

NOTIZEN

Der g -Faktor des Bahnmoments des Elektrons

Von Heinz Koppe

Max-Planck-Institut für Physik, Göttingen

(Z. Naturforschg. **3a**, 310 [1948]; eingeg. am 4. August 1948)

Die neuen Messungen von Rabi¹, die zur Auf-
findung kleiner Abweichungen des magnetischen
Momentes des Elektrons vom „theoretischen“ Wert
(1,00118 statt 1 Bohrsches Magneton) geführt haben,
beruhen auf einer genauen Bestimmung des Verhält-
nisses der g -Faktoren (Verhältnis des mechanischen
zum magnetischen Moment) des Bahnmomentes und
des Spins. Es sollte gelten $g_{\text{Spin}}/g_{\text{Bahn}} = 2$, man findet
statt dessen den Wert 2,00236. Das dabei benutzte Bahn-
moment ergibt sich ganz allgemein² für ein System be-
wegter Massenpunkte gleicher spezifischer Ladung e/m .
Diese Voraussetzung ist im Atom nicht gegeben, wenn
man die Mitbewegung des Kernes berücksichtigt. Es ist
von vornherein zu erwarten, daß sich dadurch nur eine
sehr geringfügige Korrektur ergeben wird, weshalb man
diesen Effekt bis jetzt auch noch nicht berücksichtigt hat.
Bei der inzwischen außerordentlich gesteigerten Meß-
genauigkeit darf man ihn aber nicht mehr ohne weiteres
vernachlässigen.

Für ein Atom aus einem Kern mit der Masse M
und einem Elektron mit der Masse m ist, wenn $\mathbf{r}_k, \mathbf{r}_e$
und \mathbf{r} die Kern-, Elektronen- bzw. Relativkoordinaten
sind, das Drehmoment J und das magnetische Moment
 μ gegeben durch

$$J = M[\mathbf{r}_k \dot{\mathbf{r}}_k] + m[\mathbf{r}_e \dot{\mathbf{r}}_e] = \frac{mM}{M+m}[\mathbf{r} \dot{\mathbf{r}}],$$

$$\vec{\mu} = \frac{e}{2c} \left\{ -[\mathbf{r}_k \dot{\mathbf{r}}_k] + [\mathbf{r}_e \dot{\mathbf{r}}_e] \right\} = \frac{e}{2c} \frac{M-m}{M+m}[\mathbf{r} \dot{\mathbf{r}}].$$

Für den g -Faktor ergibt sich

$$g_{\text{Bahn}} = 1 - \frac{m}{M}. \quad (1)$$

(Dabei ist das Bohrsche Magneton auf die Elektronen-
masse bezogen. Würde man es auf die reduzierte Masse
beziehen, so bekäme man $g = [M-m]/[M+m] \approx 1-2m/M$).
Für Mehrelektronensysteme läßt sich die Korrektur
des g -Faktors nicht so einfach angeben, man wird
aber jedenfalls einen annähernd richtigen Wert er-
halten, wenn man in (1) die Masse des Atomkernes
einsetzt. Die Abweichung von 1 ist immer sehr klein
(maximal 0,5% bei H), so daß sich an dem von Rabi

¹ Vgl. J. E. Nafi, E. B. Nelson u. I. I. Rabi,
Physic. Rev. **71**, 914 [1947]; D. E. Nagle, R. S.
Julian u. J. R. Zacharias, Physic. Rev. **72**, 971
[1947]; P. Kusch u. H. M. Folly, Physic. Rev. **72**,
1256 [1947].

² Vgl. Kramers, Quantentheorie des Elektrons
und der Strahlung. Hand- u. Jahrbuch der Chem. Phy-
sik, Bd. 1, II, Leipzig 1937, S. 233.

aus seinen Messungen gezogenen Schluß auf die Ab-
weichungen des magnetischen Momentes qualitativ
nichts ändert. Quantitativ kann die Korrektur aber
innerhalb der sehr großen Meßgenauigkeit liegen und
muß deshalb mit berücksichtigt werden. Bei den bis
jetzt vorliegenden Messungen liegen die Werte für
 $\delta\mu/\mu$, die an H bzw. D je gewonnen worden sind, tat-
sächlich höher als bei den aus Messungen an Ga er-
mittelten, wie das zu erwarten wäre. Leider sind aber
gerade die Messungen an H und D noch relativ „un-
genau“, so daß der oben erörterte Effekt im Meß-
fehler untergeht.

Über die Erzeugung von Ionenstrahlen mittels
einer HochfrequenzentladungVon Hugo Neuert¹(Z. Naturforschg. **3a**, 310–312 [1948]; eingeg. am 2. August 1948)

Thonemann² hat zuerst darauf hingewiesen,
daß es möglich ist, aus einer elektrodenlosen Hoch-
frequenzentladung mit Hilfe einer Gleichspannung
von 10–20 kV Ionenströme von etwa 10 mA heraus-
zuziehen, und hat gleichzeitig die dabei auftretenden
Entladungserscheinungen geschildert. Diese Art der
Ionenerzeugung ist hier mit einer der obigen² ziem-
lich ähnlichen Anordnung für den Fall der Wasser-
stoffentladung eingehend studiert worden. Als Ent-
ladungsgefäß diente ein 2-l-Kolben aus Pyrexglas
mit einem Halsansatz von 45 mm Weite. Die Entladung
wurde durch eine Spule aus Cu-Rohr von 4½ Windun-
gen aufrechterhalten, die an einen Hochfrequenzsen-
der ($\lambda = 10$ –20 m, etwa 150 W) angeschlossen war.
Messungen der Nutzleistung zeigten, daß nur einige
Prozent der Senderverlustleistung von der Gasent-
ladung aufgezehrt wurden. Die Ionen wurden bei Druk-
ken von 2–10 $\times 10^{-3}$ mm aus der Entladung heraus-
gezogen. Kathode war dabei ein am Halsansatz ange-
brachter Al-Ring. Der Ionenstrahl trat, offensichtlich
nach der Achse des Kolbenhalses hin konzentriert, in
einen 8 cm tiefen Auffänger mit etwa +500 V Vorspan-
nung ein. Durch Veränderung der Vorspannung und
der Auffängertiefe wurde festgestellt, daß man es
praktisch mit einem reinen Ionenstrahl zu tun hatte.
Der Ionenstrom stieg proportional mit der Saug-
spannung (bis etwa 12 kV) und etwas weniger als
proportional mit der Senderleistung (bis etwa 120 W)
an. Bei 10 kV und 100 W wurden leicht 20 mA er-
zielt. Bei höheren Spannungen als etwa 13 kV konnte
bei Drucken unter 2 $\times 10^{-3}$ mm eine Entladung nicht
mehr kontinuierlich aufrechterhalten werden. Bei
Drucken über 13 $\times 10^{-3}$ mm bildete sich kein gebün-
delter Ionenstrahl mehr aus.

Es wurde nun beobachtet, daß ein schwaches

¹ Weil a. Rh., Marktplatz 5.

² P. C. Thonemann, Nature [London] **158**, 61
[1946].

