

Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung

Nr. 221

# Das ultraviolette Spektrum der Radiumemanation

Von

Stefan Wolf

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. April 1928)

Eine beträchtliche Lücke unserer Kenntnis der Spektren schwerer Edelgase besteht in dem Fall der Radiumemanation. Während das Spektrum im sichtbaren Gebiet von mehreren Forschern weitgehend klargelegt wurde,<sup>1</sup> liegt über den ultravioletten Teil bisher nur äußerst unvollständiges Material vor. Zum Teil rührt dies von der Seltenheit des Untersuchungsobjektes her, es beträgt ja das Volumen von 1 Curie nur zirka  $0.6 \text{ mm}^3$ , eine Menge, die bei praktischen Versuchen meist nur zu einem Bruchteil zur Verfügung steht. Ein weiterer Grund dürfte in den großen technischen Schwierigkeiten liegen, die sich bei der Reindarstellung der Emanation aus einem mehr als tausendfachen Gasgemisch ergeben. Weiters auch in ihrer Eigenschaft bei spektraler Erregung nach relativ kurzer Zeit durch Okklusion aus der Entladungsbahn zu verschwinden, was die für eine photographische Aufnahme verfügbare Zeit beschränkt und dadurch auch die erreichbare Intensität herabsetzt.

Diese Schwierigkeiten sind besonders große, wenn das Spektrum bis weit in das Ultraviolette hinein untersucht werden soll, da sich Spektralröhren aus Quarz nicht leicht ohne Kittung herstellen lassen, was aber wegen der hohen chemischen Aktivität der Emanationsstrahlung möglichst vermieden werden muß, um eine Überdeckung des Spektrums durch Verunreinigung zu verhindern. Mit den üblichen Formen der Spektralröhren aus gewöhnlichem Glas und Uviol sowie anderen ultraviolettdurchlässigen Gläsern ist ein weiteres Vordringen ins Ultraviolett nicht möglich.

Im Zusammenhang mit einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung über die spektralen Sichtbarkeitsgrenzen von Edelgasgemischen wurde das Spektrum der Emanation im Ultraviolett untersucht. Die bisherigen, teils mit Prismenapparaten, teils mit

---

<sup>1</sup> W. Ramsay and N. Collie: Lond. Proc., A 73, 470, 1904;

A. T. Cameron and W. Ramsay: Ibid., 81, 210, 1908;

E. Rutherford and T. Royds: Phil. Mag., 16, 313, 1908;

T. Royds: Ibid., 17, 202, 1909;

H. E. Watson: Lond. Proc., 83, 50, 1910;.

R. E. Nyswander, S. C. Lind and R. B. Moore, Astroph. Journ., IV, 285, 1921.

Gittern ausgeführten Arbeiten ergaben eine sichere Kenntnis nur bis etwa 3600 Å, der Durchlässigkeitsgrenze des Glases. Mit ultraviolettdurchlässigen Spektralröhren liegt nur die Untersuchung von Royds<sup>1</sup> vor, der mit einem kleinen Konkavgitter arbeitete. Diese ergab aber nur vier schwache Linien zwischen 3000 und 3120 im Ultraviolett. Ein Versuch, das Spektrum in einem Quarzrohr mit Außenelektroden aufzunehmen,<sup>2</sup> blieb erfolglos. Es schien daher geboten, einerseits einen Spektralapparat von möglichst hoher Lichtstärke zu verwenden, andererseits auch die Lichtstärke des Spektralrohres trotz Verwendung ultraviolett durchlässigen Materials möglichst zu steigern.

Die von Rutherford<sup>3</sup> angegebene Apparatur zur chemischen Reinigung durch mehrstündiges Stehenlassen über Ätzkali und darauffolgender physikalischer, durch Ausfrieren mit flüssiger Luft oder Pentanbädern wurde benützt. Statt den mit Phosphorpentoxyd gedichteten Hähnen wurden zwei Quecksilberschlüsse von 20 cm Länge verwendet, so daß die Emanation nach Einbringen in den Apparat nur mehr mit Quecksilber und Glas- oder Quarzoberflächen in Berührung kam. Eine orientierende Prüfung des Spektrums im sichtbaren Gebiet, bei der nur bereits bekannte Emanationslinien festzustellen waren, ergab, daß der erreichte Reinheitsgrad für spektrale Untersuchungen völlig ausreichend war. Nach diesen vorbereitenden Aufnahmen im sichtbaren Gebiet wurden geeignete ultraviolettdurchlässige Spektralröhren verwendet, die ohne Kittung an der Reinigungsapparatur angebracht sein mußten, um die Zersetzung des Kittes zu verhindern. Dies wurde auf zwei Arten erreicht. Erstens wurde eine Quarzröhre mittels Schliff auf die Apparatur aufgebracht und außen mit Kitt gedichtet. Zur Vermeidung der Diffusion durch den engen Kanal des Schliffes wurde die Schliffstelle sofort nach Einlassen der Emanation mit Quecksilber überdeckt, das auch als Elektrode diente und mit dessen Hilfe eine Druckregelung während der Aufnahme möglich war. Doch erwies sich diese als viel entbehrlicher als in einer Glasspektralröhre, da der Quarz wesentlich geringere Okklusionsfähigkeit aufweist.<sup>4</sup>

Die beschriebene Spektralröhre hat sich als vollkommen brauchbar gezeigt, doch ist es zum weiteren Vordringen ins Ultraviolett nicht einmal notwendig Quarz zu verwenden. Nach einem Vorschlag Dr. H. Pettersson's verwendete ich später Röhren aus Uviolglas, die an einer Seite zu einer Kugel mit sehr geringer Wandstärke aufgeblasen waren. Dies hat den Vorteil, daß man mit Ver-

<sup>1</sup> T. Royds: Phil. Mag., 17, 202, 1909.

<sup>2</sup> Nyswander, Lind and Moore l. c.

<sup>3</sup> E. Rutherford: Phil. Mag., 16, 300, 1908; W. Gray and W. Ramsay: Journ. Chem. Soc., 95, 1073, 1909.

<sup>4</sup> Der Quarz zeigt unter dem Einfluß der intensiven Strahlung eine große Anzahl feiner Sprünge, so daß er von außen als trüb erscheint. Dies ist jedoch eine Eigenschaft, die nicht jeder Quarz besitzt. So zeigte eine aus Quarz verschiedener Provenienz hergestellte Röhre nur in einigen Teilen eine Trübung, während sie in anderen völlig klar blieb.

wendung eines Zwischenglases die Röhre direkt an gewöhnliches Glas anschmelzen kann und so die oft schwierige Verbindung erleichtert sowie die Einschmelzung der Elektroden im Rohr selbst ermöglicht. Die Röhre (siehe Zeichnung) wird in Durchsicht beobachtet, so daß das Licht nur eine sehr dünne Schichte Ultraviolett absorbierender Substanz zu passieren hat. In diesen dünnen Schichten scheinen die Gläser in weit höherem Maße für ultraviolettes Licht durchlässig zu sein als bisher bekannt.<sup>1</sup> Es gelingt leicht durch gewöhnliches Glas bis 2700 Å zu kommen. Bei Ver-

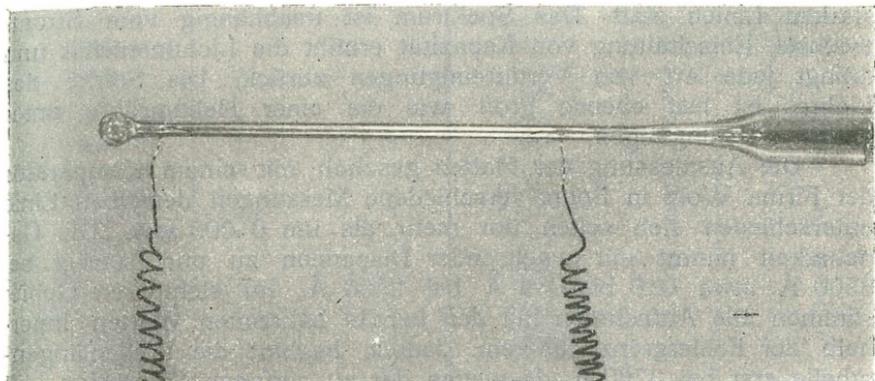


Fig. 1.

wendung von Uviol fand eine merkbare Absorption in genügend dünnen Schichten bei der verwendeten Apparatur (bis 2300 Å) nicht statt. Vor den Spalt des verwendeten Spektrographen wurde eine Kugel der beschriebenen Form gestellt, so daß die Lichtstrahlen die Schichte zweimal zu passieren hatten, und ein Eisenbogenspektrum aufgenommen. Im Vergleiche zu Aufnahmen des Bogens ohne Uviolabsorption konnte eine Verminderung der Intensität nicht festgestellt werden. Durch Untersuchung geeigneter Glassorten und eventuell durch Anwendung des Lind'schen Verfahrens<sup>2</sup> zur Herstellung extrem dünner Kugeln ist es wohl möglich, auch noch weitergehend durchlässige Röhren herzustellen, Versuche in dieser Richtung werden im hiesigen Institut weitergeführt.

Nach vorbereitenden Versuchen im sichtbaren Gebiet wurden zwei Aufnahmen mit Quarzröhren und eine mit einem oben beschriebenen Uviolglasrohr gemacht, die auf verschiedene Teile des Spektralgebietes fokussiert waren. Als Vergleich diente das Eisenbogenspektrum. Der verwendete Apparat war ein kleiner Zeißscher Spektrograph mit auswechselbarer Glas- und Quarzoptik, mit zwei Prismen. Die verwendeten Platten waren Imperial dry plates und Herzog Ortho Isodux. Die Länge des Spektrums zwischen

<sup>1</sup> K. S. Gibson: Jour. Opt. Soc. Am., 13, 267, 1926.  
Lind: Wr. Ber., 120, 1709, 1911.

2500 und 3100 Å betrug 24 *mm* und zwischen 4700 und 3100 21 *mm*. Die Aufnahmen endeten fast gleichzeitig mit dem Vergleichsspektrum knapp unter 2400 Å. Eine Intensitätsänderung von Linien wurde im einzelnen nicht beobachtet, doch scheint das Spektrum im ersten Moment der spektralen Erregung eine etwas andere Intensitätsverteilung zu haben als später.<sup>1</sup> Es zeigen sich nämlich zu Beginn einer Aufnahme die Intensitäten der schwachen Linien viel höher im Vergleich zu den starken Linien als im weiteren Verlauf der Aufnahme. Gleichzeitig mit dem Intensitätsverlust der schwachen Linien findet eine deutliche Intensitätssteigerung der starken Linien statt. Das Spektrum ist unabhängig vom Stromwechsel, Einschaltung von Kapazität erhöht die Lichtintensität und drängt jede Art von Verunreinigungen zurück. Die Stärke des Lichtes ist fast ebenso groß wie die einer Heliumröhre unter gleichen Bedingungen.

Die Ausmessung der Platten geschah mit einem Komparator der Firma Wolz in Bonn, verschiedene Messungen derselben Linie unterschieden sich selten um mehr als um 0·005 *mm*. Die Genauigkeit nimmt mit wachsender Dispersion zu und beträgt bei 3500 Å etwa 0·6 bis 0·4 Å bei 2500 Å. Im sichtbaren Gebiet stimmen alle Aufnahmen mit den bereits bekannten Werten innerhalb der Fehlergrenze überein. Jedoch beginnt die Wellenlängentabelle erst bei 3760 Å, da wegen der zu geringen Dispersion die weiteren Messungen nicht die erforderliche Genauigkeit aufweisen können.

### Zusammenfassung.

Das Spektrum der Radiumemanation, das bisher im wesentlichen nur im sichtbaren Gebiet bekannt war, wird mit einem Quarzprismenapparat photographiert, wobei gegen hundert Linien zwischen 3600 und 2400 Å neu gemessen wurden. Es wird eine neue Form von Spektralröhren angegeben, die ohne Verwendung von Quarz ein weites Vordringen ins Ultraviolett ermöglichen.

---

<sup>1</sup> In vereinzelten Fällen wurde die Beobachtung gemacht, daß das Spektrum ohne erkennbaren Grund für Augenblicke in ein Spektrum mit wenigen starken Linien übersprang, das keine Ähnlichkeit mit dem gewöhnlichen Spektrum aufwies und keiner der in Betracht kommenden Verunreinigungen zugeordnet werden konnte. Vorstehende Beobachtung wurde nur bei Einschaltung von Kapazität gemacht.

Tabelle der Wellenlängen.

Wellenlänge	Intens.	Phot. Platte	Wellenlänge	Intens.	Phot. Platte
3760·8	3	1, 2, 3	3068·9	8	1, 2, 3
3757·1	2	1, 2	*3064·6	2	1, 2, 3
3753·1 †	0	2	3059·3	6	1, 2, 3
3735·4	2	1, 2, 3	3050·1	5	1, 2, 3
3717·2	3	1, 3	3043·0	2	2, 3
3701·2	1	3	3036·8	7	1, 2, 3
3688·3	6	1, 2, 3	3027·7	2	3
3673·8	7	3	3019·2	4	1, 2, 3
3664·3 †§	4	1, 2	3010·8	8	2, 3
3634·8	9	3	3000·5	0	3
3621·0	9	3	2999·3	0	2, 3
3612·4 †§	3	1, 2	*2992·4	6	1, 2, 3
3601·6	2	1, 2, 3	2988·1	1	3
3582·6	4	2, 3	2971·5	2	1, 2, 3
3559·2	2	2	2925·1	0	2, 3
3541·2	3	1, 2, 3	*2917·8	2	1, 2, 3
3509·8	2	1, 2, 3	*2913·6	0	3
3486·6	3	1, 2, 3	2904·6	2	1, 2, 3
3470·0	1	3	2892·7	10	1, 2, 3
*3458·6	2	1, 2, 3	2888·6	4	1, 2, 3
3440·7	4	1, 2, 3	2882·4	2	1, 2, 3
3429·7	7	1, 2, 3	2879·2	0	2, 3
*3393·1	3	3	2868·7	8	1, 2, 3
3377·2	5	1, 2, 3	2852·4	1	2, 3
3371·3	0	3	2846·7	1	2, 3
3367·8	0	3	2842·1	10	1, 2, 3
3362·4	2	1, 2, 3	2830·6	8	1, 2, 3
3350·9	2	1, 2, 3	2822·8	2	2, 3
3342·4	1	2, 3	2812·1	6	1, 2, 3
3335·8	3	1, 2, 3	2802·1	2	2, 3
3327·1	1	2, 3	2790·8	1	2, 3
3312·8	8	1, 2, 3	2785·2	2	2, 3
3277·7	0	3	2779·1	0	3
*3268·3	0	3	2773·7	0	3
3254·5	5	1, 2, 3	2756·3	6	2, 3
*3247·4	4	1, 2, 3	2751·3	2	2, 3
*3239·2	0	3	2743·3	0	2, 3
*3235·0	0	2, 3	*2733·7	1	2, 3
3221·6	4	1, 2, 3	2730·2	1	3
3216·4	0	3	2721·0	2	2, 3
3212·3	0	1, 2, 3	*2717·6	0	2, 3
3206·8	4	1, 2, 3	2710·7	2	2, 3
*3196·9	5	1, 2, 3	2707·4	0	2, 3
*3185·6	3	1, 2, 3	2702·2	0	3
*3175·6	6	1, 2, 3	2690·9	0	3
3165·4	2	1, 2, 3	2676·3	0	3
3137·4	1	3	2668·2	1	2, 3
3126·7	0	3	2662·5	0	2, 3
3120·0	6	1, 2, 3	2655·7	3	2, 3
3111·8	1	1, 2, 3	2645·5	2	2, 3
*3105·7	7	1, 2, 3	2626·0	4	2, 3
3097·2	4	2, 3	2618·8	5	2, 3
3082·3	3	2, 3	2595·8	0	2, 3

Tabelle der Wellenlänge (Fortsetzung).

Wellenlänge	Intens.	Phot. Platte	Wellenlänge	Intens.	Phot. Platte
2586·4	0	2, 3	2498·3	0	3
2579·9	3	2, 3	2480·8	3	2, 3
2570·4	0	3	2473·6	0	3
2558·6	1	2, 3	2457·6	4	2, 3
2540·9	2	2, 3	2447·1	1	2, 3
2529·5	2	2, 3	2444·7	4	2, 3
2508·3	1	2, 3	2413·4	2	2, 3
2504·2	1	2, 3	2377·9	0	3

† Messungen von Rutherford und Royds.  
§ Royds.

Die mit  $\dagger$  bezeichneten Linien stimmen innerhalb der Fehlergrenzen mit Xenonlinien überein, während andere Linien gleicher Intensität (z. B. 3114·4, 3150·7, 3181·0, 3231·7 usw.) vollständig fehlen. Die betreffenden Linien liegen fast alle im Bereich von 3100 bis 3250 Å. Diese scheinbare Übereinstimmung, die von mehreren Forschern<sup>1</sup> beobachtet wurde, ist bis jetzt noch ungeklärt, doch kommt in diesem Falle eine zufällige Verunreinigung nicht in Betracht, weil im hiesigen Institute Xenon noch nicht verwendet wurde. Diese Koinzidenz von Linien in den Spektra von Em und Xe wird im Zusammenhang mit der hier begonnenen Untersuchung über die Sichtbarkeitsgrenzen von Edelgasgemischen weiter verfolgt werden.

<sup>1</sup> T. Royds l. c., H. E. Watson l. c., vgl. auch W. M. Hicks, Phil. Transact., 220, p. 335, 1920.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften  
mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [137\\_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Wolf Stefan

Artikel/Article: [Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 221. Das  
ultraviolette Spektrum der Radiumemanation. 269-274](#)