

# TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

<http://www.publico.es/ciencias/7378/rostro/tutankamon/exhibira/primeravez>



[http://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_libro](http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_libro)

<http://www.taringa.net/posts/info/1206502/Ciencia-y-ficci%C3%B3n.html>

¿Cómo determinar la antigüedad de piezas arqueológicas?

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

### ■ FUNDAMENTO GENERAL:

- Para un elemento radiactivo de  $T$  conocido, como:  $N = N_o e^{-\lambda t}$
- Si podemos determinar
  - $N_o$  : número de átomos inicial
  - $N$  : número actual de átomos

→ podemos determinar  $t$

- La concentración **actual** de átomos ( $N$ ) se puede medir directamente, mientras que la cantidad original ( $N_o$ ) se ha de determinar indirectamente

# TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

### ■ Datación en arqueología: método del carbono 14

- Se usa el  $^{14}_6C$ , presente en materiales de origen animal o vegetal, con un periodo de semidesintegración de 5730 años.
- Se pueden datar semillas, instrumentos de madera, restos humanos y de animales (es decir, no es útil en restos metálicos o minerales).
- Límite de validez del método:  $t < 10 \times T$   
 $t < 60\,000$  años

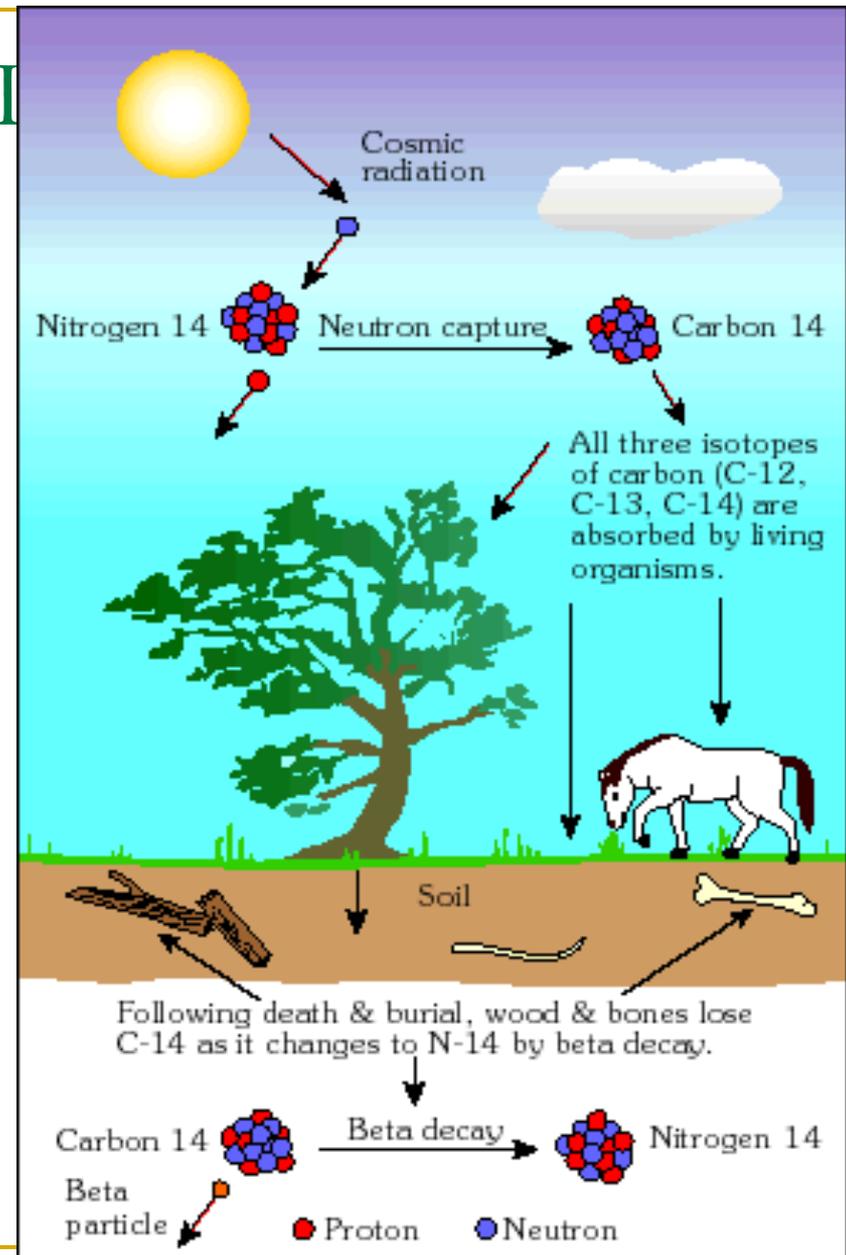
# TEMA 5: RADIATIVI

## 5.4 Datación en arqueología

### Fundamento:

- (a) Los rayos cósmicos producen neutrones que son capturados por átomos de nitrógeno para dar carbono 14 y protones  
$${}_0^1n + {}_7^{14}N \rightarrow {}_6^{14}C + {}_1^1p$$
- (b) El carbono radiactivo se mezcla totalmente con el carbono ordinario y se introduce en la cadena trófica

<http://www.tartessos.info/html/carbono14.htm>



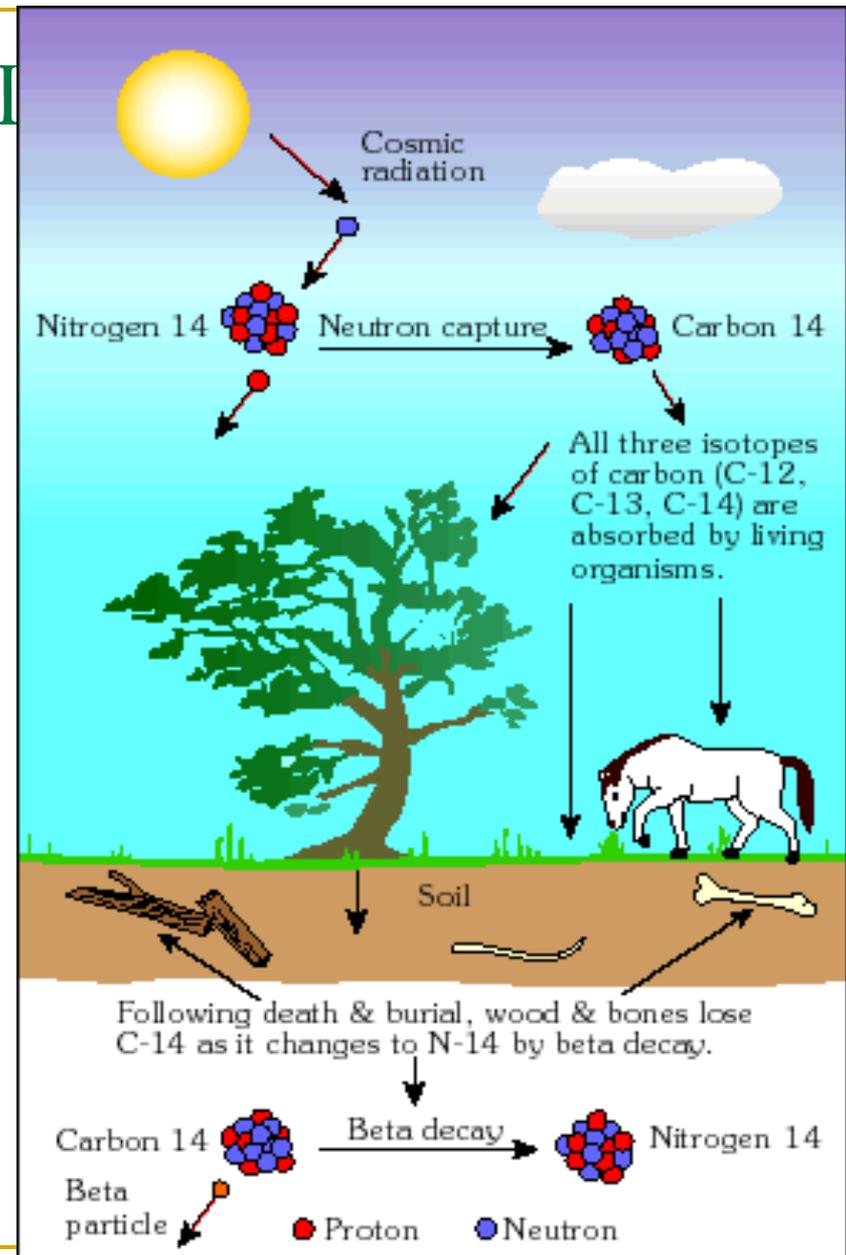
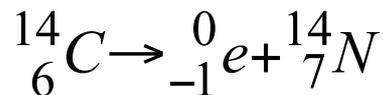
<http://externos.uma.es/geml/isotopos.ppt>

# TEMA 5: RADIATIVI

## 5.4 Datación en arqueología

### Fundamento:

- (c) Mientras vive: cantidad constante (se ingiere a la misma velocidad que se destruye)
- (d) Cuando muere: cantidad se reduce (no hay incorporación adicional y el que hay se va desintegrando)



# TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

- Dificultad: medida de las ínfimas cantidades de carbono 14 que quedan (mediante espectrómetro de masas)

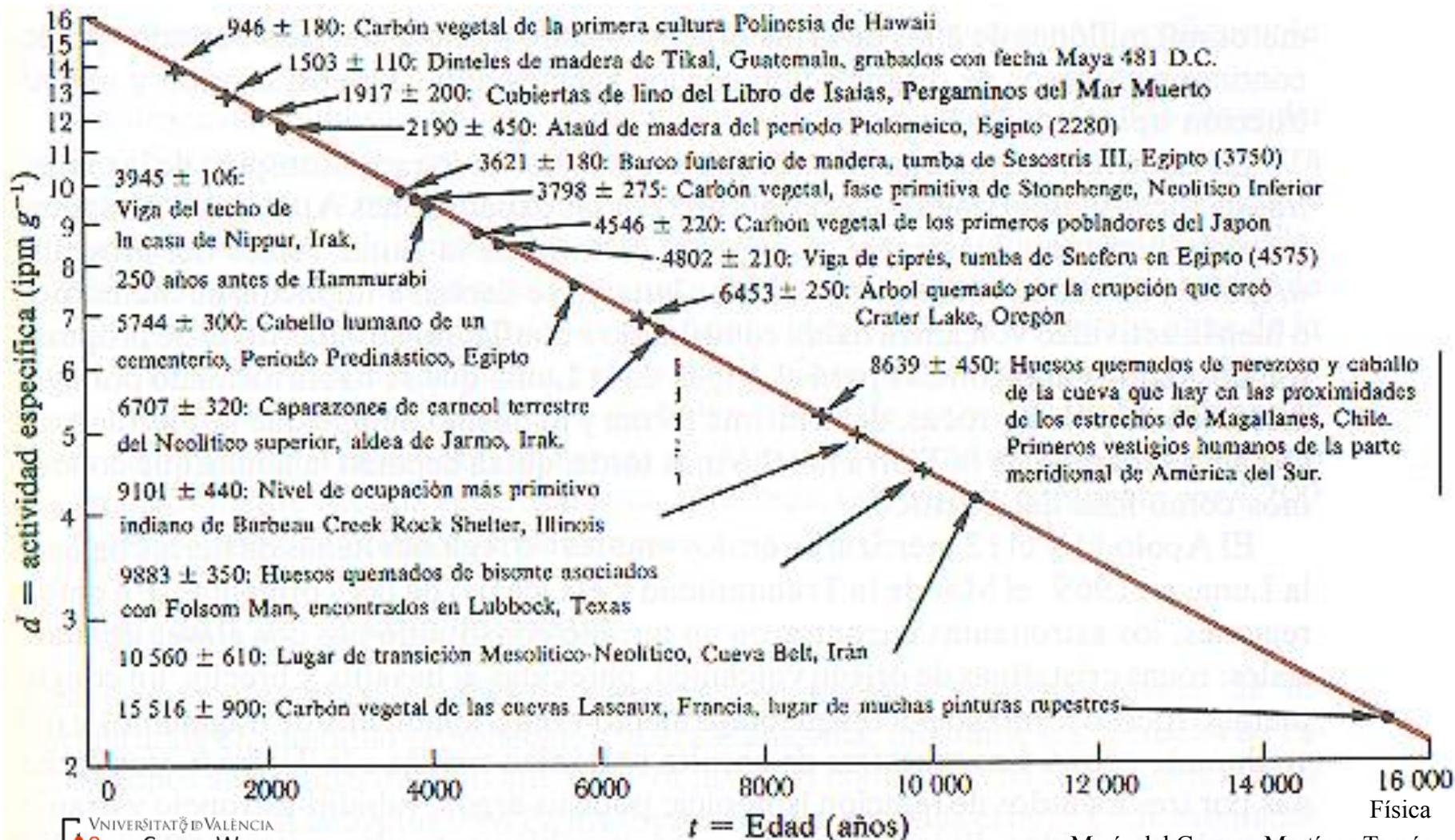


<http://www.ingeis.uba.ar/default.php?page=geocronologia.htm>

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

ipm: impulsos por minuto

## ■ Datación mediante el carbono 14



# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

### ■ Datación en geología

- Radionúclidos con  $T \approx$  tiempos geológicos (miles de millones de años)

- Tierra: 4500 Ma

- Rocas antiguas: 3300 Ma

Núclido Natural	Núclido estable producido	$T_{1/2}$ (miles de millones de años)
${}_{92}^{238}\text{U}$	${}_{82}^{206}\text{Pb}$	4.5
${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{82}^{207}\text{Pb}$	0.7
${}_{90}^{232}\text{Th}$	${}_{82}^{208}\text{Pb}$	14.1
${}_{37}^{87}\text{Rb}$	${}_{38}^{87}\text{Sr}$	50
${}_{19}^{40}\text{K}$	${}_{18}^{40}\text{Ar}$	1.3

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

### ■ Datación en geología

- La datación geológica en general depende de dos suposiciones principales:
  - Cuando la roca se formó: **sólo** átomos radioactivos padres
  - Después de formarse: **roca = sistema cerrado**  
(no se añade ni se quita ningún átomo padre o “hijo”)
  - **Si** alguna de estas suposiciones **no se cumple**, entonces **la técnica falla** y la datación obtenida es falsa.
- El método de datación depende del tipo de roca

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

### ■ Datación en geología: método del uranio-plomo (U/Pb)

#### □ Tipos de muestras:

■ muestras **con** los isótopos  $^{206}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{207}_{82}\text{Pb}$  ó  $^{208}_{82}\text{Pb}$

■ **sin** el isótopo  $^{204}_{82}\text{Pb}$

→ el plomo presente en la roca es debido a la desintegración radiactiva

□ Límite de validez: adecuado para edades superiores a los 30 millones de años.

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método U/Pb

### Fundamento:

- Se analiza la relación entre la cantidad del elemento padre y del elemento hijo. Estudiaremos el caso del  ${}^{238}_{92}\text{U}$  /  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ 
  - cuando se creó la roca:  $N_o$  átomos de uranio
  - en la actualidad:  $N$  átomos de uranio

$(N_o - N)$  átomos de plomo

- Por tanto:

$$\frac{N({}^{238}_{92}\text{U})}{N({}^{206}_{82}\text{Pb})} = \frac{N}{N_o - N} = \frac{1}{e^{\lambda t} - 1}$$

- Si se conoce experimentalmente esta relación:  $\frac{N({}^{238}_{92}\text{U})}{N({}^{206}_{82}\text{Pb})} = a$

# TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método U/Pb

### Fundamento:

$$\frac{N(^{238}_{92}\text{U})}{N(^{206}_{82}\text{Pb})} = \frac{1}{e^{\lambda t} - 1}$$

$$\frac{N(^{238}_{92}\text{U})}{N(^{206}_{82}\text{Pb})} = a$$

$$\frac{1}{e^{\lambda t} - 1} = a$$

Es decir:  
2, 4, 8...

$$\text{Despejando: } t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{a+1}{a}\right) = T \frac{\ln[(a+1)/a]}{\ln 2}$$

$$\text{Si } \frac{N_o}{N} = \frac{N(^{238}_{92}\text{U})}{N(^{238}_{92}\text{U})} = 2^n \rightarrow t = n \cdot T$$

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método U/Pb



### Aplicación interesante:

Una de las edades más antiguas que se han determinado ha sido la de muestras de circón:

determinación de la edad de la Tierra.

Analizando el uranio contenido en los **restos fósiles** se han podido datar los fósiles más remotos



<http://www.preescolartec.com/aldea/Tareas2.asp?which=173>

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología

- Datación en geología: método del potasio-argón (K/Ar)
  - Tipos de muestras:
    - que contengan potasio: elemento muy común en las rocas de la corteza terrestre
    - es efectivo sobre todo en rocas ígneas
    - PERO no tienen que haber perdido el argón (no han de ser porosas)
  
  - Límite de validez: como  $T(K) = 1300$  millones de años
    - este método cubre casi por completo la escala de los tiempos geológicos
    - desde 1 millón de años a más de 3.000 millones de años

# TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método K/Ar

### Fundamento:

$$\frac{N(^{40}_{19}K)}{N(^{40}_{18}Ar)} = \frac{N}{N_o - N} = \frac{1}{e^{\lambda t} - 1}$$

$$\frac{N(^{40}_{19}K)}{N(^{40}_{18}Ar)} = a$$

$$\frac{1}{e^{\lambda t} - 1} = a$$

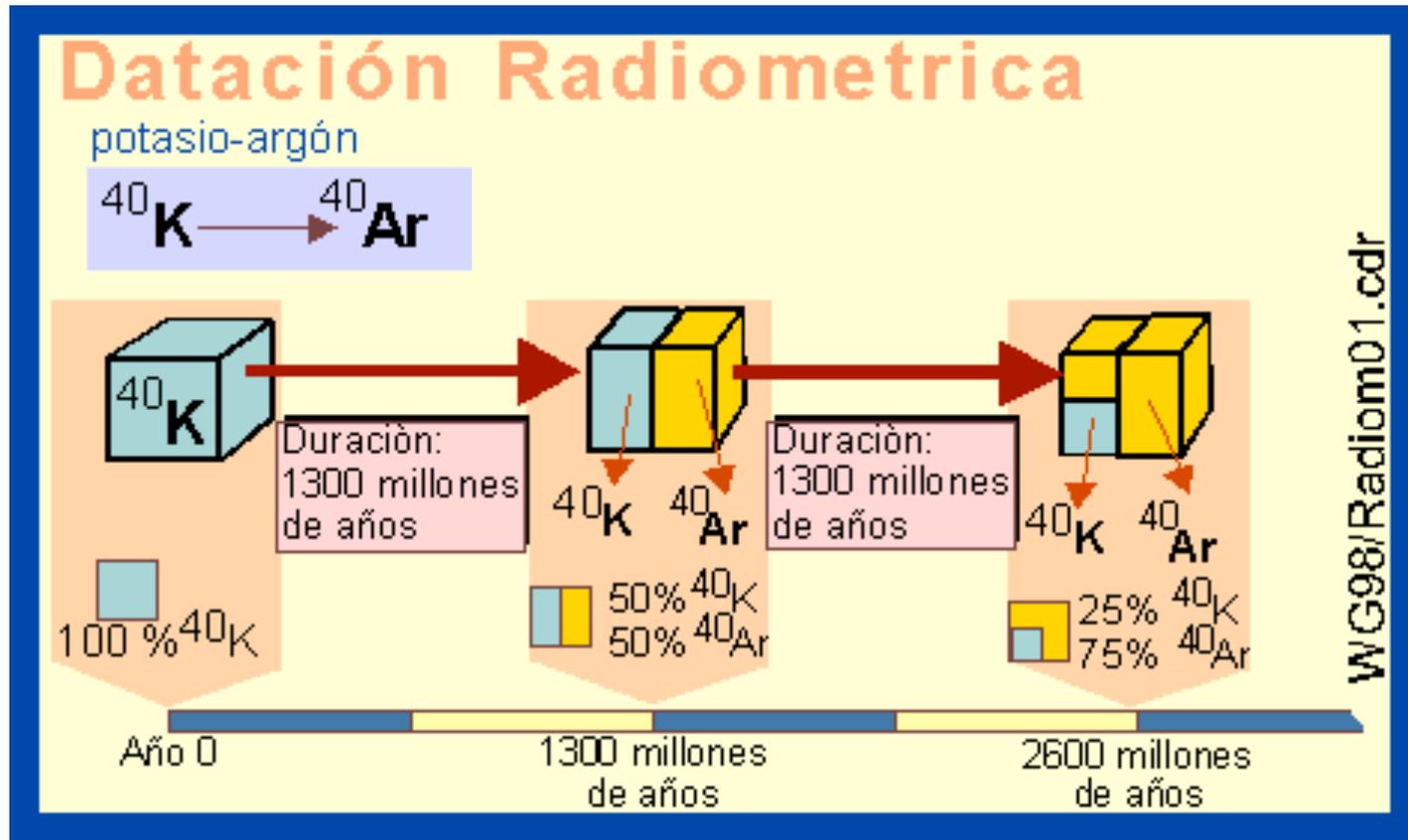
Es decir:  
2, 4, 8...

$$\text{Despejando: } t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{a+1}{a}\right) = T \frac{\ln[(a+1)/a]}{\ln 2}$$

$$\text{Si } \frac{N_o}{N} = \frac{N(^{40}_{19}K)}{N(^{40}_{19}K)} = 2^n \rightarrow t = n \cdot T$$

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método K/Ar



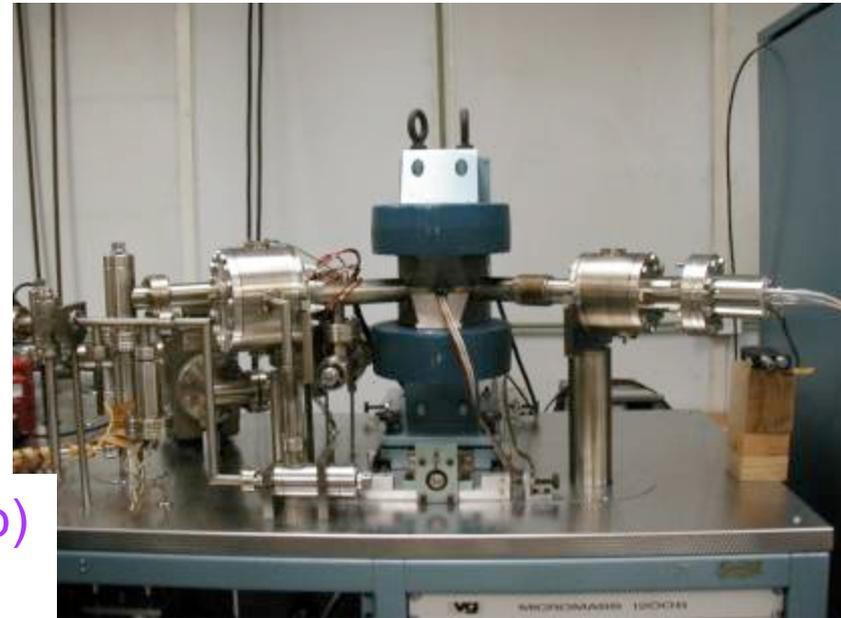
<http://www.fortunecity.com/westwood/chanel/270/kronos/metodos.htm#potasio>

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método K/Ar



ESPECTRÓMETRO DE MASAS



Página web de : **Jesús Sole** (geoquímico)

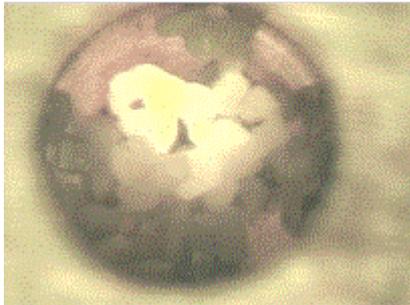
<http://www.geologia.unam.mx/index.php>

# TEMA 5: RADIATIVIDAD

## 5.4 Datación en arqueología y geología - método K/Ar

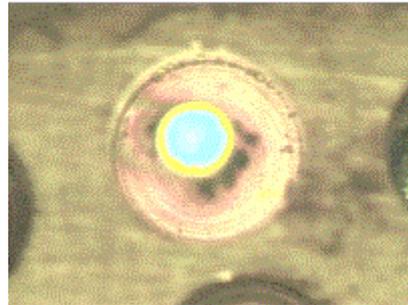


Calentamiento



## FUSION MEDIANTE LASER

Fusión



Ablación



Página web de : **Jesús Sole** (geoquímico)

<http://geologia.igeolcu.unam.mx/GEOQ/SoleJ.html>