

## CURSO GEOQUIMICA II

### RESPUESTAS A PREGUNTAS Y PROBLEMAS DEL CAPITULO 2

**Pregunta 1:** *¿Cómo han cambiado las abundancias de H y He desde el “Big Bang”?*

La masa en el universo se ha mantenido constante desde el “Big Bang”, y solo los núcleos H, D y He se produjeron en el “Big Bang”. Dado que las estrellas en la secuencia principal generan energía mediante reacciones de fusión nuclear que implican la conversión de H a He, la abundancia de H en el núcleo del Sol y en otras estrellas similares, probablemente la abundancia de H ha disminuido desde el “Big Bang”. Sin embargo, dada la gran cantidad de H producida al inicio de la nucleosíntesis estelar, y las cantidades relativamente pequeñas que se han producido de otros elementos. La extrapolación de esta tendencia desde el sistema solar a la Vía Láctea y al Universo en general sugiere que solo se ha consumido una pequeña fracción de H después del Big Bang, ya sea convirtiéndose en He y/o en otros elementos, por lo que las abundancias de H y He han probablemente cambiado solo ligeramente.

**Pregunta 2:** *¿Porque los elementos con número atómico par son más abundantes que los elemento con número atómico impar?*

Los núcleos atómicos que tienen números atómicos pares son más estables que sus vecinos con números atómicos impares. La estabilidad superior de los núcleos de números atómicos pares aumenta sus posibilidades de supervivencia en el interior de las estrellas. Esto es, porque los procesos nucleosintéticos que forman núcleos de números atómicos pares (por ejemplo, la cadena protón-protón, el ciclo CNO, el proceso triple alfa y el proceso de cadena alfa) son más probable que los procesos que forman elementos de números atómicos impares, por lo tanto, hace que los elementos con Z pares sean más abundantes en el sistema solar que los elementos de Z impar. Este hecho es la base de la regla Oddo-Harkins. Por esta razón, los elementos con Z pares son más estables, que los elementos con Z impares.

**Pregunta 3:** *¿Cómo se sabe que el sol es una estrella de segunda generación?*

El Sol contiene la mayoría de los elementos químicos de la tabla periódica, aunque solo es capaz de sintetizar helio, deuterio y tritio mientras permanezca en la secuencia principal (ver Tabla 1, Apéndice A). Por lo tanto, el Sol y los planetas del sistema solar contienen elementos químicos que solo podrían haberse formado durante la evolución de una estrella ancestral que explotó como una SuperNova, contribuyendo así con los elementos sintetizados a la nebulosa solar a partir de la cual el Sol y el sistema solar posteriormente se formó. La prueba contundente es que las evidencias espectroscópicas sugieren que el sol contiene elementos distintos de H y He, por lo que debe haberse formado después de explosiones de supernovas de estrellas de primera generación que produjeron C, N, O y otros elementos.

**Pregunta 4:** *¿Porque los elementos Tc y Pm carecen de elementos estables?*

El tecnecio (Tc, Z = 43) y el prometio (Pm, Z = 61) tienen números atómicos impares y todos sus isótopos son radiactivos con vidas medias cortas. Los isótopos más longevos de estos elementos son  $^{98}\text{Tc}$  ( $T_{1/2}=4.2 \times 10^6$  años) y  $^{145}\text{Pm}$  ( $T_{1/2} = 17.7$  años). Por lo tanto, todos los isótopos de Tc y Pm han decaído durante el tiempo transcurrido desde la nucleosíntesis en estrellas ancestrales. Todos los elementos con número atómico mayor a 83 ( $Z > 83$ ) carecen de

isótopos estables.

**Pregunta 5:** *¿Qué otros elementos también carecen de isótopos estables?*

Muchos otros elementos que ocurren naturalmente en la Tierra también carecen de isótopos estables. Uranio (U, Z = 92) y torio (Th, Z = 90) todavía existen porque algunos de sus isótopos tienen vidas medias largas:  $^{238}\text{U}$  ( $T_{1/2}=4.468 \times 10^9$  años),  $^{235}\text{U}$  ( $T_{1/2}=703.8 \times 10^6$  años) y  $^{232}\text{Th}$  ( $T_{1/2}=14.05 \times 10^9$  años). Estos isótopos se decaen radiactivamente en isótopos estables de Pb a través de la emisión secuencial de partículas alfa y beta y, por lo tanto, mantienen isótopos inestables de los siguientes elementos: protactinio (Z = 91), actinio (Z = 89), radio (Z = 88), francio (Z = 87), radón (Z = 86), ástato (Z = 85) y polonio (Z = 84). Además, los isótopos hijas de U y Th que incluyen isótopos radiactivos de corta duración de U, Th, Bi, Pb, Tl y Hg.

**Pregunta 6:** *¿Por qué existen en la naturaleza los elementos de la pregunta 5, mientras que el Tc y Pm no?*

Los elementos que tienen solo isótopos radiactivos de corta duración se producen naturalmente porque son la progenie de los isótopos radiactivos de larga duración de U y Th.

**Pregunta 7:** *¿Por qué el elemento Pb es más abundante de lo que se esperaría?*

El plomo tiene una mayor abundancia en el sistema solar de lo esperado de su número atómico (Z=82) porque tres de los cuatro isótopos estables de Pb son productos de decaimiento radiactivo de U y Th:  $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$ ,  $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$  y  $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$ .

**Pregunta 8:** *¿Por qué la abundancia de elemento Ar es anómalamente mayor de lo que se esperaría?*

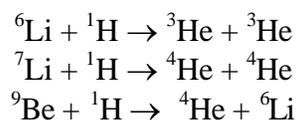
La abundancia de Ar ( $1.04 \times 10^5$  átomos/ $10^6$  Si) ha sido incrementada por el decaimiento radiactivo del isótopo de larga vida  $^{40}\text{K}$  ( $T=1.19 \times 10^{10}$  años) por captura de electrón y decaimiento por positrón a  $^{40}\text{Ar}$ . El argón es más abundante que sus vecinos inmediatos, Cl y K, debido y esperado por regla Oddo-Harkins. La abundancia de Ar se encuentra entre la de sus vecinos más cercanos de números atómicos par, S y Ca, lo que nuevamente se espera por la disminución exponencial de las abundancias elementales con el aumento del número atómico. Por lo tanto, la abundancia de argón no es anómala.

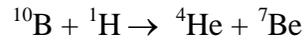
Las abundancias de los elementos cerca del argón (Ar) se dan en la siguiente tabla:

<u>Numero atómico</u>	<u>Elemento</u>	<u>Abundancia</u>
16	azufre	$5.15 \times 10^5$
17	cloro	$5.24 \times 10^3$
18	argón	$1.04 \times 10^5$
19	potasio	$3.77 \times 10^3$
20	calcio	$6.11 \times 10^4$

**Pregunta 8:** *¿Cómo se formaron Li, Be y B?*

No hay acuerdo sobre el origen de estos elementos. Una posibilidad es que se forman por reacciones de espalación (astillamiento o rompimiento de átomos existentes), es decir, bombardeo de núcleos C, N y O por partículas de rayos cósmicos, seguido de reacciones de destrucción inducidas por protones en interiores estelares. Las reacciones de destrucción inducidas por protones pueden tomar la forma:





Estas reacciones reducen el número de núcleos de Li, Be y B en relación con los formados en las reacciones de espalación.

**Pregunta 9:** *¿En realidad los elementos Tierras Raras son realmente raros?*

Las abundancias de los “Elementos Tierras Raras” (REE) van de 1.16 átomos/ $10^6$  Si (**Ce**) a 0.0369 átomos/ $10^6$ Si (**Lu**) y son similares a las abundancias de otros elementos que tienen números atómicos grandes, entre Hf ( $Z=72$ ) y Tl ( $Z=81$ ). Si tenemos en cuenta la regla Oddo-Harkins, entonces los REE no son realmente tan raros en comparación con Au, Pt, W, Ta, etc.