

wäßrigen Säuren und Laugen werden sie nicht verändert. Wasserfreies AlCl_3 färbt die Lösung von (1a) und (1b) in Petroläther nach kurzer Zeit intensiv violett; (2a) und (2b) werden dabei nach längerem Stehen schwach grün.

Cyclohexylisonitril reagiert wie Phenylisonitril mit Boralkylen.

Eingegangen am 10. Juli 1963 [Z 542]

- [1] J. D. S. Goulsen, J. chem. Soc. (London) 1953, 997.
[2] Für die Aufnahme und Deutung sind wir Dr. A. Mannschreck, Heidelberg, zu großem Dank verpflichtet.
[3] G. M. Wyman, K. Niedenzu u. J. W. Dawson, J. chem. Soc. (London) 1962, 4068.

Untersuchungen an Schwefel - Jod - Verbindungen III [1]

Spektralphotometrischer Nachweis von Ladungsübergangs-Komplexen des Acceptors Schwefeldioxyd mit den Donatoren Jodid-Ion und Jod

Von Prof. Dr. J. Jander und Dipl.-Chem. G. Türk

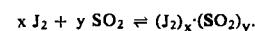
Chemisches Laboratorium der Universität Freiburg/Brsg. und Anorg.-Chem. Laboratorium der TH München

Wir untersuchten spektralphotometrisch den Einfluß des Kations, der Temperatur, des pH-Wertes (in wäßriger Lösung) und des Lösungsmittels auf das Spektrum von Lösungen der bekannten [2] gelben Addukte von SO_2 und Alkalimetalljodiden. Bei $+20^\circ\text{C}$ zeigt das Absorptionsspektrum einer wäßrigen KJ/SO_2 -Lösung ($c_{\text{KJ}} = 0,1 \text{ M}$; $c_{\text{SO}_2} = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$) eine breite Ladungsüberführungs-Bande mit einem Maximum bei $341 \text{ m}\mu$. Die Halbwertsbreite beträgt 6800 cm^{-1} . Das Absorptionsmaximum einer wäßrigen NaJ/SO_2 -Lösung ist nur geringfügig verschoben: $\lambda_{\text{max}} = 337 \text{ m}\mu$; das Kation beeinflußt also das Spektrum nicht nennenswert [3]. Das Bandenmaximum einer wäßrigen KJ/SO_2 -Lösung ($c_{\text{KJ}} = 0,1 \text{ M}$; $c_{\text{SO}_2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$) verschiebt sich von $341 \text{ m}\mu$ bei $+31,8^\circ\text{C}$ nach $335 \text{ m}\mu$ bei $+1^\circ\text{C}$, wandert also mit fallender Temperatur zu kürzeren Wellenlängen. Eine pH-Wert-Erniedrigung bewirkt infolge des damit verbundenen Anstieges der SO_2 -Konzentration eine starke Extinktionszunahme bei $341 \text{ m}\mu$. Bei $+22,6^\circ\text{C}$ liegt das Absorptionsmaximum einer methanolischen KJ/SO_2 -Lösung ($c_{\text{KJ}} = 0,1 \text{ M}$; $c_{\text{SO}_2} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$) bei $355 \text{ m}\mu$, bei $-31,7^\circ\text{C}$ bei $347 \text{ m}\mu$. Im Vergleich zu Wasser als Lösungsmittel wird die Bande in Methanol also rotverschoben.

Auf optischem Wege nach *Briegleb* [4] konnten wir die Existenz eines 1:1-Komplexes, JSO_2^- , in wäßriger Lösung nachweisen. Die Stabilitätskonstante des schwachen Komplexes läßt sich zu $K_c^{20^\circ} \approx 1,0 \text{ l/Mol}$ abschätzen; aus Löslichkeitsdaten [5] berechneten wir $K_c^{25^\circ} \approx 0,8 \text{ l/Mol}$.

Die Ergebnisse zeigen [6], daß die gelben Addukte Ladungsübergangs-Komplexe im Sinne *Mullikens* [7] sind, bei denen die Jodid-Ionen als Donator, die SO_2 -Moleküle als Acceptor fungieren. IR-spektroskopische Messungen in Acetonitril führten zu dem gleichen Ergebnis [3]. Das Termschema des Komplexes konnte vollständig berechnet werden [6,8]: $W_N = \Delta H = -1,68$, $W_0 = -0,12$, $W_1 = 77,68$, $W_E = 82,16 \text{ kcal/Mol}$.

Während wir beim tensimetrischen Abbau einer Lösung von Jod in flüssigem SO_2 bei $-61,5^\circ\text{C}$ keinen Hinweis auf eine Additions-Verbindung erhielten [9], zeigen Tieftemperurspektren dieser Lösung ($\gamma_{J_2} = 7,7 \cdot 10^{-5}$) eine deutliche Blauverschiebung der Jodbande, die mit fallender Temperatur zunimmt: Der λ_{max} -Wert des Jods beträgt bei $-14,7^\circ\text{C}$ $493,5 \text{ m}\mu$, bei $-41,8^\circ\text{C}$ $490 \text{ m}\mu$ und bei $-73,5^\circ\text{C}$ $482,5 \text{ m}\mu$. Die Blauverschiebung der Jodbande gilt als sicherer Nachweis einer Charge-Transfer-Komplexbildung gemäß der Gleichung



Die Stöchiometrie des Komplexes ist noch unbekannt, seine Stabilität ist gering. Seine Bildungsenthalpie bei -15°C wird auf $\Delta H \approx -2 \text{ kcal/Mol}$ geschätzt [6] und entspricht somit der Stabilität von Jod-Aromaten-Komplexen. In dem Komplex fungiert die Jod-Molekel als Donator, die SO_2 -Molekel als Acceptor. Für die ungewöhnliche Donatorfunktion des Jodmoleküls gibt es einige Beispiele: den Autokomplex des Jods, J_4 [10] und das komplexe Kation J_3^+ [11].

Eingegangen am 16. Juli 1963 [Z 544]

- [1] 2. Mitteilung: J. Jander u. G. Türk, Chem. Ber. 95, 2314 (1962).
[2] Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl., Band Jod, Verlag Chemie, Berlin 1933, S. 401.
[3] S. a. E. R. Lippincott u. F. Eugene, Spectrochim. Acta (London) 17, 123 (1961).
[4] G. Briegleb, Elektronen-Donator-Akzeptor-Komplexe. Molekül- und Koordinationsverbindungen in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, Berlin, 1961, S. 199 ff.
[5] Ch. J. J. Fox, Z. physik. Chem. 41, 458 (1902).
[6] G. Türk, Dissertation, Universität Freiburg/Brsg., 1963.
[7] R. S. Mulliken, J. physic. Chem. 56, 801 (1952).
[8] Für die Bedeutung der einzelnen Energiewerte siehe [3] S. 3.
[9] S. a. G. Jander u. H. Mesech, Z. physik. Chem. 183A, 121 (1939).
[10] G. Kortüm u. H. Koffer, Z. Elektrochem. Ber. Bunsenges. physik. Chem. 67, 67 (1963).
[11] J. Arotsky, H. C. Mishra u. M. C. R. Symons, J. chem. Soc. (London) 1962, 2582.

Über Amide und Imide des vierwertigen Titans und Zirkons

Von Prof. Dr. O. Schmitz-Dumont, G. Mietens und B. Ross

Anorganisch-Chemisches Institut der Universität Bonn

Die Amide des dreiwertigen Titans, Chroms und Kobalts wurden aus Lösungen von $\text{K}_3[\text{Ti}(\text{SCN})_6]$ [1], $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$ und $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$ [2] in flüssigem NH_3 durch Fällung mit der äquivalenten Menge KNH_2 als amorphe Niederschläge erhalten. Es wurde versucht, analog die Amide des vierwertigen Titans und Zirkons darzustellen.

$\text{Ti}(\text{NO}_3)_4$ (1), das nach *M. Schmeisser* [3] durch Umsatz von TiCl_4 mit N_2O_5 erhalten wurde, löst sich mit gelber Farbe unter teilweiser Ammonolyse in flüssigem NH_3 . Dabei fallen geringe Mengen des orangegelben $\text{Ti}(\text{NH}_2)_{2,83}(\text{NH}_3)_x(\text{NO}_3)_{1,17}$ ($x = 1,08 - 1,15$) aus. Der Umsatz von (1) mit KNH_2 (1:4) führt zu einem braunen Produkt, das ziemlich genau der Formel $\text{Ti}(\text{NH}_2)_4$ entspricht. Unter Vertiefung der Farbe spaltet es beim Überleiten von N_2 selbst bei -78°C NH_3 ab und geht wahrscheinlich in das Imid über, das noch nicht analysiert werden konnte, weil es explodiert.

Das aus Zirkonhydroxyd und Salpetersäure dargestellte, noch HNO_3 enthaltende, kristalline $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 \cdot 2\text{HNO}_3$ eignet sich nicht für die Gewinnung von $\text{Zr}(\text{NH}_2)_4$, da es mit flüssigem NH_3 einen Zr-, N- und O-haltigen uneinheitlichen Niederschlag ergibt.

Durch Umsatz von ZrCl_4 mit KSCN in Acetonitril wurde $\text{K}_2[\text{Zr}(\text{SCN})_6] \cdot \text{CH}_3\text{CN}$ (2) erhalten, das beim Erhitzen im Vakuum auf 90°C alles CH_3CN abgibt. Das acetonitrilfreie Komplexsalz löst sich mit schwach gelber Farbe in flüssigem NH_3 ; nach dem Abdampfen des NH_3 verbleibt $\text{K}_2[\text{Zr}(\text{SCN})_6] \cdot 4\text{NH}_3$. Bei Zusatz von KNH_2 zu einer Lösung von acetonitrilfreiem (2) (4:1) fällt ein schwach gelblicher Niederschlag aus, der nach dem Überleiten von N_2 bei 22°C die Zusammensetzung $\text{Zr}(\text{NH}_2)_2$ besitzt. Das amorphe Imid ist im Gegensatz zu der Titanverbindung nicht explosiv.

Eingegangen am 10. Juli 1963 [Z 552]

- [1] O. Schmitz-Dumont u. G. Broja, Z. anorg. allg. Chem. 258, 307 (1949).
[2] O. Schmitz-Dumont, J. Pilzecker u. H. F. Piepenbrink, Z. anorg. allg. Chem. 248, 175 (1941).
[3] M. Schmeisser, Angew. Chem. 67, 493 (1955).