

Physique atomique et nucléaire

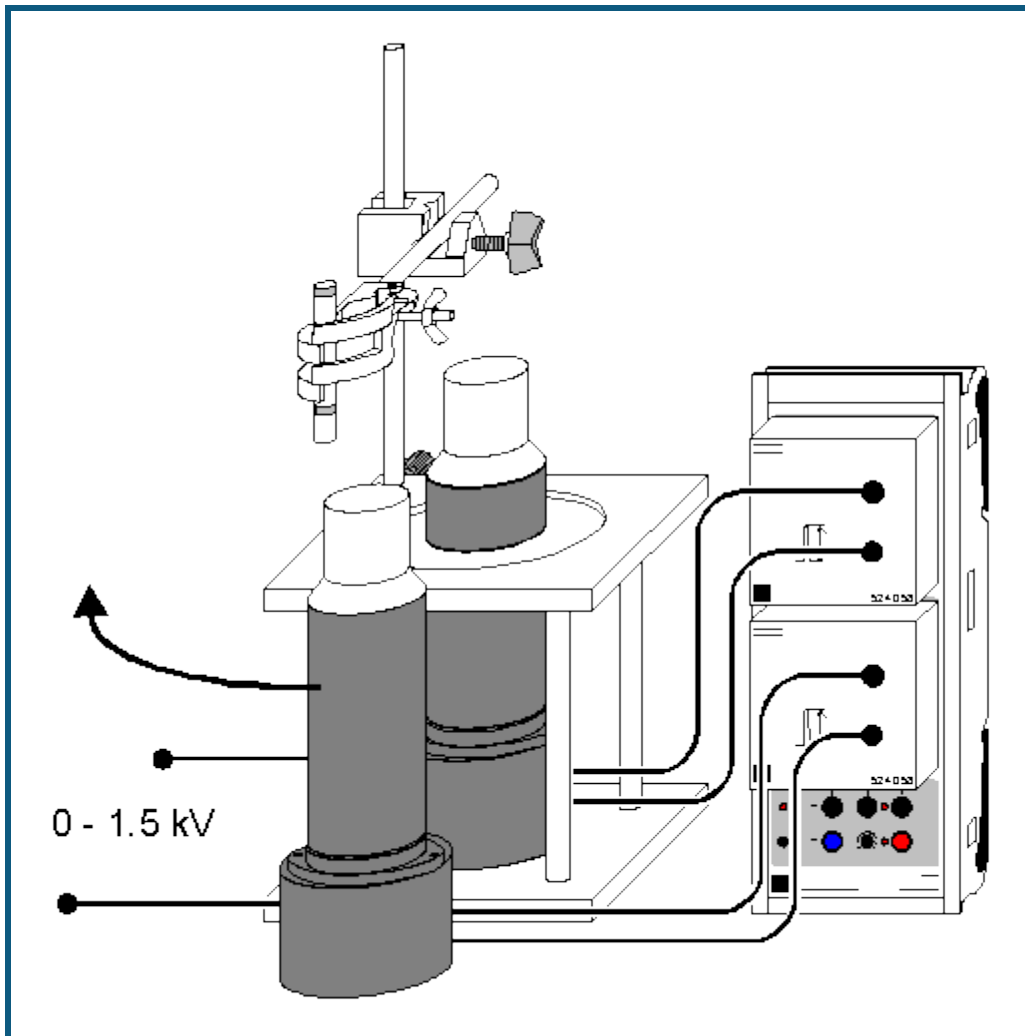
Physique nucléaire
Spectroscopie γ

Coïncidence et corrélation
angulaire γ - γ lors de la
désintégration de positons

Description tirée de CASSY Lab 2

Pour charger des exemples et des
paramétrages, merci de bien vouloir
utiliser l'aide de CASSY Lab 2.

Coïncidence et corrélation angulaire γ - γ lors de la désintégration de positons



Remarque de sécurité

L'utilisation de préparations radioactives implique, outre l'observation du règlement sur la radioprotection, le respect des lois, décrets et prescriptions applicables dans votre pays et dans votre académie respective, par ex. le décret allemand sur la radioprotection (StrlSchV - Strahlenschutzverordnung) en République fédérale d'Allemagne. Il convient également de se conformer aux consignes de sécurité relatives à l'enseignement dans les établissements scolaires. Les préparations utilisées dans cette expérience sont homologuées conformément au règlement allemand StrlSchV (2001) ou sont des préparations à limite de dose autorisée. Leur maniement n'est par conséquent soumis à aucune autorisation expresse.

Comme les préparations utilisées génèrent un rayonnement ionisant, elles doivent être manipulées avec le plus grand soin, conformément aux règles de sécurité suivantes :

- Tenir les préparations à l'abri des **personnes non autorisées**.
- Avant chaque utilisation, vérifier le **bon état** des préparations.
- Pour le **blindage**, conserver les préparations dans le récipient protecteur.
- Pour garantir un **temps d'exposition le plus court possible** et une **activité la plus faible possible**, retirer les préparations du récipient protecteur seulement au moment de réaliser l'expérience.
- Pour assurer un **écartement le plus grand possible**, ne s'emparer des préparations que par l'extrémité supérieure du support métallique.

Description de l'expérience

On démontre la coïncidence spatiale des deux photons γ d'une annihilation électron-positon. La conservation de la quantité de mouvement nécessite une émission des deux photons à 180° qui est montrée clairement. La mesure sélective d'un spectre de coïncidence donne une suppression de raies qui ne sont pas en corrélation.






Matériel requis

1	Sensor-CASSY	524 010 ou 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
2	adaptateurs AMC	524 058
1	preparation de Na 22	559 865
1	jeu de 3 préparations radioactives	559 835 ou 559 845
2	compteurs à scintillations	559 901
2	modules de sortie du détecteur	559 912
2	alimentations haute tension 1,5 kV	521 68
2	socles pour l'écran scintillateur	559 891
1	tige, 47 cm	300 42
1	noix Leybold	301 01
1	pince universelle, 0...80 mm	666 555
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	

Montage expérimental (voir schéma)

Relier les modules de sortie du compteur à scintillations aux adaptateurs AMC et aux alimentations haute tension. Les deux adaptateurs AMC doivent être enfilés sur le même CASSY. Placer la préparation à côté d'un compteur à scintillations à l'aide du matériel support de manière à ce que l'autre détecteur puisse être déplacé autour de celle-ci pour ainsi permettre le réglage de différents angles détecteur 1 – préparation – détecteur 2.

Procédure expérimentale

- Charger les paramètres
- Sélectionner la représentation **Étalonnage énergétique**.
- Relever le spectre normal du [Na 22](#) avec les deux détecteurs en cliquant à chaque fois sur .
- Dans les [paramétrages NA](#), [étalonner](#) le détecteur à l'entrée A et dans les [paramétrages NB](#), étalonner le détecteur à l'entrée B.
- Sélectionner la représentation **511 keV**.
- Dans les [paramétrages NA](#), régler la mesure sur **Déclencheur coïncidence pour autre adaptateur** et régler la fenêtre de coïncidence sur la raie 511 keV (marquer avec deux [lignes verticales](#)).
- Régler le détecteur mobile de manière à ce que la préparation soit entre les détecteurs. Relever le spectre de coïncidence avec .
- Régler le détecteur mobile de manière à ce qu'il soit perpendiculaire à la ligne de jonction préparation – autre détecteur. Relever le spectre de coïncidence avec .
- Sélectionner la représentation **1275 keV**.
- Dans les [paramétrages NA](#), régler la fenêtre de coïncidence sur la raie 1275 keV (réinitialiser l'ancienne fenêtre avec $\rightarrow 0 \leftarrow$ et marquer la nouvelle fenêtre avec deux [lignes verticales](#)).
- Relever le spectre de coïncidence en dessous de 180° et en dessous de 90° en cliquant à chaque fois sur .
- Sélectionner la représentation **Cs 137 et Na 22**.
- Dans les [paramétrages NA](#), régler la fenêtre de coïncidence sur la raie 511 keV (réinitialiser l'ancienne fenêtre avec $\rightarrow 0 \leftarrow$ et marquer la nouvelle fenêtre avec deux [lignes verticales](#)).
- Fixer la préparation de [Cs 137](#) avec celle de [Na 22](#) entre les détecteurs. Régler le détecteur mobile de manière à ce que les préparations soient entre les détecteurs. Relever le spectre de coïncidence avec .
- Relever le spectre AMC normal dans ce dispositif.

Exploitation

Le spectre normal du Na 22 est constitué d'une raie pour 1275 keV et du rayonnement d'annihilation pour 511 keV. Les deux photons 511 keV sont en corrélation temporelle et spatiale (émission à 180°), les photons 1275 keV sont en corrélation temporelle avec les photons 511 keV étant donné que le retard de 3,7 ps ne peut pas être détecté dans ce montage. L'émission n'est pas en corrélation spatiale.

Dans le spectre AMC normal, les deux raies sont visibles, pour la coïncidence à 180° la raie 511 keV est nettement marquée vu que les autres constituants du spectre (raie 1275 keV, diffusion de Compton) sont certes en corrélation temporelle mais pas spatiale et qu'ils sont atténués, par rapport à la raie 511 keV en corrélation spatiale, de l'angle solide du deuxième détecteur. Le taux de comptage absolu de la raie 511 keV diminue en fonction de la sensibilité de détection du deuxième détecteur.

Si on fait maintenant tourner le détecteur hors de la direction 180° , la raie 511 keV disparaît alors que les constituants qui ne sont pas en corrélation sont conservés.

Avec des mesures en coïncidence par rapport à la raie 1275 keV, la corrélation spatiale est supprimée, les spectres pour différents angles ont tous la même allure. Comme il n'y a qu'un photon γ 1275 keV par désintégration, il n'est donc pas possible non plus d'observer une raie 1275 keV.

Afin de démontrer la suppression de photons qui ne sont pas en corrélation temporelle, on utilise deux préparations à la fois. Le Cs 137 fournit ici un mouvement propre qui n'est pas en corrélation et est visible en coïncidence seulement du fait de coïncidences aléatoires, mais est nettement visible sans mesure de la coïncidence.

Remarque

La fenêtre de temps pour les coïncidences est prédéfinie et vaut 4 μ s.