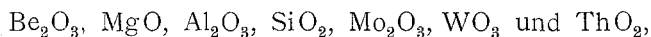
Man kann sonach annehmen, dass überall, wo der angeführte Satz nicht zutrifft, die Abweichungen sich auf Verunreinigungen zurückführen lassen.²

2. Die Verbindung zweier paramagnetischer Componenten ist in der Regel gleichfalls paramagnetisch. Bei schwach magnetischen Elementen kann jedoch hier auch Diamagnetismus entstehen.

¹ L. c. S. 178.

² Immerhin wäre es möglich, dass für Kupfer ganz besondere Verhältnisse vorliegen, worauf bei der Untersuchung an Lösungen und Amalgamen näher eingegangen werden soll.

Beispiele hiefür bilden



wobei zu bemerken ist, dass aus später zu erörternden Gründen nicht anzunehmen ist, dass die positiven Ergebnisse der Magnetisirungszahlen der Metalle in obigen Oxyden durch Verunreinigungen hervorgerufen seien.

Diese Erscheinung scheint mit der Vergrößerung des Atomvolumens bei Eintritt in die Verbindung zusammenzuhängen, worauf im Folgenden noch näher eingegangen werden soll.

Ein directer Rückschluss auf die Qualität eines Elementes ist also aus der Qualität der Verbindung nur bedingungsweise gestattet.¹

3. Es gibt ausser der Gruppe Cr, Mn, Fe, Co, Ni eine Reihe von stark magnetischen Elementen, und zwar La, Ce, Pr, Nd, Yb, Sa, Gd, Er, in aufsteigender Folge stärker werdend. In analogen Verbindungen sind die letztgenannten Elemente, von Praseodym angefangen, ebenso stark oder sogar stärker magnetisch als diejenigen der erstgenannten Gruppe. Erbium, das den Höhepunkt erreicht, ist im Er_2O_3 etwa viermal so stark als Eisen in Fe_2O_3 .²

Dass das früher untersuchte metallische Erbium kaum stärker magnetisch war als das Oxyd, ist so erklärlich, dass mir damals nicht reines Er, sondern eine Legirung von verwandten Elementen vorlag. Wie nun bekanntlich Zusatz von Mangan oder eines anderen paramagnetischen Elementes das k des reinen Eisens sehr beträchtlich herabdrückt, so liegen offenbar ähnliche Verhältnisse auch hier vor. Die inzwischen erfolgte Untersuchung des Funkenspectrums dieses Metalles

¹ Die Schlüsse des Herrn J. Königsberger, Wied. Ann., 66, S. 732 sind demnach für Li, Na, K, Rb, Ca, Sr, Ba und Mg nicht ohne Weiteres zulässig und ergeben für Mg wahrscheinlich ein unrichtiges Resultat.

² Wäre Erbium als reines Metall in gleichem Maasse stärker magnetisch als Eisen, wie es die Oxyde sind, und berücksichtigt man, dass das spezifische Gewicht nur etwa zwei Drittel desjenigen von Eisen ist, so liessen sich aus Erbium Dynamomaschinen und andere Apparate bauen, die sich bei gleicher Leistung auf etwa ein Sechstel des Gewichtes derjenigen aus Eisen reduciren würden.

durch die Herren F. Exner und E. Haschek hat übrigens auch ergeben, dass dieses Materiale vorzüglich Yttrium und Ytterbium enthielt.

4. Von Polonium und Radium lagen mir Spuren in Form von Doppelsalzen, die Herr Curie an die Wiener kaiserl. Akademie der Wissenschaften geschickt hatte, vor. Beide erwiesen sich unzweideutig als paramagnetisch, die quantitativen Angaben sind freilich mit Rücksicht auf die ausserordentlich geringen Mengen nur ganz approximative.

B. Quantitative Beziehungen.

1. Der Molecularmagnetismus k der paramagnetischen Verbindungen ist kleiner als die Summe der Atommagnetismen der Bestandtheile.

Als auffallende Beispiele hiefür dienen die Oxyde der Gruppe Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co und Ni.

Die diamagnetischen Substanzen scheinen sich hingegen in erster Annäherung additiv zu verhalten, wie aus der folgenden Tabelle 1 hervorgeht, in der $k \cdot 10^6$ die gefundenen Werthe, $k' \cdot 10^6$ die aus der Summe $nk_1 \cdot 10^6 + mk_2 \cdot 10^6$ berechneten bedeuten, wenn wir die Verbindung in der Form $C = nA_1 + mA_2$ schreiben. Hiebei wurden der Berechnung diejenigen Werthe von $k \cdot 10^6$ für Ag, Cd, Hg, Pb, Bi, Br und J zu Grunde gelegt, die in der kürzlich gegebenen Tabelle der Atommagnetismen¹ angeführt sind, für S der oben gewonnene Werth und für Cu -0.006 gewählt.

In der Zusammenstellung bezeichnet γ die Dichte, μ das Moleculargewicht, α das Molecularvolumen (α_1 und α_2 beziehungsweise für nA_1 und mA_2).

Man erkennt, dass, wo eine auffällige Vergrößerung des Volumens bei der Verbindung eintritt, wie bei AgJ , HgJ_2 , PbJ_2 die Summe der Atommagnetismen noch hinter dem direct gefundenen Werthe des Diamagnetismus zurückbleibt. Wismuthtrijodid folgt dieser Regel nicht; allerdings lässt sich nicht erweisen, ob das Resultat für diese Substanz nicht durch Verunreinigungen beeinflusst wurde.

¹ Diese Sitzungsber., 108, II. a, S. 184.

Tabelle 1.

| Substanz | $k \cdot 10^6$ | γ | μ | α | Componenten | | α_1 | α_2 | $mk_1 \cdot 10^6$ | $mb_2 \cdot 10^6$ | $k' \cdot 10^6$ | $\alpha_1 + \alpha_2$ |
|-----------------------------|----------------|----------|-------|----------|-------------|--------|------------|------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| | | | | | nA_1 | nA_2 | | | | | | |
| $\text{Cu}_2\text{S} \dots$ | -0.023 | 5.58 | 159.3 | 28.5 | S | 2Cu | 15.7 | 14.2 | -0.011 | -0.012 | -0.023 | 29.9 |
| $\text{AgBr} \dots$ | -0.049 | 6.33 | 187.5 | 29.6 | Ag | Br | 10.2 | 26.9 | -0.016 | -0.033 | -0.049 | 37.1 |
| $\text{AgJ} \dots$ | -0.068 | 5.62 | 234.8 | 41.8 | Ag | J | 10.2 | 25.6 | -0.016 | -0.040 | -0.056 | 35.8 |
| $\text{CdBr}_2 \dots$ | -0.082 | 4.79 | 271.9 | 56.8 | Cd | 2Br | 12.9 | 53.8 | -0.015 | -0.066 | -0.081 | 66.7 |
| $\text{CdJ}_2 \dots$ | -0.090 | 5.98 | 365.7 | 61.2 | Cd | 2J | 12.9 | 51.2 | -0.015 | -0.080 | -0.095 | 64.1 |
| $\text{HgBr}_2 \dots$ | -0.088 | 5.74 | 360.2 | 62.8 | Hg | 2Br | 14.1 | 53.8 | -0.030 | -0.066 | -0.096 | 67.9 |
| $\text{HgJ}_2 \dots$ | -0.116 | 6.26 | 454 | 72.3 | Hg | 2J | 14.1 | 51.2 | -0.030 | -0.080 | -0.110 | 65.3 |
| $\text{PbBr}_2 \dots$ | -0.095 | 6.57 | 436.8 | 66.5 | Pb | 2Br | 18.1 | 53.8 | -0.025 | -0.066 | -0.091 | 71.9 |
| $\text{PbJ}_2 \dots$ | -0.118 | 6.16 | 460.6 | 74.8 | Pb | 2J | 18.1 | 51.2 | -0.025 | -0.080 | -0.105 | 69.3 |
| $\text{BiJ}_3 \dots$ | -0.230 | 5.82 | 589.1 | 101.2 | Bi | 3J | 21.1 | 76.8 | -0.203 | -0.120 | -0.323 | 97.9 |

In den Fällen hingegen, in denen die Summe der Atomvolumina grösser ist als das thatsächliche Volumen der Verbindung, wird die Additivität ziemlich gut erfüllt.

2. Die Halogenverbindungen zeigen ganz bestimmte Regelmässigkeiten, indem, wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, das k für Verbindungen desselben Metalles mit steigendem Atomgewichte wächst.

Es erscheint mir beachtenswerth, dass sich in sämmtlichen Fällen in besserer (Na, K, Ba, Ag, Pb) oder roherer Annäherung die k der Fluoride, Chloride, Bromide und Jodide verhalten wie

$$2 : 3 : 4 : 5.$$

Auch für gleiche Halogenverbindung verschiedener Metalle lassen sich Gesetzmässigkeiten erkennen. So ergibt

| | LiCl | NaCl | KCl | RbCl | CsCl |
|-----------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| $-k \cdot 10^6$ | ...0.020 | 0.024 | 0.035 | 0.037 | 0.047 |

Mit steigendem Atomgewicht des Alkalimetalles steigt auch hier die Magnetisirungszahl.

Es ist fraglich, ob in diesem Falle gleichfalls eine einfache Zahlenbeziehung existirt, doch möchte ich darauf hinweisen, dass für die Relation 2 : 3 : 4 : 5 : 6 die Reihe

$$0.016 \quad 0.024 \quad 0.032 \quad 0.040 \quad 0.048$$

entstünde. Der zu grosse Werth bei LiCl und KCl liesse sich eventuell dadurch erklären, dass die Substanzen nicht ganz wasserfrei gewesen sein mögen.

Regelmässiges Ansteigen des k lässt sich auch sonst, z. B. in der paramagnetischen Gruppe der seltenen Erden zeigen.

| | LaCl ₃ | CeCl ₃ | PrCl ₃ |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| $+k \cdot 10^6$ |1.07 | 1.19 | 3.36 |

3. Mit Rücksicht auf die nahezu erfüllte Additivität lassen sich in erster Annäherung Schlüsse für den Atommagnetismus von Fl und Cl, dann Li, Na, K, Rb, Cs, ferner Ca, Sr, Ba und auch In, für welche Elemente keine directen Angaben vorliegen, ziehen.

Tabelle 2.

| Verbindung | $-k \cdot 10^6$ | Verbindung | $-k \cdot 10^6$ | Verbindung | $-k \cdot 10^6$ | Verbindung | $-k \cdot 10^6$ | Verbindung | $-k \cdot 10^6$ |
|------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| NaFl..... | 0·017 | KFl..... | 0·021 | CaFl ₂ | 0·023 | SrFl ₂ | 0·033 | BaFl ₂ | 0·022 |
| NaCl..... | 0·024 | KCl..... | 0·035 | CaCl ₂ | 0·043 | SrCl ₂ | 0·070 | BaCl ₂ | 0·066 |
| NaBr..... | 0·038 | KBr..... | 0·042 | — | — | SrBr ₂ | 0·078 | BaBr ₂ | 0·091 |
| NaJ..... | 0·047 | KJ..... | 0·052 | — | — | SrJ ₂ | 0·118 | BaJ ₂ | 0·103 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | PbFl ₂ | 0·046 |
| AgCl..... | 0·040 | CdCl ₂ | 0·046 | SnCl ₂ | 0·055 | HgCl ₂ | 0·040 (?) | PbCl ₂ | 0·068 |
| AgBr..... | 0·049 | CdBr ₂ | 0·082 | — | — | HgBr ₂ | 0·088 | PbBr ₂ | 0·095 |
| AgJ..... | 0·068 | CdJ ₂ | 0·090 | SnJ ₂ | 0·040 (?) | HgJ ₂ | 0·116 | PbJ ₂ | 0·118 |

So berechnet sich das $k \cdot 10^6$ für Chlor aus

| | | |
|-------------------------|----|--------|
| AgCl | zu | —0·023 |
| CdCl ₂ | | —0·016 |
| HgCl ₂ | | —0·005 |
| HgCl | | —0·013 |
| AuCl ₃ | | —0·024 |
| PbCl ₂ | | —0·021 |

Die Werthe aus den Quecksilberverbindungen dürften zu gering sein, worauf auch die vorerwähnte Zahlenbeziehung deutet.

In erster Annäherung genügt demnach der Werth —0·02.

Ähnlich erhält man für Fluor in erster Annäherung aus dem Bleifluorid $k \cdot 10^6 = -0·01$.

Berechnet man unter Zugrundelegung dieser Zahlen und der für Brom (—0·033), Jod (—0·040) und Schwefel (—0·011) direct gefundenen Werthe nunmehr weiter die Näherungswerthe der oben angeführten Metalle, so ergibt sich aus der Verbindung mit

| | Fl | Cl | Br | J | S | Mittel für — $k \cdot 10^6$ |
|---------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------------------------|
| Li..... | — | sehr schwach | — | — | — | sehr schwach |
| Na..... | 0·007 | 0·004 | 0·005 | 0·007 | — | 0·006 |
| K..... | 0·011 | 0·015 | 0·009 | 0·012 | — | 0·01 |
| Rb..... | — | 0·017 | — | — | — | 0·02 |
| Cs..... | — | 0·027 | — | — | — | 0·03 |
| Ca..... | 0·003 | 0·003 | — | — | — | 0·003 |
| Sr..... | 0·013 | 0·030 | 0·012 | 0·038 | — | 0·02 |
| Ba..... | 0·002 | 0·026 | 0·010 | 0·023 | 0·026 | 0·02 |
| In..... | — | 0·016 | — | — | 0·009 | 0·01 |

4. In der beiliegenden Tafel sind die Magnetisirungszahlen der Oxyde, und zwar immer auf ein Atom des Metalles reducirt, eingetragen und mit den Atommagnetismen der Elemente zusammengestellt.¹

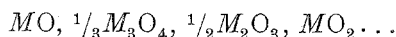
¹ Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, dass in vielen Lehrbüchern der Chemie, wie denjenigen von Dammcr, Kraft u. A. die Kobaltoxyde immer ausdrücklich als unmagnetisch bezeichnet werden, wozu gar keine Veranlassung vorliegt.

Oxydation scheint ganz allgemein das k des Elementes herunterzudrücken, selbst soweit, dass paramagnetische Metalle diamagnetische Oxyde liefern können, wie dies schon oben erwähnt wurde. Die negativen Suszeptibilitätscoefficienten von P, Zn, Cd, Hg, Pb werden noch stärker negativ, trotzdem die positive Natur des Sauerstoffes feststeht.

Ein unmittelbarer Rückschluss lässt sich also aus den Oxyden auf die Elemente nicht ziehen, und es ist daher z. B. die Annahme,¹ dass Scandium diamagnetisch sei, weil Sc_2O_3 einen negativen Werth ergab, nicht berechtigt gewesen.

Hingegen zeigen die Oxyde untereinander deutliche Beziehungen.

Je mehr Einheiten Sauerstoff auf eine Einheit des Metalles kommen, desto stärker wird der Werth des k vermindert. Bezeichnet M das Metall, so nimmt demnach der Molecularmagnetismus in der Reihe



von links nach rechts ab.

Besondere Regelmässigkeiten zeigen die Sesquioxyde insbesondere bei den seltenen Erden. Beachtet man, dass nach dem Gesagten der Suszeptibilitätscoefficient von $\frac{1}{2}\text{Ce}_2\text{O}_3$ grösser sein muss als derjenige von CeO_2 , so gibt die Folge der Oxyde von La, Ce, Pr, Nd, Sa und Gd eine regelmässig ansteigende Reihe.

Speziell lässt sich daraus schliessen, dass das Gadolinium sehr gut an die Stelle eines oder mehrerer Elemente der Triade unterhalb der Ru-, Rh-, Pd-Gruppe passt.

C. Einfluss des Krystallwassers.

Um den Einfluss des Krystallwassers auf das k zu studiren, habe ich die Magnetisirungszahlen einer Reihe von Salzen mit verschiedenem Gehalte an H_2O bestimmt.

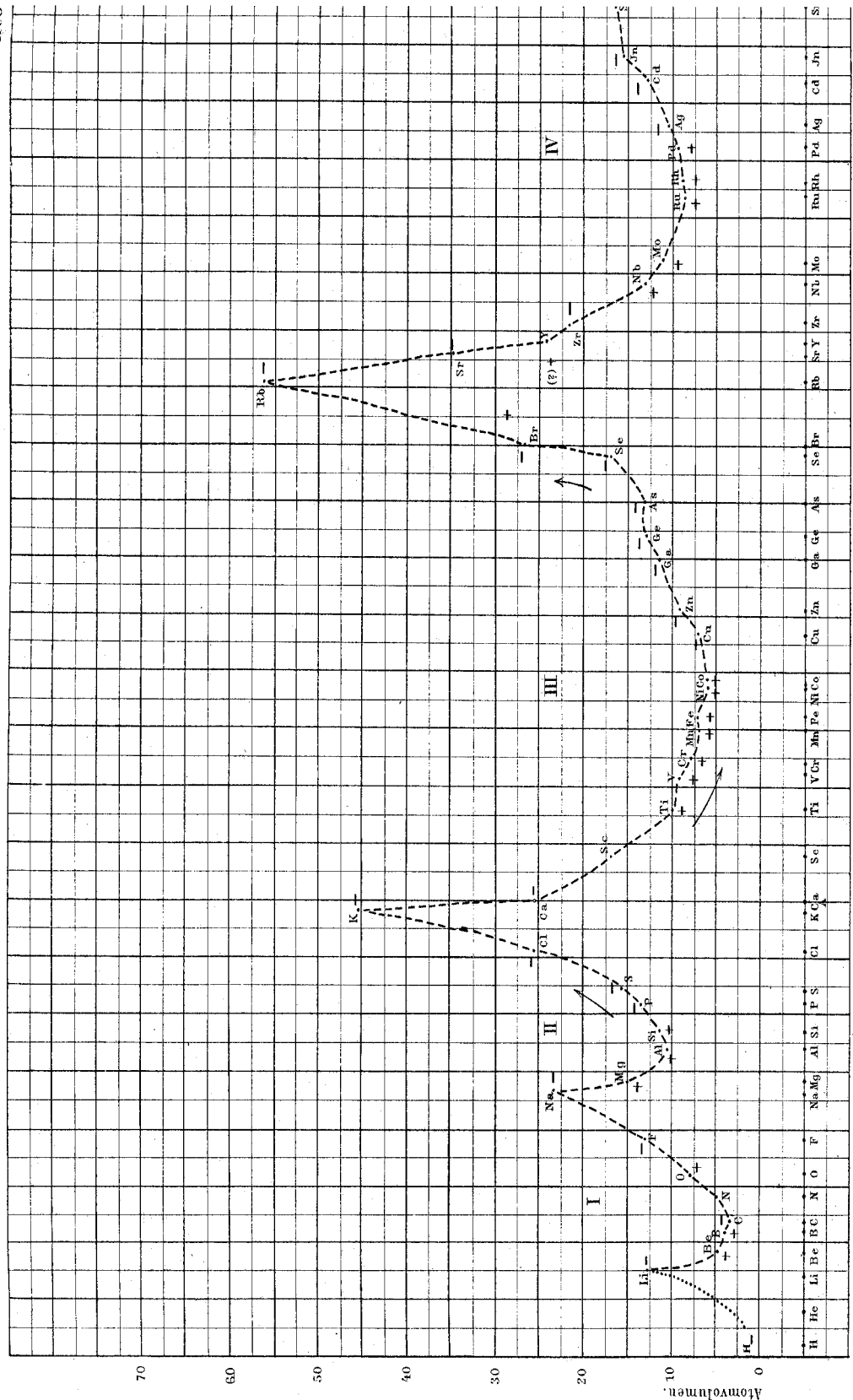
In einem Liter sind $\frac{1000}{18} = 55 \cdot 56$ Gramm-Moleküle H_2O enthalten. Das $\alpha \cdot 10^6$ desselben ist für Zimmertemperatur

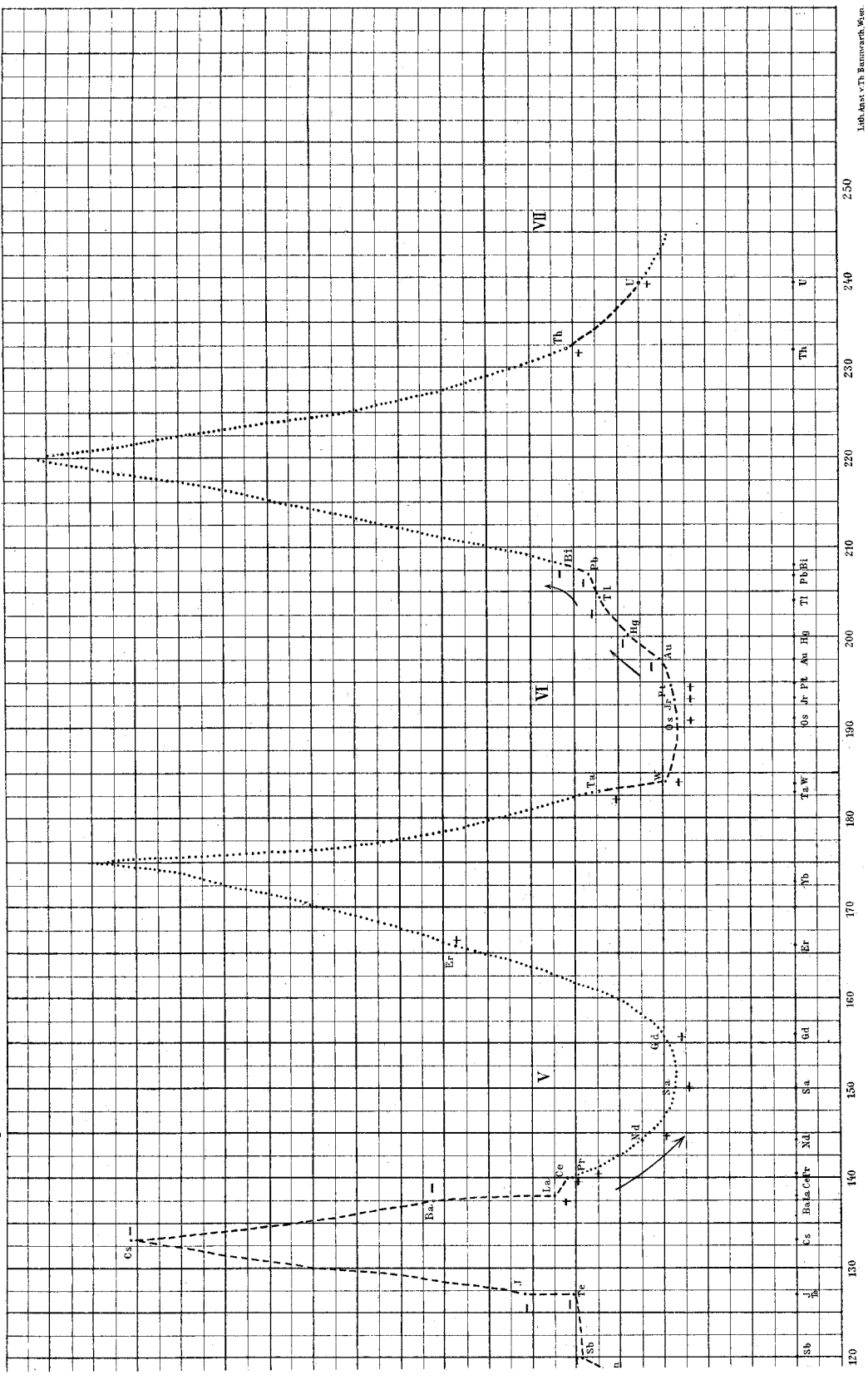
¹ L. c. S. 183.

Tabelle 3.

| Wasserhaltige Substanz | $-k_1 \cdot 10^6$ | Wasserfreie Substanz | $-k_1 \cdot 10^6$ | $-n \cdot k_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 10^6$ | $-(k_1 + n k_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot 10^6$ | $\frac{\Delta}{n}$ |
|---|-------------------|--|-------------------|--|--|--------------------|
| $\text{LiSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 0·043 | LiSO_4 | 0·039 | 0·012 | 0·051 | 0·008 |
| $\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 0·062 | CaSO_4 | 0·052 | 0·024 | 0·076 | 0·007 |
| $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 0·078 | BaCl_2 | 0·066 | 0·024 | 0·090 | 0·006 |
| $\text{BeSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ | 0·071 | BeSO_4 | 0·038 | 0·048 | 0·086 | 0·004 |
| $\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ | 0·092 | MgCl_2 | 0·044 | 0·072 | 0·116 | 0·004 |
| $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ | 0·094 | CaCl_2 | 0·034 | 0·072 | 0·106 | 0·002 |
| $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ | 0·089 | MgSO_4 | 0·043 | 0·084 | 0·127 | 0·005 |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ | 0·133 | Na_2CO_3 | 0·020 | 0·120 | 0·140 | 0·001 |
| $\text{CsSO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ | 0·444 | $\text{CsSO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | 0·281 | 0·288 | 0·569 | 0·005 |

| Substanz | $10^{-6} \cdot M^2$ | p | $100 \frac{p}{M^2}$ | Bemerkungen |
|--------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|---|
| Chromoxyd | 100 | 1.408 | 1.4 | Nicht remanent. |
| Cr ₂ O ₃ | 80 | 1.12 | 1.4 | |
| | 60 | 0.82 | 1.3 | |
| | 38 | 0.53 | 1.4 | |
| Manganoxyd | 99 | 1.85 | 1.9 | Nicht remanent. |
| MnO ₂ | 80 | 1.51 | 1.9 | |
| | 60 | 1.12 | 1.9 | |
| | 38 | 0.73 | 1.9 | |
| Manganchlorid | 101 | 2.64 | 2.61 | Enthielt Krystallwasser. |
| MnCl ₂ | 80 | 2.08 | 2.60 | |
| | 60 | 1.55 | 2.59 | Nicht remanent. |
| | 38 | 1.02 | 2.61 | |
| Eisensulfat | 101 | 1.60 | 1.59 | Nicht remanent. |
| FeSO ₄ +7H ₂ O | 82 | 1.28 | 1.56 | |
| | 61 | 0.96 | 1.57 | |
| | 39 | 0.62 | 1.57 | |
| Eisenoxyd | 100 | 1.96 | 1.96 | Aus besonders reinem Eisen durch längeres Glühen an der Luft erhalten, dunkelrothbraun. |
| Fe ₂ O ₃ | 81 | 1.68 | 2.08 | |
| | 61 | 1.45 | 2.38 | |
| | 38 | 1.20 | 3.16 | |
| | | | | Remanent. |
| Eisenoxyd | 100 | 4.42 | 4.4 | Käufliches Sesquioxyd, rothbraun. |
| FeO ₃ | 81 | 3.80 | 4.7 | |
| | 61 | 3.21 | 5.3 | Remanent. |
| | 38 | 2.52 | 6.6 | |
| Kobaltsesquioxyd | 100 | 2.17 | 2.17 | Nicht remanent. |
| Co ₂ O ₃ | 80 | 1.75 | 2.19 | |
| | 60 | 1.33 | 2.21 | |
| | 38 | 0.88 | 2.3 | |





| Substanz | $10^{-6} \cdot M^2$ | p | $100 \frac{p}{M^2}$ | Bemerkungen |
|----------------------------|---------------------|-------|---------------------|---|
| Neodymonnitrat | 101 | 0·313 | 0·31 | Rosa Pulver. |
| $Nd(NO_3)_3 + 2(NH_4)NO_3$ | 82 | 0·244 | 0·30 | Nicht remanent. |
| | 61 | 0·183 | 0·30 | |
| | 38 | 0·122 | 0·3 | |
| | | | | |
| Erbiumoxyd | 100 | 8·64 | 8·6 | Besonders reines Präparat von P. T. Cleve. |
| Er_2O_3 | 80 | 6·82 | 8·7 | |
| | 60 | 5·17 | 8·6 | |
| | 38 | 3·35 | 8·8 | |
| Erbiumoxyd | 100 | 0·132 | 0·13 | Altes Präparat, Gemisch verwandter Erden. Gelbbraunes Pulver. |
| Er_2O_3 | 80 | 0·102 | 0·13 | |
| | 60 | 0·077 | 0·13 | |
| | 38 | 0·052 | 0·14 | |
| Erbiumnitrat | 100 | 2·23 | 2·2 | Aus dem Oxyd von H. P. T. Cleve. |
| $Er(NO_3)_3 + 5H_2O$ | 80 | 1·78 | 2·2 | |
| | 60 | 1·34 | 2·2 | |
| | 36 | 0·78 | 2·2 | |
| Yttriumoxyd | 101 | 0·175 | 0·17 | Weisses Pulver von Herrn B. Bräuner. |
| Y_2O_3 | 81 | 0·136 | 0·17 | |
| | 61 | 0·101 | 0·17 | |
| | 38 | 0·065 | 0·17 | |
| Ytterbiumoxyd | 99 | 2·66 | 2·6 | Weisses Pulver, stammt von H. L. F. Nilson. |
| Yb_2O_3 | 86 | 2·17 | 2·5 | |
| | 72 | 1·88 | 2·6 | |
| | 53 | 1·33 | 2·5 | |
| | 38 | 0·98 | 2·6 | |
| Ytterbiumnitrat | 100 | 0·204 | 0·20 | Farblose, sehr hygroskopische Kryställchen aus dem vorstehenden Yb_2O_3 . |
| $Yb(NO_3)_3 (?)$ | 80 | 0·156 | 0·19 | |
| | 60 | 0·114 | 0·19 | |
| | 36 | 0·068 | 0·18 | |
| | | | | Nicht remanent. |

| Substanz | $10^{-6} \cdot M^2$ | p | $100 \frac{p}{M^2}$ | Bemerkungen |
|---------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|---|
| Gadoliniumoxyd | 100 | 2·65 | 2·7 | Gelbes Pulver, stammt von H. Marignac. Nicht remanent. |
| Gd ₂ O ₃ | 82 | 2·11 | 2·7 | |
| | 62 | 1·59 | 2·6 | |
| | 38 | 0·94 | 2·5 | |
| Gadoliniumnitrat | 100 | 0·422 | 0·42 | Aus dem vorher- gehenden gewon- nen. Weisse na- delförmige Kry- ställchen. Nicht remanent. |
| Gd(NO ₃) ₃ (?) | 80 | 0·330 | 0·41 | |
| | 60 | 0·249 | 0·42 | |
| | 38 | 0·161 | 0·42 | |
| Samariumnitrat | 101 | 0·433 | 0·43 | Aus dem Sa ₂ O ₃ , das von Herrn P. T. Cleve stammte. Weisse Kryställ- chen mit gelb- lichem Stich. Nicht remanent. |
| Sa(NO ₃) ₃ (?) | 81 | 0·338 | 0·42 | |
| | 60 | 0·250 | 0·42 | |
| | 38 | 0·163 | 0·43 | |
| Beryllium | 100 | 1·021 | 1·02 | Metallisches graues Pulver von Merck. Nicht merklich remanent. |
| Be | 72 | 0·817 | 1·13 | |
| | 38 | 0·577 | 1·52 | |
| Bor | 100 | 0·067 | 0·067 | Von H. Moissan, Paris. Amorphes dunkelbraunes Pulver. Nicht merklich remanent. |
| B | 71 | 0·053 | 0·074 | |
| | 38 | 0·039 | 0·103 | |

Die Magnetisirungszahl erweist sich sonach bei den angeführten sehr stark magnetischen Verbindungen im Allgemeinen als von der Feldstärke im Bereiche von rund 6000 bis 10.000 [C. G. S.] völlig unabhängig.

Die einzige Ausnahme bildet Eisenoxyd (Fe_2O_3), das eine entschiedene Abnahme von k mit wachsender Feldstärke anzeigt. Bei den Kobaltoxyden scheint ebenfalls eine Andeutung gleichen Ganges vorzuliegen, doch fallen hiebei die Werthe zu nahe den Fehlergrenzen, als dass sich ein bestimmter Schluss ziehen liesse.

Das Eisenoxyd zeigte sich auch etwas remanent magnetisch, während alle übrigen Verbindungen auch nicht die geringste Verschiedenheit vor und nach der Magnetisirung mit der Wage erkennen liessen.

Im Gegensatze hiezu macht sich deutliche Abnahme des k bei den Elementen Beryllium und Bor bemerkbar. Freilich lässt sich hier nicht erweisen, wie stark dieselben durch Beimischungen verunreinigt waren, doch scheint die Änderung mit der Intensität des Feldes so gross zu sein, dass sie wohl den Elementen selbst zukommen dürfte.

E. Magnetisirungszahl und Atomvolumen.

Es wurde bereits vielfach vermuthet, dass eine Abhängigkeit der Suszeptibilität vom Atomgewichte der Elemente existire, so insbesondere von L. Meyer und Th. Carnelley,¹ und speciell auf die Möglichkeit eines Zusammenhanges mit dem Atomvolumen hat neuerdings Herr J. Königsberger² hingewiesen.

Das nunmehr vorliegende Materiale über das magnetische Wesen der Elemente ermöglicht es, bereits genauere Beziehungen aufzustellen.

In der beigegebenen Tafel habe ich die Curve der Atomvolumina aufgezeichnet, und zwar bezeichnen die punktirten

¹ Vergl. Lothar Meyer, Die Atome und ihre Eigenschaften. 6. Aufl., S. 151.

² Wied. Ann., 66, S. 731.

Theile diejenigen Gebiete, für die nähere Anhaltspunkte fehlen. L. Meyer lässt hiebei die aufsteigende Spitze bei dem Atomgewicht von circa 175 weg, doch sprechen viele periodischen Eigenschaften (insbesondere auch die Linienzahlen in den Spectren der Elemente), sowie die kürzlich von mir vorgenommene Bestimmung des Atomvolumens des Erbium,¹ welche allerdings in Folge sehr starker Verunreinigung des Materiales ziemlich unsicher ist, entschieden dafür, dass eine solche Unterabtheilung im Gebiete der seltenen Erden zu machen sei.

Die + und — Zeichen geben den Para-, beziehungsweise Diamagnetismus an, die Pfeile das Anwachsen der betreffenden Eigenschaft.

Es fällt sofort auf, dass die stark magnetischen Elemente stets und nur in den Minimis und den diesen vorangehenden Theilen der Curve Platz finden. Eine bemerkenswerthe Ausnahme bildet bloss der Sauerstoff, der sich aber, wie aus den früher mitgetheilten Thatsachen hervorgeht, in den Verbindungen geradeso verhält, als wäre er ein diamagnetischer Körper.

Die Stellen grossen Atomvolumens entsprechen diamagnetischem Verhalten. Die Maxima beider magnetischen Qualitäten scheinen aber gegenüber den Extremen der Atomvolumencurve ein wenig nach links verschoben zu sein.

Bei den Atomgewichten von 75, 118, 207 zeigen sich Unregelmässigkeiten (secundäre Minima) der Curve. Die an diesen Stellen befindlichen Elemente sind entweder auffallend schwach diamagnetisch oder vielleicht ganz schwach paramagnetisch (Sn).

In der Gruppe der seltenen Erden wächst der Paramagnetismus allerdings regelmässig bis zum Gadolinium, aber auch noch darüber hinaus im Erbium und Ytterbium ist gleichfalls stark magnetisch. Es ist wahrscheinlich, dass diese letzten Substanzen wechselseitig stark vermengt oder überhaupt noch nicht einheitlich sind, und es können sehr wohl trotz der erhaltenen Resultate die Elemente mit dem Atomgewichte zwischen 160 und 180 thatsächlich diamagnetisch sein.

¹ Diese Sitzungsber., 8. Juni 1899.

Auch für das Yttrium¹ liegt die Annahme nahe, dass die untersuchten Substanzen keine einheitlichen waren.

Bezüglich der Gesamtgruppen der paramagnetischen Elemente scheint es, als wäre die 1., 3., 5., 7. (?) Abtheilung stärker magnetisch als die 2., 4., 6.

Mit der allgemeinen Abhängigkeit vom Atomvolumen steht es in Einklang, dass der Magnetismus mit sinkender Temperatur (Verkleinerung des Atomvolumens) zunimmt, sowie dass in Verbindungen, wo das Volumen zunimmt, die Suszeptibilität fällt.

Vor Kurzem² haben die Herren F. Exner und E. Haschek mitgetheilt, dass aus ihren Messungen der Funkenspectra der Elemente eine deutliche Abhängigkeit der Linienzahl vom Atomgewicht erkennbar ist. Die gewonnene Curve, welche auch einen Zusammenhang mit dem Atomvolumen annehmen lässt, hat überall dort Maxima, wo das Atomvolumen gering, Minima, wo das letztere gross ist. Es scheint mir besonders beachtenswerth, dass auch hier die Extreme etwas nach links verschoben sind, das heisst die Maxima und Minima der Linienzahlen gerade mit denjenigen des Magnetismus zusammenfallen.

Wie aus jeder periodischen Eigenschaft, so lassen sich auch aus dem magnetischen Verhalten Wahrscheinlichkeitsrückschlüsse auf die Atomgewichte der Elemente machen.

So lässt sich schliessen, dass entsprechend den neueren Bestimmungen das Atomgewicht von Neodym³ grösser sei als dasjenige von Praseodym, dass hingegen, entgegen den neueren Angaben, dasselbe von Nickel grösser sein sollte, als dasjenige von Kobalt.⁴

Gadolinium passt unter die Triade Ru, Rh, Pd.

Polonium und Radium erwiesen sich in den Verbindungen als magnetisch. Wenn diese Ergebnisse nicht auf Verunreini-

¹ Vergl. diese Sitzungsber., 8. Juni 1899.

² F. Exner und E. Haschek, XVI. Mittheilung, diese Sitzungsber. Juni 1899.

³ Vergl. C. Jones, Wied. Beibl., 23, S. 205.

⁴ Vergl. hiezu die Einwände gegen diese Bestimmungen, welche Cl. Winkler, Zeitschr. für anorg. Chemie, 17, S. 236 macht.

gungen mit einem bekannten paramagnetischen Element zurückzuführen sind, so wäre zu vermuthen, dass diese beiden in einem Minimum des Atomvolumens Platz zu finden hätten, das heisst ein Atomgewicht zwischen 180 und 190 oder von 230 aufwärts haben könnten.

Weiteren Einblick in das magnetische Wesen der Elemente versprechen die im Zuge befindlichen Untersuchungen an Lösungen und Amalgamen.