

Visualisation des trajectoires des particules α dans la chambre de Wilson

Objectifs expérimentaux

- Sursaturation d'un mélange d'air et de vapeur d'eau et d'alcool par détente adiabatique dans une chambre de Wilson.
 - Observation des trajectoires de particules α issues d'une source ponctuelle.
- ou
- Observation des trajectoires de particules α issues d'une source répartie dans toute la chambre

Notions de base

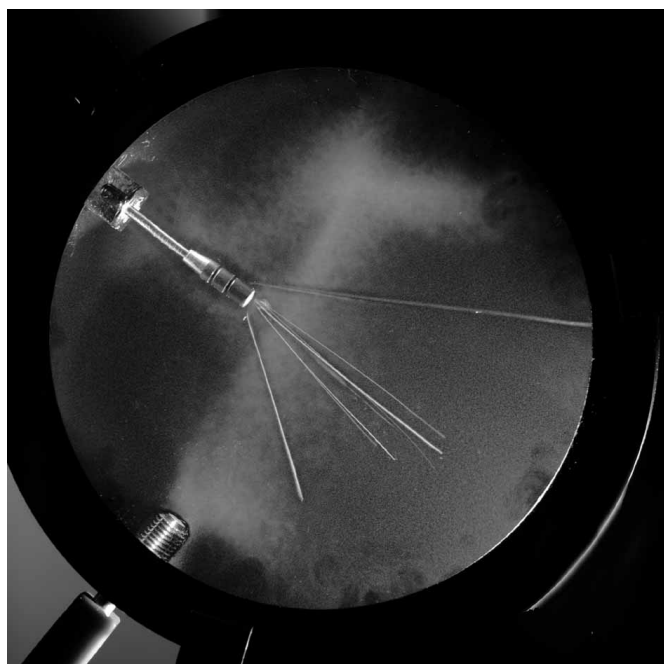
La chambre de Wilson selon Schürholz (chambre à brouillard) permet de visualiser les trajectoires de particules α . Le rayonnement β et le rayonnement γ ont un pouvoir ionisant nettement plus faible que le rayonnement α et ne conviennent pas pour cette expérience. Dans la chambre, on refroidit temporairement un mélange saturé d'air, de vapeur d'eau et d'alcool par détente (ou expansion) adiabatique à l'aide d'une pompe d'aération pour l'amener ainsi à l'état sursaturé. Cela provoque une condensation de la vapeur en petites gouttelettes de brouillard favorisées par des centres de condensation. Notamment les ions qui surviennent par ex. par des collisions entre des particules α et des molécules de gaz dans la chambre à brouillard sont des centres de condensation appropriés. Après chaque activation de la pompe d'aération, la vapeur sursaturée

condense d'un coup en petites gouttelettes de brouillard autour des centres de condensation le long des trajectoires des particules α ; ces gouttelettes sont matérialisées pendant une ou deux secondes dans la lumière qui incide latéralement. Les ions résiduels sont éliminés de la chambre par un champ électrique.

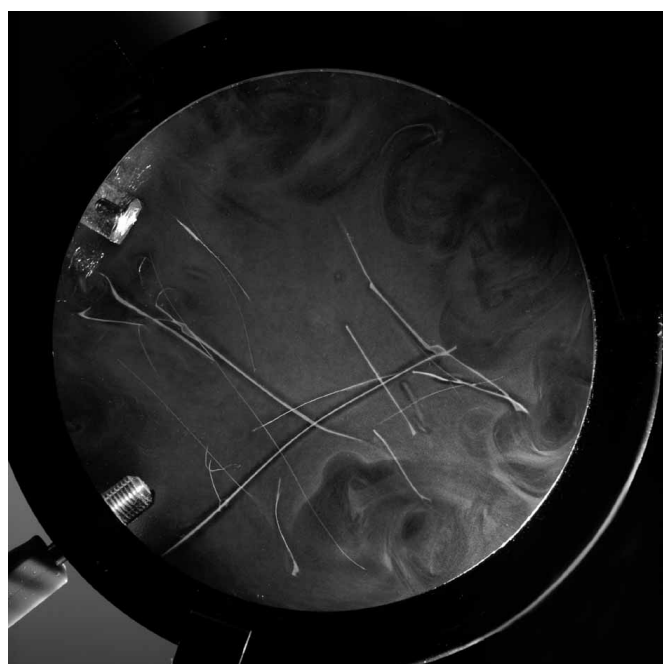
Pour l'expérience, on peut utiliser une préparation de radium ou une préparation de thorium comme émetteur α :

La préparation de Ra-226 est placée dans la chambre de Wilson. Elle est enfermée dans un cylindre creux ouvert d'un seul côté. Les particules α sont éjectées de cette ouverture comme d'une source ponctuelle. Le Ra-226 se désintègre en Rn-222 pour une période radioactive de 1622 a en propulsant des particules α d'énergie dominante $E_\alpha = 4,78$ MeV.

Fig. 1 Trajectoires de particules α dans la chambre de Wilson
a) d'une source ponctuelle (préparation de radium)



b) d'une source répartie dans toute la chambre (préparation de thorium)



Matériel

1 chambre de Wilson selon Schürholz	559 57
1 préparation de radium pour chambre de Wilson	559 59
ou	
1 flacon de thorium	546 36
1 alimentation 450 V-	522 27
1 carter de lampe	450 60
1 ampoule, 6 V/30 W	450 51
1 condensateur asphérique	460 20
1 transformateur, 6 V~,12 V~/30 VA	562 73
1 pince de table	301 06
1 socle	300 11
éthanol dénaturé, 1l	671 972
ou	
méthanol, 1l	673 272
1 paire de câbles, 100 cm, rouge et bleu . .	501 46
eau distillée	
<i>Supplément conseillé:</i>	
1 flacon avec bouchon fileté par ex. flacon en polyéthylène, 250 ml	661 222

Remarques de sécurité

Lors de l'utilisation de préparations radioactives, il faut respecter les modalités en vigueur dans votre pays, spécifiées par ex. par un décret de protection contre les rayonnements. Les substances radioactives utilisées dans l'expérience sont homologuées d'après ce décret pour l'enseignement dans les établissements scolaires. Etant donné qu'elles génèrent un rayonnement ionisant, il faut toutefois les utiliser en observant les règles de sécurité suivantes:

- L'accès aux préparations doit être interdit à toute personne non autorisée.
- Vérifier le bon état des préparations avant de s'en servir.
- Pour la garantie d'un *temps d'exposition aussi bref que possible*, ne sortir la préparation de radium du récipient de protection que pour la réalisation de l'expérience et n'ouvrir le collier de serrage du flacon de thorium que pour la réalisation de l'expérience.
- Pour la garantie d'une *distance la plus grande possible*, ne s'emparer de la préparation de radium que par l'aiguille.
- Pour le *blindage*, ranger la préparation de radium dans le récipient de protection.
- Pour la garantie d'une *activité la plus faible possible*, ne déposer sur la table d'expérience que la préparation respectivement nécessaire pour la manipulation.

Le produit de désintégration gazeux Rn-220 est pompé du flacon de thorium par le biais d'une valve et amené à la chambre de *Wilson* où il se répartira dans toute la chambre. On voit là des traces de brouillard qui se propagent dans différentes directions. Le Rn-220 se désintègre en Po-216 pour une période radioactive de 55,6 s en émettant des particules α d'énergie dominante $E_\alpha = 6,28$ MeV.

Montage**Préparation du mélange d'alcool et d'eau:**

- Préparer dans le flacon de polyéthylène env. 200 ml de mélange d'alcool et d'eau à partir de 50 % de méthanol ou d'éthanol et de 50 % d'eau pure.

Montage de la chambre:

N.B.: La condensation de la vapeur saturée par détente adiabatique ne doit avoir lieu qu'auprès des ions générés par les particules α et non auprès de grains de poussière éventuellement présents dans la chambre.

Veiller à ce qu'il n'y ait pas de poussière à l'intérieur de la chambre et éventuellement rincer la chambre avec de l'eau distillée.

Le montage expérimental est représenté à la fig. 2.

- Fixer la pince de table sur une table stable et fixer la chambre de *Wilson* dans la pince de table avec la tige de guidage de manière à ce qu'il soit possible de se servir de la pompe d'aération (voir fig. 2 et mode d'emploi de la chambre de *Wilson*).
- Tenir d'une main le couvercle de la chambre et ouvrir les pinces de maintien avec l'autre main, soulever le couvercle et enlever la plaque de fond.
- Bien imprégner le revêtement en feutre de la plaque de fond avec le mélange d'alcool et d'eau mais ne pas l'imbiber complètement.
- Placer la plaque de fond avec les pieds sur le joint en caoutchouc. Faire attention que le joint en caoutchouc soit posé bien régulièrement sur le bord du fond de la chambre.

Variante a) Utilisation de la préparation de radium:

- Oter la préparation de radium pour la chambre de *Wilson* (559 59) du récipient en verre en respectant les consignes de sécurité et la placer dans le support pour préparation de la plaque de fond.
- Mettre le couvercle de la chambre en place après s'être assuré que le joint en caoutchouc est placé correctement puis le fermer avec les pinces de maintien.

Vérifier l'étanchéité de la chambre en activant brièvement la pompe d'aération (des fuites se traduisent par une faible résistance lors de l'expansion ou par un sifflement), éventuellement graisser le joint en caoutchouc (par ex. avec de la graisse pour vide ou une goutte d'huile semi-fluide) puis refermer la chambre.

- Appliquer pour la désionisation une tension continue d'env. 150 V ou plus.

Mise en place de l'éclairage:

N.B.: Un échauffement localisé trop important de la chambre peut susciter des convections perturbatrices dans la chambre: Ne pas placer la lampe trop près de la chambre de Wilson.

- Fixer le carter de lampe avec l'ampoule et le condenseur asphérique dans le socle et placer l'ensemble à environ 15 cm de la chambre de Wilson. Régler la lampe de manière à ce qu'elle soit à la hauteur de la fenêtre d'observation de la chambre.
- Brancher la lampe au transformateur ($U = 6\text{ V}$).
- Mettre le filament de la l'ampoule à l'horizontale et réaliser un faisceau lumineux à rayons parallèles ou divergent faiblement qui traverse horizontalement la chambre.

Variante a) Utilisation de la préparation de radium:

- Placer la lampe de manière à ce que la chambre soit éclairée le plus possible le long de la trajectoire attendue des particules α .

Réalisation

- Après avoir fermé la chambre, attendre au moins 10 min avant de commencer la première expérience pour qu'un mélange saturé d'air et de vapeur d'eau et d'alcool ait le temps de se former à l'intérieur de la chambre.

Variante b) Utilisation de la préparation de thorium:

- Remplacer le bouchon en caoutchouc du flacon de thorium (546 36) par le collier de serrage avec tuyau.
- Enlever le bouchon de la vanne d'aération de la chambre de Wilson et enfoncer le tuyau du flacon de thorium jusqu'à l'écrou à chapeau de la vanne d'aération (voir fig. 2 et mode d'emploi de la chambre de Wilson).
- Insuffler du radon dans la chambre à brouillard en ouvrant le collier de serrage et en pressant énergiquement le flacon en plastique plusieurs fois de suite (Pour faciliter cette opération, il est possible d'actionner prudemment la pompe d'aération de la chambre).

Effectuer les opérations suivantes assez rapidement à cause de la brève période radioactive de 55,6 s du radon:

- Fermer le collier de serrage, enlever le tuyau de la vanne d'aération et visser le bouchon sur la vanne.
- Tirer brusquement vers le bas la poignée de la pompe d'aération, la tenir dans la position finale et observer directement par le haut, à travers la fenêtre, les traces de gouttelettes des particules.

Variante a) Utilisation de la préparation de radium:

- Tirer brusquement vers le bas la poignée de la pompe d'aération, la tenir dans la position finale et observer directement par le haut, à travers la fenêtre, les traces de gouttelettes des particules.
- Eventuellement répéter l'expansion jusqu'à ce que la vapeur dans la chambre soit suffisamment saturée.
- Recommencer l'expérience au plus tôt au bout de 1 à 2 min. de façon à permettre le rétablissement d'un état d'équilibre pour le mélange de vapeur.
- Une fois l'expérience terminée, enlever le couvercle de la chambre et laisser sécher le revêtement en feutre du fond de la chambre.
- Ranger la chambre à l'abri de la poussière.

Exemple de mesure

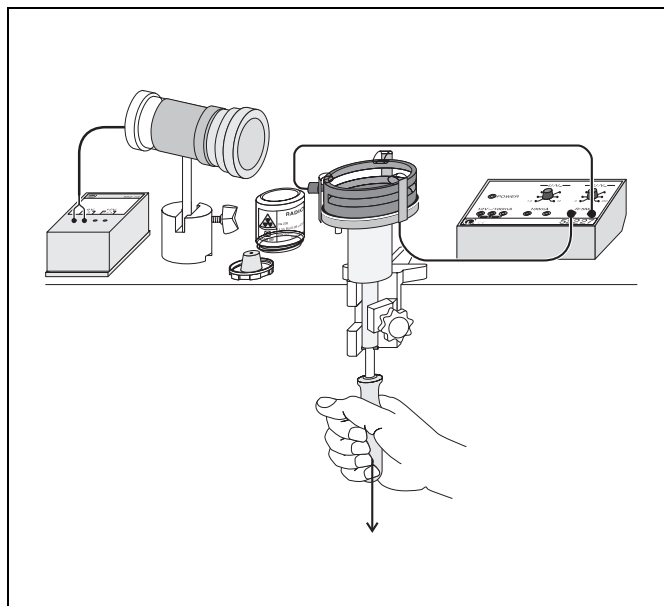
La fig. 1 montre un exemple de mesure pour les deux variantes expérimentales.

Remarque supplémentaire

Avec b), utilisation de la préparation de thorium, la teneur en radon dans la chambre à brouillard peut être augmentée si le flacon de thorium reste raccordé lors de l'actionnement de la pompe d'aération. Cette variante exige plus d'habileté lors de l'expansion que l'autre variante étant donné que la vanne d'aération ne peut pas être fermée.

Fig. 2 Montage expérimental

a) en cas d'utilisation de la préparation de radium



b) en cas d'utilisation de la préparation de thorium

