

NOTIZEN

**Messung der Absorptionsoszillatorenstärken
von Sr-II Linien in den Spektralbereichen
von 1400 bis 1900 Å und von 4000 bis 4400 Å**

J. v. SPECHT

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik, München
(Z. Naturforsch. **24 a**, 457—458 [1969]; eingeg. am 12. Dezember 1968)

The oscillator strengths of 15 Sr-II emission lines were measured in the wavelength regions 1400—1900 Å and 4000—4400 Å. The light source was a wall-stabilized cascade arc burning in argon, into which a small quantity of SrCl₂ vapor was introduced. Standard intensities were produced by the central intensities of optically thick lines and by a carbon arc. The transition probabilities of the lines Sr-II 4078 Å and Sr-II 4216 Å, which are known with an accuracy of about 10%, were used to determine the particle density.

Die Oszillatorenstärken von Sr-II Linien wurden mit Hilfe derselben Apparatur und derselben Meßverfahren bestimmt, wie schon vorher die Oszillatorenstärken von Ba-II Linien¹. Daher wird hier nur das Wichtigste kurz erwähnt, bezüglich weiterer Informationen sei auf¹ verwiesen.

Zur Ermittlung der Absorptionsoszillatorenstärken f_{mn} diente die für den linearen Teil der Wachstumskurve gültige Beziehung:

$$W_\lambda = \frac{\int I_\lambda d\lambda}{B_\lambda(T)} = \frac{\pi e^2}{m c^2} \lambda^2 (1 - e^{-hc/\lambda kT}) \cdot f_{mn} \int_0^L n_n(T, x) dx. \quad (1)$$

Hierin ist W_λ die Äquivalentbreite, $\int I_\lambda d\lambda$ die Gesamtintensität der Linie, $\int_0^L n_n(T, x) dx$ die Besetzungszahl des unteren Zustands der Linie pro cm² beobachteter Fläche und $B_\lambda(T)$ die Intensität der Schwarzstrahlung für die mittlere Wellenlänge λ der Linie und die Temperatur T des Plasmas.

Wird eine Spektrallinie aus optisch dünner Schicht eines temperaturkonstanten, thermischen Plasmas emittiert, so kann man f_{mn} nach Gl. (1) berechnen, wenn eine Methode zur Messung von W_λ und von $\int_0^L n_n(T, x) dx$

zur Verfügung steht.

Als Lichtquelle diente ein in Argon brennender Kaskadenlichtbogen, in den eine geringe Menge SrCl₂ gedampft wurde. Das in¹ geschilderte Verfahren erlaubte es, den Teil der Strahlung der Sr-Ionen, der aus einem Plasma konstanter Temperatur stammte, frei von

Selbstabsorption in kälteren Schichten zu bestimmen. Nur dieser Strahlungsanteil wurde zur Berechnung der Absorptionsoszillatorenstärken verwendet.

Da die Strontium-Dichte um einen Faktor 10³ unter der Elektronendichte lag, konnte der Zusatz von SrCl₂ keine merkliche Veränderung einer der Zustandsgrößen des Plasmas hervorrufen. Daher konnte die Temperatur des temperaturkonstanten Plasma-Gebiets im reinen Argon-Plasma aus der Elektronendichte und aus dem end-on und side-on gemessenen Emissionsvermögen des Argon-Kontinuums berechnet werden. Als Mittelwert ergab sich:

$$T = 11\,320 \text{ }^\circ\text{K} \pm 2\%.$$

Im Vakuum-UV wurden als Normalintensitäten die durch die Kirchhoff-Planck-Funktion $B_\lambda(T)$ bestimmten Höhen optisch dicker C-I Linien verwendet. Die Normalintensitäten im sichtbaren Spektralbereich lieferte ein Kohlebogen nach MAGDEBURG².

Da das Plasma in guter Näherung thermisch war, konnten die Besetzungszahlen $\int_0^L n_n(T, x) dx$ pro cm² beobachteter Fläche mit Hilfe der Boltzmann-Verteilung aus der Teilchenzahl $\int_0^L n(x) dx$ pro cm² beobachteter Fläche ermittelt werden.

Die Bestimmung der absoluten Teilchenzahl $\int_0^L n(x) dx$ pro cm² beobachteter Fläche erfolgte durch Absolutmessung der Intensitäten der Linien Sr-II 4078 Å und Sr-II 4216 Å, für deren Übergangswahrscheinlichkeiten die von GALLAGHER³ mittels Hanle-Effekt gemessenen Werte eingesetzt wurden. Die von OSTROVSKII und PENKIN⁴ nach der Hakenmethode gemessenen Werte für die Übergangswahrscheinlichkeiten dieser Linien ergaben zwar bessere Übereinstimmung der daraus berechneten zwei Teilchenzahlen, die absolute Größe der von GALLAGHER gemessenen Werte ist jedoch wahrscheinlich richtiger.

Für jede der Sr-II Linien im Vakuum-UV wurde der gemessene Verlauf der Wachstumskurve gezeichnet. Es erwies sich, daß alle Sr-II Linien über den ganzen experimentell verwendeten Bereich der Teilchenzahl aus optisch dünner Schicht emittiert wurden.

Um zu prüfen, ob auch die Sr-II Linien im sichtbaren Spektralbereich aus optisch dünner Schicht emittiert wurden, wurde jeweils für zwei Linien sehr verschiedener Intensität die Teilchenzahl variiert und kontrolliert, ob die Intensitäten linear voneinander abhingen.

¹ J. v. SPECHT, Z. Naturforsch. **23 a**, 1499 [1968].
² H. MAGDEBURG, Z. Naturforsch. **20 a**, 980 [1965].
³ A. GALLAGHER, Phys. Rev. **157**, 24 [1967].

⁴ YU. I. OSTROVSKII u. N. P. PENKIN, Optics and Spectroscopy **11**, 307 [1961].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

λ [Å]	unterer Term (n)	J_n	oberer Term (m)	J_m	g_n	g_m	f_{mn}	A_{nm} [sec $^{-1}$]
1489,0	4d 2 D	5/2	8f 2 F 0	7/2	6	8	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$1,71 \cdot 10^7$
1531,3	4d 2 D	3/2	7f 2 F 0	5/2	4	6	$1,84 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^7$
1537,9	4d 2 D	5/2	7f 2 F 0	7/2	6	8	$1,92 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^7$
1613,0	4d 2 D	3/2	6f 2 F 0	5/2	4	6	$5,7 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^7$
1620,4	4d 2 D	5/2	6f 2 F 0	7/2	6	8	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$1,06 \cdot 10^8$
1762,8	5p 2 P 0	3/2	9d 2 D	3/2	4	4	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^6$
1769,6	4d 2 D	3/2	5f 2 F 0	5/2	4	6	$1,31 \cdot 10^{-1}$	$1,86 \cdot 10^8$
1778,4	4d 2 D	5/2	5f 2 F 0	7/2	6	8	$1,45 \cdot 10^{-1}$	$2,3 \cdot 10^8$
1793,1	5s 2 S	1/2	6p 2 P 0	1/2	2	2	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^5$
1819,0	5p 2 P 0	1/2	8d 2 D	3/2	2	4	$1,96 \cdot 10^{-2}$	$1,97 \cdot 10^7$
1845,5	5p 2 P 0	3/2	8d 2 D	5/2	4	6	$1,84 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^7$
1846,8	5p 2 P 0	1/2	9s 2 S	1/2	2	2	$1,35 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^7$
1874,9	5p 2 P 0	3/2	9s 2 S	1/2	4	2	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^7$
4161,8	5p 2 P 0	1/2	6s 2 S	1/2	2	2	$1,56 \cdot 10^{-1}$	$6,0 \cdot 10^7$
4305,5	5p 2 P 0	3/2	6s 2 S	1/2	4	2	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^8$

In Tab. 1 sind die gemessenen Absorptionsoszillatorenstärken f_{mn} und die ihnen entsprechenden Übergangswahrscheinlichkeiten A_{nm} der Sr-II Linien zusammengestellt. Sie wurden nach

$$A_{nm} = \frac{8 \pi^2 e^2}{m c} \frac{1}{\lambda^2} \frac{g_n}{g_m} f_{mn} \quad (2)$$

umgerechnet. Die Zuordnung der Sr-II Linien und die Energien ihrer Terme wurden Tabellen von MOORE^{5,6} entnommen.

Der Fehler der Absorptionsoszillatorenstärken f_{mn} der Sr-II Linien im Vakuum-UV setzt sich aus den Fehlern der Meßwerte W_λ und $\int_0^L n_n(T, x) dx$ zusammen. Der Fehler der Äquivalentbreiten W_λ beträgt un-

Tab. 1. Gemessene Absorptionsoszillatorenstärken f_{mn} und Übergangswahrscheinlichkeiten A_{nm} von Sr-II Linien in den Wellenlängenbereichen von 1400 bis 1900 Å und von 4000 bis 4400 Å.

ter Berücksichtigung eines möglichen systematischen Fehlers bei der Festlegung der Schwarzstrahlung etwa 15%. Bei der Bestimmung der Besetzungszahlen $\int_0^L n_n(T, x) dx$ kann man einen Fehler von etwa 20% ansetzen.

Insgesamt sind die in Tab. 1 angegebenen Werte f_{mn} und A_{nm} der Sr-II Linien im Vakuum-UV also mit einem Fehler von etwa 35% belastet. — Der Fehler der in Tab. 1 angegebenen Werte f_{mn} und A_{nm} der Sr-II Linien im sichtbaren Spektralbereich beträgt etwa 20%.

Herrn Dr. G. BOLDT und Herrn Dr. W. HOFMANN danke ich für zahlreiche Diskussionen.

⁵ CH. E. MOORE, Multiplet Table of Astrophys. Interest, Revised Ed. NBS Tech. Note 36 [1959].

⁶ CH. E. MOORE, An Ultraviolet Multiplet Table, CNBS 488, Section 2 [1952].