

Die relative Oszillatorenstärke
von einigen Linien der scharfen und diffusen
Nebenserien des Heliums

VON CARL-RUDOLF VIDAL

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik, München
(Z. Naturforschg. 19 a, 1018 [1964] ; eingegangen am 24. Februar 1964)

Für die Bestimmung der relativen Oszillatorenstärken wird eine Hochfrequenzentladungsapparatur verwendet, die erstmals von SCHLÜTER¹ angegeben und für die vorliegenden Messungen in einer vom Autor² weiterentwickelten Form verwendet worden ist. In einer magnetischen Flasche brennt dabei mit hoher zeitlicher Konstanz eine stationäre Hochfrequenzentladung, die ein sehr sauberes, homogenes und optisch dünnes Heliumplasma liefert (Elektronendichte $N_e = 2,7 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$, Temperatur $T = 1850 \text{ }^\circ\text{K}$).

An einer Reihe von höheren Seriengliedern der Nebenserien des Heliums wird paarweise unter gleichen Bedingungen auf photoelektrischem Wege das Profil einer scharfen und einer diffusen Linie mit gleicher Hauptquantenzahl n aufgenommen. Planimetriert man die Flächen der Profile und bildet das Verhältnis der auf diese Weise ermittelten, relativen Linienintensitäten Q_D/Q_S , so gilt

$$\frac{Q_D}{Q_S} = \frac{g_S}{g_D} \frac{f_D}{f_S} \frac{N_D}{N_S}, \tag{1}$$

wo f_D und f_S die Absorptionsozillatorenstärken, g_D und g_S die statistischen Gewichte und N_D und N_S die Besetzungszahlen sind. Die relative Besetzung N_D/N_S wird für die Linienpaare mit einer Hauptquantenzahl $n \geq 7$ entsprechend einer thermischen Besetzung berechnet:

$$\frac{N_D}{N_S} = \frac{g_D}{g_S} \exp \left\{ - \frac{(E_D - E_S)}{k T} \right\}. \tag{2}$$

Obwohl es sich bei dem hier untersuchten Plasma um kein thermisches Plasma handelt, stellt Gl. (2) nach Messungen von SCHLÜTER³, in denen an einem ähnlichen Hochfrequenzplasma die Besetzung bezogen auf die thermische Besetzung nach SAHA-BOLTZMANN ermittelt wurde, dennoch eine sehr gute Näherung dar. Für die hier in Frage kommenden Hauptquantenzahlen n ist nämlich in Anbetracht des kleinen Termabstandes die relative Abweichung von der thermischen Besetzung nur

geringfügig. Sie liegt im Rahmen der hier erzielten Meßgenauigkeit. Die Tabelle bringt die experimentellen Ergebnisse und einen Vergleich mit einigen von TREFFTZ et al.⁴ theoretisch ermittelten Werten.

Linienpaar	Q_D/Q_S	$\left\{ \frac{\Delta E}{kT} \right\}_{\text{exp.}}$	f_D/f_S	$\frac{f_D/f_S}{\text{nach TREFFTZ}^4}$	prozentuale Abweichung
$^{23}\text{P} - ^{73}\text{D}$ $^{23}\text{P} - ^{73}\text{S}$	11,0	0,85 ₅	12,8		
$^{23}\text{P} - ^{83}\text{D}$ $^{23}\text{P} - ^{83}\text{S}$	11,2	0,90 ₁	12,4	$\frac{0,00849}{0,00071} = 12,0$	- 3%
$^{23}\text{P} - ^{93}\text{D}$ $^{23}\text{P} - ^{93}\text{S}$	11,0	0,93 ₀	11,8		
$^{23}\text{P} - ^{103}\text{D}$ $^{23}\text{P} - ^{103}\text{S}$	12,0	0,94 ₉	12,6	$\frac{0,00408}{0,00034} = 12,0$	- 5%
$^{21}\text{P} - ^{81}\text{D}$ $^{21}\text{P} - ^{81}\text{S}$	12,4	0,95 ₄	13,0	$\frac{0,00740}{0,00055} = 13,5$	+ 4%

Tab. 1.

Die erzielte Übereinstimmung ist recht befriedigend und entspricht etwa der bei diesen Messungen erreichten Genauigkeit. Die Hauptfehlerquelle ist bei der Planimetrierung in der Bestimmung des Untergrundes der scharfen Linien zu suchen.

Bekanntlich sind auf Grund der im Vergleich zu den S-Termen größeren Wasserstoffähnlichkeit der D-Terme die Übergangswahrscheinlichkeiten für die Linien der diffusen Nebenserien genauer bekannt als die Übergangswahrscheinlichkeiten für die Linien der scharfen Nebenserien. Geht man also davon aus, daß die theoretischen Oszillatorenstärken der diffusen Linien ohne Fehler sind, so sind auf Grund der Messungen ebenfalls die Oszillatorenstärken der scharfen Linien zumindest im Rahmen der Meßgenauigkeit einwandfrei.

Für wertvolle Diskussionen danke ich Frau Dr. E. TREFFTZ und Herrn Dr. H. WULFF.

¹ H. SCHLÜTER, Z. Naturforschg. 15 a, 281 [1960].
² C. R. VIDAL, Z. Naturforschg. 19 a, 947 [1964].
³ H. SCHLÜTER, Z. Naturforschg. 18 a, 439 [1963].

⁴ E. TREFFTZ, A. SCHLÜTER, K. H. DETTMAR u. K. JÖRGENS, Z. Astrophys. 44, 1 [1957].

