

GUÍA N° 2 "QUÍMICA NUCLEAR" NÚCLEO ATÓMICO Y RADIOACTIVIDAD

Nombre: _____ 4° _____

DESCUBRIMIENTO DE LAS PARTICULAS RADIOACTIVAS

Las reacciones químicas en general implican cambios en la estructura electrónica externa de los átomos o moléculas. Por otra parte, los núcleos atómicos cambian de posición uno respecto a otro, pero **no cambia estructura interna**.

También hay reacciones químicas en que los componentes de los núcleos participan en algunas transformaciones en los cuales los productos finales no contienen los mismos elementos en los núcleos reactivos. Estos cambios se estudian en el área de la denominada **Química Nuclear**.

En 1896 el fisicoquímico; Antoine Henry Becquerel, científico francés, mientras estudiaba las propiedades de algunos minerales, entre ellos sales de uranio, encontró que emitían cierta radiación con mayor poder de penetración que los rayos X, los cuales velaban una placa fotográfica aun cuando estuvieran cubiertas y a oscuras.

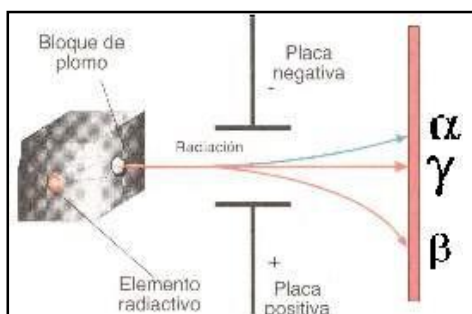
En un comienzo, Becquerel pensó que las sales de uranio eran fosforescentes, es decir, que después de ser expuestas a los rayos solares, emitían los rayos que acababa de descubrir Roentgen.

Para verificar esta hipótesis, mantuvo en la oscuridad, durante varios meses, las sales de uranio y comprobó que no había disminuido la capacidad de éstas de ennegrecer las emulsiones fotográficas.

De esto dedujo que la radiación emitida por las sales de uranio no era debida a un fenómeno de fosforescencia y que no dependía en absoluto de excitaciones previas. Observó también que el aire que rodea a las sales se hacía más conductor, como lo mostraba el hecho de que un electroscopio próximo a las sales se descargase.

En el año 1898, G. C. Schmidt y M. Curie, independientemente, encontraron que el Torio emitía radiaciones del mismo tipo que el uranio. En Julio del mismo año Marie y Pierre Curie, pudieron aislar de una tonelada de pechblenda (contiene 80% de óxido de uranio U_3O_8) un gramo de un nuevo elemento que era más radiactivo que el uranio, al cual bautizaron con el nombre de **Polonio**. Seis meses más tarde el matrimonio Curie descubrió otro elemento radioactivo hasta entonces desconocido que era 300 000 veces más radiactivo que el Uranio, al cual llamaron **Radio**.

Actualmente se conocen unos treinta elementos radiactivos y todos ellos tienen su origen en el uranio o en el torio. Pero ¿y qué son las radiaciones emitidas por estas sustancias que implican el cambio espontáneo de átomos de esas sustancias en otros átomos?



E. Rutherford identificó y separó este tipo de radiaciones, mostró que aplicando un campo magnético, perpendicular a la dirección de la emisión, la radiación podía ser desviada, y que una componente de la radiación total era muy penetrante y no se la podía desviar ni con campos eléctricos o magnéticos. A esta componente se la llamó "radiación γ ", demostrándose que ésta es radiación electromagnética de muy alta frecuencia. Los rayos desviados corresponden a partículas α y β , y se demuestra que éstas son de naturaleza eléctrica.

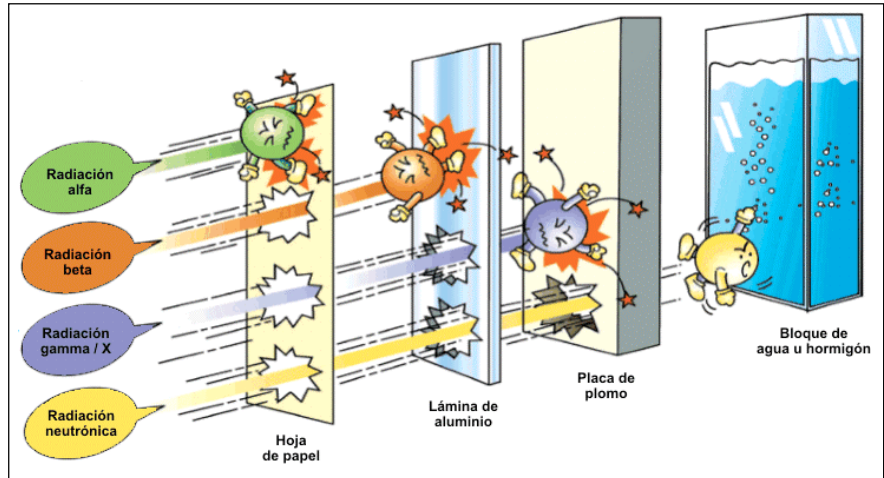


NATURALEZA DE LAS PARTICULAS RADIOACTIVAS

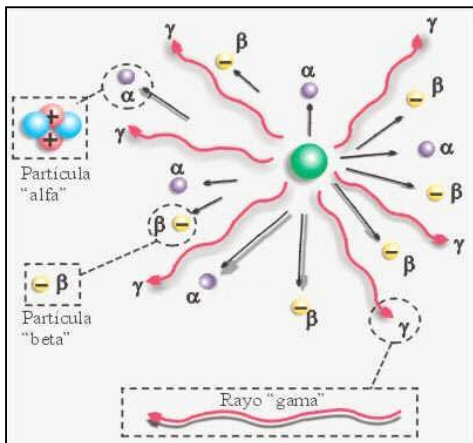
Partículas alfa (α): Corriente de partículas cargadas positivamente y que llevan una carga +2 y una masa de 4. Son núcleos de Helio (${}^4_2\text{He}^{+2}$). Se mueven a una velocidad de 20 000 (m/s). Presentan una penetración en los tejidos de 0,01 cm. Pueden ser detenidas por una hoja de papel. Poseen gran poder ionizante.



Partículas beta (β): Corriente de partículas cargadas negativamente que tiene todas las propiedades de los electrones de alta energía. Se mueven a velocidades cercanas a la luz. Penetran hasta 1cm, atraviesan una hoja de papel pero son detenidos por una lámina de aluminio de 1cm. Su poder ionizante es 1000 veces menor que las partículas alfa.



Partículas gamma (γ): Es radiación electromagnética de muy alta energía (longitud de onda de 0,005 a 1 A⁰), mayor que la de los rayos X. Como se trata de energía no posee ni carga ni masa. Penetración hasta 100 cm, atraviesan el cuerpo humano pero son detenidos por una lámina de plomo de 5 cm.



La Radioactividad presenta características, como:

La emisión de las radiaciones es independiente del hecho de encontrarse el elemento radioactivo en libertad como sustancia pura, o formar parte de un compuesto químico.

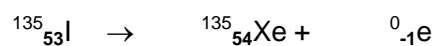
La radiación es independiente de los factores que producen y ocurren otras reacciones químicas como el calor, luz, presión, campos magnéticos, etc)

Las radiaciones emitidas por los elementos radiactivos, además de impresionar placas fotográficas y de atravesar capas de materiales opacos, tienen la propiedad de ionizar gases, excitar la materia y producir reacciones químicas.

ISOTOPOS O NUCLEOS RADIOACTIVOS

El elemento radiactivo es aquel que tiene una proporción de átomos con **núcleos inestables**, es decir que se va desintegrando sucesivamente hasta llegar a formar núcleos estables. En esta categoría están todos aquellos elementos cuyo número atómico es superior a 85. Esta situación ocurre principalmente en núcleos de gran masa, que poseen un exceso de neutrones o un exceso de protones:

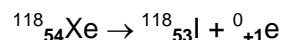
1) Los neutrones están formados por la unión de protones y electrones, por lo tanto cuando existe un exceso de neutrones en el núcleo, experimenta un fenómeno radioactivo caracterizado por un aumento en la cantidad de protones. Esto lo realiza transformando una parte de los neutrones en protones con la liberación de partículas negativas, o sea a través de la emisión de rayos beta β **negativos**.



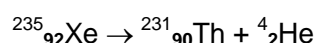
El núcleo al liberar una partícula beta: El número atómico aumenta en una unidad y el número másico no varía

2) Si el núcleo posee un exceso de protones, debe estabilizarse con la transformación de protones en neutrones, así se disminuye la cantidad de protones y aumenta la de neutrones, lográndose una proporción entre los protones y neutrones que llevan a un núcleo estable.

Se postula que la transformación de un núcleo en neutrones, se debe a la liberación de positrones, que poseen la misma masa que la de la partícula beta negativa, pero difiere en su carga. Un haz de positrones corresponde a rayos beta β **positivos**.



3) Cuando los núcleos atómicos poseen un número atómico > 83, llamados núcleos pesados, tienden a experimentar una emisión de tipo alfa (⁴₂He), produciéndose una disminución en el número atómico y el número de neutrones en dos unidades.



Cuando un núcleo emite una partícula alfa, su número atómico (Z) disminuye en dos unidades y su número másico (A) en cuatro unidades.



4) Si existe una emisión **gamma** por parte del núcleo, al ser ésta una *radiación del tipo electromagnética*, no produce ningún efecto sobre el número másico ni atómico del elemento.

La desintegración espontánea de los núcleos radioactivos es fenómeno que se realiza en una serie de etapas sucesivas, el cual finaliza cuando se llega a un núcleo estable como el plomo.

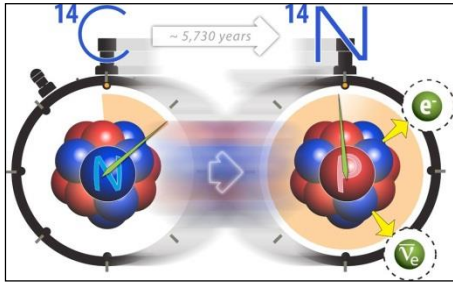


Los núcleos con 2, 8, 20, 28, 50 u 82 protones o 2, 8, 20, 28, 50, 82 o 126 neutrones son por lo general más estables que los núcleos que no contienen esta cantidad de nucleones.

*Los núcleos con números **pares** de neutrones y protones son por lo general más estables que los que contienen números **impares** de nucleones*

RADIATIVIDAD NATURAL

TIEMPO DE VIDA MEDIA Y DECAIMIENTO RADIOACTIVO



La radiación emitida por las sustancias radioactivas es discontinua, por tanto es posible de ser contada, ya que la *intensidad de la radiación depende sólo de la cantidad de sustancia presente*.

Se llama **actividad** o **velocidad de desintegración** de una sustancia al número de partículas emitidas en una unidad de tiempo. En general, se observa que la actividad de una sustancia no es constante.

Esto concuerda perfectamente con la suposición de que el número de átomos que se desintegran o decaen en un cierto intervalo Δt es proporcional con el número total de átomos presentes, **N**. De tal modo que se cumple que: $\Delta N = k \times N \times \Delta t$

Donde **k** es una constante de proporcionalidad característica de cada elemento radiactivo; se agrega el signo menos para indicar que la actividad disminuye al aumentar el tiempo.

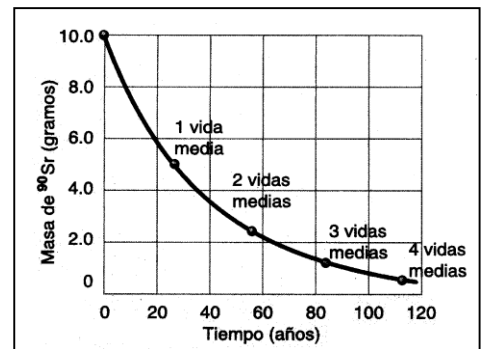
El significado de **k** se obtiene al hacer **N = 1** y $\Delta t = 1 \text{ seg}$ y *representa la probabilidad de que 1 solo átomo se desintegre en 1 seg*, y es la llamada **constante de desintegración**.

Dos parámetros relacionados con la constante **k** y útiles en la descripción de elementos radiactivos son el período de semidesintegración y la **vida media** de un elemento.

Vida media es el tiempo necesario para que la actividad de la muestra disminuya a **1/k** de su valor inicial. (Es el tiempo en que un elemento puede permanecer activo) Si designamos por τ la vida media, entonces se tiene que: $\tau = (1/k)$

De un modo general puede decirse que **"Un elemento es tanto más activo cuanto menor es su vida media"**

(A la derecha curva de decaimiento del ${}^{90}_{38}\text{Sr}$)



Por **período de semidesintegración T** se entiende el tiempo requerido por el elemento para **decaer a la mitad de su cantidad original**, es decir, el tiempo necesario para que el número de átomos sea la mitad del número inicial.

Se puede demostrar que la constante de desintegración **k** y el período **T** del elemento radiactivo están relacionados por la expresión: $T = 0,693/k$ de allí se desprende que a mayor **k**, menor período.

Por ejemplo, para el radio T=1.590 años. El radón, en cambio, queda reducido a la mitad al cabo de 3,825 días. En el torio, T=1,8x10¹⁰ años y, en cambio, en el torio B' T=1x10⁹ seg.

Radioisótopos Naturales			Radioisótopos Artificiales		
Radioisótopo	Vida Media	Desintegración	Radioisótopo	Vida Media	Desintegración
²³⁸ ₉₂ U	4,49x10 ⁹ años	α	²³⁹ Pu	240 000 años	α
²³⁵ ₉₂ U	7,13x10 ⁸ años	α	¹³⁷ Cs	30 años	β
²³⁵ ₉₀ Th	1,39x10 ¹⁰ años	α	⁹⁰ Sr	28,8 años	β
⁴⁰ ₁₉ K	1,3x10 ⁹ años	α	¹³¹ I	8,04 años	β
¹⁴ ₆ C	5 730 años	β	¹²⁵ I	60,25 años	β
³ ₁ H	12 años	β			

OBJETIVO: “ Comprender que en la naturaleza existen elementos químicos

Cuyos isótopos radiactivos emiten partículas radiactivas provenientes de sus núcleos”

A partir de la guía y con alguna otra bibliografía responde la siguiente actividad

- 1.- ¿Cuál es el científico considerado como el precursor de la radiactividad.
- 2.- Realiza una pequeña línea de tiempo con respecto al descubrimiento y avances de la radiactividad.
- 3.- Realiza un cuadro comparativo sobre las radiaciones alfa, beta, gamma considerando: poder de penetración, masa y carga eléctrica
- 4.- Define vida media o período de desintegración
- 5: El tiempo de vida media es igual para todos los elementos químicos? Justifica tu respuesta con algunos ejemplos.
- 6.- El fósforo-32. Un radioisótopo usado en el tratamiento de la leucemia, tiene una vida media de 14 días. Si una muestra contiene 8 g de fósforo - 32¿cuántos g de P-32 permanecerán después de 42 días?
7. El hierro - 59 tiene una vida media de 46 días. Si un laboratorio recibió una muestra de 25g de Fe - 59. ¿Cuántos g. están activos después de 184 días?
- 8.- Realiza una pequeña investigación sobre la “Química Nuclear” en Chile