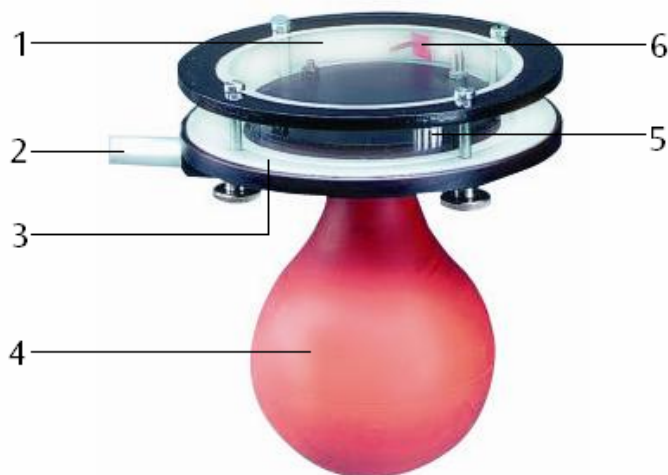


## Nebelkammer U8483220

### Bedienungsanleitung

08/07 SP/ALF



- 1 Deckplatte
- 2 Haltestab
- 3 Grundplatte
- 4 Gummiball
- 5 Füllstutzen (Aufnahmegewinde für Strahlerstift)
- 6 Absorptionsfolie an Schwenkbügel

#### 1. Sicherheitshinweise

- Bei Experimenten mit radioaktiven Präparaten die geltenden Vorschriften (z.B. Strahlenschutzverordnung) einhalten.

#### 2. Beschreibung

Die Nebelkammer dient zur Sichtbarmachung der Bahnen ionisierender Strahlen (vor allem der  $\alpha$ -Strahlung).

Die Nebelkammer besteht aus einer dickwandigen Plexiglasplatte, die auf einer Grundplatte luftdicht aufgesetzt ist. Im Boden der Kammer befindet sich ein zentraler Stutzen mit aufgeschobenem Gummiball. In die Bodenplatte eingelassen ist eine Schaumgummiplatte, die als Strömungswiderstand bei der adiabatischen Entspannung des Füllgases dient. In der Kammer ist eine Absorptionsfolie (Papier) an einem Schwenkbügel angebracht. Als Strahler für die Nebelkammer eignet sich der Radium-Strahlerstift (U8483110), der in eine exzentrisch angeordnete Gewindebohrung eingeschraubt wird. Zur Befestigung an Stativmaterial dient ein seitlich angebrachter Haltestab.

Die Nebelkammerflüssigkeit ist ein Gemisch aus Methylalkohol und Wasser im Verhältnis 50:50.

Für die Nebelkammer ist keine Bauartzulassung erforderlich, sie ist jedoch als Strahlenschutzbehälter für den Strahlerstift (U8483110) zugelassen. Die Kammer gilt dann als Einrichtung zum Strahlenschutz (II. SVO § 9, 4). Als solche ist sie bauartgeprüft (PTB Nr. VI B/S 3516) und zugelassen (Zulassungsschein BW 8/65/II).

#### 3. Technische Daten

Kammer:	15 mm x 90 mm Ø
Haltestab:	45 mm x 10 mm Ø
Masse:	ca. 600 g
Nebelkammerflüssigkeit:	Methylalkohol/Wasser 30ml

#### 4. Funktionsprinzip

Untersuchungen von R. v. Helmholtz (1887) ergaben, dass Ionen, die sich in einer mit Wasserdampf übersättigten Atmosphäre befinden, Kondensationskerne

bilden, an denen sich Nebeltröpfchen anlagern. Die von radioaktiven Elementen ausgeschleuderten geladenen Teilchen erzeugen längs ihrer Bahn in der umgebenden Atmosphäre Ionenpaare in großer Zahl. Ist die Luft der Umgebung mit Wasserdampf übersättigt, so wirken die Ionen als Kondensationskerne und die Bahn der Teilchen wird, bei ausreichender Beleuchtung, als feine Nebelspur ("Kondensstreifen") sichtbar.

Die Übersättigung der umgebenden Luft mit Wasserdampf wird bei der Nebelkammer durch plötzliche Entspannung und dadurch bewirkte Abkühlung des Füllgases herbeigeführt.

## 5. Bedienung

### 5.1 Allgemeine Hinweise

1. Die Rändelschrauben müssen festangezogen sein, um die Nebelkammer luftdicht zu schließen. Wenn man die Kammer unter Wasser taucht und den Gummiball zusammengedrückt, können undichte Stellen sichtbar gemacht werden.

2. Die Nebelkammer muss unbedingt staubfrei sein. Wird der Strahlerstift herausgenommen, so ist der Füllstutzen durch einen Gummistopfen zu verschließen. Die Gefahr der Verschmutzung ist besonders groß, wenn die Kammer auseinandergenommen wird. Deshalb die Kammer möglichst selten öffnen und vor dem Zusammenbau mit einem feuchten Fensterleder gründlich reinigen.

3. Die Nebelkammer ist sehr lange betriebsbereit, wenn der Strahlerstift im Füllstutzen bleibt oder der Stutzen luftdicht verschlossen ist.

4. Der Strahlerstift ist emanationsdicht. Auch wenn er längere Zeit in der Nebelkammer bleibt, ist eine radioaktive Verunreinigung nicht zu befürchten.

5. Die starke planparallele Deckplatte ermöglicht scharfe und zeichnungsfreie, fotografische Aufnahmen. Dazu ist die Beleuchtung mittels Blenden so einzurichten, dass die Lichtstrahlen die schwarze Bodenplatte nicht streifen.

6. Sollte sich bei der Lagerung oder bei ungleichmäßiger Erwärmung durch die Beleuchtung ein Feuchtigkeitniederschlag auf der Plexiglasplatte bilden, so kann dieser beseitigt werden, indem man ein angewärmtes Wolltuch auf die Platte legt.

### 5.2 Durchführung

- Nebelkammerflüssigkeit (ca. 10 bis 20 Tropfen) mit einer Pipette durch den Füllstutzen in die Kammer geben und die Flüssigkeit durch schüteln gleichmäßig verteilen.
- Strahlerstift in den Füllstutzen einschrauben. Dabei den Stift mit einem Schraubendreher oder

flachem Gegenstand so drehen, dass sein abgeflachtes Ende zur Kammermitte zeigt.

- Nebelkammer horizontal an einem Stativstab befestigen.
- Beleuchtungseinrichtung so anordnen, dass das Lichtstrahlbündel die Kammer von der Seite etwa senkrecht zur Strahlenrichtung des Präparates durchdringt.
- Deckplatte mit einem Wollappen ohne Druckanwendung reiben.
- Gummiball kräftig zusammendrücken, 1 bis 2 Sekunden halten und dann den Ball loslassen.

Beim Loslassen des Gummiballs werden die Bahnen der vom Strahler ausgehenden  $\alpha$ -Teilchen als Nebelspuren sichtbar. Sie lösen sich nach 1 bis 2 Sekunden langsam auf. Der Vorgang kann schon nach wenigen Sekunden wiederholt werden.

- Durch Kippen der Nebelkammer Absorptionsfolie in den Strahlengang bringen und die Absorption der  $\alpha$ -Strahlen an Papier beobachten.

### 5.3 Anmerkungen

1. Beim Reiben der Deckplatte entsteht zwischen dieser und dem Kammerboden ein elektrisches Feld, durch das die Kammer von störenden Restionen gesäubert wird, die einen Schleier erzeugen würden. Treten nach wiederholter Betätigung des Gummiballs unscharfe Bilder auf, so muss die Deckplatte erneut gerieben werden.

2. Im Nebelkammerbild erkennt man deutlich, dass die Bahnen verschieden lang sind, ein großer Teil ist etwa halb so lang wie die längsten. Aus den verschiedenen Bahnlängen kann geschlossen werden, dass die Austrittsgeschwindigkeit verschieden groß ist.

Für jeden  $\alpha$ -strahlenden Stoff (Nuklid) ist die Energie und damit die Reichweite in Luft charakteristisch.  $\alpha$ -Teilchen aus Radium 226 haben eine Reichweite von 3,6 cm (bei Atmosphärendruck). Die Teilchen mit den langen Bahnen stammen aus einem Folgeprodukt (Ra A, Reichweite 6,3 cm). Vor dem Präparat ist eine hauchdünne Folie. Deshalb ist die beobachtete Reichweite etwas kleiner als in den Tabellen angegeben.

Trifft ein  $\alpha$ -Teilchen bei seinem Flug auf einen Atomkern, so ändert es seine Richtung und der getroffene und dadurch bewegte Kern erzeugt eine eigene Spur. Solche Zusammenstöße sind sehr selten. Es ist deshalb ein Glücksfall, wenn man einen solchen Vorgang beobachten kann.

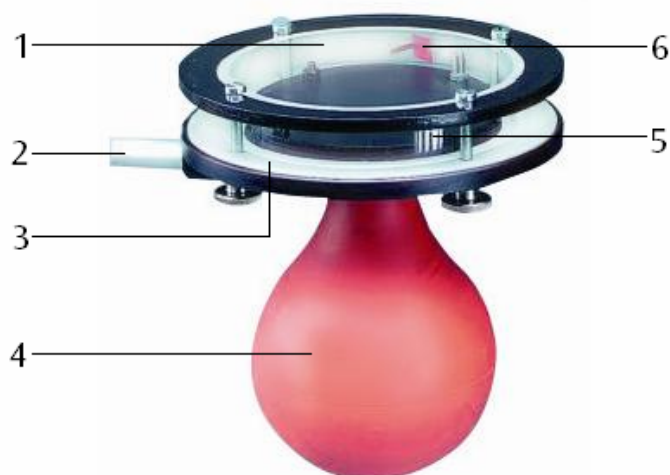
3. Bringt man anstelle von Papier eine sehr dünne Hostaphan-Folie (Dicke 5 bis 10  $\mu\text{m}$  oder 0,7 bis 1,5  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) vor das Präparat, so beobachtet man, dass fast alle  $\alpha$ -Strahlen die Folie ohne wesentliche Ablenkung und Reichweitenverkürzung durchsetzen.

Dünne Materieschichten werden also von  $\alpha$ -Teilchen durchdrungen. Dies ist ein qualitativer Analogieversuch zur Rutherford-Streuung und ein Beweis für die "löchrige Struktur" der Materie. Anstelle von Hostophan kann man auch dünne Folien aus anderem Material verwenden z.B. Blattgold. Die Folie wird am einfachsten mit einem gelochten Tesafilmstreifen aufgenommen und gehalten.

## Cloud chamber U8483220

### Instruction sheet

11/07 SP/ALF



- 1 Cover plate
- 2 Supporting rod
- 3 Base-plate
- 4 Rubber bellows
- 5 Filling nozzle (with thread for attaching radiation cartridge)
- 6 Absorption foil on hinged support

### 1. Safety instructions

- In experiments with radioactive substances, observe the regulations that currently apply for the region (e.g., radiation protection regulations).

### 2. Description

The cloud chamber is used for making the tracks of ionising radiation visible (especially for  $\alpha$  radiation).

The cloud chamber consists of a thick plate of Plexiglas fixed above a base-plate with a gas-tight seal. In the centre of the base-plate there is a nozzle onto which a rubber bellows is pushed. There is also a foam rubber pad recessed into the base-plate, which provides resistance against the air flow during the adiabatic expansion of the gas filling. In the chamber there is an absorption foil (paper) held on a hinged support. One suitable radiation source for use with the cloud chamber is the radium radiation cartridge (U8483110), which can be screwed into an off-centre threaded hole in the base-plate. A supporting rod on

the side of the cloud chamber allows it to be clamped to a stand.

The fluid used in the cloud chamber is a mixture of methanol and water in the proportion 50:50.

A cloud chamber such as this does not need to have its design licensed, but this model is in fact licensed as a radiation-proof holder for the radiation cartridge U8483110. The cloud chamber thus qualifies under radiation protection provisions (e.g. II. SVO § 9, 4 in Germany), whereby its design is officially approved (PTB No. VI B/S 3516) and licensed (licensing document BW 8/65/II).

### 3. Technical data

Chamber dimensions:	15 mm x 90 mm dia.
Supporting rod:	45 mm x 10 mm dia.
Weight:	600 g approx.
Cloud chamber fluid:	methanol/water 30 ml

## 4. Operating principle

Experiments by R. von Helmholtz in 1887 showed that ions in an atmosphere supersaturated with water vapour act as condensation centres around which cloud droplets form. The charged particles emitted from radioactive elements generate large numbers of ion pairs along their paths in the surrounding atmosphere. If the air is supersaturated with water vapour, the ions act as condensation centres, and with suitable illumination the tracks of the particles become visible as fine vapour trails ("condensation trails").

In the cloud chamber the supersaturation of the surrounding air is produced by sudden expansion and resultant cooling of the gas filling.

## 5. Operation

### 5.1 General instructions

1. When the cloud chamber is being closed, the knurled screws must be tightened firmly to ensure an airtight seal. By immersing the chamber under water and squeezing the rubber bellows, any leakage will become apparent.

2. It is essential for the cloud chamber to be kept free of dust particles. When withdrawing the radiation cartridge from the cloud chamber, the filling nozzle must be closed with a rubber bung. The risk of contamination is especially great when the chamber is taken apart. Therefore, do not open the chamber more often than is necessary, and before reassembling it, clean it thoroughly with a damp chamois-leather.

3. The cloud chamber remains usable for a very long time if the radiation cartridge remains attached to the filling nozzle or the nozzle is closed by an air-tight bung.

4. The radiation cartridge is tightly sealed to prevent any emanation. Even when it remains in the cloud chamber for a long time, there is no risk of radioactive contamination.

5. The accurately parallel cover plate allows particle tracks to be photographed with no optical distortion. For this the illumination should be arranged, using apertures, so that the light beam does not fall on the black base-plate.

6. If a deposit of moisture forms on the Plexiglas plate during storage or due to uneven heating by the illuminating lights, it can be eliminated by placing a warm woollen cloth over the plate.

### 5.2 Experiment procedure

- Using a pipette, introduce the cloud chamber fluid (about 10 to 20 drops) into the chamber

through the filling nozzle, and distribute it evenly by shaking.

- Screw the radiation cartridge into the filling nozzle, after first using a screwdriver or flat object to rotate the cartridge shaft so that its flattened end faces towards the middle of the chamber.
- Align the cloud chamber horizontally by clamping it on a stand.
- Set up the illumination so that the light beam enters the chamber from the side at about  $90^\circ$  to the direction of the radiation from the radioactive source.
- Rub the cover plate with a woollen cloth, without applying pressure.
- Squeeze the rubber bellows tightly, hold for 1 to 2 seconds, then release.

On releasing the rubber bellows, the tracks of the  $\alpha$ -particles become visible as vapour trails. They slowly disappear after 1 to 2 seconds. The process can be repeated after waiting only a few seconds.

- By tilting the cloud chamber, bring the absorption foil into the path of the radiation and observe the absorption of the  $\alpha$ -particles on paper.

### 5.3 Comments

1. When the cover plate is rubbed, an electric field is generated between it and the base-plate, which purges the chamber of residual ions, which would interfere with the experiment by causing a haze. If the photographs obtained after repeated operation of the rubber bellows are blurred, the cover plate needs to be rubbed again.

2. In the photographs obtained from the cloud chamber, it can clearly be seen that the trails are of different lengths. A large fraction of them are only about half as long as the longest ones. From the different lengths of the trails, it can be concluded that the particles are emitted at differing velocities.

Each  $\alpha$ -emitting substance (nuclide) is characterised by a unique emission energy, and a corresponding range of penetration through air. The  $\alpha$ -particles from radium 226 have a range of 3.6 cm (at atmospheric pressure). The  $\alpha$ -particles with the long trails are emitted by a decay product (Ra A, range 6.3 cm). The radioactive material in the radiation cartridge is surrounded by an extremely thin metal foil. Consequently, the observed ranges are slightly smaller than the values given in the tables.

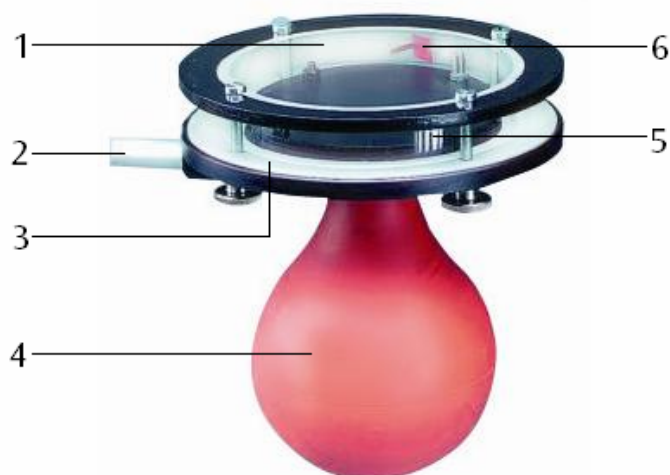
If an  $\alpha$ -particle collides with an atomic nucleus in its flight, its direction is changed and the affected nucleus is set in motion, thus producing a trail of its own. Such collisions are very rare, and therefore you will be very lucky if you are able to observe such an event.

3. If, instead of paper, a very thin film of Hostaphan is placed in front of the source (thickness 5 to 10  $\mu\text{m}$ , or 0.7 to 1.5  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ), it can be seen that nearly all the  $\alpha$ -particles pass through the film without any significant deviation or shortening of their range. Thus,  $\alpha$ -particles can pass through thin films of materials. This experiment is analogous in a qualitative way to Rutherford's scattering experiment, and shows that the structure of matter consists largely of gaps. Instead of Hostaphan, thin foils of other materials can also be used, such as gold leaf. The easiest way to handle such a foil is to tape it over a hole in a strip of adhesive tape (Sellotape or Scotch Tape).

## Chambre de brouillard U8483220

### Instructions d'utilisation

11/07 SP/ALF



- 1 Plaque de recouvrement
- 2 Manche
- 3 Plaque d'assise
- 4 Balle en caoutchouc
- 5 Tubulure de remplissage (filetage pour bâtonnet radioactif)
- 6 Film d'absorption sur étrier orientable

### 1. Consignes de sécurité

- Lorsque vous réalisez des expériences avec des échantillons radioactifs, observez les prescriptions en vigueur (par ex. l'ordonnance sur la protection contre les rayonnements).

### 2. Description

La chambre de brouillard permet de rendre visible la trajectoire des rayons ionisants (notamment du rayonnement  $\alpha$ ).

La chambre de brouillard est constituée d'une épaisse plaque en plexiglas montée hermétiquement sur une plaque d'assise. Au fond de la chambre se trouve une tubulure centrale avec un ballon en caoutchouc. Insérée dans la plaque de fond, une plaque en mousse permet la détente adiabatique du gaz de remplissage. La chambre comprend un film d'absorption (en papier) fixé sur un étrier orientable. Comme source de rayonnement pour la chambre de brouillard, nous recommandons le bâtonnet radioactif de radium (U8483110), qui est vissé dans le filetage ex-

centrique. Un manche latéral sert à la fixation au matériel de support.

Le liquide de la chambre est un mélange moitié d'eau et moitié d'alcool méthylique.

La chambre de brouillard ne requiert aucune homologation, mais elle est agréée comme récipient de protection aux rayonnements pour le bâtonnet radioactif (U8483110). La chambre est considérée comme un équipement destiné à la protection contre le rayonnement (Ile Ordonnance sur la protection contre les rayonnements, § 9, 4). En tant que tel, elle est contrôlée (PTB n° VI B/S 3516) et agréée (certificat BW 8/65/II).

### 3. Caractéristiques techniques

Chambre :	15 mm x Ø 90 mm
Manche :	45 mm x Ø 10 mm
Masse :	env. 600 g
Liquide de chambre :	alcool méthylique/eau 30 ml

#### 4. Principe du fonctionnement

Les études de Helmholtz (1887) ont permis de démontrer que les ions se trouvant dans une atmosphère sursaturée de vapeur d'eau forment des noyaux de condensation sur lesquels se déposent des gouttelettes de brouillard. Les particules chargées qui sont éjectées des éléments radioactifs génèrent le long de leur trajectoire un grand nombre de paires d'ions dans l'atmosphère environnante. Si l'air environnant est sursaturé de vapeur d'eau, les ions agissent comme des noyaux de condensation et, si l'éclairage est suffisant, la trajectoire des particules devient visible sous la forme de traces de brouillard (« traînées de condensation »).

Dans la chambre de brouillard, la sursaturation de l'air environnant en vapeur d'eau est provoquée par une détente soudaine et ainsi par le refroidissement du gaz de remplissage.

#### 5. Manipulation

##### 5.1 Remarques générales

1. Serrez fermement les vis moletées pour que la chambre de brouillard soit étanche. Lorsqu'on plonge la chambre sous l'eau et qu'on comprime le ballon en caoutchouc, on peut rendre visibles les endroits qui ne sont pas étanches.

2. La chambre de brouillard doit impérativement être exempte de poussière. Lorsque le bâtonnet radioactif est retiré, refermez la tubulure de remplissage en mettant un bouchon en caoutchouc. Le risque d'encrassement est particulièrement important lorsque la chambre est démontée. Aussi, n'ouvrez que rarement la chambre et, avant de la réassembler, nettoyez-la soigneusement avec un cuir de fenêtres humide.

3. La chambre de brouillard reste longtemps opérationnelle lorsque le bâtonnet radioactif demeure dans la tubulure de remplissage ou que la tubulure est fermée hermétiquement.

4. Le bâtonnet radioactif est étanche aux émanations. Même s'il demeure longtemps dans la chambre de brouillard, une émanation radioactive n'est pas à craindre.

5. L'épaisse plaque de recouvrement plane-parallèle permet des prises de vue nettes et sans distorsions. Pour cela, configurez l'éclairage au moyen d'écrans, de manière à ce que les rayons lumineux ne touchent pas la plaque de fond noire.

6. Si de l'humidité, provenant du stockage ou d'un réchauffement irrégulier dû à l'éclairage, devait se précipiter sur la plaque en plexiglas, placez un chiffon de laine légèrement chauffé sur la plaque pour éliminer l'humidité.

##### 5.2 Réalisation

- Avec une pipette, versez le liquide (10 à 20 gouttes) dans la chambre à travers la tubulure et répartissez-le uniformément en secouant la chambre.
- Vissez le bâtonnet radioactif dans la tubulure de remplissage. Ce faisant, tournez le bâtonnet avec un tournevis ou un objet plat de manière à ce que son extrémité aplatie soit orientée vers le milieu de la chambre.
- Fixez la chambre de brouillard en position horizontale sur une barre de support.
- Disposez le dispositif d'éclairage de manière à ce que le faisceau lumineux traverse la chambre par le côté dans un axe environ perpendiculaire au sens du rayon de l'échantillon.
- Frottez la plaque de recouvrement avec un chiffon de laine, sans forcer.
- Comprimez fortement le ballon en caoutchouc pendant une ou deux secondes, puis relâchez-le.

Lorsque vous relâchez le ballon en caoutchouc, la trajectoire des particules  $\alpha$  sortant de la source de rayonnement est visible sous la forme d'une trace de brouillard. Après une ou deux secondes, elle se dissipe lentement. Vous pouvez répéter l'opération après quelques secondes.

- En inclinant la chambre de brouillard, placez le film d'absorption dans la marche des rayons et observez l'absorption des rayons  $\alpha$  sur le papier.

##### 5.3 Remarques

1. Lorsque vous frottez la plaque de recouvrement, il se crée entre celle-ci et le fond de la chambre un champ électrique qui nettoie la chambre d'ions résiduels gênants qui entraîneraient la formation d'une voile. Si les images ne sont pas nettes après que le ballon de caoutchouc a été comprimé encore une fois, frottez de nouveau la plaque de recouvrement.

2. Sur l'image de la chambre de brouillard, on reconnaît clairement que les trajectoires présentent différentes longueurs, une grande partie étant moitié moins longue que la plus grande. On peut en déduire que la vitesse de sortie varie.

L'énergie et ainsi la portée dans l'air sont caractéristiques pour chaque substance émettant un rayon  $\alpha$  (nuclide). Les particules  $\alpha$  de radium 226 ont une portée de 3,6 cm (à pression atmosphérique). Les particules présentant un long parcours proviennent d'un produit de désintégration (Ra A, portée 6,3 cm). Un film très mince est placé devant l'échantillon. Aussi la portée observée est-elle quelque peu inférieure à celle indiquée dans le tableau.

Lorsqu'une particule  $\alpha$  heurte un noyau atomique au cours de sa trajectoire, il change de direction et le



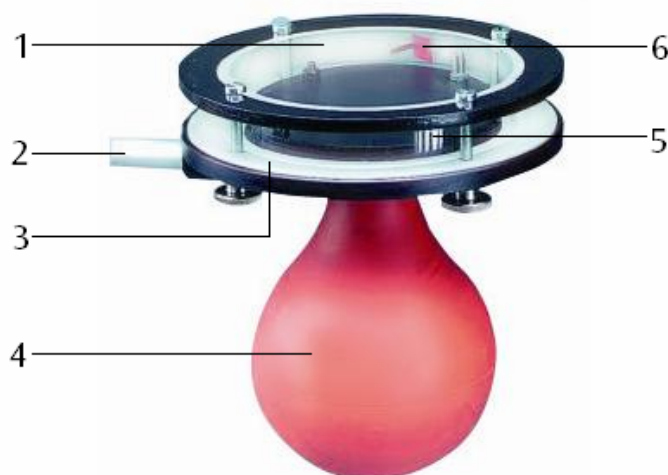
noyau touché et ainsi mis en mouvement génère une propre traînée. De tels impacts sont très rares. Aussi faut-il avoir beaucoup de chance pour observer ce phénomène.

3. Si l'on remplace le papier par un film très mince d'hostaphane (5 à 10  $\mu\text{m}$  ou 0,7 à 1,5  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) devant l'échantillon, on observe que pratiquement tous les rayons  $\alpha$  traversent le film sans déviation ni réduction de portée notables. Les couches fines de matière sont donc traversées par les particules  $\alpha$ . Il s'agit d'une analyse qualitative de la dispersion de Rutherford et la preuve que la matière présente une « structure à trous ». À la place de l'hostaphane, on peut aussi utiliser des films minces d'un autre matériau, par ex. de l'or d'applique. Le plus simple est de fixer le film avec un ruban adhésif.

## Camera a nebbia U8483220

### Istruzioni per l'uso

11/07 SP/ALF



- 1 Piastra di copertura
- 2 Barra di fissaggio
- 3 Piastra di base
- 4 Bulbo in gomma
- 5 Raccordo di riempimento (attacco filettato per barra radiante)
- 6 Pellicola assorbente sulla staffa orientabile

#### 1. Norme di sicurezza

- Per esperimenti con preparati radioattivi rispettare le norme vigenti in materia (ad es. ordinanza sulla radioprotezione).

#### 2. Descrizione

La camera viene utilizzata per rendere visibili i fasci di raggi ionizzanti (in particolare dei raggi  $\alpha$ ).

La camera a nebbia è formata da una piastra in plexiglas posizionata su una piastra di base a tenuta d'aria. Nel corpo della camera si trova un raccordo centrale con una sfera in gomma espansa. Nella piastra di fondo è inserita una piastra in gommapiuma espansa utilizzata come elemento di resistenza al flusso d'aria per la decompressione adiabatica del gas di riempimento. Nella camera è presente una pellicola assorbente (carta) su una staffa orientabile. Per l'emissione di radiazioni nella camera a nebbia viene utilizzata la barra radiante in radio (U8483110) avvitata ad una filettatura eccentrica. Per il fissaggio al materiale

dello stativo è presente un'apposita barra posizionata su un lato.

Il liquido utilizzato per la camera a nebbia è una mistura di alcol metilico e acqua in rapporto 50:50.

Per la camera a nebbia non è necessaria alcuna omologazione, tuttavia essa è stata omologata come contenitore per radioprotezione per la barra radiante (U8483110). La camera funge quindi da accessorio per radioprotezione (II. SVO § 9, 4). Come tale è stata collaudata (PTB N. VI B/S 3516) e omologata (Certificato di omologazione BW 8/65/II).

#### 3. Dati tecnici

Camera:	15 mm x 90 mm Ø
Barra di fissaggio:	45 mm x 10 mm Ø
Peso:	ca. 600 g
Liquido per camera a nebbia:	alcol metilico/acqua 30 ml

#### 4. Principio di funzionamento

Studi effettuati da R. v. Helmholtz (1887) hanno dimostrato che gli ioni presenti in un'atmosfera soprassatura di vapore acqueo formano nuclei di condensazione sui quali si depositano le goccioline di nebbia. Le particelle caricate emesse da elementi radioattivi producono, lungo il loro percorso nell'atmosfera circostante, elevate quantità di coppie di ioni. Se l'aria circostante è soprassatura di vapore acqueo, gli ioni fungono da nuclei di condensazione e il fascio delle particelle diviene, se sufficientemente illuminato, una traccia di nebbia perfettamente visibile ("scia di condensa").

La soprassaturazione dell'aria circostante con vapore acqueo nella camera a nebbia è causata dall'improvvisa decompressione e dal conseguente raffreddamento del gas di riempimento.

#### 5. Comandi

##### 5.1 Indicazioni generali

1. Per chiudere ermeticamente la camera a nebbia, serrare saldamente le viti a testa zigrinata. Immergendo in acqua la camera e premendo la sfera in gomma è possibile rendere visibili i punti non a tenuta.
2. La camera a nebbia deve essere assolutamente priva di polvere. Quando viene estratta la barra radiante, chiudere il raccordo di riempimento con un tappo di gomma. Il pericolo di contaminazione è particolarmente elevato quando la camera viene smontata. Pertanto aprire la camera quanto più raramente possibile e prima del montaggio pulirla accuratamente con una pelle di daino per finestre umida.
3. Quando la barra radiante è inserita nel raccordo di riempimento o il raccordo è chiuso ermeticamente, la camera a nebbia resta a lungo pronta all'uso.
4. La barra radiante è a tenuta di emanazioni. Anche se lasciata a lungo nella camera a nebbia, non sussiste il rischio di inquinamento radioattivo.
5. La resistente piastra di copertura pianparallela consente nitide riprese fotografiche ortoscopiche. A tale scopo posizionare i diaframmi per l'illuminazione in modo tale che i fasci di luce non colpiscano la piastra di fondo nera.
6. Per ovviare alla diminuzione dell'umidità sulla piastra in plexiglas durante il magazzinaggio o in caso di riscaldamento non uniforme causato dall'illuminazione, posizionare sulla piastra un panno di lana riscaldato.

##### 5.2 Esecuzione

- Attraverso il raccordo di riempimento inserire nella camera il liquido (da 10 a 20 gocce circa) utilizzando una pipetta e scuotere per distribuire il liquido in modo uniforme.
- Avvitare la barra radiante nel raccordo di riempimento. Utilizzando un cacciavite o un oggetto piatto ruotare la barra fino a quando l'estremità ribassata è rivolta verso il centro della camera.
- Fissare la camera a nebbia in posizione orizzontale ad uno stativo.
- Disporre l'illuminazione in modo tale che il fascio di raggi luminosi penetri la camera di lato perpendicolarmente alla direzione dei raggi del preparato.
- Strofinare la piastra di base con un panno di lana senza esercitare pressione.
- Comprimere energicamente la sfera di gomma, tenere premuto per 1-2 secondi, quindi rilasciare la sfera.

Al rilascio della sfera di gomma i fasci delle particelle  $\alpha$  emesse dalla barra radiante divengono visibili come tracce di nebbia che si dissolvono lentamente dopo 1-2 secondi. La procedura può essere ripetuta già dopo pochi secondi.

- Inclinando la camera a nebbia, portare la pellicola assorbente nella traiettoria dei raggi ed osservare l'assorbimento dei raggi  $\alpha$  sulla carta.

##### 5.3 Note

1. Strofinando la piastra di copertura, tra essa e il corpo della camera si forma un campo elettrico attraverso il quale la camera viene pulita da eventuali ioni residui dannosi che produrrebbero una sorta di velatura. Se in caso di ripetuta applicazione si ottengono immagini non nitide, strofinare nuovamente la piastra di base.

2. Nell'immagine della camera a nebbia si distinguono chiaramente fasci di lunghezza diversa, laddove molti sono di lunghezza equivalente alla metà di quelli più lunghi. Dalla diversa lunghezza dei fasci si può stabilire che la velocità di uscita ha valori diversi.

Ogni materiale  $\alpha$ -emittente (nuclide) è caratterizzato da diversa energia e quindi da una diversa portata nell'aria. Le particelle  $\alpha$  del radio 226 hanno una portata di 3,6 cm (in presenza di pressione atmosferica). Le particelle che formano fasci lunghi derivano da un prodotto di decadimento (Ra A, portata 6,3 cm). Davanti al preparato si trova una sottilissima pellicola. Pertanto la portata osservata è leggermente inferiore a quella indicata nelle tabelle.

Se durante il suo percorso una particella  $\alpha$  incontra il nucleo di un atomo, essa cambia direzione, mentre il nucleo incontrato e quindi spostato produce una

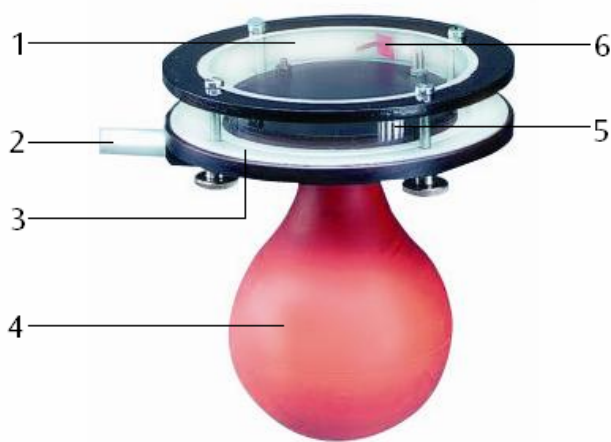
propria traccia. Tali scontri sono estremamente rari. È quindi un caso poter osservare un simile processo.

3. Se in sostituzione della carta, davanti al preparato si pone una pellicola molto sottile di polietilene (spessore da 5 a 10  $\mu\text{m}$  oppure da 0,7 a 1,5  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ), si potrà osservare che tutte le particelle  $\alpha$  attraversano la pellicola senza sostanziali deviazioni e diminuzioni di portata. Strati sottili di materiali vengono quindi attraversati dalle particelle  $\alpha$ . Ciò costituisce una prova analogica qualitativa del processo di dispersione di Rutherford ed una dimostrazione della “struttura bucata” della materia. In sostituzione del polietilene è possibile utilizzare anche pellicole sottili di altro materiale, ad es. oro in foglie. Per semplicità la pellicola viene inserita e mantenuta con nastro adesivo trasparente forato.

## Cámara de niebla U8483220

### Instrucciones de uso

11/07 SP/ALF



- 1 Placa cobertora
- 2 Barra soporte
- 3 Placa base
- 4 Balón de goma
- 5 Tubuladura de llenado (Rosca de fijación para la espiga radiadora)
- 6 Lamina de absorción en marco girable

### 1. Advertencias de seguridad

- Al experimentar con preparados radioactivos es necesario cumplir con el reglamento de protección vigente (p.ej. Reglamento de protección contra radiaciones).

### 2. Descripción

La cámara de niebla sirve para hacer visibles las trayectorias de rayos ionizantes (especialmente de partículas  $\alpha$ ).

La cámara de niebla se compone de una placa de plexiglas de gran espesor la cual se encuentra colocada sobre una placa base de forma hermética. En el piso de la cámara de niebla se encuentra una tubuladura céntrica con un balón de goma encasquetado. En la base se encuentra encastada una placa de gomaespuma, la cual sirve de resistencia a la corriente durante la distensión adiabática del gas de llenado. En la cámara se encuentra una lámina de absorción (papel) colocada en un marco girable. Como fuente de radiación para la cámara de niebla es apropiada la espiga radiadora de radio (U8483110), la cual se en-

cuentra atornillada en un orificio roscado ordenado excentricamente. Para su fijación en el material de soporte de laboratorio sirve una barra soporte corta fijada lateralmente.

El líquido de la cámara es una mezcla de alcohol metílico y agua en una relación 50:50.

Para la cámara no es necesaria una homologación, sin embargo está permitida como recipiente de protección contra radiación para la espiga radiadora (U8483110). La cámara vale entonces como dispositivo para la protección contra radiación (II. SVO § 9, 4). Como tal su construcción es comprobada (PTB No. B/S 3516) y permitida (certificado de permisión BW 8/65/II).

### 3. Datos técnicos

Cámara:	15 mm x 90 mm Ø
Barra soporte:	45 mm x 10 mm Ø
Masa:	aprox. 600 gramos
Líquido de cámara de niebla:	Alcohol metílico/ Agua, 30 ml

#### 4. Principio de funcionamiento

Estudios de R. v. Helmholtz (1887) dieron por resultado que iones que se encuentran en una atmósfera saturada de vapor de agua, producen centros de condensación en los cuales se acumulan pequeñas gotas de niebla. Las partículas cargadas emitidas por los elementos radioactivos producen grandes cantidades de pares de iones a lo largo de su trayectoria dentro de la atmósfera que los rodean. Si el aire del medio está saturado de vapor de agua, los iones funcionan como centros de condensación y la trayectoria de la partícula se hace visible como trazos de niebla, en caso de que se tenga una iluminación suficiente ("Trazos de condensación").

La sobresaturación del aire del medio con vapor de agua se logra en la cámara de niebla por medio de una distensión repentina produciendo así un enfriamiento del gas de llenado.

#### 5. Servicio

##### 5.1 Advertencias generales

1. Los tornillos moleteados deben estar bien apretados para cerrar la cámara de niebla de forma hermética. Cuando la cámara se sumerge en agua y se presiona el balón de goma se pueden observar puntos de fuga.

2. La cámara de niebla se debe mantener necesariamente libre de polvo. Si se retira la espiga radiadora la tubuladura se debe tapar con un tapón de goma. El peligro de contaminación es muy alto cuando la cámara se desmonta en sus partes. Por ello, la cámara debe desmontarse las más mínimas veces posibles y antes de volver a montarla se limpia con sumo cuidado con un cuero especial para limpiar ventanas.

3. La cámara de niebla está lista a funcionar por largo tiempo si la espiga radiadora se mantiene en la tubuladura o esta última se mantiene cerrada herméticamente.

4. La espiga radiadora es libre de emanaciones. También cuando permanece por largo tiempo en la cámara no existe ningún peligro de contaminación radioactiva.

5. La placa cobertora de gran espesor y lados paralelos permite la toma de fotos nítidas sin ninguna clase de distorsiones. Para ello es necesario orientar la iluminación de tal forma que los rayos de luz no incidan sobre la placa base negra.

6. En caso de que durante el almacenamiento o por un calentamiento no uniforme en la iluminación se produzcan deposiciones de humedad en la placa de plexiglas, éstas se pueden corregir colocando un trapo de lana tibia sobre la placa.

##### 5.2 Realización

- Utilizando una pipeta se gotea en la cámara líquido de cámara de niebla (de 10 a 20 gotas), a través de la tubuladura de llenado, el líquido se reparte uniformemente agitando la cámara.
- Se atornilla la espiga radiadora en la tubuladura de llenado. Luego con un destornillador o con un objeto plano se gira para que extremo plano mire hacia el centro de la cámara.
- Se fija la cámara horizontalmente en una varilla soporte.
- El sistema de iluminación se orienta de tal forma que el haz de luz entre en la cámara perpendicularmente a la dirección de radiación del preparado.
- Sin hacer mucha fuerza se fricciona la tapa cobertora con un trapo de lana.
- Se aprieta fuertemente el balón de goma, se esperan unos 2 segundos y se deja libre.

Al dejar libre el balón de goma se observan las partículas  $\alpha$  que salen de la fuente de radiación, en forma de trazas de niebla, las cuales vuelven a desaparecer en 1 ó 2 segundos. El proceso se puede volver a repetir en pocos segundos.

- Ladeando la cámara de niebla se interpone la lámina de absorción en el camino de los rayos y se puede observar la absorción de los rayos  $\alpha$  por la lámina de papel.

##### 5.3 Observaciones

1. Al frotar la placa cobertora se origina un campo eléctrico entre ella y el piso de la cámara, limpiando así la cámara de iones residuales que puedan perturbar el proceso produciendo un velo. Si después del accionamiento repetido del balón de goma se observan cuadros borrosos, es necesario volver a frotar la placa cobertora.

2. En el cuadro de la cámara de niebla se puede observar claramente que las trayectorias tienen diferentes longitudes, una gran parte tiene una longitud que es la mitad de la más larga. A partir de la longitud de la trayectoria se puede deducir que las velocidades de salida son diferentes.

Para cada sustancia emisora de  $\alpha$  (nuclido) es característica la energía y así el alcance en el aire. Partículas  $\alpha$  del Radio 226 tienen un alcance de 3,6 cm en el aire (con presión atmosférica). Las partículas con las trayectorias largas se originan de productos secuenciales (Ra A, alcance 6,3 cm). El preparado está recubierto de una lámina muy delgada. Por ello, el alcance observado es menor que el indicado en las tablas.

Si una partícula  $\alpha$  colide con un núcleo durante su vuelo, ésta cambia la dirección de vuelo y el núcleo

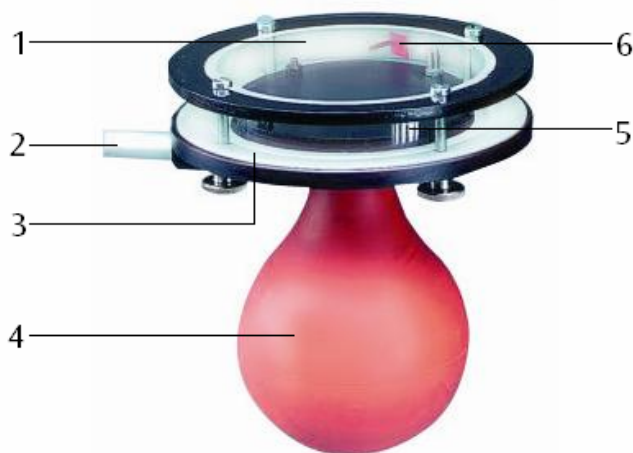
cambia su movimiento produciendo su propia traza. Estas colisiones son muy poco frecuentes. Por ello es un golpe de suerte que se pueda observar un proceso como tal.

3. Si en lugar del papel se interpone frente al preparado una lámina de Hostaphan (espesor 5 a 10  $\mu\text{m}$  o 0,7 a 1,5  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ), se puede observar que casi todas las partículas  $\alpha$  atraviesan la lámina sin pérdida de alcance o cambio de dirección. Es decir, capas delgadas de material son atravesadas por las partículas  $\alpha$ . Ésta es una analogía cuantitativa al experimento de dispersión de Rutherford y una demostración de la estructura "agujereada" de la materia. En lugar de Hostaphan se puede utilizar una lámina delgada de otro material (p.ej. oro en hojas). La lámina se puede fijar por medio de una cinta adhesiva perforada.

## Câmara de névoa U8483220

### Manual de instruções

11/07 SP/ALF



- 1 Tampo
- 2 Haste para segurar
- 3 Placa base
- 4 Bola de borracha
- 5 Luvas de preenchimento (rosca para recepção do pino radioativo)
- 6 Folha de absorção em estribo inclinável

### 1. Indicações de segurança

- Em experiências com materiais radioativos devem ser respeitadas as diretivas vigentes (por exemplo, normas nacionais de proteção contra a radiação).

### 2. Descrição

A câmara de névoa serve para tornar visíveis os percursos de raios ionizantes (principalmente a radiação  $\alpha$ ).

A câmara de névoa consiste numa placa de acrílico transparente grossa que está instalada sobre placa base de forma hermética. No fundo da câmara encontra-se uma luva central com uma bola de borracha encaixada. Na placa base encontra-se inserida uma placa de espuma de borracha que serve de resistência de corrente na distensão adiabática do gás de preenchimento. Na câmara encontra-se uma folha de absorção (papel) instalada num estribo inclinável. Como fonte de radiação para a câmara de névoa é adequada a utilização de um pino radioativo de rádio (U8483110), o qual é parafusado numa perfuração com rosca localizada excentricamente.

Para a fixação no material de apoio encontra-se uma haste lateral.

O líquido da câmara de névoa é uma mistura de álcool metil e água numa proporção de 50:50.

Para a câmara de névoa não é necessária uma certificação da construção, mas ela é assim mesmo autorizada como recipiente de proteção contra radiação para o pino radioativo (U8483110). A câmara vale como dispositivo de proteção contra radiação (II. SVO § 9, 4). Como tal, ela foi certificada na sua construção (PTB N° VI B/S 3516) e autorizada (certificado de autorização BW 8/65/II).

### 3. Dados técnicos

Câmara:	15 mm x 90 mm Ø
Haste:	45 mm x 10 mm Ø
Massa:	aprox. 600 g
Líquido da câmara de névoa:	álcool metil/água 30ml



#### 4. Princípios de funcionamento

Pesquisas realizadas por R. v. Helmholtz (1887) revelaram que quando íons se encontram numa atmosfera hipersaturada de vapor de água, formam-se núcleos de condensação nos quais se acumulam pequenas gotas de névoa. As partículas carregadas lançadas pelos elementos radioativos produzem pares de íons em grandes quantidades ao longo do seu percurso na atmosfera ambiente. Se o ar ambiente está hipersaturado de vapor de água então os íons agem como núcleos de condensação e o percurso das partículas é visível como fino rastro na névoa caso haja iluminação suficiente ("faixas de concentração").

A hipersaturação do ar ambiente com vapor de água é provocada na câmara de névoa por meio de distensões repentinas e pelo conseqüente esfriamento do gás de preenchimento.

#### 5. Instruções de uso

##### 5.1 Indicações gerais

1. Os parafusos ranhurados devem ser apertados firmemente para fechar a câmara hermeticamente ao ar. Submergindo a câmara em água e apertando a bola de borracha podem ser visualizados eventuais pontos de vazamento.

2. A câmara de névoa deve sempre estar livre de poeira. Quando o pino radioativo for retirado, deve-se então fechar a luva de preenchimento com uma tampa de borracha. O perigo de acumulação de sujeira é particularmente grande quando a câmara é desmontada. Por isso, deve-se abrir a câmara o menos freqüentemente possível e antes de voltar a montá-la deve-se limpá-la cuidadosamente com um couro de limpar vidros.

3. A câmara de névoa é operacional por muito tempo se o pino radioativo ficar na luva de preenchimento ou se a luva for fechada hermeticamente.

4. O pino radioativo é impermeável às emanações. Mesmo ficando um tempo mais prolongado na câmara de névoa não há perigo de uma contaminação radioativa.

5. A forte tampa planoparalela permite registros fotográficos precisos e livres de erros. Para tal, deve-se ajustar iluminação com os diafragmas de modo que raios luminosos não toquem na placa base preta.

6. Caso durante o armazenamento ou por causa de um aquecimento irregular pela iluminação venha a se formar líquido na placa de acrílico transparente, este pode ser eliminado colocando um pano de lã aquecido por cima da placa.

##### 5.2 Execução

- Introduzir o líquido para a câmara de névoa (aprox. de 10 a 20 gotas) na câmara com uma pipeta através da luva de preenchimento sacudindo bem o líquido para distribuí-lo de forma regular.
- Parafusar o pino de radiação na luva de preenchimento. Ao fazê-lo, girar o pino com a ajuda de uma chave de fenda ou um objeto plano de modo que a extremidade aplanada aponte para o meio da câmara.
- Fixar a câmara de névoa numa vara de apoio de modo horizontal.
- Organizar a iluminação de modo que os feixes luminosos penetrem na câmara lateralmente e perpendicularmente à direção da radiação da preparação.
- Esfregar o tampo com um pano de lã sem fazer pressão.
- Esmagar com força a bola de borracha durante 1 os segundos e logo soltar a bola.

Ao ser solta a bola de borracha, os percursos das partículas  $\alpha$ - que saem do pino radioativo tornam-se visíveis como rastros na névoa. Elas se desmancham lentamente após 1 ou 2 segundos. A operação pode ser repetida após poucos segundos.

- Levantar a folha de absorção a interceptar o percurso dos raios inclinando a câmara e observar a absorção dos raios  $\alpha$  pelo papel.

##### 5.3 Observações

1. Ao esfregar o tampo surge um campo elétrico entre este e o fundo da câmara pelo qual a câmara é limpa de íons residuais que poderiam formar um velo. Caso resultem imagens sem foco após repetido acionamento da bola de borracha, deve-se esfregar o tampo novamente.

2. Na imagem produzida pela câmara de névoa reconhece-se claramente que os percursos têm comprimentos diferentes, uma grande parte é aproximadamente a metade dos mais compridos. Através dos diferentes comprimentos de percurso pode se concluir que as velocidades e saída são diferentes.

Para cada substância emissora de raios  $\alpha$  (nuclídeo) a energia, e portanto, o alcance no ar são característicos. Partículas  $\alpha$  de rádio 226 têm um alcance de 3,6 cm (em pressão atmosférica normal). As partículas com o maior percurso se originam de um subproduto (Ra A, alcance de 6,3 cm). Na frente da preparação encontra-se uma folha finíssima. Por isso, o comprimento de percurso observado é algo mais curto do que os encontrados nas tabelas.

Se uma partícula  $\alpha$  encontra um núcleo atômico no seu vão ele altera o seu percurso e o núcleo afetado, portanto deslocado, produz um rastro próprio. Esse tipo choques é muito raro. É assim uma sorte quando se pode observar um tal processo.

3. Caso se substitua o papel por uma folha finíssima de hostaphan (espessura de 5 a 10  $\mu\text{m}$  ou de 0,7 a 1,5  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) na frente da preparação, pode se observar que quase todos os raios  $\alpha$  atravessam a folha sem grandes desvios ou encurtamento de percurso. Camadas finas de matéria podem, portanto, ser atravessadas por partículas  $\alpha$ . Isto é uma experiência analógica qualitativa com a propagação de Rutherford e é uma prova para a "estrutura porosa" da matéria. Em vez de hostaphan também pode ser utilizada uma folha fina de outro material, por exemplo, folha de ouro. A folha é instalada e fixada de modo muito fácil com faixas de fita adesiva.