

Contador Geiger: Princípios, funcionamento e aplicações

Gabriela Alves - 10349193

Giovanna Baldin - 9788412

Guilherme Kyono - 9391491

Isabella Ferreira - 10292979

Júlia Palaretti - 9788520

Sumário

1. História
2. Princípios
3. Funcionamento
4. Tipos de contadores Geiger-Muller
5. Vantagens e desvantagens
6. Aplicações
7. Metodologia
8. Bibliografia

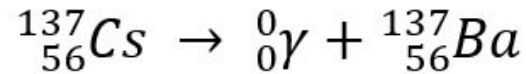
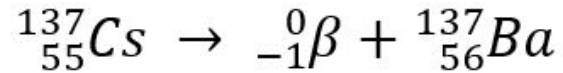
História - Radioatividade

- Entre diversos cientistas famosos, podemos destacar Becquerel e o casal Curie, cuja a preocupação foi de analisar a origem das radiação oriundas do Urânio, Bismuto, Bário, entre outros.
- E com a descoberta do Polônio e o Radium, pelo casal Curie, chegaram-se a definição do termo Radioatividade:

“Transformação espontânea do núcleo atômico de um nuclídeo para outro. Nessa transformação, o núcleo pai se desintegra resultando em nuclídeo filho e na emissão de um ou mais tipos de radiação.”

História - Radioatividade - ^{137}Cs

- Equações radioativas:



$$1 \text{ Bq} = 2.703 \times 10^{-11} \text{ Ci}$$

- Desintegrações:

História - Geiger-Muller

- Em 1909, Hans Geiger auxiliou Rutherford no bombardeamento de partículas alfa contra camadas de folhas de ouro, fato que levou ao modelo atômico de Rutherford;
- Inicialmente era possível realizar a contagem de partículas alfa;
- Foi em 1914 que Geiger e seu aluno de doutorado, Muller, melhoraram o dispositivo tornando-o mais eficiente, portátil e podendo detectar vários tipos de radiação ionizante.

Princípios

- São um tipo de câmara de ionização
 - Sistemas que detectam a presença de radiação usando a capacidade que as partículas radioativas tem de ionizar certas moléculas;
- Caracteriza a detecção da radiação ionizante e avalia seu nível no ambiente;
- São monitores de radiação, que fornecem respostas visuais e sonoras ao avaliar níveis de radiação ambiente.

Componentes GM

- Cilindro metálico
- Meio gasoso (composto por gás nobre, normalmente Argônio, com possível mistura de outros gases)
- Bateria de alta tensão (terminal positivo ligado eletrodo central, compondo o ânodo, e terminal negativo ligado à superfície metálica, compondo o cátodo)
- Eletrodo metálico (geralmente feito de Tungstênio)
- Resistência baixa

Funcionamento

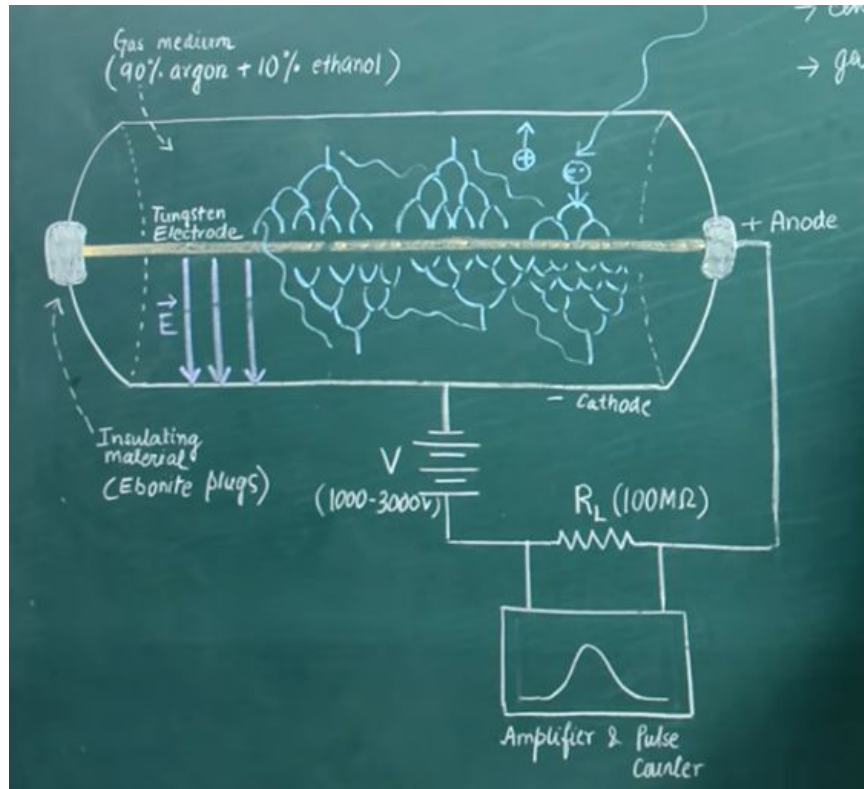
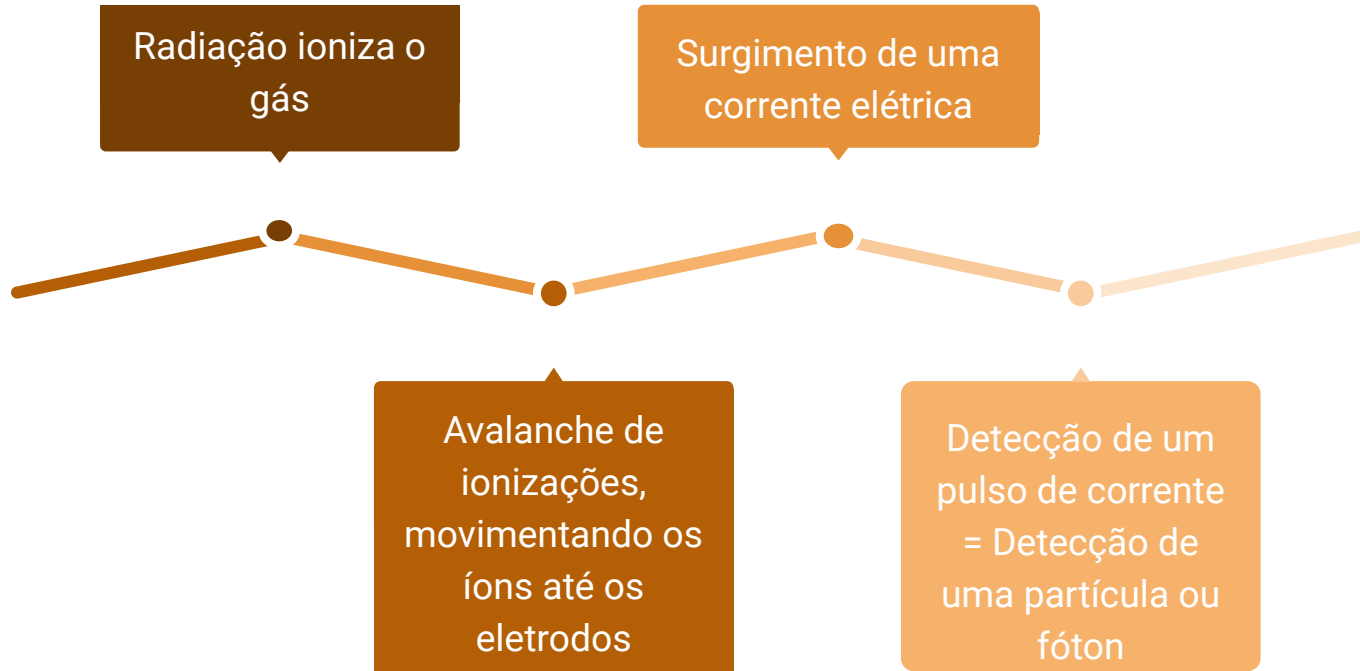


Figura 1 - Esquema ilustrativo do contador Geiger-Muller (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jxY6RC52Cf0>)

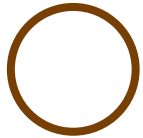
Quenching

- Quenching químico
 - Meio gasoso é misturado com certo composto orgânico (álcool)
 - Composto orgânico absorve a energia produzida da recombinação do elétron com o íon positivo a fim de prevenir o atraso do tempo morto
 - Energia vibracional ou energia rotacional
- Quenching externo
 - GM desliga por um pequeno período de tempo

Funcionamento



Funcionamento



Uma partícula ou
fóton = Um pulso
de corrente

Número de pulsos
= Intensidade da
radiação

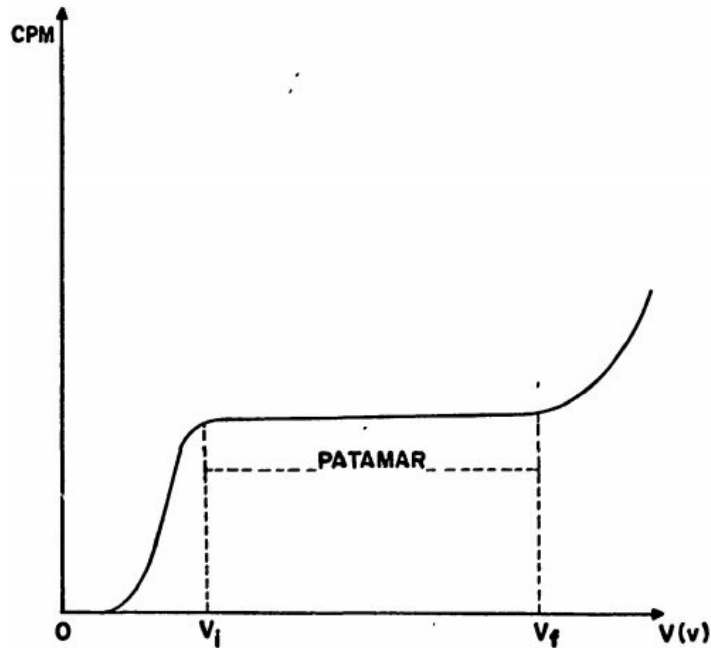
Pulsos acionam
um contador ou
auto-falante

Presença de
radiação detectada
por sinal sonoro,
luminoso ou por
deflexão do
ponteiro do
medidor

Tempo morto (tempo de resolução)

- Campo elétrico no contador abaixo do normal pela presença da camada de íons positivos;
- Contador insensível para novas partículas -> campo elétrico insuficiente para produzir ionização por colisão;
- Da ordem de 200 micro segundos;
- Tempo no qual o contador não responde como contador Geiger.

Curva característica de voltagem



- Variação do número de impulsos contados por unidade de tempo;
- Pequena ddp: poucos impulsos com amplitude suficiente para ultrapassar o nível do discriminador, portanto contagem pequena;
- Aumentando a ddp, esse número aumenta e conseqüentemente a contagem aumenta;
- Continuando a aumentar a ddp, chega-se ao patamar Geiger;
- Para tensões acima de V_f , tem-se as descargas múltiplas.

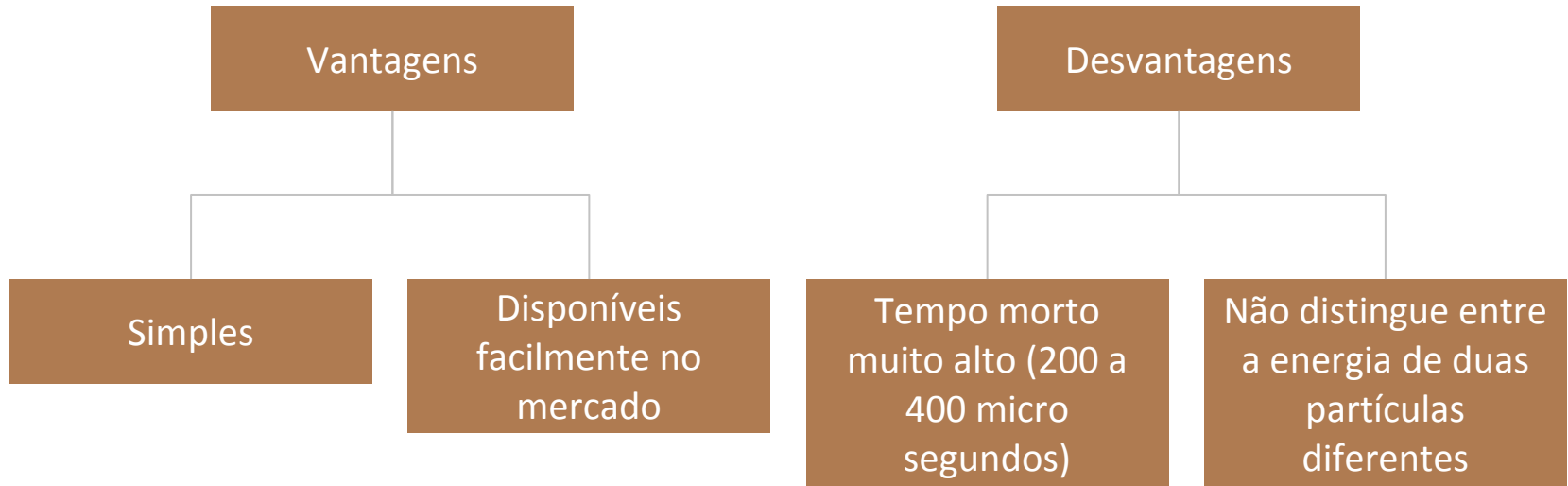
Figura 3: curva característica do contador Geiger-Muller (disponível em https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/21/043/21043872.pdf)

Tipos de Geiger

O contador pode se diferenciar de acordo com a finalidade e do uso destinado à ele:

- Partículas de alta energia (alfa e beta): janela sensível para que as partículas que possuem baixo grau de penetração entrem na ampola e ionizem o gás;
- Partículas de baixa energia (gama): interação mais intensa com a ampola, raios gama possuem alto grau de penetração;
- Detecção de nêutrons: substituição do gás para o aumento da sensibilidade do contador.

Vantagens e desvantagens



Aplicações

- O contador G-M pode ser calibrado para estimar grandezas como dose e exposição, dependendo da aplicação desejada.

É utilizado em:

- Proteção radiológica
 - Controle de radiação na instalação
 - paciente após a ingestão de radiofármacos
 - indivíduos não ocupacionalmente expostos no exercício de atividades em ambiente com fontes radioativas.

Aplicações

- Checar níveis de radiação próximos à instalações nucleares
- Acidentes nucleares ou vazamentos radioativos
 - delimitação da área onde ocorreu o vazamento
 - verificação da taxa de exposição
 - verificação de contaminação radioativa em indivíduos
 - verificação de contaminação radioativa em alimentos e água

- Detectores Geiger-Muller muito utilizados para medição de taxa de contagem



Figura 4: G-M (disponível em: <https://www.emaze.com/@ALIWRCLT>)



Figura 5: G-M (disponível em: https://www.wikiwand.com/pt/Contador_Geiger)

- Detectores Geiger-Muller versão “pocket”

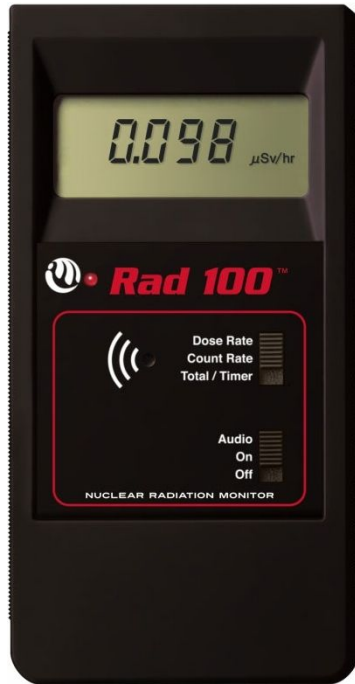


Figura 6: Geiger Muller (disponível em: <https://www.geigercounters.com/Rad100/>)



Figura 7: Geiger Muller (disponível em: <https://www.geigercounters.com/PRM9000/>)



Figura 8: Geiger Muller presente no Departamento de Física



Figura 9: Geiger Muller com circuito aberto utilizado no experimento

Metodologia

- Materiais: Tubo Geiger-Muller, fonte de tensão variável, voltímetro, duas fontes radioativas de ^{137}Cs com atividade nominal de 370 kBq
- Etapa 1 - Curva característica de voltagem de um tubo Geiger-Muller
- Etapa 2 - Tempo morto do sistema de contagem
- Etapa 3 - Estatística de contagem

Etapa 1 - Curva característica de voltagem de tubo Geiger-Muller

- Selecionar o menor valor possível da fonte de tensão;
- Posicionar uma das fontes de ^{137}Cs próximo à região sensível do detector;
- Aumentar o valor da tensão de 50 em 50 V até que uma contagem seja percebida, anotando todos os valores;
- Repetir procedimento até que se alcance a região de descarga contínua do tubo e começar a medir a tensão de 10 em 10 V a fim de caracterizar melhor a curva, porém com o cuidado de não permitir que o tubo permaneça nessa voltagem por muito tempo.

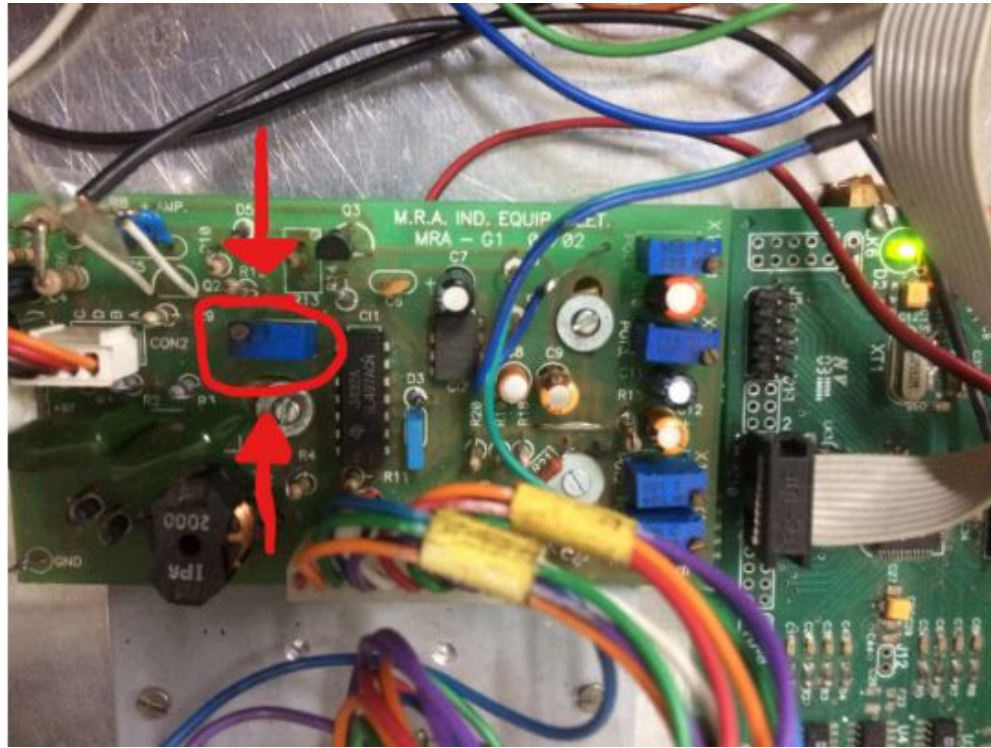


Figura 10: Geiger Muller com circuito aberto utilizado no experimento, destacando o potenciômetro utilizado para modificar a tensão

Etapa 2 - Tempo morto do sistema de contagem

- Selecionar a tensão apropriada;
- Introduzir uma das fontes de ^{137}Cs em um dos lados da sonda do contador G-M e fazer medição da taxa de contagem R_1 (contagens por segundo - cps) durante 30 segundos;
- Introduzir a outra fonte de ^{137}Cs do outro lado da sonda, prestando muita atenção na simetria das posições das fontes para que uma seja o “espelho” da outra, registrando a taxa de contagem R_{12} durante 30 segundos;
- Retirar a primeira fonte e registrar a taxa de contagem R_2 somente da segunda fonte por 30 segundos novamente.

Etapa 3 - Estatística de contagem

- Selecionar a tensão de operação apropriada;
- Posicionar uma fonte ^{137}Cs próximo à sonda do contador;
- Anotar as leituras x_i de 25 contagens sucessivas , todas efetuadas sob as mesmas condições.

Referências

- KNOLL, G. F. Radiation detection and measurement. 4. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2010. Capítulos 3, 4 e 7.
- OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth. Física das Radiações. São Paulo: Oficina de textos, 2010.
- <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-contador-geiger/>
- <https://safetyrad.com/2018/05/06/quais-detectores-radiacao-sao-usados-na-medicina/>
- <http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/index.php/medicina-nuclear/principios-fisicos-em-radiologia-mn/detectores-de-radiacao/contador-geiger>
- <https://fisicamedica.webnode.com.br/geiger-muleer-como-funciona/>
- https://www.if.ufrj.br/~mms/cursopos/Aula5_Detetoires.pdf
- https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/21/043/21043872.pdf
- <https://www.youtube.com/watch?v=jxY6RC52Cf0>
- https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/21/043/21043872.pdf
- <https://www.nuclear-power.net/nuclear-engineering/radiation-protection/>
- <https://www.geigercounters.com/Applications/>
- <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/Radioprotecao-e-Dosimetria-Fundamentos.pdf>