

zu unterscheiden: kontinuierliche und selektive Strahlung. Erstere geht von den aufprallenden Elektronen aus, die je nach ihrer Geschwindigkeit v Strahlungen bestimmter Wellenlänge aussenden; da v der Elektronen im selben Kathodenstrahlbündel stark wechselt, so macht sich eine stetige Reihe von Strahlungen mit einem Intensitätsmaximum (das der größten Zahl von Elektronen mittlerer Geschwindigkeit entspricht) geltend. Die untere Grenze dieses kontinuierlichen Spektrums, also die Strahlung mit kleinster Wellenlänge schneidet scharf ab; sie entspricht nach der Quantenformel von Einstein $\lambda = 1/\nu = h/e V^1$ der Scheitelspannung, d. h. der maximalen Voltzahl der Apparatur.

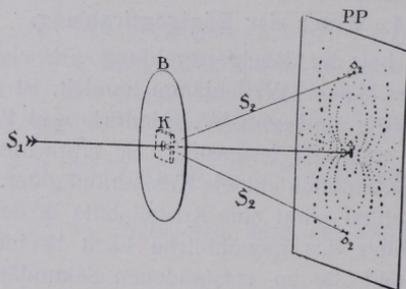


Fig. 541. Schema der Aufnahme eines Lauediagramms.

Die selektive Strahlung (Eigenstrahlung) geht von den von Elektronen getroffenen Atomen aus und ist für deren durch die Ordnungszahl bestimmte Art kennzeichnend. Sie besteht aus einzelnen Spektrallinien (wie man sie in der gewöhnlichen Optik bei Gasen findet) und heißt K, L, M usw.-Serie. Die Wellenlänge λ der Röntgenstrahlung ist etwa 1000mal geringer (also ihre Schwingungszahl entsprechend größer) als beim sichtbaren Licht ($\lambda = 10^{-8}$ cm gegen 10^{-5} cm). Kurzwellige Strahlung nennt man hart, langwellige weich.

5. Röntgenröhren.

Der gasverdünnte Röhrenraum enthält eine Kathode (gewöhnlich aus Aluminium) und eine kupferne mit besonders hochschmelzigem Metall (etwa Platin) belegte Anode (Antikathode genannt). Die negativ elektrisch aufgeladene Kathode zieht die zu Folge des Zusammenprallens der Gasteilchen (durch Stoßionisation) sich bildenden positiven Ionen an (Fig. 542); sie stoßen auf die Kathode und setzen negative Elektronen in Freiheit, die im Felde der positiven Antikathode stark beschleunigt werden und beim Auftreffen auf sie

¹⁾ h = Plancks Wirkungsquantum, ν = Schwingungszahl, e = Ladung eines Elektrons, V = Spannung.

Röntgenstrahlen liefern. Verhältnismäßig großer Gasreichtum bringt geringe Geschwindigkeit der Ionen und Elektronen und damit, bei bedeutender Stromstärke, weiche Strahlung mit sich; geringer Gasgehalt der Röhre läßt den Ionen und Elektronen freiere Bahn, verstärkt also den Aufprall, so daß kurzwellige Strahlung entsteht. Bei noch stärkerer Gasverdünnung geht der Effekt durch Ionenarmut zurück.

Durch Gasabgabe der Röhrenteile (zufolge eintretender Temperaturerhöhung) wird die Strahlung weicher. Andererseits werden die

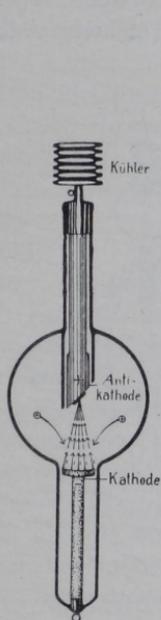


Fig. 542. Röntgenröhre.

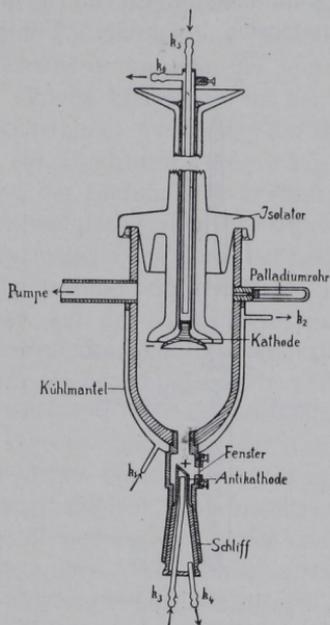


Fig. 543. Siegbahn-Röhre.

Röhren beim Gebrauch härter, weil das verstäubte Elektrodenmaterial Gas aufnimmt. Eine Regelung wird durch Gaszufuhr z. B. mittels eines durch die Rohrwandung gehenden Palladiumdrahtes ausgeübt; beim Erhitzen durch eine Bunsenflamme leitet er durch sich hindurch Wasserstoff aus den Flammgasen in die Röhre. Die sogenannten Bauerventile sind Luftventile mit porösen Tonpfropfen und Quecksilberdichtung. Für Kühlung sorgt die große Oberfläche der Röhre; die Siegbahn-Röhre (Fig. 543) hat eine doppelte Metallwand mit Wasserlauf. Die Antikathode wird zum Zwecke der Abkühlung rippenförmig gestaltet, oder durch das Wasser einer isolierten Pumpenleitung in ihrem Wärmegrad niedrig gehalten. Bei der C. H. F. Müllerschen

Siederöhre bringt die Hitze der Antikathode sie bespülendes Wasser zum Sieden und Verdampfen, so daß die Temperatur nicht über 100° steigt. Eine Kühlung der Kathode erübrigt sich im allgemeinen. Bei den Siegbahn-Röhren ist auch hier Wasserkühlung vorgesehen. Um selektive Strahlung zu erhalten, verwendet man als Antikathodenbelag Kupfer, Eisen, Nickel, Molybdän. Bei einer Spannung von 35–40 000 Volt erhält man bei Kupfer $K_{\alpha} = 1,539 \text{ \AA}$, bei Molybdän $K_{\alpha} = 0,712 \text{ \AA}$ bei etwa 70 000 Volt.

Die α Strahlung dringt durch das Glas der Röhre oder durch Aluminiumfenster ins Freie. Um gleichzeitig mehrere Aufnahmen

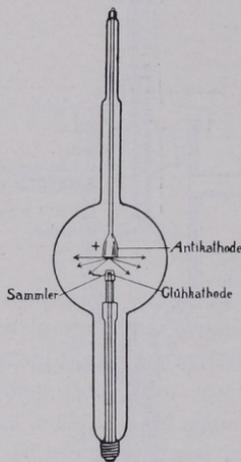


Fig. 544. Coolidge Röhre.

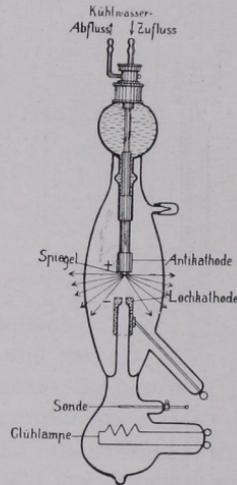


Fig. 545. Lilienfeldröhre.

machen zu können, bündelt man entsprechend viele Strahlen durch Blenden aus. Besonders bei horizontal gestellter Antikathodenfläche läßt sich das leicht bewerkstelligen. Lange Wege der Strahlung bis zum Kristall sind wegen der Absorption in Luft zu vermeiden.

Röhren mit sehr geringem Gasgehalt haben Coolidge und Lilienfeld konstruiert. Auf die Mitwirkung der positiven Gasionen wird somit verzichtet. Vielmehr wird die Elektronenaussendung glühender Drähte (also einer Glühlampe) benutzt. Die Coolidge-Röhre (Fig. 544) ist, um eine starke Streuung der Kathodenstrahlen zu vermeiden, mit einer sehr kleinen Wolframlampe als Kathode versehen, die von einem abschirmenden hohlspiegelartigen Molybdänmantel umgeben ist. Aus demselben Grunde wird der Antikathoden-

spiegel der Kathode stark genähert, auch wohl noch erstere durch eine Kappe vor vagabundierenden Elektronen geschützt. Ein Nachteil hierbei ist die große Nähe der negativen Kathode und positiven Antikathode, deren Anziehung leicht zu einer Zerreißung des durch die Glhige erweichenden Glhlampendrahtes fhrt; er muß also bequem ausgewechselt werden können. Um Schwankungen in der von der Temperatur abhängigen Elektronenzahl zu vermeiden, wird die Lampe von einer selbständigen Akkumulatorenbatterie gespeist.

Bei der Lilienfeldrhre (Fig. 545) werden nicht die Elektronen der Glühlampe zur Erzeugung der Röntgenstrahlung unmittelbar benutzt; die Lampe dient als Hilfskathode insofern die von ihr ausgeschickten Elektronen erst die aktiven Elektronen an den Rändern einer zweiten Kathode (der Lochkathode) auslösen. Ein Heizstrom bringt die Lampe zum Glühen, ein Zündstrom von etwa 5000 Volt, der zwischen der Glühlampe und der Lochkathode verläuft, schnrnt den Elektronenstrom ein. Durch Kieselglasblenden wird letzterer soweit abgeblendet, daß er lediglich den metallischen Rand der Lochkathode trifft. Vor der Kathodenbohrung bedingt ein Kieselglas ein ringförmiges Auftreffen der Elektronen auf die Antikathode und auf ihr einen entsprechend gestalteten »Brennfleck«. Von Besonderheiten seien noch erwähnt ein Homogenisierungs-Nebenschluß zwischen Glühlampe und Kathode, um nur die Scheitelwerte der Rührens­pannung zuzuführen und eine demselben Zwecke dienende, der Kathode angeschlossene »Sonde«. Eine Leydener Flasche soll etwaige Oberschwingungen unterdrücken. Dauerhaftigkeit, Gleichmäßigkeit, hohe Intensität und die Möglichkeit der Einstellung von harter und weicher Strahlung sind Vorteile der Lilienfeldrhre. Wie immer verstärkt noch eine der photographischen Platte aufgelegte »Gehlerfolie« den optischen Effekt (Fig. 540, S. 213). Unter Verwendung einer Molybdän- oder Nickelantikathode kann man auch die Lilienfeldrhre monochromatisch betreiben.

6. Beziehung der Sekundärstrahlen zu den Netzebenen des Feinbaus.

W. H. und W. L. Bragg gleichwie G. Wulff erschlossen aus dem oben erwähnten Laueeffekt, daß die Sekundärstrahlen sich formell als Reflexe des in den Kristall dringenden Primärstrahls an Strukturebenen kennzeichnen lassen. Ist in Fig. 546 das primäre Bündel Röntgenstrahlen durch S_1 gegeben und s_1 sein Einstich auf einer senkrecht zu ihm gestellten photographischen Platte *Ph. P.* sowie α der »Glanzwinkel« zwischen S_1 und einer Strukturflche *K* (die senkrecht zur Zeichenebene gedacht sei), so erscheint S_1 von *K* nach