

Die Bestimmung der zurückgelegten Strecke der α Teilchen in eine Kernspurplatte

Schnell bewegte Teilchen hinterlassen beim Durchgang durch die lichtempfindliche Schicht photographischer Platten Spuren, die durch die Entwicklung der Platten sichtbar werden. Man muss hierzu sehr feinkörnige, dicke Spezialemulsionen verwenden. Es ergeben sich dann ähnliche Bilder wie bei der Nebelkammer nur sind diese wesentlich kleiner, so dass die Beobachtung unter dem Mikroskop erfolgen muss. Mit Hilfe der hier beschriebenen Mess- und Registrieremethode ist es nicht nur möglich, die Vorgänge der natürlichen Radioaktivität vollständig aufzuklären, sondern auch zahlreiche Einblicke in den Bau und die Eigenschaften der Atomkerne überhaupt zu gewinnen.

Wenn ein elektrisch geladenes Teilchen durch eine fotografische Emulsion dringt, lässt es den Atomen der Emulsion, die sich auf der Richtung der Bahn befinden, einen Teil seiner Energie ab. Der Ionisationsprozess, der von dem Durchgang der Partikel verursacht wurde, führt zur Zerlegung der Halogenmoleküle. Durch den Entwicklungsprozess wird das Kolloidsilber festgelegt und das unzerlegte Halogen wird aufgelöst und beseitigt.

Nach der Entwicklung und der Festlegung, erhält man Reihenfolgen von Körnchen, die durch ein Mikroskop mit passender Vergrößerung beobachtet werden können, und die die Spur der Bahn der Teilchen vorstellen.

Durch die Beobachtung der Spur, die von dem elektrisch geladenen Teilchen in der Emulsion gebildet wurde, kann man Informationen betreffend ihre Eigenschaften erfahren, weil die Art der Spur sowohl von der Art der Partikel und von deren Geschwindigkeit, als auch von den Eigenschaften der Emulsion abhängt. Zum Beispiel, je größer die Energie der Partikel als auch desto länger wird die in Emulsion verlassene Spur sein und umgekehrt. Die notwendige Energie, die man braucht, um ein Atom von Emulsion zu ionisieren hat denselben Wert. Dies bedeutet, dass je mehr Energie eine Partikel haben wird, desto mehr Atomen, die entlang seiner Bahn liegen, ionisiert werden.

In einer Emulsion kann man drei Arten von Spuren beobachten:

- a) Spuren von Teilchen, die in der Emulsion anhalten;
- b) Spuren von Teilchen, deren Geschwindigkeit auf der in der Emulsion enthaltenden Strecke bedeutend verkleinert wird, die aber nicht in der Emulsion anhalten;
- c) Spuren von schnell rasenden Teilchen, deren Aussehen auf der ganzen Strecke der Emulsion unverändert bleibt;

Alle diese drei Arten von Spuren können für die Identifizierung der Partikel benutzt werden, die die Spur verursacht hat. Dies erfolgt anhand ihrer Charakteristiken, beziehungsweise der messbaren Größen und zwar: die Länge der Spur, die Richtung und die Dichte der Ionisierung (die Zahl der Körnchen auf Längeneinheit).

Die Messung der zurückgelegten Strecke

Weil die meisten Partikel, die in der Emulsion eindringen, einen Winkel mit deren Fläche bilden, ist für die Feststellung der zurückgelegten Strecke notwendig, dass man ihre Projektionen auf der waagerechten Richtung (X) (die mit der Ebene der Emulsion übereinstimmt), und auf der senkrechten Richtung (Z) messen soll. In diesem Fall wird die Länge der gemessenen Bahn von der Relation gegeben:

$$R = \sqrt{X^2 + Z^2}$$

Die gemessene Länge wird kleiner als die Länge der Bahn an der Zeit der Bildung der Spur sein, weil, während des Ionisations- und Festlegungsprozesses, der Platte ein Teil der Emulsion aufgelöst und beseitigt wird. Man behauptet, dass die Dicke der Emulsion sich durch diese Bearbeitung, um so mehr verkleinert, je höher die ursprüngliche Konzentration von Silberbromid ist.

Während des Ionisations- und Festlegungsprozesses wird die Projektion auf der senkrechten Richtung bestimmt.

Das Verhältnis K zwischen der senkrechten Projektion Z einer Spur in der unbearbeiteten Emulsion und der Projektion Z in der entwickelten Emulsion heißt Kontraktionsfaktor K und für die benutzte fotografische Emulsion ist K gleich 2,5.

Berücksichtigend diesen Faktor, die reelle Länge der Bahn wird

$$R = \sqrt{X^2 + (KZ)^2}$$

MN – die Dicke der Emulsionsschicht nach der Ionisation und der Festlegung.

AB – die Dicke der Glasplatte, die als Unterlage benutzt wird.

Für das Messen der horizontalen Projektion X, bringt man die gewählte Spur in der Mitte des Beobachtungsfeldes und danach legt man durch Umdrehung den mikrometrischen Maßstab übereinander mit der Spur oder parallel dazu.

Man liest die Länge der Projektion X in Maßstab-Einheiten.

Für die Messung der senkrechten Projektion Z der Spur, hebt oder lässt man die Tube des Mikroskops mit Hilfe der Schraube des Mikroskops herunter, man schärft das Bild an einem Ende der Spur. An diesem Ende wird man deutlich einige schwarze Körnchen sehen (in dieser Zeit sieht das andere Ende unklar, blass, diffus aus). Man liest die Teilung, die der Anhaltspunkt der mikrometrischen Schraube zeigt. Danach hebt oder lässt man wieder die Tube des Mikroskops und versucht das andere Ende der Spur scharf zu sehen, weil zu dieser Zeit das erste Ende unklar aussehen wird. Man liest noch einmal die Teilung auf der Schraube. Die Differenz der zwei Werten gibt uns die senkrechte Projektion der Spur an.

Für die Berechnung der Strecke muss man die Werte der zwei gemessenen Projektionen von Teilungen in Mikrometern umwandeln, und man muss in Betracht ziehen, dass:

1 Teilung auf dem mikrometrischen Maßstab = 1,7 μm , 1 Teilung auf der Schraube = 2 μm hat und der Kontraktionsfaktor $K=2,5$ ist.

Man sucht und misst 10 (zehn) Spuren, und trägt die Daten in eine Tabelle ein, wie folgt:

| X (Div.) | X (μm) | Z (Div.) | KZ (μm) | X^2 (μm^2) | $K^2 Z^2$ (μm^2) | $X^2 + K^2 Z^2$ (μm^2) | R (μm) | E (MeV) |
|-------------|------------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|---------------------|------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

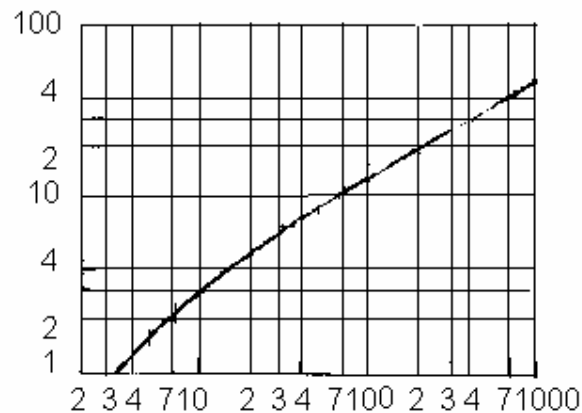
Die Bearbeitung der experimentellen Daten

Die Projektion der Spur auf der waagerechten Richtung in Mikrometern erhält man durch die Vervielfältigung der Anzahl von Teilungen mit dem Wert in Mikrometern einer Teilung des mikrometrischen Maßstabs. Die senkrechte Projektion in Mikrometern erhält man durch die Vervielfältigung der Anzahl von Teilungen mit 2

(das Wert in Mikrometern einer Teilung der Schraube) und mit dem Kontraktionsfaktor K. Die Summe der beiden Projektionen berechnet man nach dem Theorem von Pythagoras, so dass die Länge der Spur ist:

$$R = \sqrt{X^2 + K^2 Z^2}$$

Man wird den Mittelwert der Strecke für die zehn Messungen und die mittlere quadratische Abweichung berechnen. Mit Hilfe der mittleren Strecke kommt man aufgrund des Diagramms zu der Energie der α Strahlen, die die Emulsion durchgequert haben:



Die Abhängigkeit der Energie der Teilchen von der Spurenlänge.

Die Abszisse zeigt die Längen in Mikrometern. Die Energie an der Ordinate ist in MeV.

Fragen

1. Wodurch unterscheiden sich die Kernspurplatten von den gewöhnlichen Photo-Platten?
2. Warum ist es nötig, dass die Dicke der Kernspurplatten viel größer sein muss als die Dicke der Photo-Platten?
3. Welche Beziehung gibt es zwischen der in der Emulsion zurückgelegten Strecke einer beliebigen Partikel und ihrer Energie?