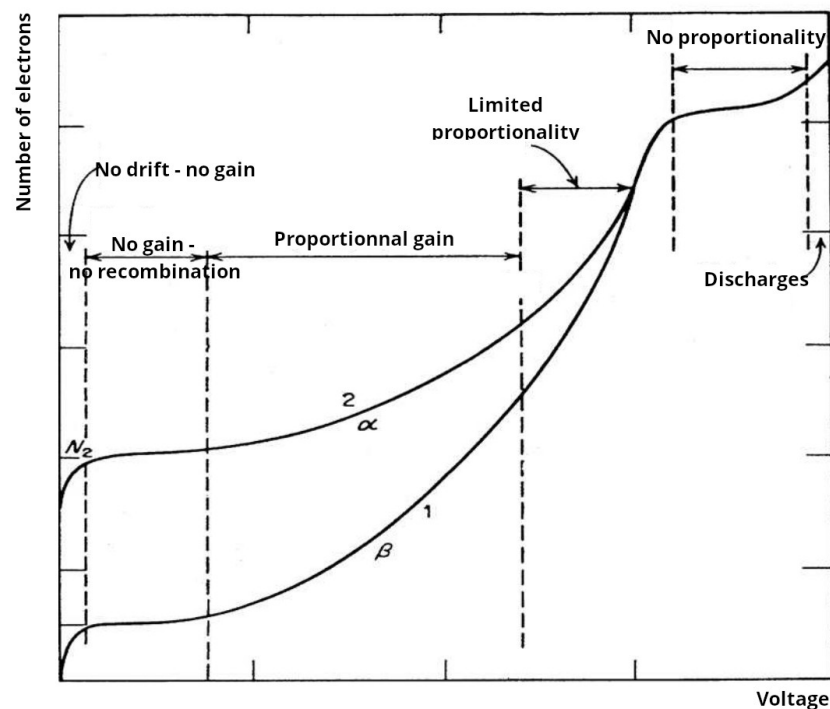


1) Chambre à ionisation :

Quand une particule traverse le volume de gaz. Elle ionise le gaz. Sous l'effet du champ électrique les électrons dérivent vers l'électrode au potentiel le plus haut et les ions vers celle avec le potentiel le plus bas. Le mouvement de ces charges électriques induit un courant sur les électrodes (théorème de Shocley Ramo). Si le champ électrique est tel que l'on se trouve dans la zone no gain, no recombination, le courant induit est proportionnel à la charge déposée. En revanche, si l'on se trouve dans la zone de gain proportionnel, les charges sont amplifiées le long de leur trajectoire.

C'est ce genre de système qu'utilisait les Curie.



Si on regarde plus en détail, on peut étudier la variation du gain en fonction du champ électrique. Si le champ électrique est nul pas d'amplification.

1) Fonctionnement d'une chambre à fils :

Faire le schéma classique avec ionisation (on l'a déjà vu ensemble), dérive des électrons vers les fils et des ions vers... vers où ? Soit vers d'autres fils, qui par exemple seraient installés ici ou vers des plans, pourquoi pas, c'est ce que vous avez entre les mains.

Les électrons dérivent, les ions dérivent et après ? A l'approche du fil électrique le champ électrique augmente. Le champ électrique autour d'un fil est en $1/r$ où r est la distance entre le point considéré et le fil. Plus r est petit, plus le champ électrique augmente, que se passe-t-il alors ? L'énergie de l'électron devient suffisante pour qu'il puisse à son tour ioniser le gaz. Il se produit donc un phénomène d'avalanche électronique. On part d'une charge qui est ensuite multipliée par beaucoup. FAIRE LE DESSIN. **La charge est multipliée par le gain G .** Si on note n_0 le nombre de charges initiales et n le nombre de charge après amplification, on montre que :

$n = n_0 \exp(\alpha r)$ où α est appelé premier coefficient de Townsend.

α dépend du gaz évidemment et du champ électrique. Il existe des formules pour le calculer mais mieux vaut se référer à une valeur mesurée car de toute façon les formules utilisent des valeurs empiriques, elles ne prédisent que l'évolution.

L'invention des chambres à fils a valu le prix Nobel à son inventeur Georges Charpak en 1992. Alors, ça peut vous paraître lointain, mais finalement ce n'est que 35 ans. Vous venez de comprendre l'une des façons dont fonctionne l'amplification pour un détecteur gazeux.

Les fils sont soudés dans le cas présent, ils peuvent aussi être collés, des fois les deux ou pincés, on dit plutôt sertis.

Lors de la création de paires et de l'avalanche électronique des photons sont également créés. (DESSIN). Ces photons peuvent interagir avec les éléments du détecteur (paroi, fil) et par effet photo-électrique (Prix Nobel d'Einstein) entraîner la création d'un nouvel électron. Cet électron est donc accéléré par le champ électrique et induit donc une nouvelle avalanche. Si le nombre d'électrons créés par effet photo-électrique est élevé, la nouvelle avalanche peut aussi être importante et le système est sans cesse en avalanche. Heureusement, le nombre d'électrons créés par effet photo-électrique est plus faible, ce qui entraîne une diminution progressive de la taille des avalanches jusqu'à un arrêt complet. En général, un second gaz est ajouté au gaz principal afin d'absorber les photons créés lors de l'avalanche. Ce gaz s'appelle un quencher. Les quenchers habituels sont le CO_2 , l' IC_4H_{10} , le CH_4 .

Dans ce cas, si on veut calculer le nombre de charge on fait : $0,8 \times w_{\text{Argon}} + 0,2 \times w_{\text{CO}_2}$ par exemple.

Bilan : no recombination-no gain area → chambre d'ionisation

gain proportionnel → compteur proportionnel (et Geiger modernes) avec un fil au centre, chambre à fils

non proportionnalité → compteur Geiger (anciens)

décharge → chambre à étincelles

5) Autre type de détecteurs gazeux

Existe-t-il d'autres types de détecteurs gazeux ? Oui.

Straw tube DESSIN et principe : c'est un petit compteur proportionnel mais qui peut être entassé et qui se tient tout seul aussi avec une quantité de matière faible pour éviter les pertes d'énergie et la diffusion multiple.

La distance entre fils limite la résolution possible d'une chambre à fils. On peut construire des détecteurs sur plusieurs mètres (existe au-delà de 3 m pour quelques milliers de fils) mais en-dessous de 2 mm voire 1 mm, la construction de chambre à fils est très compliquée et les forces électrostatiques de repulsion entre fils commencent à poser problème. Pour palier à ces problèmes les détecteurs gazeux à microstructure ont été inventés. Un exemple : le Micromegas.

DESSIN et principe

Les MM sont par exemple utilisés pour la muographie (photo scan pyramide). Grâce à la trajectographie, on sait où est passé le muon dans le détecteur donc dans la pyramide aussi. Si on compte, les muons, on peut savoir combien arrivent et d'où, s'il en manque, c'est qu'il y a quelque chose de dense entre ce qu'on mesure et l'espace, s'il y en a plus que juste à côté, c'est qu'il y a un trou ou comme dans le cas des pyramides, une cavité.

Les feuilles de GEM

DESSIN et principe

Les TPCs

DESSIN et principe

Notez que si l'espace de dérive d'un MM et d'un GEM est assez grand, il peut être suffisant pour faire une TPC. On parle alors de μ TPC.

Ces détecteurs peuvent tenir des taux de comptage plus élevés que les détecteurs à fils et sont en général plus précis sur la position. Ils sont aussi, en principe, plus faciles à réaliser.