

Comptoneffekt

$$\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos \nu)$$

Im Jahre 1922 fand Arthur Holly Compton heraus, daß bei der Streuung von Röntgenstrahlen deren Wellencharakter nachgewiesen schien, an Materie mit niedriger Atommasse bzw. an freien, schwach gebundenen Hüllenelektronen, eine Vergrößerung der Wellenlänge des Elektrons auftritt. Diesen Effekt der Wellenlängenvergrößerung eines stoßenden Quants nennt man Comptoneffekt. Dieser Effekt war sehr überraschend. Bei der Streuung von Wasserwellen tritt ein solcher Effekt nicht auf. Auch Licht verändert seine Farbe beim Auftreffen auf ein Hindernis nicht.

Dies ließ Compton vermuten, daß das stoßende Quant Teilchencharakter haben mußte und daß der Stoß ähnlich wie beim Billardspiel von Statten geht.

Schematisch kann man sich den Comptoneffekt folgendermaßen vorstellen. Ein Quant mit einer bestimmten Wellenlänge und einem bestimmten Impuls trifft auf ein Elektron, welches vor dem Stoß noch keinen Impuls vorweist. Durch den Stoß mit dem Teilchen überträgt das Quant Energie an das Elektron und gibt ihm einen Impuls. Das „alte“ Quant verschwindet, ein neues Quant mit einer verminderten Wellenlänge (Frequenz) und einem kleineren Impuls tritt auf.

Experimentell kann man dies mit einem Nebelkammerversuch oder mit einem Röntgenspektrometer nachweisen.

Dieses „Zählrohr“ oder Röntgenspektrometer bringt man in einem bestimmten Winkel zu den getroffenen Elektronen an, den man mit Hilfe einer bewegbaren Apparatur einstellen kann. Zeichnung siehe Extrablatt.

In diesem Zählrohr können dann die gestreuten Quanten registriert werden.

Ein Experiment zur Bestätigung der verminderten Wellenlänge des neuen Quants ist folgendes:

Durch die kleinere Wellenlänge werden die gestreuten Röntgenstrahlen (Quanten) „weicher“, d. h., sie können leichter absorbiert werden. Genau dies läßt sich experimentell nachweisen.

Versuchsaufbau: siehe Extrablatt

Zwischen einen Co60-Strahler und ein Zählrohr wird ein 5cm dicker Bleiziegel zur Abschirmung der direkten Strahlung gestellt. Trotzdem werden von dem Zählrohr noch Photonen (Röntgenstrahlung) registriert (1200 Photonen in 10Minuten). Zusätzlich wird ein 2cm dicker Streukörper aus Plexiglas aufgesetzt. Dadurch wird die Zahl der am Zählrohr eintreffenden Röntgenstrahlung erhöht (1720 Photonen in 10 Minuten). Die Röntgenstrahlen werden im inneren des Streukörpers nach Bragg-Reflexion um etwa 90° gestreut. Sie treffen zusätzlich auf das Zählrohr. Dagegen werden die Comptonelektronen im Streukörper selbst absorbiert. Nun wird ein Aluminiumblech von 1mm vor die Eintrittsöffnung des Zählrohrs gesetzt. Dieses registriert in 10 Minuten nur noch 1490 Photonen. D. h., daß das Aluminium Photonen absorbiert. Nun setzt man zum Vergleich das Aluminiumstück an den Co60-Strahler. Man registriert nun 1680 Photonen, deutlich mehr als nach der Reflexion (Bildung von Photonen größerer Wellenlänge). Am Gammastrahler besitzt die Strahlung noch ihre ursprüngliche kleine Wellenlänge. Diese hat somit eine hohe Durchdringungsfähigkeit. Hieraus läßt sich schließen, daß der Comptoneffekt mit Änderung der Wellenlänge auch die Durchdringungsfähigkeit und somit die Qualität der Strahlung ändert.

Es ist also bewiesen worden, daß sich durch die Streuung die Wellenlänge (der Impuls) ändert und diese fehlende Energie an das Elektron abgegeben wurde.

Im Comptoneffekt wird das **Streuverhalten hochenergetischer Gammaquanten** an "freien" Elektronen untersucht. Im Versuch wird nachgewiesen, daß die Wechselwirkung dieser Strahlungsquanten mit **quasifreien Elektronen** in guter Näherung als **elastischer Stoß zweier Teilchen** unter Berücksichtigung von Energie- und Impulssatz beschrieben werden kann.

Gemessen wird im Versuch die Energie und die Intensität der gestreuten Gammaquanten von ^{137}Cs als **Funktion des Streuwinkels**. Die experimentellen Daten werden mit den Vorhersagen der Theorie (Klein-Nishina) verglichen.

Als Erweiterung des Versuchs wird auch die Energie der Stoßpartner der Gammaquanten - der Rückstoßelektronen - mit Hilfe der in der physikalischen Meßtechnik so wichtigen Koinzidenzmethode bestimmt (vgl. Versuch Winkelkorrelation).

Winkelkorrelation

Ähnlich wie der Mößbauereffekt ist die "gestörte" Winkelkorrelation (PAC = Perturbed Angular Correlation) eine gängige Untersuchungsmethode der Nuklearen Festkörperphysik, insbes. zur Bestimmung "innerer Felder" in der Umgebung der Sondenatome.

In unserem Versuch wird allerdings die zeitliche und räumliche Korrelation von reinen, d.h. **ungestörten**, Gammakaskaden aus dem Kernzerfall von ^{60}Co , sowie der Elektron-Positron-Vernichtungsstrahlung von ^{22}Na mit Hilfe der **Koinzidenztechnik** (vgl. Versuch Comptoneffekt) vermessen und mit gängigen Theorien verglichen.

Quellen: Internet: pit.physik.uni-tuebingen, ph-cip.uni-koeln, Kuhn Physik, Dorn-Bader Physik, Höfling Physik, Physiklexikon