



UNICAMP



Cálculo da aceitação de uma câmara para medidas de fluorescência

Kunoh H. M., Gonzalez L. F. G., Fauth A. C.



Departamento de Raios Cósmitos e Cronologia - Instituto de Física Gleb Wataghin

Universidade Estadual de Campinas

PIBIC / CNPq

Palavras-chave: Fluorescência atmosférica - Simulação de câmara - Detector de fluorescência



Resumo: A técnica de detecção da fluorescência para o cálculo da energia do raio cósmico primário responsável dos chuviscos atmosféricos extensos depende da eficiência de produção de fótons de fluorescência ("fluorescence yield"), que ainda não é bem definida; no Laboratório de Léptons (IFGW – UNICAMP) estão sendo realizadas medidas em uma câmara para a obtenção desse parâmetro da fluorescência na faixa de baixas energias (até 3 MeV). Além das medidas experimentais, faz-se necessário simular a câmara com processos computacionais para calcular a aceitação geométrica de fótons e verificar as medidas realizadas.

Para esse trabalho foi utilizado o método de Monte Carlo a partir de algoritmos na linguagem computacional C++ na plataforma de simulação Geant4, desenvolvida pelo CERN.

Introdução

É necessário obter um conhecimento preciso da eficiência da produção de fluorescência molecular, gerada pela passagem de partículas carregadas na distribuição que se vê na figura 1, para que se possa utilizar de maneira precisa a detecção por fluorescência no estudo da radiação cósmica de energia ultra-alta ($E > 10^{19}$ eV).

Para complementar o trabalho já realizado nesse sentido por Kakimoto et al. [1], particularmente em intervalos de energia ainda não estudados, estão sendo realizadas medidas de fluorescência em laboratório, mas elas ainda necessitam do cálculo da aceitação geométrica da câmara utilizada. O objetivo deste trabalho foi calcular a aceitação das medidas de fluorescência através de resultados obtidos com simulações usando o Método de Monte Carlo.

como cilindros nas laterais, a fonte radioativa e o detector de partículas encontram-se nas partes superior e inferior (respectivamente) da câmara. Levando em consideração a eficiência quântica das fotomultiplicadoras em detectar os fótons incidentes em função do número total de fótons gerados, foi determinado que a aceitação da câmara é de $0,3875\% \pm 0,0005\%$.

da figura 4. O histograma de dispersão à direita mostra que esses depósitos de energia por partículas de baixas energias são superiores na faixa abaixo de 0,25 MeV; o que gera mais interesse na fluorescência gerada por partículas de baixas energias.

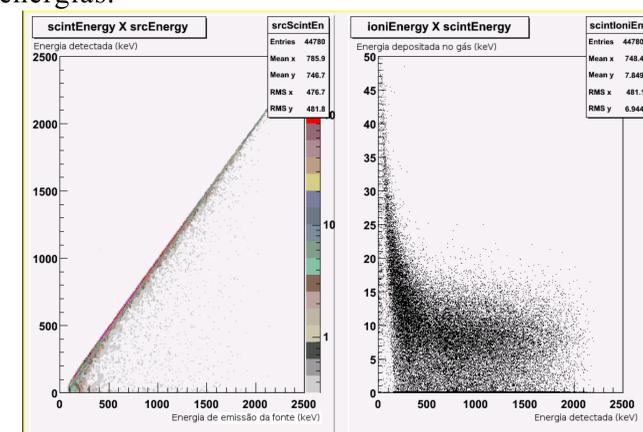


Figura 4: histogramas das energias na fonte, no detector de partículas e a quantidade depositada no gás

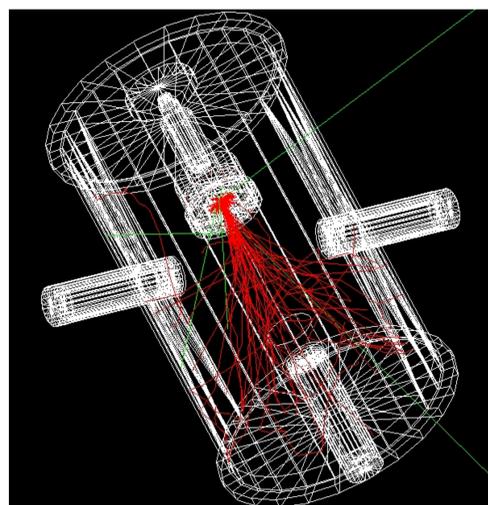


Figura 2: imagem da simulação de partículas no interior da câmara

O projeto foi expandido observando-se a distribuição de energia no interior da câmara. Foram feitos histogramas da densidade ionizações e de energia em função das distâncias longitudinal e radial do centro da câmara (na figura 3 abaixo). Os valores são referentes a pouco mais de 1 milhão e meio de ionizações simuladas; mais de 30% da energia depositada no gás da câmara se encontra a menos de 2 cm do seu eixo longitudinal

Conclusões

O objetivo final do trabalho foi alcançado com o cálculo da aceitação relativa da câmara, sendo obtido o valor de $0,3875\% \pm 0,0005\%$ da fração de fótons detectados por fótons gerados por fluorescência molecular no interior da câmara. Além disso foi possível complementar o trabalho gerando uma parametrização da energia depositada no gás em função da energia da partícula que é detectada. Assim vemos que foi dado mais um passo no sentido de adquirir ferramentas para analisar a fluorescência atmosférica.

Bibliografia

[1] F. Kakimoto et al., Nucl. Inst. And Meth., A372, 527 (1996). M. Nagano, K.Kobayakawa e N.Sakaki, Proceedings of ICRC- 2001, ici6185_p.

[2] Geant4—a simulation toolkit, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 506 (2003) 250-303

Agradecimentos

Ao Pibic/CNPq e ao SAE/Unicamp pelo financiamento do projeto e ao IFGW pela infraestrutura necessária para seu desenvolvimento.

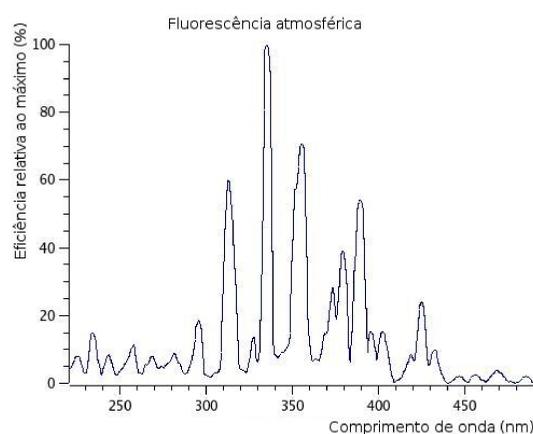


Figura 1: espectro da fluorescência atmosférica

Metodologia

A simulação foi desenvolvida a partir da plataforma de simulação da passagem de partículas pela matéria Geant4 [2]. Os algoritmos gerados foram desenvolvidos em C++ e sua validade testada com o uso de várias medidas realizadas com a câmara.

Resultados

A câmara de detecção simulada foi gerada com as peças bem detalhadas em formato e dimensões, como pode se ver ao lado na figura 2, gerada pelo próprio algoritmo; as fotomultiplicadoras aparecem

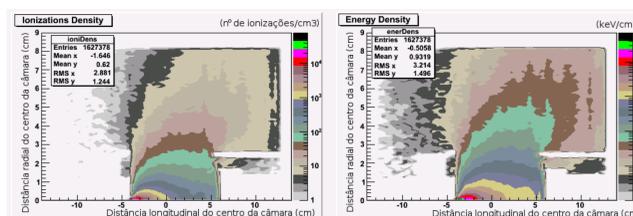


Figura 3: distribuição das densidades de número de ionizações e de energia

Finalmente, foram relacionadas as energia das partícula quando deixam a fonte, ao atingir o detector de partículas e a quantidade de energia depositada no gás entre estes pontos, como se percebe no histograma bidimensional, à esquerda,