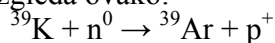


## $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ metoda datiranja

Uobičajena K/Ar metoda datiranja svodi se na činjenicu da uzorak nije sadržavao Ar u trenutku formiranja te da je sav Ar nastao raspadom K zadržan u uzorku. Budući da Ar može biti izgubljen iz uzorka difuzijom na temperaturama daleko ispod temperatura taljenja minerala, K/Ar starost ustvari predstavlja vrijeme proteklo od trenutka hlađenja ispod temperature na kojoj gubitak Ar iz kristalne rešetke postaje zanemariv. Također u nekim okolnostima dodatni Ar može biti prisutan u rešetci te će u takvom slučaju starost određena K/Ar metodom biti povišena. Ar/Ar metoda datiranja može prevladati neke nedostatke K/Ar metode. Nehomogenost uzorka ne predstavlja problem kod ove metode.

Ar/Ar metoda datiranja temelji se na nastanku  $^{39}\text{Ar}$  prilikom ozračivanja uzoraka bogatih na K. Ozračivanje se obavlja u nuklearnom reaktoru, a reakcija koja se događa izgleda ovako:



Tako nastali  $^{39}\text{Ar}$  nestabilan je i raspada se  $\beta$ -raspadom na  $^{39}\text{K}$ . Vrijeme poluraspada iznosi 269 godina. Zbog dugog vremena poluraspada ovaj izotop može se smatrati stabilnim u kratkom vremenu (od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci) koji prođu od trenutka ozračivanja uzorka do trenutka mjerenja.

Broj atoma  $^{40}\text{Ar}$  nastalih zbog raspada  $^{40}\text{K}$  dan je relacijom

$$t_1 = 1/\lambda \ln [^{40}\text{Ar}^*/^{40}\text{K} (\lambda/\lambda_e) + 1]$$

gdje je  $\lambda$  ukupna konstanta raspada  $^{40}\text{K}$ , a  $\lambda_e$  konstanta raspada  $^{40}\text{K}$  zbog zahvaćanja elektrona. Nakon ozračivanja uzorka  $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$  omjer dan je relacijom

$$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = (^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_{\text{poč}} + ^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} J^{-1} (e^{\lambda t} - 1)$$

gdje je J parametar koji ovisi o gustoći neutronskog toka i zahvaćanja neutrona na ozračivanoj površini tj. predstavlja konstantu samog reaktora. Ovaj parametar određuje se iz podataka za ozračen uzorak poznate starosti (tzv. monitor toka). Koristeći gore navedenu jednadžbu za uzorak poznate starosti, jedina nepoznanica je parametar J koji se tada može izračunati uvrštavanjem poznatih vrijednosti za monitor toka tj.

$$J = e^{\lambda t m} - 1 / (^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar})$$

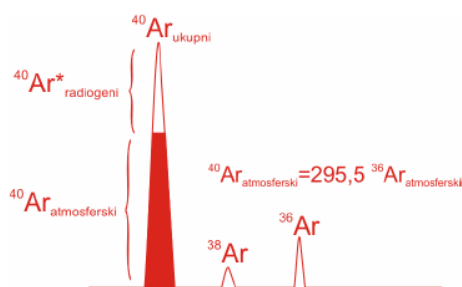
Uvjeti koje treba zadovoljiti da bi mjerenja bila pouzdana su da je:

- sav  $^{40}\text{Ar}$  radiogeni i atmosferski
- izračunat utjecaj atmosferskog  $^{40}\text{Ar}$  mjerenjem atmosferskog  $^{36}\text{Ar}$
- sav  $^{36}\text{Ar}$  atmosferski
- sav  $^{39}\text{Ar}$  nastao zračenjem  $^{39}\text{K}$

Korekcija radiogenog  $^{40}\text{Ar}^*$  za vrijednost atmosferskog  $^{40}\text{Ar}$  dana je slijedećim izrazom

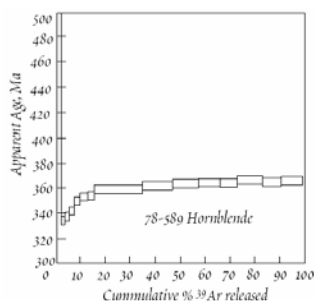
$$^{40}\text{Ar}^*_{\text{radiogeni}} = ^{40}\text{Ar}_{\text{mjereni}} - ^{40}\text{Ar}_{\text{atmosferski}} = ^{40}\text{Ar}_{\text{mjereni}} - 295.5 ^{36}\text{Ar}_{\text{atmosferski}}$$

Ta relacija temelji se na činjenici da je omjer izotopa Ar u atmosferi konstantan te omjer  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  za atmosferski Ar uvijek 295,5.



Ukoliko se uzorak postupno zagrijava pri svakom temperaturnom koraku možemo mjeriti odnos  $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$ , gdje je  $^{40}\text{Ar}^*$  radiogeni argon nastao raspadom  $^{40}\text{K}$ , a  $^{39}\text{Ar}$  argon koji je nastao u nuklearnom reaktoru iz  $^{39}\text{K}$ . Na taj način izbjegava se problem nehomogenosti mineralnog zrna. (Napomena: odnos  $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$  mjeri se u masenom spektrometu).

U slučaju kada je uzorak od trenutka kristalizacije zatvoren za Ar i K tada je omjer  $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$ , a s tim i određena starost uzorka, konstantan za cijeli uzorak.



Ukoliko je uzorak izgubio dio radiogenog Ar zbog nekog termalnog događaja tada omjer K/Ar na rubu zrna ne odgovara K/Ar omjeru u centralnom dijelu zrna. U tom slučaju prvi plin koji se oslobađa kod postupnog zagrijavanja uzorka (tj. plin koji se oslobađa iz ruba zrna) ima niži  $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$  nego plin koji se oslobađa u kasnijim temperaturnim koracima (tj. iz centra zrna). U kasnijim koracima omjer  $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$  dostiže konstantnu vrijednost (tzv. „plateau-vrijednost“) koja odgovara pravoj starosti uzorka tj. vremenu kristalizacije uzorka.

Npr. Metamorfiti Marble Mts, Kalifornija: Slika prikazuje starosti za biotit i mikroklin iz uzorka granita iz kristalinog kompleksa Marble Mts. u Kaliforniji. Starost ovog kompleksa određena je Rb-Sr i U-Th metodama i iznosi između 1400 i 1450Ma. Klasična K-Ar metoda daje starost biotita od 1152Ma te mikrokлина od 992Ma. Starost obaju minerala određena K-Ar metodom niža je od starosti kristalinog kompleksa što je pokazatelj da su datirani minerali izgubili radiogeni Ar tijekom nekog termalnog događaja koji je nastupio nakon kristalizacije. Postignuta „plateau-starost“ mikrokлина Ar-Ar metodom također ne odgovara pravoj starosti, dok je kod biotita situacija bolja. Takvi podaci ukazuju da je mikroklin pretrpio veći gubitak radiogenog Ar nego biotit.

Npr. Dijabaz u granitima Liberije: Prisutnost usvojenog  $^{40}\text{Ar}$  u nekim mineralima ili stijenama uzrokuje također ozbiljne pogreške kod datiranja K-Ar metodom. Za primjer je odabran dijabaz iz dajka koji je probio prekambrijski kompleks u Liberiji. Starost prekambrijskog kompleksa određena je Rb-Sr metodom na 2700-3400Ma. Klasična K-Ar metoda primijenjena na cijelostijenske uzorke i plagioklase daje raspon starosti od 186 do 1200Ma. K-Ar datiranjem sličnih dajkova u regiji dalo je manje-više konkordantne starosti od 173-193Ma, a paleomagnetna istraživanja upućuju da su svi dajkovi Post-tijaski i pred-tercijarni. Diskordantna vrijednost K-Ar podataka vjerojatno je posljedica usvajanja određene količina  $^{40}\text{Ar}$  od strane magme pri prolasku kroz stijenski kompleks prekambrijske starosti.

Osim metode oslobađanja Ar pri postupnom grijanju uzorka Ar se može iz uzorka oslobađati i primjenom lasera. Kod te metode uzorak se postavi u komoricu te se gađa laserskom zrakom pri čemu dolazi do evaporacije uzorka i oslobađanja argona.