

## Versuch 1.10

### AUGER-Effekt

#### A. Aufgabenstellung

Es werden die Elektronenbindungsenergien der Barium M-Schalen ( $M_5, M_4, M_3, M_2$ ) in einem FRANCK-HERTZ Rohr bestimmt. Dabei wird die Strom-Spannungs-Kennlinie mit einem phasenempfindlichen Gleichrichter verstärkt und sowohl einfach wie zweifach differenziert bei unterschiedlichem Wobbelhub aufgenommen.

#### B. Anleitung zur Theorie

Die Erscheinung der Sekundärelektronenemission nach Elektronenbeschuß bildet die Grundlage zum Verständnis des Experiments. Bei der sog. Schwellwertspektroskopie werden wesentliche Informationen aus der Intensität der AUGER-Elektronen erhalten. Es ist deshalb notwendig, die Anregungswahrscheinlichkeit für den AUGER-Effekt bzw. den Wirkungsquerschnitt für die Ionisierung theoretisch zu berechnen. Einen nicht unwesentlichen Anteil stellen dabei sowohl die Zustandsdichte bzgl. des Primärelektrons wie die bzgl. des ionisierten Elektrons dar. Neben AUGER-Elektronen können auch Röntgenquanten zum experimentellen Nachweis der Ionisierung benutzt werden.

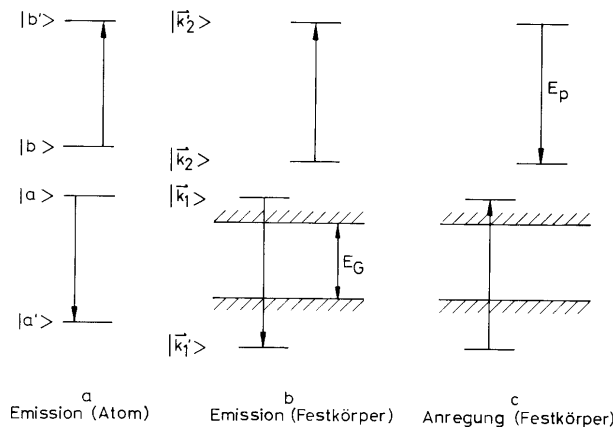


Fig.1.10.1: Schematische Darstellung des AUGER-Effekts als strahlungslose Energieübertragung durch Elektron-Elektron-Wechselwirkung; a) Emission eines AUGER-Elektrons infolge der Zustandsänderung eines Primärelektrons von  $|a\rangle$  nach  $|a'\rangle$  beim Atom, b) vom Leitungsband  $|k_1\rangle$  zum Valenzband  $|k_1'\rangle$  beim Festkörper, c) Anregung eines Sekundärelektrons vom Valenzband  $|k_1'\rangle$  zum Leitungsband  $|k_1\rangle$  infolge der Zustandsänderung eines Primärelektrons, das in den Festkörper eintritt.

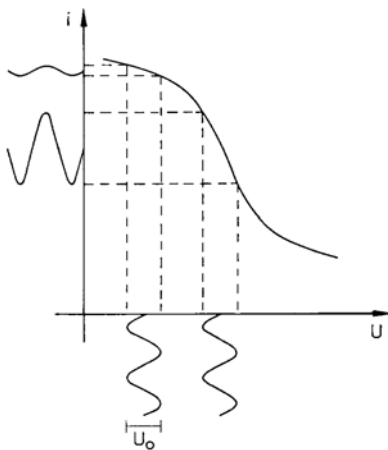


Fig. 1.10.2: Darstellung der Modulationstechnik bei der Messung einer Strom-Spannungs-Charakteristik;  $U_0$ : Modulationshub.

Die Strom-Spannungs-Charakteristik wird mit Hilfe einer Modulationstechnik aufgenommen. Infolge der modulierten Beschleunigungsspannung wird die Amplitude des mit derselben Frequenz variierenden Anodensignals im wesentlichen durch die Steigung der Charakteristik oder im Falle der zweiten Harmonischen durch die zweite Ableitung geprägt. Damit kann der hohe Untergrund des Gleichspannungssignals unterdrückt werden. Der Nachweis des periodischen Signals geschieht mittels einer Verstärkertechnik, bei der das verstärkte Wechselspannungssignal durch Multiplikation mit einem Referenzsignal gleicher Phasenlage und nachfolgender Siebung im Tiefpass auf einen Gleichspannungswert transformiert wird (Lock-In Verfahren).

Ausgehend von der BOHRschen Theorie können die Elektronenbindungsenergien innerer Schalen grob durch die RYDBERG-Formel unter Berücksichtigung einer effektiven Kernladung abgeschätzt werden. Eine quantenmechanische Betrachtung läßt den Einfluß des Bahndrehimpulses wirksam werden. Schließlich führt eine verfeinerte Analyse zur Berücksichtigung sowohl des Eigendrehimpulses wie relativistischer Korrekturen. Die Intensität der AUGER-Elektronen wird neben den Übergangswahrscheinlichkeiten und anderen Parametern durch die Besetzungsverhältnisse bestimmt.

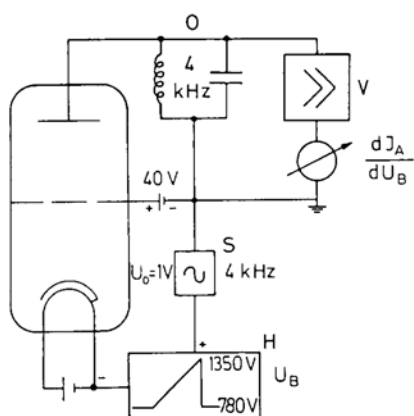


Fig. 1.10.3: Schematischer Versuchsaufbau zur Schwellwertspektroskopie mit Hilfe des AUGER-Effekts; H: Hochspannungsversorgung und Sägezahn-generator, S: Sinusgenerator, O: Oszillator, V: Lock-In-Verstärker.

### C. Anleitung zur Durchführung

Die Spektren werden in drei Bereichen der Beschleunigungsspannung aufgenommen:

- zwischen 780 V und 815 V
- zwischen 1060 V und 1160 V
- zwischen 1300 V und 1320 V

Dabei soll sowohl die 1. Ableitung wie die 2. Ableitung der Kennlinie beobachtet und vom Schreiber aufgezeichnet werden. Ferner ist der Einfluß des Wobbelhubs zu untersuchen. Die so experimentell ermittelten Bindungsenergien werden mit den theoretischen Werten verglichen.

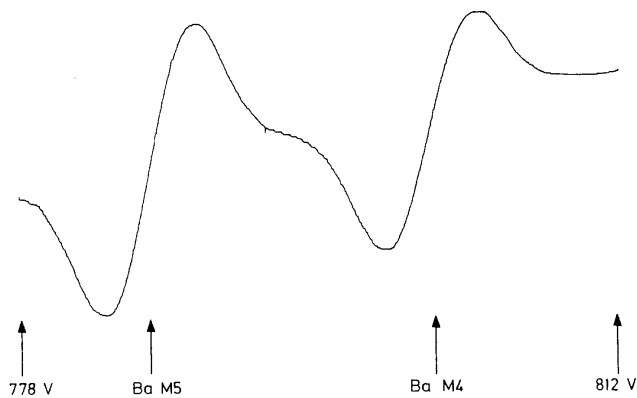
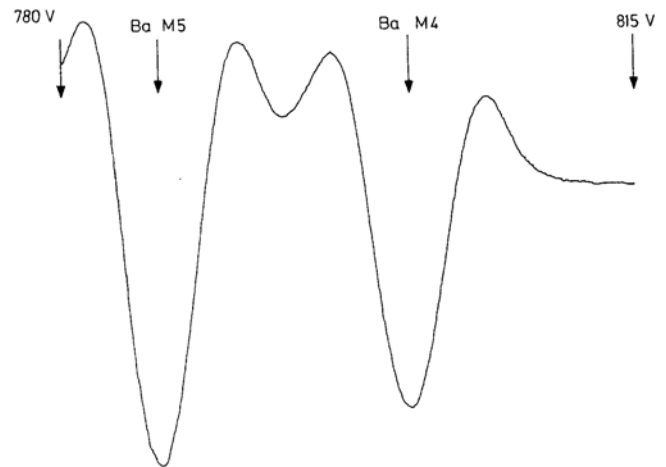


Fig.1.10.4: Einfach differenzierte Strom-Spannungs-Kennlinie.

Fig. 1.10.5: Zweifach differenzierte Strom-Spannungs-Kennlinie.



#### D. Geräte

- 1 FRANCK-HERTZ Rohr
- 1 Gleichstrom-Röhrenheizung
- 1 Gleichspannungsgenerator (0... 100 V)
- 1 Funktionsgenerator (4 und 2 kHz)
- 1 Sägezahn-generator
- 1 Hochspannungsgenerator
- 1 Lock-In Verstärker
- 1 X-Y-Schreiber

#### E. Literatur

- G. THEISS, *Experimente zur Atomschalenstruktur mit dem FRANCK-HERTZ Rohr*, Staatsexamensarbeit, Giessen, 1979
- M. BÖHM, A. SCHARMANN, *Höhere Experimentalphysik*, VCH, Weinheim, 1992