

## Demonstration der Bahnen von $\alpha$ -Teilchen in der *Wilson*-Kammer

### Versuchsziele

- Übersättigung eines Gemisches aus Luft und Wasser- /Alkoholdampf durch adiabatische Expansion einer *Wilson*-Kammer.
- Beobachtung der Bahnen von  $\alpha$ -Teilchen aus einer punktförmigen Quelle.  
oder
- Beobachtung der Bahnen von  $\alpha$ -Teilchen aus einer in der gesamten Kammer verteilten Quelle.

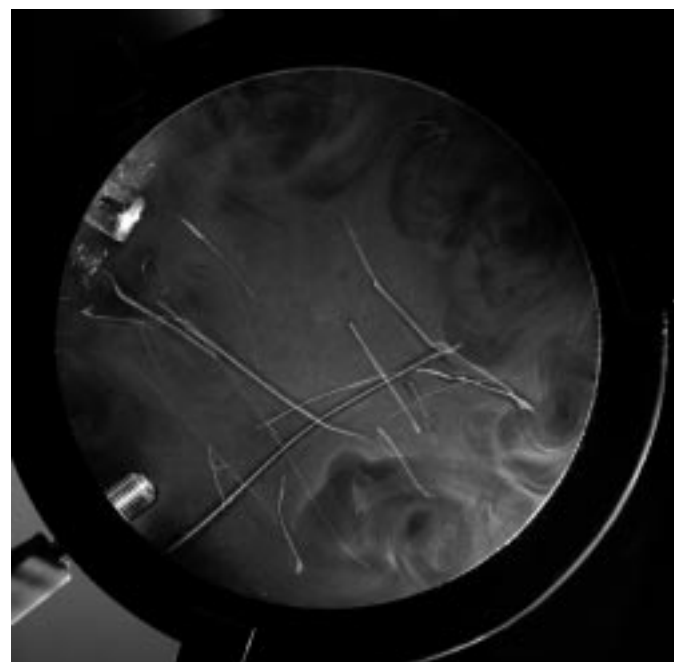
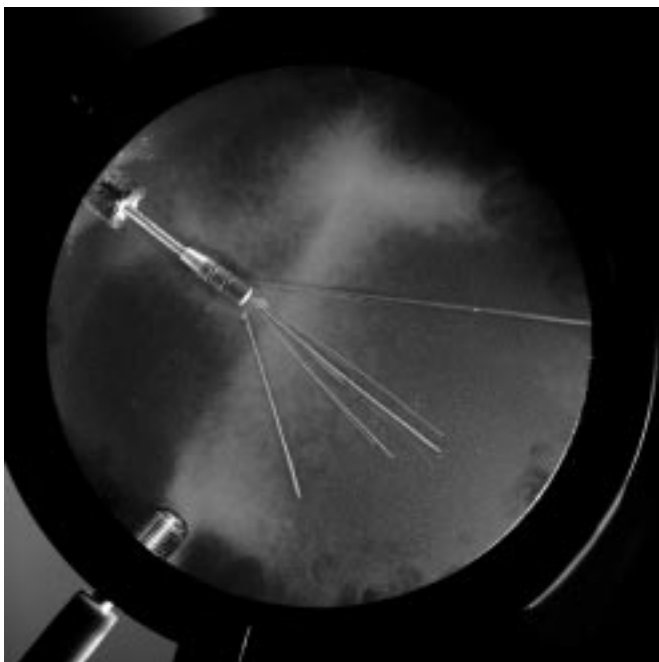
### Grundlagen

Mit der *Wilson*-Kammer nach Schürholz (Nebelkammer) können Bahnen von  $\alpha$ -Teilchen sichtbar gemacht werden.  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung hat im Vergleich zu  $\alpha$ -Strahlung ein deutlich geringeres Ionisationsvermögen und eignet sich für diesen Versuch nicht. In der Kammer wird ein gesättigtes Gemisch aus Luft, Wasser- und Alkoholdampf durch adiabatische Expansion mit Hilfe einer Entlüftungspumpe kurzzeitig abgekühlt und damit in den übersättigten Zustand gebracht. Dies verursacht eine Kondensation des Dampfes in Form von kleinen Nebeltröpfchen, die durch Kondensationskeime begünstigt wird. Geeignete Kondensationskeime sind insbesondere Ionen, die z. B. durch Stöße zwischen  $\alpha$ -Teilchen und Gasmolekülen in der Nebelkammer entstehen. Nach jedem Betätigen der Entlüf-

tungspumpe kondensiert der übersättigte Dampf um die Kondensationskeime entlang der Bahnen der  $\alpha$ -Teilchen schlagartig zu kleinen Nebeltröpfchen, die in seitlich einfallendem Licht für ein bis zwei Sekunden sichtbar sind. Ein elektrisches Feld in der Kammer reinigt den Kammerraum von Restionen. Für den Versuch kann ein Radium-Präparat oder ein Thorium-Präparat als  $\alpha$ -Strahler eingesetzt werden: Das Ra-226-Präparat wird in der *Wilson*-Kammer angeordnet. Es ist in einen einseitig geöffneten Hohlzylinder eingeschlossen, aus dessen Öffnung die  $\alpha$ -Teilchen wie aus einer punktförmigen Quelle austreten. Ra-226 zerfällt bei einer Halbwertszeit von 1622 a unter Aussendung von  $\alpha$ -Teilchen der dominierenden Energie  $E_\alpha = 4,78$  MeV zu Rn-222.

Fig. 1 Bahnen von  $\alpha$ -Teilchen in der *Wilson*-Kammer  
a) aus einer punktförmigen Quelle (Radium-Präparat)

b) aus einer in der gesamten Kammer verteilten Quelle  
(Thorium-Präparat)



**Geräte**

1 Wilson-Kammer nach Schürholz . . . . .	559 57
1 Radium-Präparat zur Wilsonkammer . . . . .	559 59
oder	
1 Gefäß mit Thoriumsalz . . . . .	546 36
1 Netzgerät 450 V- . . . . .	522 27
1 Lampengehäuse . . . . .	450 60
1 Lampe, 6 V/30 W . . . . .	450 51
1 Asphärischer Kondensator . . . . .	460 20
1 Transformator, 6 V~, 12 V~/30 VA . . . . .	562 73
1 Tischklemme . . . . .	301 06
1 Sockel . . . . .	300 11
Ethanol, vollständig vergällt, 1 l . . . . .	671 972
oder	
Methanol, 1 l . . . . .	673 272
1 Paar Kabel, 100 cm, rot und blau . . . . .	501 46
destilliertes Wasser	
<i>zusätzlich empfohlen:</i>	
1 Flasche mit Schraubverschluß	
z.B. Polyethylenflasche, 250 ml . . . . .	661 222

Aus dem Gefäß mit Thoriumsalz wird das gasförmige Zerfallsprodukt Rn-220 über ein Ventil in die *Wilson*-Kammer gepumpt, das sich in der gesamten Kammer verteilt. Dort sind Nebelspuren zu beobachten, die sich in verschiedene Richtungen ausbreiten. Rn-220 zerfällt bei einer Halbwertszeit von 55,6 s unter Aussendung von  $\alpha$ -Teilchen der dominierenden Energie  $E_\alpha = 6,28$  MeV zu Po-216.

**Aufbau****Vorbereitung des Alkohol-Wasser-Gemisches:**

- ca. 200 ml Alkohol-Wasser-Mischung aus 50 % Methanol oder Ethanol und 50 % reinem Wasser in der Polyethylenflasche vorbereiten.

**Montage der Kammer:**

*Hinweis: Die Kondensation des durch Expansion gesättigten Dampfes darf nur an den durch  $\alpha$ -Teilchen erzeugten Ionen und nicht an evtl. vorhanden Staubkörnern erfolgen. Das Innere der Kammer staubfrei halten und evtl. mit destilliertem Wasser auswaschen.*

Der Versuchsaufbau ist in Fig. 2 dargestellt.

- Tischklemme an stabilem Tisch fixieren und *Wilson*-Kammer mit Führungsrohr in der Tischklemme befestigen, so daß sich die Entlüftungspumpe betätigen läßt (siehe Fig. 2 und Gebrauchsanweisung zur *Wilson*-Kammer).
- Kammerdeckel mit einer Hand festhalten und Halteklammern mit der anderen Hand öffnen, Kammerdeckel abheben und Bodenplatte entnehmen.
- Filzbelag der Bodenplatte mit Alkohol-Wasser-Gemisch gut durchfeuchten, aber nicht vollsaugen lassen.
- Bodenplatte mit den Füßen auf den Gummi-Dichtring stellen. Dabei beachten, daß der Gummi-Dichtring gleichmäßig auf dem Rand des Kammerbodens aufliegt.

**Variante a) Verwendung des Radium-Präparates:**

- Radium-Präparat zur Wilsonkammer (559 59) unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften aus dem Glasbehälter entnehmen und in den Präparathalter der Bodenplatte stecken.
- Kammerdeckel bei korrektem Sitz des Gummi-Dichtrings aufsetzen und mit den Halteklammern verschließen. Dichtigkeit der Kammer durch kurzes Betätigen der Entlüftungspumpe überprüfen (Undichtigkeiten machen sich durch geringen Widerstand bei der Expansion oder Zischen bemerkbar), ggf. Gummi-Dichtring fetten (z. B. mit Vakuumfett oder einem Tropfen dickflüssigem Öl) und Kammer neu verschließen.
- Gleichspannung ca. 150 V oder mehr zum Entionisieren anlegen.

**Sicherheitshinweise**

Beim Umgang mit radioaktiven Präparaten sind länderspezifische Auflagen zu beachten, in der Bundesrepublik Deutschland z.B. die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Die im Versuch verwandten radioaktiven Stoffe sind nach StrlSchV für den Unterricht an Schulen bauartzugelassen. Da sie ionisierende Strahlung erzeugen, müssen beim Umgang dennoch folgende Sicherheitsregeln befolgt werden:

- Präparate vor dem Zugriff Unbefugter schützen.
- Vor Benutzung die Präparate auf Unversehrtheit überprüfen.
- Zur Gewährleistung einer *möglichst kurzen Expositionszeit* das Radium-Präparat nur zur Durchführung des Experiments aus dem Schutzbehälter nehmen bzw. die Schlauchklemme des Gefäßes mit Thoriumsalz nur zur Durchführung des Experiments öffnen.
- Zur Sicherstellung eines *möglichst großen Abstandes* das Radium-Präparat nur an der Nadel anfassen.
- Zur *Abschirmung* das Radium-Präparat im Schutzbehälter aufbewahren.
- Zur Gewährleistung einer *möglichst geringen Aktivität* nur das jeweils für das Experiment benötigte Präparat auf dem Experimentiertisch lagern.

**Einrichtung der Beleuchtung:**

*Hinweis: Eine zu starke einseitige Erwärmung der Kammer kann störende Konvektionen in der Kammer verursachen: Lampe nicht zu dicht an die Wilson-Kammer stellen.*

- Lampengehäuse mit Lampe und asphärischem Kondensator in Sockel befestigen und etwa 15 cm von der Wilson-Kammer entfernt aufstellen. Lampe so einstellen, daß sie sich in Höhe der Beobachtungsfenster der Kammer befindet.
- Lampe an Transformator anschließen ( $U = 6\text{ V}$ ).
- Lampenwendel horizontal stellen und paralleles bzw. schwach divergentes Lichtbündel herstellen, das die Kammer horizontal passiert.

**Variante a) Verwendung des Radium-Präparates:**

- Lampe so aufstellen, daß die Kammer möglichst entlang der erwarteten Bahn der  $\alpha$ -Teilchen ausgeleuchtet wird.

**Durchführung**

- Nach Verschließen der Kammer mindestens 10 min bis zur ersten Durchführung des Experiments warten, damit innerhalb der Kammer ein gesättigtes Gemisch aus Luft, Wasser- und Alkoholdampf entstehen kann.

**Variante b) Verwendung des Thorium-Präparates:**

- Gummikappe des Gefäßes mit Thoriumsalz (546 36) durch Schlauchklemme mit Schlauch ersetzen.
- Verschlußkappe des Belüftungsventils der Wilson-Kammer entfernen und Schlauch des Gefäßes mit Thoriumsalz bis auf die Überwurfmutter des Belüftungsventils schieben (siehe Fig. 2 und Gebrauchsanweisung zur Wilson-Kammer).
- Radon bei geöffneter Schlauchklemme durch mehrmaliges kräftiges Drücken der Plastikflasche in die Nebelkammer einblasen (Dieser Vorgang kann durch vorsichtiges Betätigen der Entlüftungspumpe der Kammer unterstützt werden).

*Folgende Schritte wegen der kurzen Halbwertszeit 55,6 s des Radon zügig durchführen:*

- Schlauchklemme schließen, Schlauch vom Belüftungsventil abziehen und Verschlußkappe auf das Ventil drehen.
- Handgriff der Entlüftungspumpe mit einem kräftigen Ruck nach unten ziehen, in der Endstellung festhalten und Tröpfchenspuren der Teilchen direkt von oben durch Fenster beobachten.

**Variante a) Verwendung des Radium-Präparates:**

- Handgriff der Entlüftungspumpe mit einem kräftigen Ruck nach unten ziehen, in der Endstellung festhalten und Tröpfchenspuren der Teilchen direkt von oben durch Fenster beobachten.
- evtl. mehrmals expandieren, bis der Dampf in der Kammer hinreichend gesättigt ist.
- Versuch nach frühestens 1–2 min wiederholen, so daß sich wieder ein Gleichgewichtszustand für das Dampfgemisch ausbilden kann.

- Nach Abschluß des Versuchs Kammerdeckel abnehmen und Filzbelag des Kammerbodens trocknen lassen.
- Kammer möglichst staubfrei aufbewahren.

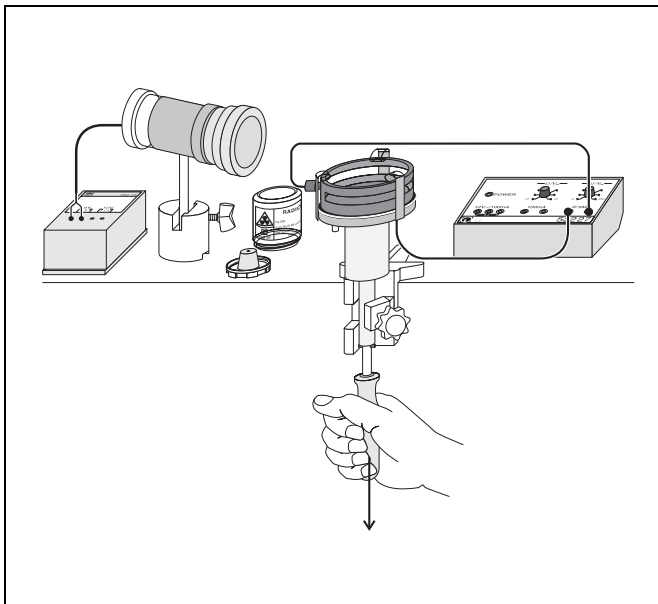
**Meßbeispiel**

Ein Meßbeispiel zu beiden Versuchsvarianten ist in Fig. 1 abgebildet.

**Zusatzhinweis**

Bei Verwendung des Thorium-Präparates kann der Gehalt von Radon in der Nebelkammer erhöht werden, wenn das Gefäß mit Thoriumsalz bei Betätigung der Entlüftungspumpe angeschlossen bleibt. Diese Version erfordert mehr Geschick bei der Expansion, da das Belüftungsventil nicht geschlossen werden kann.

Fig. 2 Versuchsaufbau  
a) bei Verwendung des Radium-Präparates



b) bei Verwendung des Thorium-Präparates

