

Relevé de la caractéristique d'un tube compteur Geiger-Müller

Objectifs expérimentaux

- Relevé de la fréquence des impulsions de décharge d'un tube compteur Geiger-Müller comme fonction de la tension de tube compteur pour une source radioactive constante.
- Détermination de la tension d'utilisation et du secteur d'activité.

Principes de base

Le tube compteur Geiger-Müller, mis au point en 1928 par *H. W. Geiger* et son collaborateur *W. Müller* est aujourd'hui encore un appareil indispensable pour la mise en évidence d'un rayonnement radioactif; c'est un appareil qui enregistre également les rayonnements présentant un faible pouvoir ionisant. Il est constitué d'un tube, dans lequel un fil mince isolé est tendu le long de son axe, et qui est rempli d'un gaz noble à une pression d'env. 100 mbar. Le rayonnement frappe le tube sur sa face frontale à travers une mince couche de mica. Entre la paroi du tube, qui sert de cathode, et le fil, qui joue le rôle de l'anode, existe une tension de quelques centaines de volts via une résistance à haute impédance. La tension est choisie de telle sorte qu'elle ne provoque pas de décharge spontanée.

Le rayonnement radioactif enregistré ionise les atomes gazeux contenus dans le tube. Les électrons libérés se déplacent à vitesse élevée vers le fil et les ions positifs dérivent plus lentement vers la paroi. A l'approche du fil, les électrons sont fortement accélérés et génèrent, grâce à des collisions, de nouveaux supports de charge ou contraignent les atomes gazeux à émettre des photons qui pourront à leur tour, grâce

à la photo-ionisation, former d'autres supports de charge. Les supports de charge génèrent une avalanche de décharge qui se termine lorsque tous les ions ont atteint la cathode. Sur la résistance extérieure apparaît une brève chute de tension qui est acheminée via un condensateur de liaison à un compteur.

En cas de tension basse dans le tube, les avalanches de décharge sont localement limitées. En cas d'augmentation de la tension, les décharges commencent à s'étendre jusqu'à se répartir finalement dans tout le tube compteur. Toutes les particules ionisantes, quels que soient leur type et leur énergie, provoquent alors la même impulsion de décharge. Le nombre de décharges mesuré pour une source radioactive constante est indépendant de la tension du tube compteur. Un tube compteur qui travaille dans ce secteur est appelé tube compteur Geiger-Müller. Si la tension du tube compteur est encore augmentée, la décharge spontanée du gaz peuvent aisément conduire à la destruction de la totalité du tube compteur.

Un processus d'extinction de décharge doit éviter que des électrons secondaires soient émis par la surface de la cathode et qu'ainsi le processus de décharge ne soit relancé. Dans les tubes compteurs auto-extincteurs, on a ajouté pour cela un gaz noble absorbant (p. ex. un halogène). Ce gaz absorbe la majeure partie des photons lors de leur déplacement vers la cathode et empêche ainsi la cathode d'émettre des électrons, par photo-ionisation. En outre, les ions du gaz noble transfèrent leur charge par collision sur les molécules du gaz absorbant, de sorte que seuls les ions du gaz absorbant atteignent la cathode. En raison de leur faible potentiel d'ionisation, ils ne sont alors pas en mesure de libérer des électrons secondaires et le processus de décharge s'interrompt.

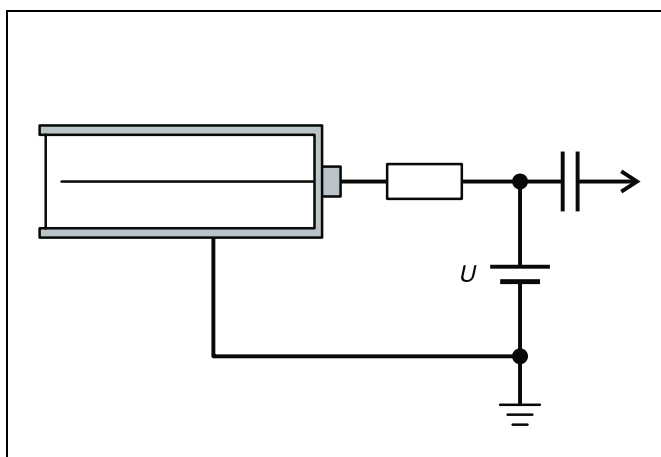


Fig. 1 Structure schématique d'un tube compteur Geiger-Müller

Matériel

1 Tube compteur à fenêtre pour les rayons α , β , γ et X	559 01
1 Préparation Ra 226	559 430
1 Compteur numérique	575 48
1 Tige perforée, isolée, 25 cm	590 13
1 Pince à ressort (grande)	591 21
1 Tige de connexion	532 16
2 Socles-support	300 11

Montage

Remarques:

La fenêtre du tube compteur (12–15 μm mica) peut être facilement endommagée de manière mécanique. En cas de fenêtre endommagée, le tube compteur est incapable de fonctionner:

Ne pas toucher la fenêtre en mica; stocker le tube compteur avec son capuchon de protection mis en place et enlever le capuchon de protection uniquement pendant la mesure; procéder avec soin pour enlever et remettre en place le capuchon de protection; ne pas lui faire effectuer de rotation et ne pas obturer l'orifice de ventilation.

Si la tension d'utilisation est trop élevée, le tube compteur à fenêtre sera endommagé par décharge gazeuse spontanée:

Ne pas dépasser en continu la tension d'utilisation de 600 V.

Le montage du module d'expérience est présenté par l'illustration 2.

- Monter la grande pince à ressort sur la tige de connexion.
- Fixer le tube compteur à fenêtre, le raccorder à l'entrée A du compteur numérique et enlever prudemment le capuchon de protection.
- Fixer la préparation Ra-226 avec le connecteur 4 mm à hauteur convenable sur la tige perforée et amener avec précautions la préparation jusqu'à 1 mm env. du tube compteur à fenêtre.

Remarques de sécurité

Lors de l'utilisation de préparations radioactives, il est impératif de respecter les prescriptions nationales correspondantes en vigueur, en République fédérale d'Allemagne par exemple, la «Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)» (Décret sur la protection contre les rayonnements). Les substances radioactives utilisées dans le cadre de l'expérience sont homologuées et agréées selon cette législation pour l'utilisation dans le cadre scolaire. Comme ces substances génèrent toutefois des rayonnements ionisants, il est impératif de respecter les mesures de sécurité suivantes lors de leur utilisation:

- Interdire l'accès de toute personne non autorisée aux préparations.
- Contrôler l'intégrité de la préparation avant son utilisation.
- Stocker la préparation dans un conteneur de protection à des fins d'isolation.
- Afin de garantir une *durée d'exposition la plus courte possible* et une *activité la plus courte possible*, sortir la préparation du conteneur de protection uniquement pour la réalisation de l'expérience.
- Afin d'assurer un *écart le plus grand possible*, saisir la préparation uniquement à l'extrémité supérieure du support métallique.

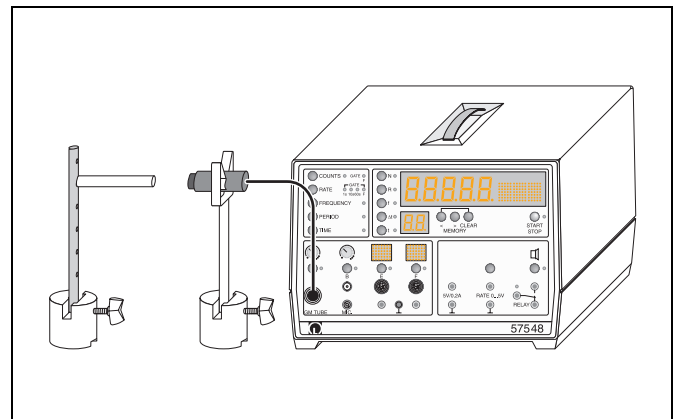


Fig. 2 Montage pour le relevé de la caractéristique d'un tube compteur Geiger-Müller

Réalisation

- Mettre le compteur numérique sous tension, ou appuyer sur la touche A, le cas échéant.
- Mettre le haut-parleur sous tension, appuyer une fois sur la touche Rate (Durée de déclenchement: 1 s) et appuyer sur la touche Start Stop.
- Pour diminuer la tension du tube compteur, tourner le potentiomètre A vers la gauche jusqu'à ce que le signal sonore disparaisse et que la valeur comptée affichée soit égale à zéro; lire la tension du tube compteur sur l'affichage de la valeur de mesure et la noter sous l'appellation de tension d'utilisation U_0 .

- Réduire la tension du tube compteur de 100 V supplémentaires env. et, après avoir appuyé de nouveau sur la touche Rate, augmenter la durée de déclenchement à 10 s.
- Lancer la procédure de mesure avec la touche Start Stop, lire la valeur comptée R à l'issue du délai de déclenchement et noter cette valeur avec la tension de tube compteur U .
- Stopper la mesure avec la touche Start Stop, augmenter la tension du tube compteur de 40 V et relancer la mesure.
- Pour enregistrer d'autres valeurs, augmenter la tension du tube compteur jusqu'à 640 V (effectuer des petits paliers dans le secteur de la tension d'utilisation U_0).
- Augmenter l'écart entre préparation et tube compteur à 10 mm, puis 20 mm, et procéder à une nouvelle série de mesures.

Exemple de mesure

Tension d'utilisation: $U_0 = 356$ V

Tab. 1: taux de mesure R pour une tension de tube compteur U et trois écarts différents d entre préparation et tube compteur

	$d = 1$ mm	$d = 10$ mm	$d = 20$ mm
$\frac{U}{V}$	$\frac{R}{s^{-1}}$	$\frac{R}{s^{-1}}$	$\frac{R}{s^{-1}}$
240	0,0	0,0	0,0
280	0,0	0,0	0,0
320	0,0	0,0	0,0
352	0,0	0,0	0,0
356	0,2	0,8	0,4
360	526,2	307,6	101,1
364	1012,4	627,0	149,1
368	1090,7	690,3	146,2
372	1156,7	691,6	145,0
380	1132,6	725,9	148,9
400	1220,4	727,7	145,4
440	1210,4	732,2	156,6
480	1223,1	743,2	152,6
520	1224,6	744,9	150,9
560	1205,1	737,3	153,0
600	1191,8	740,6	152,5
640	1219,4	747,8	154,9

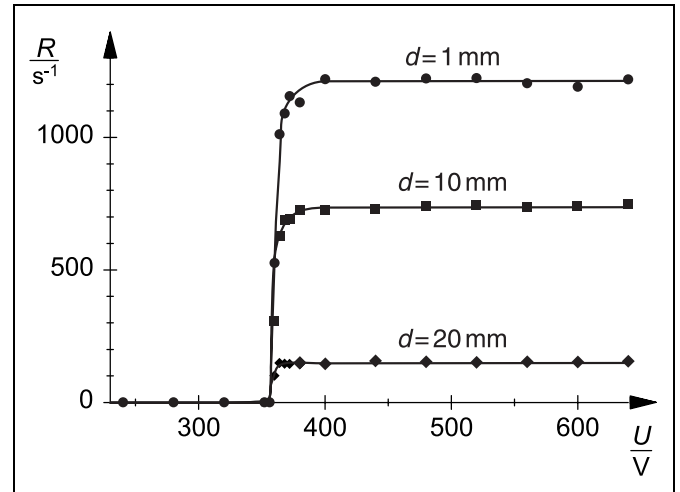


Fig. 3 Caractéristique du tube compteur (Taux de comptage R pour une tension de tube compteur U pour trois écarts différents d entre préparation et tube compteur)

Exploitation et résultat

La tension d'utilisation est d'env. 356 V. Entre 380 V et 640 V, le tube compteur travaille comme un tube compteur Geiger-Müller. La caractéristique de tube compteur présente un plateau.

Le taux de comptage dans le plateau dépend par exemple de l'écart entre préparation et tube compteur, donc de la radioactivité sur l'emplacement du tube compteur.