

# Caracterización de la reacción $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$

Emanuel Benatti, María da Fonseca, Diana Garcés, Lucas Micheletti  
Instituto Balseiro - Centro Atómico Bariloche



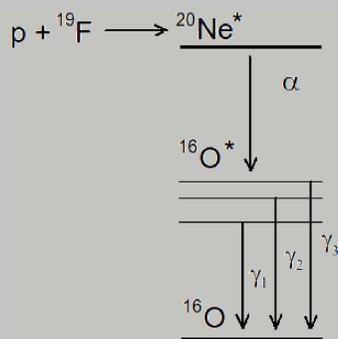
## Resumen

En este trabajo se caracterizó la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$  haciendo incidir protones provenientes de un acelerador TANDEM en un cristal de FLi. Se estudió la intensidad de los rayos  $\gamma$  y  $\alpha$  emitidos en función de la energía del proyectil incidente y con estos datos también se pudo determinar la energía de resonancia para la reacción. A partir del estudio de los rayos  $\gamma$  se encontró una energía de resonancia de  $(870 \pm 20)$  keV y a partir del estudio de los rayos  $\alpha$  se determinó que dicha energía es  $(880 \pm 80)$  keV. Ambos datos se encuentran en buena coincidencia con el valor aceptado para dicha energía [1]. También se pudo observar la reacción  $^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}$  que se produjo entre los protones incidentes y el Li presente en el cristal utilizado como blanco. Se observó que las partículas emitidas lo son con una energía de entre 6 y 8 MeV.

## Introducción

Se caracterizó la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$  sobre un blanco de cristal de FLi donde el  $^{16}\text{O}^*$  decae al fundamental emitiendo 3 gamas diferentes ( $\gamma_1 = 6113\text{keV}$ ,  $\gamma_2 = 6917\text{keV}$ ,  $\gamma_3 = 7117\text{keV}$ ). Además se observó la reacción  $^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}$ .

Se trabajó incidiendo con p de energía entre 800 y 930 keV. En este rango la sección eficaz presenta una resonancia en  $(872, 1 \pm 2)$  keV[1].



El objetivo de este trabajo fue caracterizar las reacciones parciales de los decaimientos  $\alpha$  y  $\gamma$ . En los últimos se espera observar además gamas correspondientes al simple (SE) y doble escape (DE) característicos de la creación de pares. Se pretende calcular la energía de resonancia.

## Método Experimental

Se calibraron los multicanales: para la NRA (Absorción gama de Resonancia Nuclear) se utilizaron valores de energía tabulados para el  $^{40}\text{K}$  y el pico de backscattered de 511keV; para el RBS (Rutherford BackScattering) se utilizaron los valores de energía de backscattered de los protones que incidían en F y Au dados por la ecuación 1 y suponiendo que el offset era nulo.

$$E_1 = E_0 \left[ \frac{(M_2^2 - M_1^2 \sin^2 \theta)^{1/2} + M_1 \cos \theta}{M_2 + M_1} \right]^2 \quad (1)$$

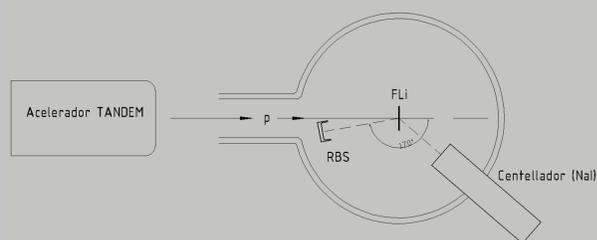


Figura 1: Esquema del diseño experimental empleado.

## Resultados

### RBS

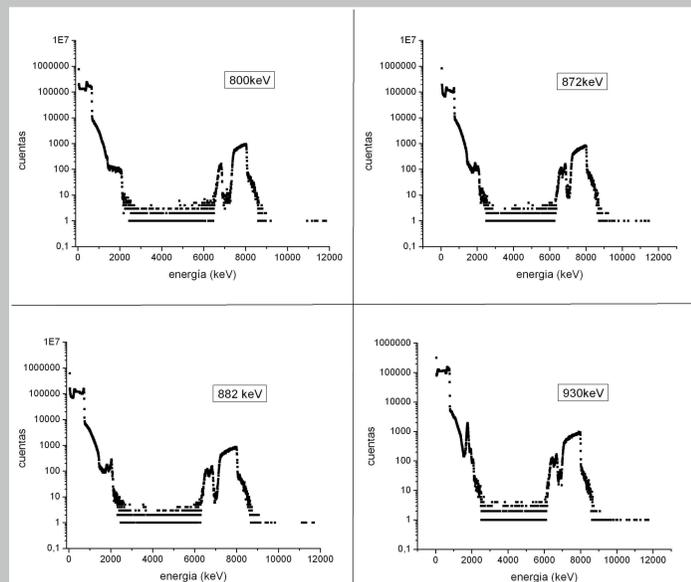


Figura 2: Espectro del RBS para diferentes energías de haz de protones incidente. Alrededor de 2 MeV puede verse como aparece un pico que incrementa su tamaño al aumentar la energía, lo cual está relacionado con la resonancia de la sección eficaz. Entre 6 y 8 MeV pueden verse los picos correspondientes a las partículas alfa de la reacción  $^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}$ .

## Resultados

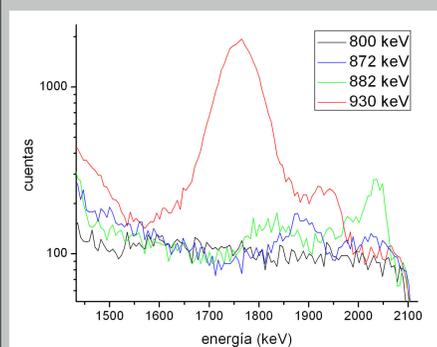


Figura 3: Ampliación de la figura 2 alrededor de la energía de 2 MeV. El pico observado a 882 keV se utilizó para determinar la energía de los alfa producidos en la reacción. Dicho valor fue  $E_\alpha = (2000 \pm 200)$  keV.

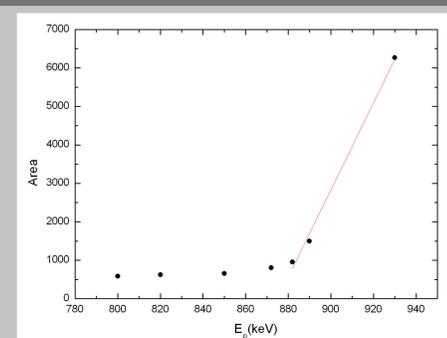


Figura 4: Cálculo del área de los picos de la figura 3 en función de la energía del haz incidente de protones. Puede verse a los 880 keV el área de los picos empieza a crecer rápidamente indicando un crecimiento abrupto de la sección eficaz de la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$ .

### NRA

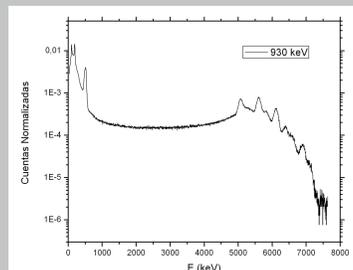


Figura 5: Espectro del NRA obtenido al incidir con protones de energía 930 keV. Los picos mayores a 5000 keV corresponden a los gamas emitidos en la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$ . El pico de 511 keV es el backscattered de la creación de pares y fue utilizado en la calibración del multicanal.

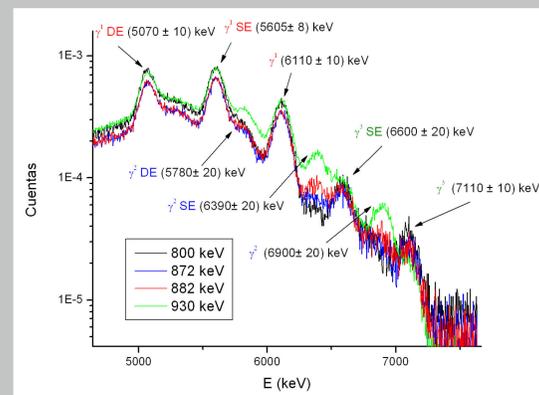


Figura 6: Espectros de NRA superpuestos para diferentes energía de haz incidente de protones. En la figura se indican los picos provenientes de la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$ , además de los correspondientes picos de simple escape (SE) y doble escape (DE).

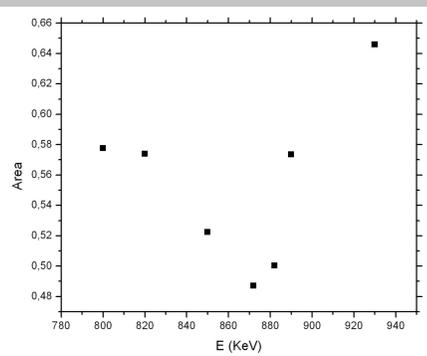


Figura 7: Cálculo del área de los picos de la figura 6 en función de la energía del haz incidente de protones. El área fue obtenida normalizando al total de cuentas de cada espectro. Puede verse que alrededor de los 870 keV el área de los picos tiene un mínimo lo que está directamente relacionado con la existencia de una resonancia en la sección eficaz de la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$ .

## Conclusiones

Se caracterizó la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}^*(\gamma)^{16}\text{O}$  al hacer incidir protones en un cristal de FLi, verificándose que en la misma se emiten rayos  $\gamma$  de energías  $(6110 \pm 10)$  keV,  $(6900 \pm 20)$  keV y  $(7110 \pm 10)$  keV y un partículas  $\alpha$  de energía  $(2000 \pm 200)$  keV. Además, al estudiar la variación de la intensidad de la radiación emitida se determinó la energía de resonancia de la reacción. A partir del estudio de los rayos  $\gamma$  se encontró una energía de resonancia de  $(870 \pm 20)$  keV y a partir del estudio de los rayos  $\alpha$  se determinó que dicha energía es  $(880 \pm 80)$  keV. Todos los valores obtenidos están en buen acuerdo con los valores aceptados[1].

Por último, se observó que los protones incidentes también reaccionaron con el Li presente en el cristal a través de la reacción  $^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}$ , que produce partículas  $\alpha$  (con energías de entre 6 y 8 MeV), emitidas con energías mayores que las producidas en la reacción  $^{19}\text{F}(p, \alpha)^{16}\text{O}$ .