

Physique atomique et nucléaire

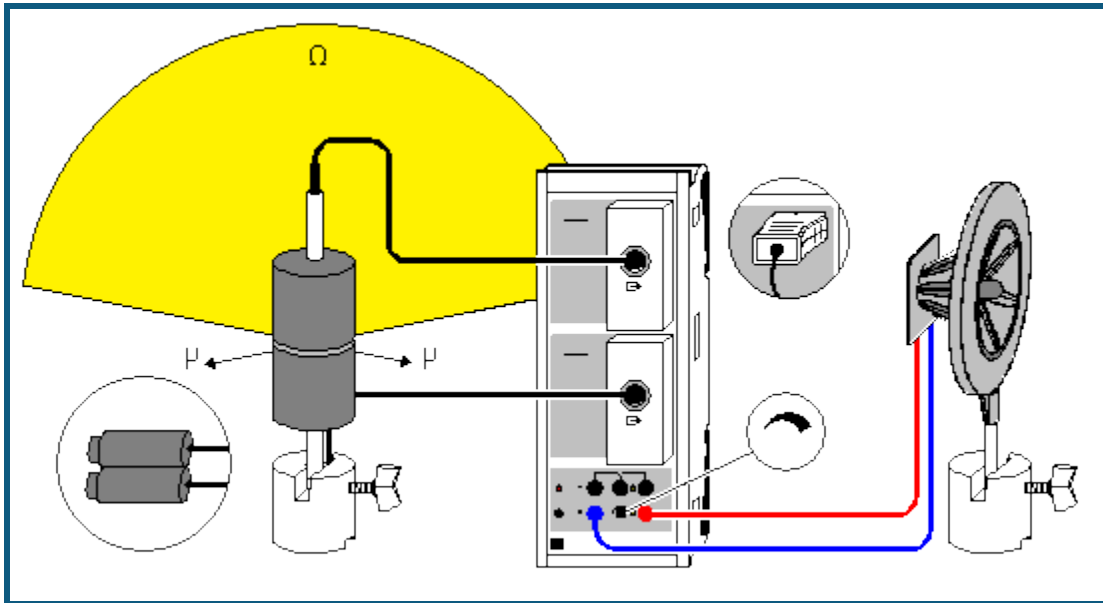
Physique quantique
Particules

Mise en évidence du muons

Description tirée de CASSY Lab 2

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

Détection de muons



Description de l'expérience

Le rayonnement cosmique primaire est un flux de particules de haute énergie (essentiellement des protons) qui, en percutant avec l'atmosphère terrestre, interagit avec les atomes de cette dernière. Des faisceaux de particules secondaires (essentiellement des muons) sont ainsi générés et décelables à la surface de la Terre.

Les muons (μ^-) et les antimuons (μ^+) sont des particules électriquement chargées de la famille des leptons. Ils sont environ 200 fois plus lourds que les électrons et ont une durée de vie moyenne de seulement $2 \mu\text{s}$ environ. Les muons rapides (ils foncent quasiment à la vitesse de la lumière) bénéficient de la dilatation relativiste de la Terre, ils vivent plus longtemps et ont ainsi le temps d'arriver au sol. Le flux de muons est là encore d'environ 1 muon par cm^2 et par minute.

Les muons peuvent être détectés avec une très grande fiabilité au moyen d'un tube compteur (probabilité de quasiment 100 %). L'excellente capacité des muons à pénétrer la matière solide sera exploitée afin de les dissocier d'autres événements du tube compteur (par ex. le rayonnement α , β et γ). Lorsque deux tubes compteurs réagissent quasi-simultanément (en coïncidence), il y a alors de très fortes chances pour qu'il s'agisse d'un muon qui vient d'en haut et passe par les deux tubes compteurs. Les muons ne peuvent pas venir d'en bas parce qu'ils sont absorbés par le globe terrestre situé entre. Le schéma montre l'angle solide Ω duquel un muon μ doit venir pour pouvoir atteindre les deux tubes compteurs. Si on écarte les deux tubes compteurs l'un de l'autre, cet angle solide diminue.

Il est également possible de montrer la dépendance des muons de l'angle zénithal qui résulte du fait qu'un muon venant d'en haut doit traverser moins d'atmosphère et est par conséquent plus rarement absorbé ou désintégré sur son trajet plus court en temps. Ceci est la raison pour laquelle le flux de muons venant du haut est le plus grand.

Dans cette expérience, la capture de gerbes de muons (différents muons qui atteignent quasi-simultanément différents tubes compteurs) n'est pas prise en compte.

Matériel requis

1	Sensor-CASSY	524 010 ou 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
2	adaptateurs GM avec	524 033
2	tubes compteurs à grande surface sensible	559 012
	et	
1	socle ou	300 11
2	tubes compteurs à fenêtre	559 01
	ou	
2	tubes compteurs Geiger-Müller S	524 0331
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	

Signalisation acoustique optionnelle

1	haut-parleur d'aiguës	587 07
1	soCLE	300 11
1	paire de câbles, 50 cm, rouge et bleu	501 45

Montage expérimental (voir schéma)



Brancher les tubes compteurs Geiger-Müller au Sensor-Cassy par le biais des deux adaptateurs GM.

En cas d'utilisation des tubes compteurs à grande surface sensible, les positionner face à face.

En cas d'utilisation des petits tubes compteurs, les positionner côte à côte.

Procédure expérimentale

■ Charger les paramètres

- Éventuellement adapter le temps et l'intervalle de mesure dans les [paramètres de mesure](#) (Fenêtre → Afficher les paramètres de mesure). Dans cette expérience, l'intervalle de mesure définit le temps de porte.
- Lancer la série de mesures avec . La mesure s'arrête après écoulement du temps de mesure spécifié ou avec .
- Si souhaité, orienter les tubes compteurs vers un autre angle zénithal et recommencer la mesure. Pour des angles zénithaux plus précis, les deux tubes compteurs doivent être plus écartés.

Exploitation

Pratiquement tous les muons qui traversent les deux tubes compteurs sont enregistrés.

La surface active du tube compteur à grande surface sensible (559 012) est d'environ 15 cm². Lorsque les deux tubes compteurs sont proches l'un de l'autre, presque tout l'angle solide sera capté (voir schéma). Avec deux tubes compteurs à grande surface sensible en coïncidence, le taux de comptage des muons peut ainsi être d'environ 12 muons par minute.

Plus les tubes compteurs sont espacés l'un de l'autre, plus l'angle solide pris en considération pour la détection des muons est petit et plus le taux de comptage est faible.

Le taux de comptage des muons diminue aussi lorsque pour un même angle solide, les deux tubes compteurs ne sont pas orientés vers le haut. Si les tubes compteurs sont placés l'un au-dessus de l'autre, il manque à l'hémisphère le domaine au-dessus de l'horizon d'où proviennent seulement peu de muons. Si les tubes compteurs sont côte à côte, il manque à l'hémisphère le domaine au-dessus des compteurs d'où proviennent la plupart des muons.

Les taux de comptage mesurés sont également représentés dans une **Distribution des fréquences**.

Remarques

La surface active du petit tube compteur (559 01) est de seulement 5 cm² environ (latéralement). Même si les deux tubes compteurs sont très près l'un au-dessus de l'autre, l'angle solide Ω capté est nettement plus petit qu'avec les deux tubes compteurs à grande surface sensible parce que la distance qui les sépare est plus grande. Pour ces deux raisons, le taux de muons mesuré est réduit à environ 1 muon par minute.

La fenêtre de temps pour les coïncidences est prédéfinie et vaut 10 μ s.