

NOTIZEN

Eine einfache Methode zur Bestimmung des Bodenkörpertransportes über die Gasphase

HANS LYDTIN

Philips Zentrallaboratorium GmbH Aachen

(Z. Naturforsch. 22 a, 571 [1967]; eingegangen am 28. Februar 1967)

Die Kenntnis der Transporteigenschaften einer Gasphase für einen Bodenkörper in Abhängigkeit von Temperatur, Gesamtdruck u. a. Zustandsparameter ist im Zusammenhang mit Problemstellungen, wie sie beispielsweise bei der Einkristallzüchtung, der Pyrolyse gasförmiger Verbindungen, dem Aufwachsen dünner Schichten oder etwa der Herstellung sogen. "Coated Particles" auftreten, von großer Wichtigkeit.

Diese Kenntnis kann man sich häufig rein theoretisch verschaffen, indem mit Hilfe der Thermodynamik die Zusammensetzung der mit dem Bodenkörper koexistierenden Gasphase berechnet wird. Ein modifiziertes Ergebnis dieser Berechnung, die „Löslichkeit“ des Bodenkörpers in der Gasphase und ihre Temperaturabhängigkeit, kann in einfacher Weise mit den Transporteigenschaften der Gasphase verknüpft werden. Voraussetzung für eine derartige Berechnung ist, daß alle im betrachteten System auftretenden Spezies mit ihren thermodynamischen Daten gut bekannt sind.

In vielen praktischen Fällen liegen jedoch keine oder nur unvollständige thermodynamische Daten vor, so daß eine theoretische Berechnung ausgeschlossen ist und orientierende experimentelle Untersuchungen unumgänglich sind. Bedingung für ein derartiges Experiment ist, daß bei einem vertretbaren apparativen und zeitlichen Aufwand ein umfassender Einblick in das tatsächliche Transportgeschehen des Systems bis zu möglichst hohen Temperaturen gegeben wird. Eine Versuchsanordnung, die diesen Anforderungen weitgehend genügt, wurde zur experimentellen Überprüfung thermodynamischer Berechnungen in den Systemen¹ C–H und C–S herangezogen. Eine schematische Darstellung der Versuchsanordnung zeigt die Abbildung 1. Während im linken Teilbild die Gesamtansicht dargestellt ist, sind im rechten Bildausschnitt die wichtigen Details noch einmal vergrößert herausgestellt. Das Kernstück der Anordnung besteht – den Erfordernissen der speziellen Problemstellung in den Systemen C–H und C–S entsprechend – aus zwei Graphitzylindern, die einander bis auf Bruchteile eines Millimeters genähert werden können. Der Abstand zwischen den Zylinder-

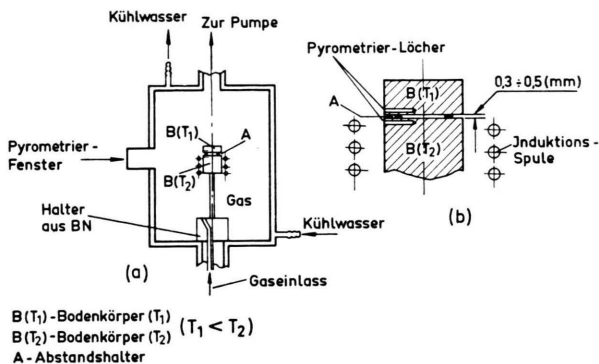


Abb. 1. Schematische Versuchsanordnung.

derstirnflächen wurde im vorliegenden Fall mit Hilfe von Kohlenfäden eingestellt. Der untere Graphitzylinder ist induktiv heizbar und konnte durch entsprechende Anpassung an den HF-Generator auf Temperaturen oberhalb 3000 °K gebracht werden. Die Temperatur des oberen Zylinders ist über Wärmestrahlung und Wärmeleitung mit der des unteren verknüpft und kann durch Änderung der geometrischen Abmessungen in gewissen Grenzen variiert werden. Die Temperaturmessung erfolgt mit einem Mikropyrometer unterhalb bzw. oberhalb der Zylinderstirnflächen. Größe und Richtung des Materietransports sind physikalisch unmittelbar über Gewichtsveränderung, Dickenwachstum oder optische Eigenschaften der Zylinderflächen meßbar.

Prinzipiell ist diese Versuchsanordnung auch für beliebige andere Systeme verwendbar, wobei die Erwärmung der Bodenkörper auch im direkten Stromdurchgang oder, im Falle nichtleitender Substanzen, über Strahlung erfolgen kann. Wichtig ist in jedem Falle der geringe Abstand zwischen den auf verschiedenen Temperaturen befindlichen Bodenkörpern, da hierdurch der reine Diffusionsfall realisiert und ein relativ großer Materiestrom über die Gasphase ermöglicht wird. Für das Versuchsergebnis ist nur der Bodenkörpertransport zwischen den Zylinderflächen maßgebend, nicht aber Auflösungs- und Kondensationsvorgänge an den Mantelflächen. Aus diesem Grunde kann die gesamte Anordnung in einer normalen Glasapparatur untergebracht werden, deren Begrenzungswände sich beispielsweise auf Zimmertemperatur befinden. Gegenüber den konventionellen Anordnungen zur Untersuchung von Transportreaktionen, bei denen Systeme und Systembegrenzung die gleiche Temperatur haben, können mit der hier vorgeschlagenen Methode auch bislang experimentell schwerer zugängliche Systeme hinsichtlich ihrer Transporteigenschaften in einfacher Weise untersucht werden.

¹ W. F. KNIPPENBERG, B. LERSMACHER, H. LYDTIN u. A. W. MOORE, Carbon 1967; in Vorbereitung; Philips Techn. Rev. 1967, in Vorbereitung.



New Quadrupole and Forbidden Lines in the L-Emission Spectra of Ytterbium and Lutetium

A. N. NIGAM, Q. S. KAPOOR, and K. B. GARG

Physics Department, University of Rajasthan, Jaipur, India

(Z. Naturforschg. **22 a**, 572 [1967]; received 21 December 1966)

COSTER¹, WENNERLÖF², and ALLAIS^{3,4} have studied the L-emission spectra of ytterbium and lutetium. However, there are several quadrupole and forbidden lines in these spectra that have not yet been observed. With a view to recording these lines, we have reinvestigated the L-spectra of ytterbium and lutetium. The preliminary measurements on the newly observed lines are reported in this paper.

The experimental set up used to record the spectra was similar to the one described elsewhere⁵. A 40-cm curved mica crystal spectrograph of transmission type was used. First order reflections from (100) and (201) planes giving a dispersion of about 12 X.U. per mm were employed. The exposure times ranged from 2 to 30 hours with the demountable X-ray tube operating at 20–30 kV (full wave rectified), 2.5–4 mA. The ytterbium and lutetium anticathode were prepared by embedding spec-pure ytterbium oxide and lutetium oxide powders respectively (supplied by Johnson Matthey and Co., London) into properly machined

grooves on one of the four faces of the massive copper anticathode.

The present investigation has revealed, for the first time, the presence of four new diagram lines at 1202.5, 1439.3, 1769.8, and 1237.4 X.U. in the L-spectrum of ytterbium (Table 1). The first three lines correspond to the quadrupole transitions $L_{II}N_{IV,V}$ (γ_{11}), $L_{III}N_{III}$ and $L_{III}M_{III}$ (s) respectively. The fourth line has been assigned to the forbidden transition $L_{II}N_I$. Also for the first time, the presence of five new diagram lines at 1715.3, 1237.9, 1247.2, 1193.2, and 1144.8 X.U. (Table 2) in the L-spectrum of lutetium has been revealed by the present investigation. The first two lines

Transition	Notation	Nature	Wavelength in X.U.	(ν/R) Obs.	(ν/R) Calc. ⁶
$L_{II}N_{IV,V}$	γ_{11}	quadrupole	1202.5	758.0	757.85
$L_{III}N_{III}$	—	quadrupole	1439.3	633.3	633.26
$L_{III}M_{III}$	s	quadrupole	1769.8	515.1	514.96
$L_{II}N_I$	—	forbidden	1237.4	736.7	736.5

Table 1. Data for the new diagram lines in the L-spectrum of ytterbium.

Transition	Notation	Nature	Wavelength in X.U.	(ν/R) Obs.	(ν/R) Calc. ⁶
$L_{III}M_{III}$	s	quadrupole	1715.3	531.5	531.61
$L_{II}N_{III}$	—	quadrupole	1239.9	736.4	735.74
$L_{II}N_{II}$	—	forbidden	1247.2	731.0	731.74
$L_{II}N_I$	—	forbidden	1193.2	764.2	763.4
L_{IOI}	—	forbidden	1144.8	796.2	796.6

Table 2. Data for the new diagram lines in the L-spectrum of lutetium.

correspond to the quadrupole transitions $L_{III}M_{III}$ (s) and $L_{II}N_{III}$ respectively. The last three lines have been assigned to the forbidden transitions $L_{II}N_{II}$, $L_{II}N_I$ and L_{IOI} respectively. Our measured values of the wavelengths are in fair agreement with those calculated from energy levels⁶ and give nice fit with the MOSELEY plots. However, great accuracy in our measurements of wavelengths is not claimed because suitable reference lines were not recorded on the spectrograms. Various interferences with the newly observed lines have been taken into account. The presence of these lines in the L-spectra of ytterbium and lutetium can, therefore, be taken to have been conclusively established.

¹ D. COSTER, Phil. Mag. **44**, 546 [1922].

² I. WENNERLÖF, Arkiv Mat. Ast. Fys. **22 A**, Nr. 8 [1930].

³ M. ALLAIS, C. R. Acad. Sci. Paris **212**, 123 [1941].

⁴ M. ALLAIS, Cahiers Phys. **7**, 13 [1942].

⁵ A. N. NIGAM, K. B. GARG, and Q. S. KAPOOR, Proc. Phys. Soc. London, to be published.

⁶ A. E. SANDSTRÖM, Handbuch der Physik **30**, 224 [1957].