

### 3.GAIA: Arroken adina.

- Estratigrafiak arroka-unitateak denboraren arabera ordenatzen ditu, beraz arroken adina jakitea helburu garrantzitsuenetakoa da.
- Arroken adina ezartzeari datazioa deritzo.
- Bi datazio mota bereizten dira: erlatiboa eta absolutua (numerikoa).

#### DATAZIO ERLATIBOAK:

Datazio erlatiboetan arroka batek veste arrokekiko duen adina zehazten da, hots zaharragoa ala berriagoa den, ez dakigu zehazki zein den arroka baina beste arroka batzuekiko denboran kokatzen dugu.

- Eskualde mailan: geruzen gainjarpen printzipioan eta elkar ebaketem printzipioan oinarritzen gara; Harreman geometrikoa eta espaziala kontuan hartzen ditugu.
  - Mundu mailan: harreman fisiko erlazioa ezin denez ikusi fauna segiden printzipioan oinarritzen gara; Fosilen hedapenari esker (kontinentala, globala etab.).
- #Taula estratigrafikoa: gure planetaren arroka zaharrenetik gazteenera, adinaren arabera ordenatua dagoen taula.

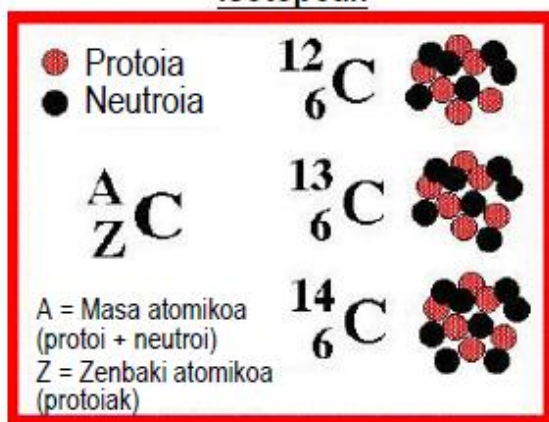
#### DATAZIO ABSOLUTUAK:

Datazio absolutua arroka batek duen urte-kopurua zehaztea da (teknika kuantitatiboa edo numerikoa). Arroka baten urte-kopurua zehazteko zenbait metodo erabili izan dira, baina ohikoena desintegrazio erradioaktiboa izan da. Datazio erradiometrikoak. Arroketako mineralek igortzen duten erradioaktibitatean datza.

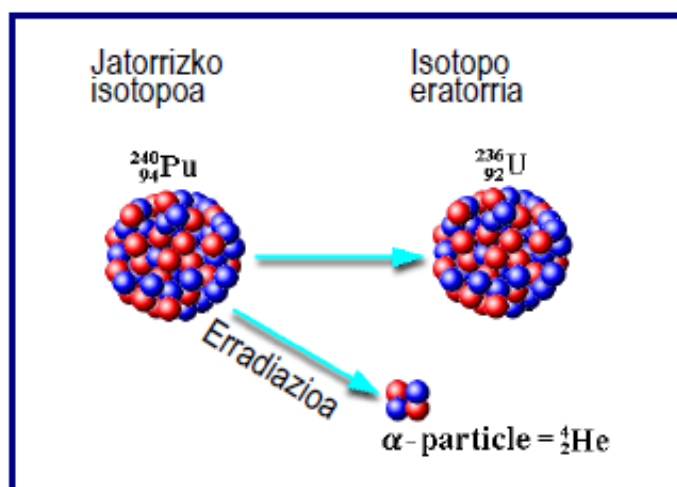
\*Datazio erradiometrikoaren oinarria: Atomoak eta isotopoak (elementu baten protoi eta neutroi kopurua ezberdina denean ( $p^+$  berdin,  $n$  ezberdin)), isotopo bi mota aurkezten dira:

- Isotopo egonkorak.
- Isotopo ezegonkorak: erradiaktiboak dira eta denboran zehar aldatuz doaz, hots, energi maila altua izatetik energi maila baxua izatera igarotzen dira, DESINTEGRAZIO TASA: Jatorrizko isotopotik, isotopo eratorrira igarotzea, alegia.

#### Isotopoak



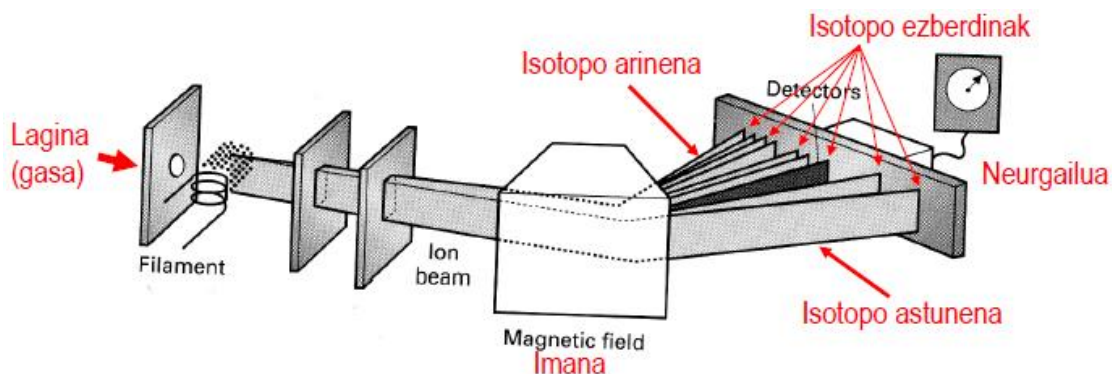
#### Desintegrazio erradiaktiboa



**\*Zenbat eta jatorrizko isotopo GEHIAGO egon, igarotako denbora TXIKIAGO da.**

**\*Zenbat eta jatorrizko isotopo GUTXIAGO egon, igarotako denbora HANDIAGO da.**

- Isotopo erradioaktibo baten desintegrazio-tasa beti berdina mantentzen da, ez da tenperatura, presio edo ingurune kimikoarengatik aldatzen.
- Isotopo erradioaktibo bakoitzak desintegrazio-tasa propio eta ezberdina du.
- Mineral bat sortzen den unean, dituen isotopo erradioaktiboak (jatorrizkoak) hasten dira desintegratzen. Denbora pasa ahala jatorrizko isotopoen kopurua urritzen joango da eta isotopo egonkorak (eratorriak) ugaritzen.
- Beraz, jatorrizko isotopo eta isotopo eratorrien kopuruen proportzioa igarotako denboraren adierazlea da.
- **Datazio absolutuen funtsa:** Jatorrizko isotopo baten desintegrazio-tasa ezagututa, mineral bateko jatorrizko isotopo eta isotopo eratorrien kopurua neurtuta jakin dezakegu orain dela zenbat urte sortu zen (bere adina).
- Jatorrizko isotopo eta isotopo eratorrien proportzioa neurtzeko **masa-espektrometroa** erabiltzen da:



Isotopo bakoitzak, masa jakin bat dauka; Astunenak (pisu molekular altuagoa daukatenak) okertze txikiagoa jasango dute imanetik igarotzean, isotopo arinenak aldiz (pisu molekular baxuagoa daukatenak) okertze handiagoa jasango dute.

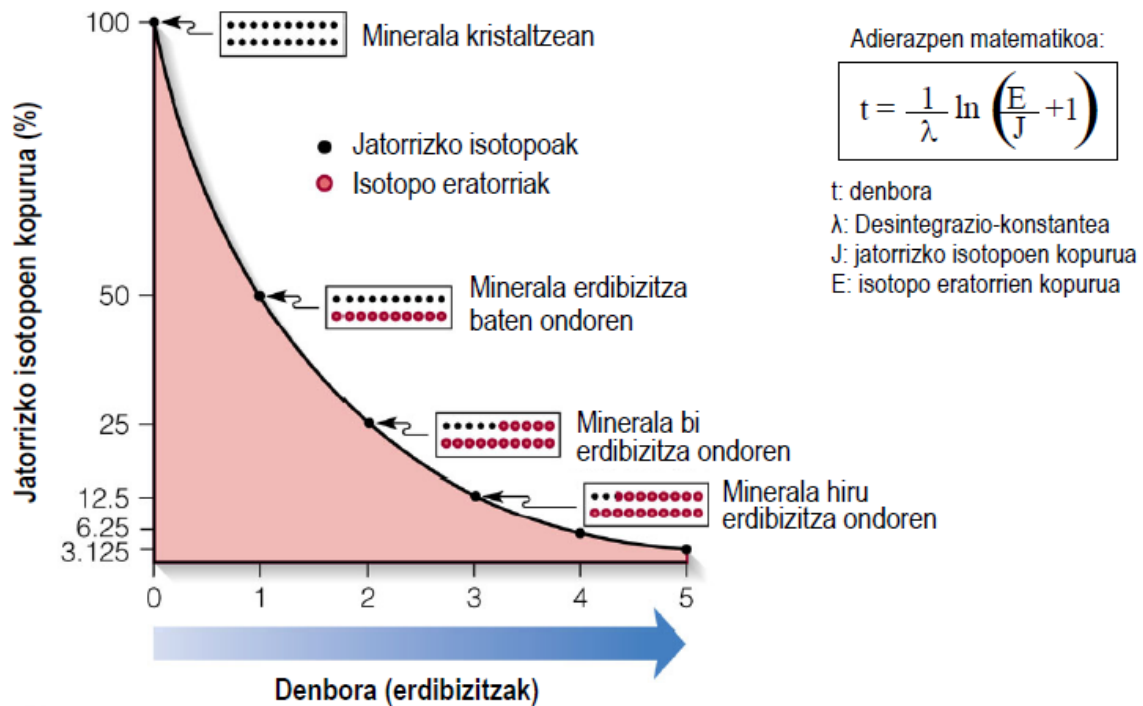
Masa-espektrometroaren funtzionamendua erraza da, isotopo laginaren gasaren ionizazioa eragiten da, hau da, karga elektrikoa ematen zaio. Hauek eremu magnetiko handi (imana) batetik igaro behar dute abiadura handiz, honek eragiten du ioien ibilbidearen desbideratzea. Hauek talka egiten dute sentsorez beteriko plaka batekin, azken hau neurtzen baitu zenbat atomo kolpatu duten. Lehen esan bezala plakaren posizio bakoitzak masa jakin bati dagokio. Beraz, isotopo batek zenbat atomo dauzkan jakin dezakegu.

**Erdibizitza:** Isotopo erradioaktibo baten atomo-kopuruaren erdia desintegratzeko behar den denborari esaten zaio. Beraz, erdibizitza jakinda, arroka bateko jatorrizko isotopo eta eratorriaren arteko proportzioa neurtuta kalkula daiteke adina:

***Denbora pasa ahala, jatorrizko isotopoak urritu eta eratorriak ugaritzen dira.***

Isotopo erradiaktibo bakoitzak bere erdibizitza du. Isotopoen bizitza erdien erdira jaisten denean, bi erdibizitza eman direla diogu, non  $(1/4)$  jatorrizko eta  $(3/4)$  eratorri geratzen diren. Hala nola, erdiaren erdiaren erdira jaisten denean, hirugarren erdibizitza eman dela diogu, non  $(1/8)$  jatorrizko eta  $(7/8)$  eratorri geratzen diren.

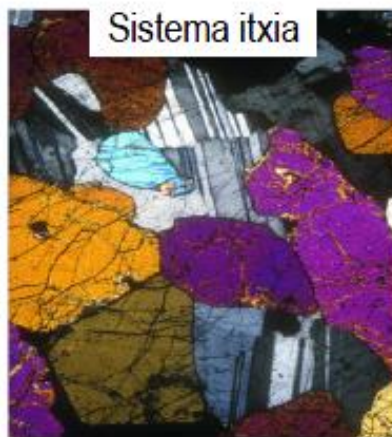
Magmatikoetan eta metamorfikoetan batez ere mineral erradiaktiboak aurkitzen ditugu.



#### DATAZIO ERRADIOMETRIKOAK:

-Baldintzak:

- Minerala sortzeko unean ez egotea isotopo eratorririk, soilik jatorrizkoak.
- Minerala sistema itxia bezala jokatu izana. Isotopoak (jatorrizkoak eta eratorriak) ez sartzea ezta ere irtetea mineraletik.



\*sistema itxia: mineralak aldatu gabe badaude, eratu zireneko moduan.

\*sistema irekia: hauetan aldaketak badaude eta datazio erradiometrika ez da guztiz fidagarria, isotopoen irteera edo sarrera egon delako.

-Metodoak:

·Isotopo erradiaktiboen erdibizitzak desberdinak dira, bakoitzak berea du eta ezaguna da.

·Arrokaren adina lehen erdibizitzetatik gertu badago, datazio egokia egingo da. Aldiz, azkeneko erdibizitzen denbora oso txikia da grafikoa logaritmikoa delako eta tarte horretan, aparailuak urte askotako errorea egin dezake. (Isotopo erradioaktibo egokiak dira erdibizitza “gertu” daukatenak arrokkaren adinetik, hala errorea txikiagoa da.)

Jatorrizko isotopoa	Isotopo eratorria	Jatorrizko isotopoaren erdibizitza	Datazio efektiboaren tartea	Datagarriak diren mineralak eta materialak
Uranio-238	Beruna-206	4.500 M.u.	10 M.u.-4.600 M.u.	Zirkoa, Uranitita
Potasio-40	Argon-40	1.300 M.u.	50.000 u.-4.600 M.u.	Moskobita, biotita, hornblenda, arroka bolkaniko osoa, glaukonita
Rubidio-87	Estrontzio-87	47.000 M.u.	10 M.u.-4.600 M.u.	Moskobita, biotita, K-feldespatoa, arroka igneo eta metamorfiko osoak
Karbono-14	Nitrogeno-14	5.730 u.	100 u.-70.000 u.	Egurra, zohikatza, hezurra, ehuna, bibalbioak eta kare-oskolak.

-Datazio erradiometrikoa egin daitezkeen arrokak:

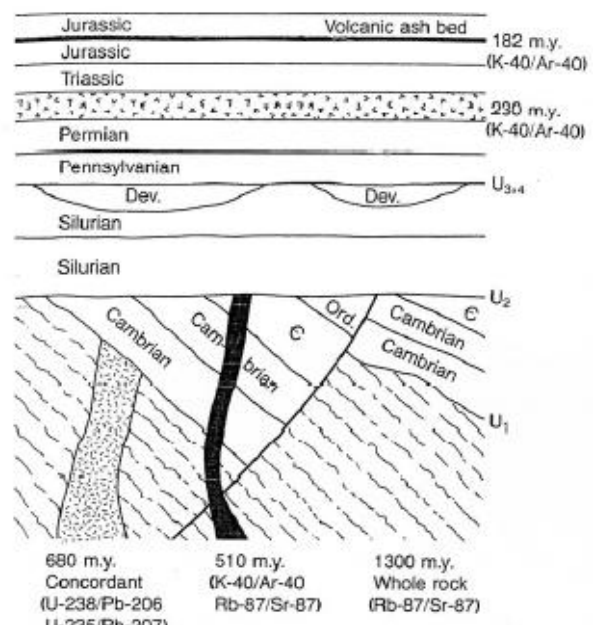
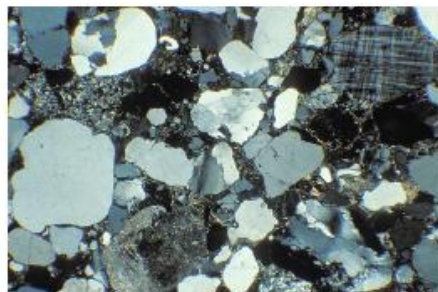
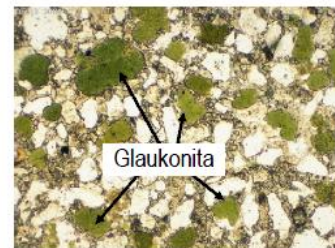
·Isotopo erradioaktiboak dituzten mineral gehienak arroka magmatiko eta metamorfikoetan daude.

·Arroka sedimentarioetan, oso urriak dira isotopo erradioaktiboak dituzten mineral sedimentarioak (sedimentazioarekin batera eratuak). Adibidez, glaukonita.

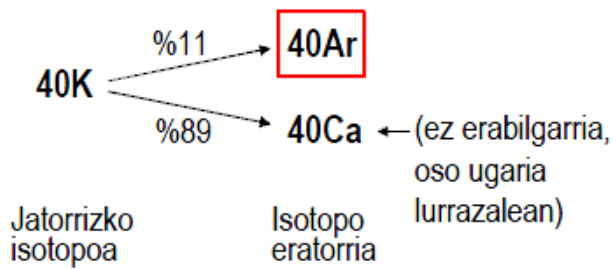
·Gainera, arroka sedimentario bateko pikor detritiko baten datazio erradiometrikoa eginez, pikorraren mineralen adina jakingo dugu ez arroka sedimentarioena.

·Zeharka bada ere, arroka sedimentarioen datazio absolutua egin daiteke, arroka sedimentarioekin erlazio fisikoa duten arroka magmatikoak eta metamorfikoak datatuz.

·Arroka sedimentario bateko pikor detritiko baten datazio erradiometrikoa egiten badugu, adina pikorraren mineralarena da (iturri-arrokarena) eta ez arroka sedimentarioarena.



### -Potasio - Argon metodoa:



\* $^{40}\text{Ar}$ : isotopo hauek K-ren desintegrazioz sortzen dira soilik.

\* $^{40}\text{Ca}$ : Naturan, oso ugaria da eta ezin da bereizi jatorrizko edo isotopo eratorria den, beraz, baztertu egingo dugu.

#### Metodoaren abantailak:

- Argona gas inerte da (ez du kimikoki erreakzionatzen)
- Potasio-40 ugaria da mineral arrunt askotan (mikak, feldespatoak, hornblenda).

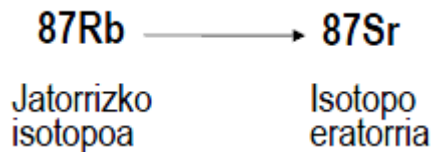
#### Erabilgarritasuna datazioetan:

- Arroka zaharrenetik (4.600 Mu) Pleistozeno artekoa (50.000 u).
- Mineral bakunetan zein arroka osoan.

#### Arazo posibleak:

- Argona, gasa izanik, ihes egiteko erraztasun handiagoa (sistema irekia) → datazio gazteegia.
- Arroka berotzen denean ( $>125^\circ\text{C}$ ), Argona galtzen du. Lortzen den datazioa ez da arrokarena, berotze-gertakariarena baizik.

### -Rubidio – Estrontzio metodoa:



#### Desintegrazio erradioaktiboa.

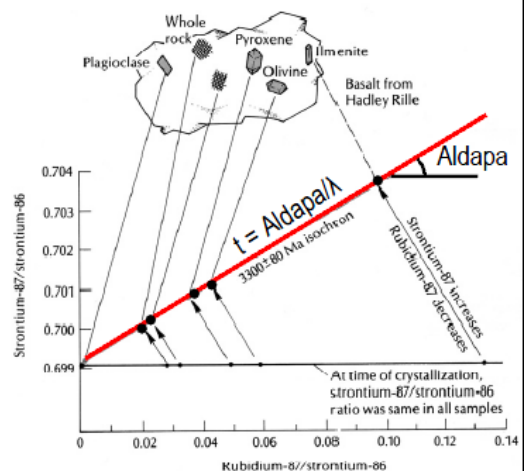
·Masa-espektrometroaren laguntzaz  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{87}\text{Sr}$  eta  $^{86}\text{Sr}$  isotopoen kantitatea neurtzen da arroka bereko lagin (mineral) ezberdinetan.

·Lortutako kantitateekin,  $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$  versus  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratioak irudikatzen dira grafiko batean.

· $^{86}\text{Sr}$  desintegrazioetik ez datorren isotopo da.

·Mineral sortu berrian,  $^{87}\text{Sr}$  zerbait egon daiteke, baina arroka bereko mineraletan kantitatea bera da, baita  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratioa ere.

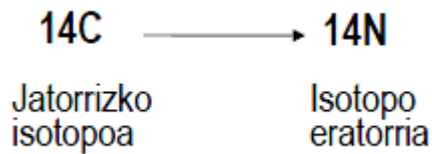
·Lagin bakoitza puntu batez erreprezentatuta dago. Puntuek zuzen bat osatzen dute, **isokrona** deitua. Zuzenaren aldapak ematen du arrokaren adina. Zenbat eta aldapa handiago orduan eta arroka zaharrago.



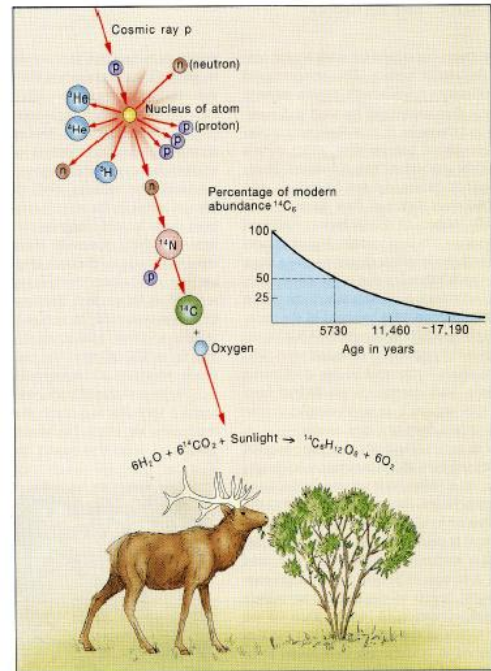


### -Karbono 14 metodoa:

·Atmosfera  $N^{14}$  ageri da eta haxe neutroiez bonbardatua izaten da,  $C^{14}$  lortuz.  $C^{14}$  hori oxigenoarekin erreakzionatzen du  $CO_2$  emanez. Horrela, garai hartako landareek  $CO_2$  hori bereganatuko zuten fotosintesia burutzeko. Belarjaleek hauetaz elikatu zirenez, aurkitutako exoeskeletoak  $C^{14}$  izango dute eta hauen abiadura konstantea da.

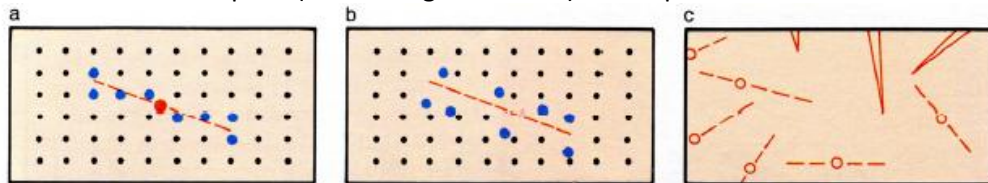


- Desintegrazio erradiometrika.
- Erabilgarritasuna: Materia organiko duten lagin gazteetan (<50.000 u.). Kuaternario gazteena (sedimentuak, arkeologia, prehistoria, e.a.).



### -Fisio lorratzen datazioa:

·Uranio-238 isotopoak (eta beste gutxi batzuk) fisio espontaneoak izaten du.



- Fisioa izandako atomo bakoitzak hutsune luzexka (lorratza) uzten du. Azidoekin handitzen dira, mikroskopian behatzeko.
- Uranio-238 isotopoaren fisio-tasa konstantea da (ezaguna).
- Datazioa egiteko behar da ezagutu:
  - Lorratzen kopurua (zenbatuta)
  - Hasierako Uranio-238 atomo-kopurua. Prozesua
  - Uranio-238 isotopoaren fisio-tasa (ezaguna)
- Tenperatura batetik gora (blokeatze-tenperatura) fisio-lorratzak ezabatu egiten dira. Tenperatura horretatik behera, lorratzak eratzen hasten dira.
- Blokeatze-tenperaturak: Apatitoa =  $90^{\circ}C$ ; Zirkoia =  $200^{\circ}C$ .
- Beraz, eginiko datazioak adierazi dezake:
  - Minerala sortu zen adina.
  - Minerala blokeatze-tenperaturatik behera igaro zen unearen adina.
- Fisioa izandako atomo bakoitzak hutsune luzexka (lorratza) uzten du. Azidoekin handitzen dira, mikroskopian behatzeko.
- Erabilgarritasuna: Arroka zaharrenetatik (4.600 Mu.) Kuaternario artekoak (30.000 u.).



#Zenbait atomoen sare kristalinoan (antolakuntza ordenatua) aldaketa batzuk ematen dira, atomoen apurketa eraginez, sekulako energia askatzen delarik. Honi **fisioa** deritzen. Fisioz sortutako atomo lorratzek inguruan dauden atomoen elektroioak kentzen dituzte, azken hauen karga positiboz (+) kargaturik gelditzen direlarik.

Mikroskopioz begiraturik ez dira atomoak ikusten, baina fisio lorratzak, aldiz, bai. Fisioa izandako atomo baldintzak hutsune luxeska uzten du (lorratza). Hauei, mikroskopiotik behatzerakoan, azidoa botatzen zaie. (Adibidez, Uranio-238 isotopoak fisio espontaneoak izaten du).

Uranio-238 isotopoaren fisio tasa konstantea da (ezaguna). Beraz, lorratzen kopurua jakinda eta hasierako atomo kopurua ezagututa, datazioa egin dezakegu.

Lorratzen kopurua modu kuantikoan kalkulatu da, hau da, zenbatu egiten dira. Hauen kopurua adinaren adierazle izango dira, fisio prozesu bakoitzean lorratz bat erregistratzen delako.

Hasierako Uranio-238 atomo kopurua ezagutzeko, guk atomoa bonbardatzen dugu modu artifizialean (neutroiekin). Lorratzen bidez, Uranio-238-ren kopurua ezagutuko dugu. (Era azkarra).

Temperatura jakin batetik gora, fisio lorratzak ezabatzen dira, hots, **blokeatze tenperatura**. Tenperatura horretatik behera, lorratzak batzen? Hasten dira.

Adibidez: Apatito, Zirkoa : 90°C, 200°C

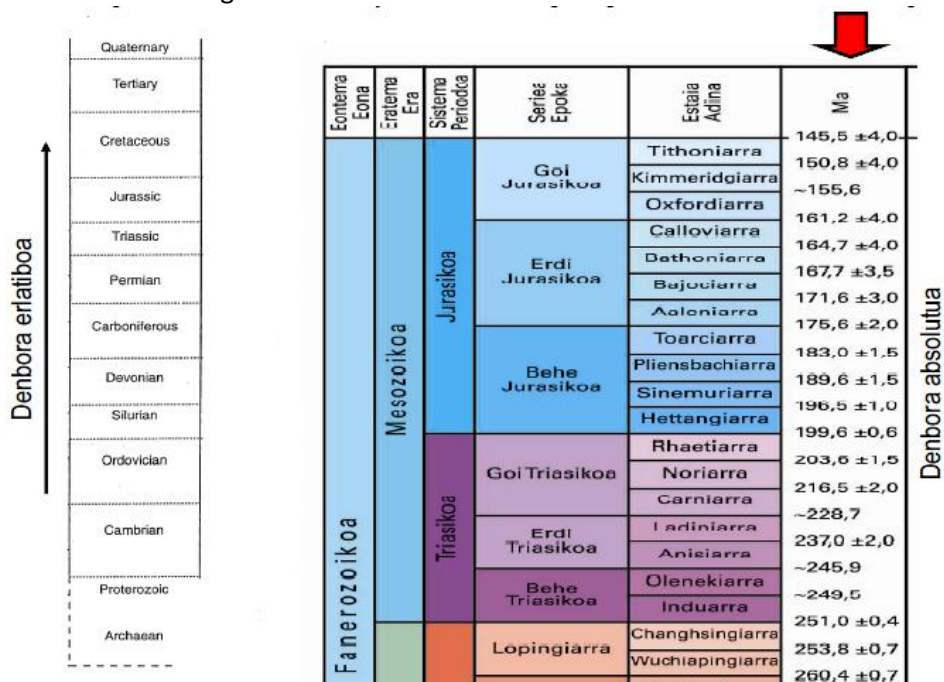
Beraz, eginiko datazioak ematen digu:

-Minerala sortu zen adina.

-Minerala blokeatze tenperaturatik behera igaro zen unearen adina. Horretarako, mineral desberdinak izan behar ditugu blokeatze-tenperatura desberdinekin.

#### •Eskala geokronologikoa (denbora absolutuaren eskala):

•Datazio erradiometrikoen asmakuntzarekin batera (Holmes, 1911; eta beste), hasi ziren eskala kronoestratigrafikoari adin absolutuak jartzen, denbora geologikoaren eskala eraikitzen alegia.



[Ane Juarez Olabarrieta]