

Isabel Melo Teixeira, 10255827

Giovanna Dias, 10293091

Marah Prado, 10375794

Estudo Dirigido 1 - Geiger

Exercício 1:

Porque o gás de quench em um tubo Geiger - Muller deve ter um potencial de ionização abaixo do gás de preenchimento principal?

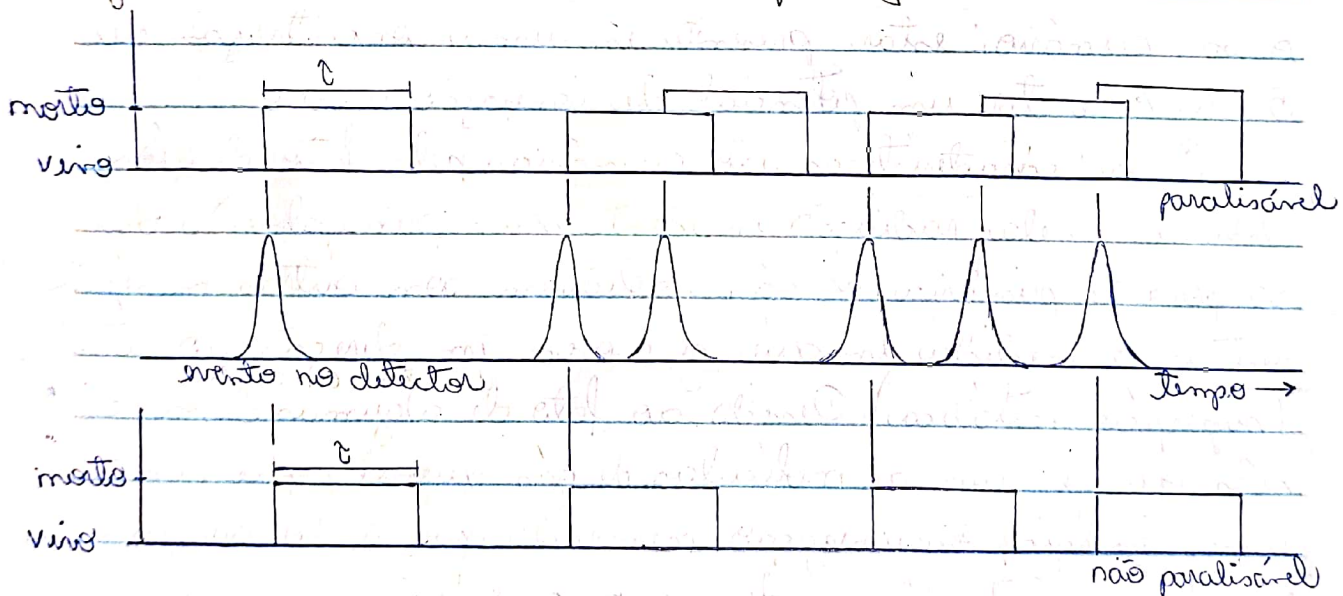
O gás de quench tem como função evitar a contagem múltipla de uma única carga, de forma que, deve ter uma estrutura molecular mais complexa do que o gás primário; estar presente em uma concentração de 5-10% e ter um potencial de ionização menor.

Essas características são necessárias pelo fato dos íons formados pela radiação incidente serem principalmente da componente primária do gás, e colidirem com outras moléculas neutras à medida em que se movem em direção ao cátodo (superfície metálica). Devido ao fato de algumas dessas colisões ocorrerem com as moléculas de gás quench, que possui uma energia de ionização menor do que a do gás primário, há uma tendência de que essas colisões os íons incidentes provoquem a ionização de um elétron do gás quench, "assoplando" um elétron a sua estrutura e deixando a molécula de gás de preenchimento com uma carga positiva, fazendo com que esta pare a se mover em direção ao cátodo em seu percurso.

Assim, se a velocidade de gás quench for suficientemente alta, todos os íons que chegarem ao cátodo são do gás de resfriamento, o que é importante pelo fato de que quando os elétrons livres completam o circuito e chegam a superfície metálica os mesmos se recombinam com essas moléculas que ficam com um excesso de energia; entretanto, dependendo do gás utilizado, a probabilidade de que essa energia adicional provoque uma dissociação na molécula complexa é muito maior do que a chance de haver a emissão de um fóton e, portanto, nenhuma avalanche adicional é formada dentro do tubo.

Exercício 2º

Explique os conceitos de tempo morto paralísável e não paralísável. Use diagramas para ilustrar sua explicação.



Nas figuras acima há diagramas que representam o comportamento do tempo morto de um detector paralísável (acima) e não paralísável (abaixo). Se presumirmos que, a detecção

de um evento e seguida de um tempo τ no qual o detector se encontra "ativo"; que os eventos que ocorrem durante o tempo morto não são perdidos e não apresentam nenhuma efeito sobre o comportamento do detector; então para um detector não paralísivel durante o tempo τ a entrada de uma partícula radioativa não provocará nenhuma alteração no sistema, o período de tempo morto continuará decorrendo e o detector somente voltará a atuar após o tempo fixo τ que segue o evento de detecção. No diagrama apresentado o detector ^{não} paralísivel detecta quatro contagens das seis interações que ocorrem.

É no caso de um detector paralísivel cada evento que ocorrer durante o período de tempo morto, embora não será registrado como contagem, irá estender o tempo em que o aparelho não realizará detecção por um período τ após o tempo perdido. No diagrama é possível perceber que apenas três contagens são registradas dos seis eventos que ocorrem.

Assim, o detector paralísivel aumenta o período de tempo morto se outra partícula radioativa entra nele nesse período. Entretanto, ambos os modelos possuem perdas de primeira ordem, se diferindo apenas quando a taxa de contagem é alta, não, portanto, dois extremos de um sistema idealizado, e os sistemas reais de contagem no geral exibem um comportamento intermediário entre esses sistemas.

Exercício 3: Um tubo Geiger-Müller é operado com um sistema de contagem cujo limiar exige que ocorra uma descarga completa do Geiger para registrar novamente uma contagem. É provável que o seu comportamento no tempo morto seja melhor descrito pelo modelo paralísivel.

ou não paralizável!

Historicamente o tubo Geiger-Müller é tratado como um detector paralizável, pois após uma avalanche os íons positivos produzidos são levados para o cátodo, onde se recombinam aos elétrons restabelecendo o campo elétrico no interior do tubo.

Contudo, caso houver uma interação no tubo e um processo de avalanche menor se iniciar enquanto os íons positivos se movem em direção ao cátodo, isso exigirá que os elétrons quando se movem para a mesma direção, assim, se o sistema exigir uma descarga completa para registrar uma contagem o tempo morto continuará sendo estendido a cada interação que houver no tubo, e os prazos prerrogativos são a marca registrada do modelo paralizável.

Exercício 4º Explique em que situações o uso do detector Geiger é recomendado.

O uso do detector Geiger-Müller é recomendado quando o número de partículas radioativas que chegam ao seu interior não é muito alto, pois é historicamente um detector paralizável, assim, se utilizado para detectar uma taxa de contagem muito alta não o fará com grande precisão. Alguns exemplos e situações de uso que podem ser empregados são:

1. Caso estejam calibrados para uma determinada energia os detectores Geiger podem ser usados para estimar grandezas como dose e exposição, ou suas taxas, através do uso de artifícios de instrumentação e conversão, permitindo os cálculos dessas grandezas por meio da fluência.

2. Na proteção radiológica para controle de radiação na prática clínica, seja no paciente após a ingestão de radiofármacos ou em indivíduos não ocupacionalmente expostos que exerçam atividades em ambientes com fontes radioativas.

3. Checagem dos níveis de radiação de fundo, em especial em regiões próximas a instalações nucleares.

Exercício 5: Explique a diferença entre o tubo Geiger-Müller e o contador proporcional. Fale das seguintes diferenças:

Item a: Variação do pulso com a tensão aplicada.

A altura do pulso de um contador proporcional varia com a amplitude da avalanche, que depende da tensão aplicada de maneira aproximadamente exponencial.

Já a altura do pulso do tubo Geiger-Müller corresponde ao número de pares de íons gerados, esse número aumenta quase proporcionalmente ao campo elétrico externo, ou seja, linearmente com a tensão aplicada.

Item b: Necessidade de um gás de quench e sua função.

A função do gás de quench em um contador proporcional é absorver fótons de radiação UV secundários emitidos por átomos de gases excitados, e liberar a energia na

forma de movimento rotacional e vibracional os íons de provocar novas ionizações.

Já no contador Geiger a função do gás de preenchimento é receber as cargas positivas dos íons originais, gerados pela ionização, através de colisões de transferência de carga.

Item c: Capacidade de diferenciar partículas de carga pesada e elétrons.

No contador proporcional as duas radiações são separadas pela diferença de altura dos pulsos gerados, pois partículas pesadas tendem a depositar toda a sua energia, enquanto os elétrons por sua vez depositam apenas parte de sua energia.

Já no tubo Geiger não é possível diferenciar os diferentes tipos de radiação, pois a altura do pulso independe do tipo de partícula e energia.

Item d: Capacidade de registrar altas taxas de contagem.

A taxa máxima de contagem do contador proporcional é normalmente definida pelo acúmulo de pulso, assim, o tempo mínimo de formação do pulso é limitado pelo tempo de subida dos mesmos.

Já o detector Geiger é indicado para baixas taxas de contagem, pois possui um longo tempo morto, que limita sua taxa de contagem máxima. Dessa forma, para

libra

uma taxa de contagem muito alta e mesmo pode ser ineficiente e imprecisa.

Item e: ¹⁸ Eficiência de contagem típica para raios- γ de 1 MeV.

A probabilidade de interação no contador proporcional diminui rapidamente com a energia, assim, raios- γ de 1 MeV produzem pulsos de amplitude muito pequena, que normalmente estarão abaixo do nível de discriminação.

É a eficiência de contagem do tubo Geiger, não de alguns por cento, devido principalmente à liberação de elétrons secundários das paredes do detector.