

## Recoil en $Ar^{40}/Ar^{39}$ : biotitas

### Antecedentes:

El método  $Ar^{40}/Ar^{39}$  se basa en el método  $K^{40}/Ar^{40}$ , con la diferencia que en el primero el isótopo padre (K) no es medido directamente, sino que es estimado indirectamente a través del  $Ar^{39}$ , el cual es producido mediante ataque iónico en un reactor nuclear a una pequeña muestra con lo que se produce una reacción  $^{39}K(n,p)^{39}Ar$ , en esta reacción el isótopo  $^{39}K$  pasa a  $^{39}Ar$ .

### Efecto colateral:

Debido al método de obtención del isótopo de  $^{39}Ar$ , más aun por la gran energía involucrada dentro del reactor, se genera una energía de recoil (cinética) en los átomos que va entre los 0-400keV, con una energía media que esta entre los 100-200keV, esta energía produce un desplazamiento del núcleo que puede variar desde 0 hasta 0.4 $\mu$ m. Considerando la densidad promedio de los silicatos y para un rango de energía cinética entre 0-200keV se tendrá una distancia de recoil de 0-0.18 $\mu$ m, debido a este desplazamiento el Ar sale de su lugar estructural rompiendo la estructura cristalina ubicándose en cualquier espacio que exista en la estructura o incluso saliendo de la fase cristalina al ambiente o a otra fase mineral contigua.

### Problema:

Una de las grandes ventajas de la datación  $^{40}Ar/^{39}Ar$  es el Step-heating, este consiste en realizar la extracción de Ar en etapas realizadas a distintas temperaturas, con lo cual se obtienen edades para cada temperatura de liberación del argón, es por esto que se puede observar el problema del Ar-Recoil, ya que según los modelos de perdida de Ar por recoil esta seria importante en los bordes del mineral como en las zonas de contacto con otras fases minerales, y justamente de estas zonas se libera el argón en las etapas de temperaturas menores, es decir estas etapas tendrán una cantidad de isótopos padres subestimadas entregando una edad mayor a la edad real de la Roca.

### Caso particular (Biotita):

En el caso particular de la Biotita, si consideramos que el recoil corresponde a un desplazamiento de los isótopos que pasan de K a Ar, el problema de la perdida de Ar o traspaso de este a otras fases minerales será mayor a medida que la razón Área/Volumen de la fase aumente, esta razón alcanza valores muy altos en la Biotitas y más en condiciones en que se tiene un entre crecimiento de clorita (fase que es pobre en K). Por esto último es importante entender que pasa con los espectros de edades obtenidos mediante este método, y tratar de entender como se redistribuye el argón en la biotita y las fases que lo rodean.

Ejemplo espectro de edades:

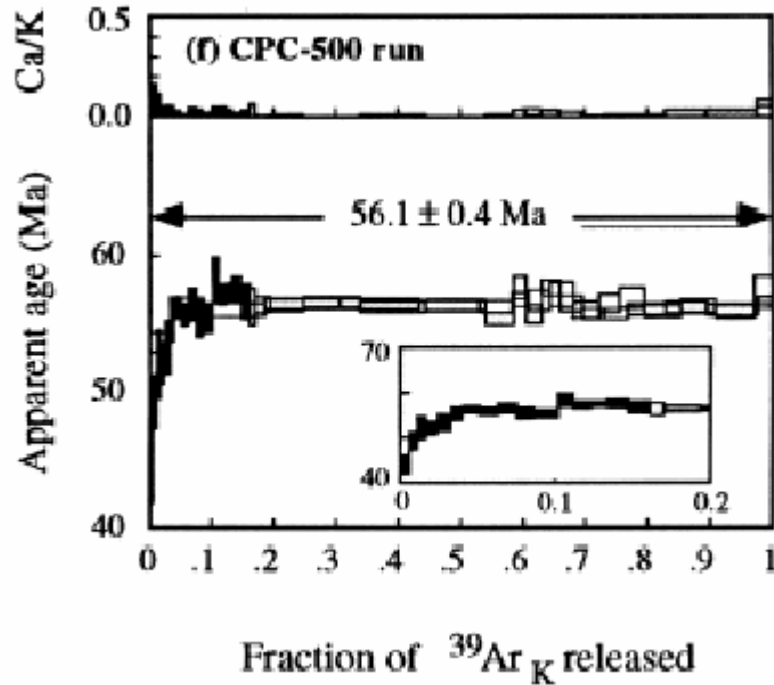


Figura 1 Espectro de distribución de Ar liberado y su edad aparente.

En el espectro de edades presentado anteriormente se puede observar una anomalía en los primeros pasos de liberación de Ar, en los cuales primero se obtiene una edad baja, atribuible a las fases pobres en potasio, que han atrapado  $^{39}\text{Ar}$ , y debido a su baja concentración de  $^{40}\text{K}$  entregan una edad menor a la de la roca (Fases pobres en K, como la Clorita entre crecida en biotita), luego cuando aumenta un poco la liberación de Ar se observa una edad aparente mayor que la edad plateau, lo cual se podría deber a la liberación de Ar en las zonas cercanas a los bordes de la Biotita, donde estaría empobrecida en  $^{39}\text{Ar}$  por el recoil, y por consiguiente la relación Padre-Hijo estará subestimada; y finalmente en las ultimas zonas donde hay liberación de Ar, es zonas estructurales más “escondidas” y difíciles de alterar, por lo que el recoil no cambia la concentración del  $^{39}\text{Ar}$  y se tendrá la posible edad real de la roca.

Según los documentos estudiados es importante poder ver como afecta el recoil en los minerales pequeños, ya que si se tiene una perdida muy importante de  $^{39}\text{Ar}$  la edad obtenida mediante la integración de todas las etapas no reflejara la edad real de la roca, y seguro no coincide con la que se habría obtenido mediante K/Ar en el caso ideal.

Expectativas y conclusiones que se recogen también de los textos son la aplicación de nuevos métodos menos energéticos para obtener el  $^{39}\text{Ar}$ , y disminuir el recoil en el

isótopo y que siempre se debe tener cuidado con el material que se esta ocupando para poder discriminar y entender el comportamiento poco conocido aun de los isótopos.

#### Referencias

- <http://geoinfo.nmt.edu/labs/argon/methods/home.html>
- McDougall, I. y Harrison, T.M. 1999. "Geochronology and Thermochronology by the  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Method". Oxford Monographs on Geology and Geophysics no. 9, Second Edition. Oxford Univ. Press, New York.
- Min K., Renne P., Hu W., 2001, " $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of Ordovician K-bentonites in Laurentia and Baltoscandia". Earth and Planetary Science Letters 185 (2001) pp.121-134.
- Onstott et al. 1995, "Recoil refinements: Implications for the  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating technique". Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No 9, pp1821-1834.
- Paine J., Nomade S., Renne P., 2006, "Quantification of  $^{39}\text{Ar}$  recoil ejection from GA1550 biotite during neutron irradiation as a function of grain dimensions.". Geochimica et Cosmochimica Acta 70 (2006) pp. 1507–1517.