

## **Ampliação do sistema de detecção no sistema Pelletron-Espectrógrafo Magnético Enge**

M. R. D. Rodrigues\*, T. Borello-Lewin, L. B. Horodyski-Matsushigue, J. L. M. Duarte,  
C. L. Rodrigues, H. Miyake, X. X. Zhang, L. R. B. Benevides  
*Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil*

A. Cunsolo, F. Cappuzzello, M. Cavallaro, A. Foti, C. Agodi, M. di Napoli  
*Universita di Catania and I.N.F.N., Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy*

G. M. Ukita  
*Faculdade de Psicologia, Universidade de Santo Amaro, São Paulo-SP, Brasil*

Iulian Stefan  
*Institut de Physique Nucléaire (IPN), Orsay, França*

Um projeto em instrumentação nuclear para a ampliação das possibilidades detecção no sistema Pelletron-Espectrógrafo Magnético Enge no IFUSP, com a implementação de um detetor proporcional sensível a posição de alta resolução no plano focal deste sistema, está em fase desenvolvimento. O novo sistema possibilitará, uma maior agilidade na execução das linhas de pesquisa atuais, bem como fomentará o desenvolvimento de novas. Por exemplo, o sistema de aquisição permitirá medidas em coincidência, de íons pesados e de correlação angular.

O acelerador Pelletron produz um feixe estável e de excelente resolução em energia ( $\sim 1/10\ 000$ ), condição esta favorável para a utilização do Espectrógrafo de Pólo Partido Enge<sup>(1)</sup>. O campo do espectrógrafo tem efeitos de borda que fazem com que partículas de mesma razão momento linear sobre carga convirjam para uma mesma região. O valor máximo do campo é de 17 kG e o maior ângulo sólido de admitância é de 2,68 msr, dimensão que ainda permite a correção de efeitos de aberração. A dispersão que informa o deslocamento da imagem em função da variação da curvatura efetiva da trajetória do íon, devida à variação do momento linear, é próxima a 1,9. Os valores para as ampliações vertical e horizontal são  $\sim 2,7$  e 0,34, respectivamente. O poder de resolução intrínseco do Espectrógrafo permite distinguir, para a mesma carga, diferentes momentos até o limite  $E/\Delta E \sim 2750$ , onde  $\Delta E$  é a resolução em energia.

A boa resolução em energia do sistema Pelletron-Espectrógrafo Magnético Enge demanda um detetor de alta resolução, tanto em energia quanto em posição. Deste modo o detector deve ser projetado de forma que tenha a menor influencia possível na resolução intrínseca em energia e uma resolução em posição da ordem de 0.3 mm (coordenadas horizontais  $x$ ).

A identificação de partículas pode ser realizada através do método usual  $\Delta E$ -  $E$  e a

correlação entre o raio de curvatura  $\rho$  e a energia,  $B\rho-E$ , possibilitando assim a separação dos grupos de íons de acordo com a massa e o estado de carga<sup>(2)</sup>. Ou, alternativamente, determinar a velocidade das partículas, que também pode ser obtida com a medida do tempo de voo (TOF). Para íons mais pesados onde os espectros são mais fracionados e os estados de carga se sobrepõem o processo de identificação pode ser realizado com a utilização em conjunto dos métodos  $B\rho-E$  e TOF.

A configuração inicial escolhida corresponde a um detector de plano focal (DPF) baseado em um detector a gás<sup>(3)</sup>, extenso ( $\sim 1000 \times 100 \times 50 \text{ mm}^3$ ), com uma parede de detectores de silício na parte posterior. Todo sistema será montado em uma caixa de alumínio acoplada ao quadro móvel na câmara de detecção do espectrógrafo, logo após as peças polares, sendo possível posicionar o conjunto no plano focal apropriado para cada reação. A janela de entrada será de Mylar, com espessura definida de acordo com o tipo de reação a ser medida. O detector será composto de três câmaras proporcionais independentes, uma depois da outra. A seção central será composta de um número maior de fios conectados em um único circuito, para integrar a energia perdida em uma região maior do DFP, proporcionando uma medida mais precisa da energia perdida no gás. Esses fios serão constituídos de tungstênio, folhados a ouro, posicionados na parte superior do detector e a placa catódica abaixo. As outras duas câmaras proporcionais, uma na entrada do detector e a segunda na parte posterior, terão cada uma um fio anódico posicionado logo abaixo de uma placa metálica subdividida em “strips”.

As “strips”, posicionadas na parte superior, fornecem a posição através do processo de indução produzido pela avalanche de elétrons perto dos fios. Essas “strips” serão da ordem de 2.5 mm de largura e direcionadas no sentido da trajetória dos íons. Os sinais das “strips” são conectados a um sistema multiplexador de sinais.

As partículas carregadas, após passarem pela câmara de ionização, atingirão detectores de silício, fornecendo, assim, a medida da energia residual e um sinal de tempo.

A posição horizontal pode ser determinada independentemente nas câmaras proporcionais de entrada e posterior. Os ângulos horizontais podem ser calculados a partir das duas determinações de posição. As medidas independentes de  $\Delta E$  e a determinação do ângulo horizontal são de vital importância para a identificação das partículas de interesse em relação ao fundo, principalmente na presença de processos de “break-up”.

Está em fase de formalização a colaboração para o desenvolvimento do DPF com o

Institut de Physique Nucléaire (IPN), Orsay, França. O espectrógrafo magnético tipo Enge de IPN Orsay, está passando por um processo de renovação e modernização, e parte importante desse processo engloba o desenvolvimento de um DPF para o seu sistema. A colaboração para o desenvolvimento e a construção em conjunto dos dois detetores de plano focal (Orsay e São Paulo) será de extrema valia técnico-científica para ambas as partes, contribuindo ainda para a redução de custos.

Inicialmente será construído um protótipo do DPF com o objetivo de verificar a resolução em posição e energia. Para testes são solicitados três dias de feixe para realizar medidas de espalhamento elástico em ouro, variando o tipo de ion e a energia incidente.

### **Referências**

- (1). J. E. Spencer and H. A. Enge, *Nucl. Instr. Methods* **49**, 181 (1967).
- (2). F. Cappuzzello et al., *NIM A* **621**, 419 (2010)
- (3). M.Cavallaro et al., *Eur.Phys.J. A* **48**, 59 (2012)