

Notas de interés

Para: SR/S. CLIENTES-	De: MATAFUEGOS DRAGODSM	
Fax:	Páginas:	
Teléfono:	Fecha: 29/08/2011	
Asunto: INVESTIGACION: QUIMICA NUCLEAR: LA RADIACION.-	CC: Por: Lic. Miguel Martin (h) (La edición nos pertenece. Matafuegos DRAGODSM).-	
<input checked="" type="checkbox"/> Urgente	<input checked="" type="checkbox"/> Para revisar	<input checked="" type="checkbox"/> Responder



Química nuclear. Radiactividad

A comienzos del siglo XX los científicos comprobaron que los átomos son en realidad divisibles, es decir, que tienen una subestructura. Así, el modelo atómico nuclear de Rutherford había sido un acierto.

Algunos núcleos de determinados átomos son inestables y se rompen emitiendo espontáneamente **partículas, radiaciones o ambas a la vez**. Al ocurrir esto, hay una transformación del núcleo, cambia el número de **protones y neutrones**, por lo que se forman núcleos distintos, proceso que se llama **radiactividad**.

En 1896 Henri Becquerel (1852-1908) observó este fenómeno por primera vez. Descubrió que los minerales de uranio ($Z = 92$) eran capaces de velar una placa fotográfica en ausencia de luz externa, por lo que concluyó que poseían la propiedad de emitir radiaciones en forma espontánea.

Poco después de este descubrimiento, la química polaca Marie Sklodowska (1867-1934) y su esposo, el físico francés Pierre Curie (1859-1906), comenzaron una búsqueda sistemática de otras sustancias que emitieran radiaciones. Comprobaron que todos los minerales de uranio las emitían y además aislaron otros dos elementos con idénticas propiedades: el polonio ($Z = 84$) y el radio ($Z = 88$), a los que llamaron **elementos radiactivos**.

NOTACIÓN NUCLEAR

Los contenidos de la química que has estudiado desde 1º año medio, se han centrado en las **reacciones químicas**; es decir, las transformaciones en las que los electrones de los átomos son los protagonistas y se producen cambios en el número o la configuración de ellos.

En las **reacciones nucleares**, en cambio, participan los protones y neutrones del núcleo.

En las reacciones nucleares, un núcleo puede perder o ganar protones o neutrones.

Ahora, como el número de protones es igual al número atómico, el cual identifica a un elemento, al aumentar o disminuir el número de protones, cambia la identidad de un elemento.

Podemos representar las reacciones nucleares a través de ecuaciones, así como se hace con las reacciones químicas. En las ecuaciones nucleares los reactantes y productos corresponden a núcleos, por lo cual se deben indicar los isótopos de los elementos que están cambiando y produciéndose.

Para simbolizar un isótopo, se escribe el número másico (A) como superíndice y el número atómico (Z) como subíndice. Estos números se anotan a la izquierda del símbolo del elemento (E).



Cuando caracterizamos un núcleo por su número atómico y su número másico lo llamamos **núclido**.

Comparación de las reacciones químicas con las reacciones nucleares.

Reacciones químicas

-Los átomos se reordenan por la ruptura y formación de enlaces químicos.

-Sólo los electrones de los orbitales atómicos están implicados en la ruptura y en la formación de los enlaces.

-Las reacciones van acompañadas por la absorción o liberación de cantidades de energía relativamente pequeñas.

-Las velocidades de reacción se ven influidas por la temperatura, la presión, la concentración y la presencia de catalizadores.

Reacciones nucleares

-Los elementos (o los isótopos del mismo elemento) se interconvierten los unos en los otros.

-Pueden implicarse protones, neutrones, electrones y otras partículas elementales.

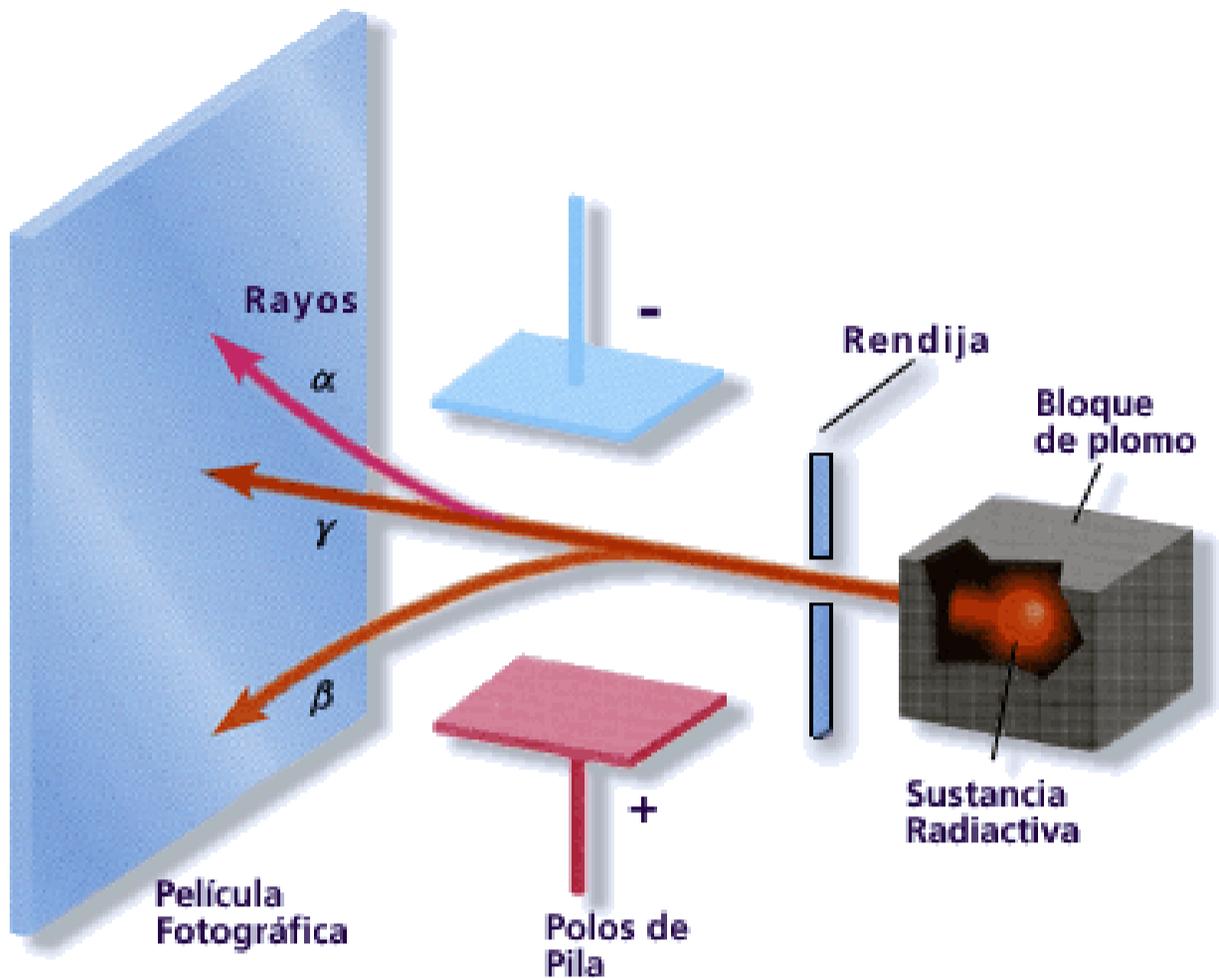
-Las reacciones van acompañadas por la absorción o liberación de enormes cantidades de energía.

-Las velocidades de reacción generalmente no se ven afectadas por la temperatura, la presión o los catalizadores.

Emisiones radiactivas

Entre 1896 y 1903, los científicos descubrieron que no todos los elementos radiactivos emiten las mismas radiaciones. Algunos emiten radiación más potente que otros, cada una de las cuales transforma el núcleo de distinta manera.

Cuando la radiación de la muestra de un elemento radiactivo, como el radio (Ra), se somete a la acción de un campo magnético, se comprueba que existen 3 tipos de **emisiones radiactivas**.



Una parte de la radiación está formada por **partículas alfa (α)**, con carga **positiva**; por otra parte contiene **partículas beta (β)**, con carga **negativa**; y el resto de la radiación no se ve afectada por el campo magnético ya que no tiene carga eléctrica: **rayos gamma (γ)**.

Las radiaciones α , β y γ se emiten a diferentes velocidades y tienen distintas capacidades de ionizar y penetrar la materia. Los núcleos que emiten radiaciones se llaman radioisótopos.

Partículas alfa

Consiste en un flujo de partículas formadas por 2 protones y 2 neutrones. Una partícula α tiene una masa de 4 uma y una carga igual a +2 y es idéntica a un núcleo de helio (un átomo de helio sin sus 2 electrones); su símbolo es ${}^4_2\text{He}$.

Debido a que la masa y el volumen de las partículas alfa son relativamente elevados, estas radiaciones viajan a una velocidad menor que la radiación beta o gamma y, por lo tanto, tienen un poder de penetración bajo. Además, estas chocan fácilmente con

las moléculas de aire y en cada choque pierden parte de su energía, hasta quedar detenidas o ser absorbidas por algún otro núcleo en su camino.

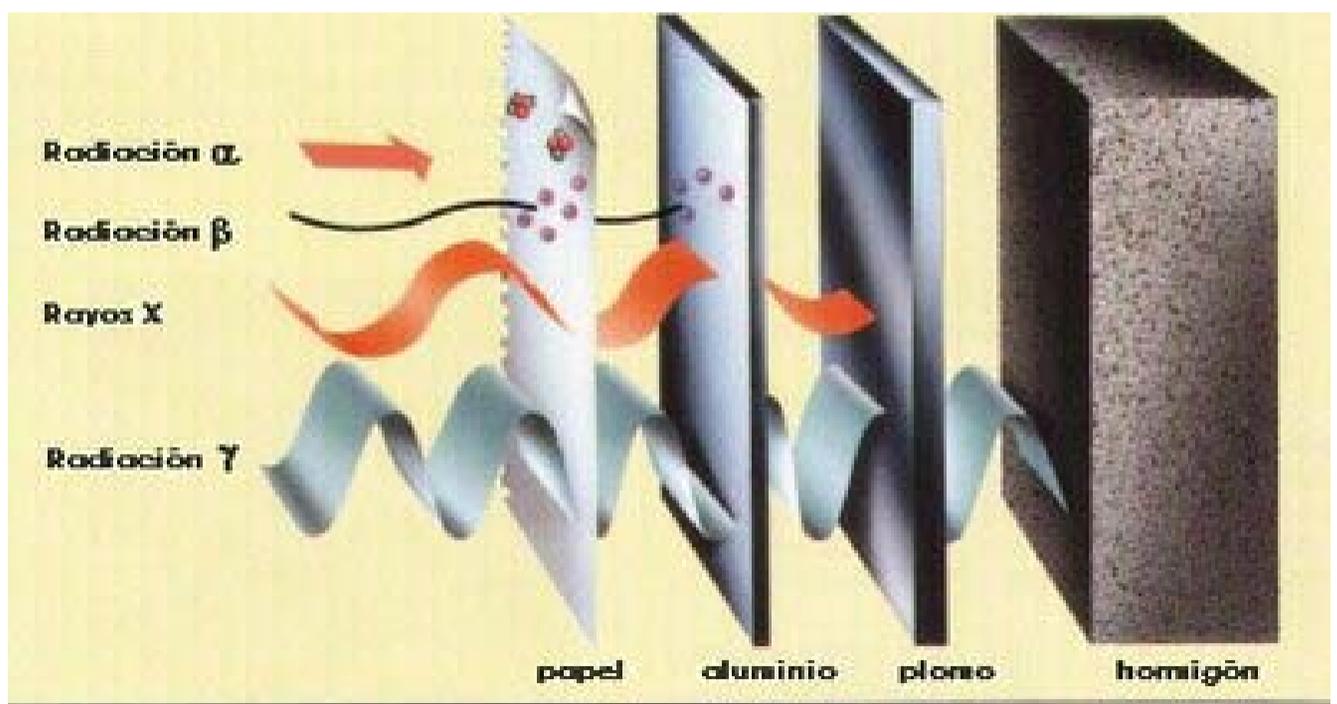
Al mismo tiempo, si las partículas chocan con los electrones periféricos de un átomo, estos pueden ser arrancados por ellas, provocando que el átomo se ionice; en consecuencia, las partículas α tienen gran poder ionizante.

Partículas beta

También están constituidos por haces de partículas y se representan como $0-1e$. Las partículas β son idénticas a los electrones, es decir, partículas de carga -1 . Corresponden a partículas 7000 veces más pequeñas que las alfa y viajan a una velocidad cercana a la de la luz, condición que le permite atravesar la malla de núcleos y electrones de algunas clases de materia, en suma, poseen un poder de penetración medio.

Radiaciones Gamma

Son muy distintas de las radiaciones α y β . Es una radiación electromagnética idéntica a la de la luz, pero con un contenido energético muy superior. Estas propiedades hacen de los rayos gamma sutiles "agujas", desprovistos de masa, capaces de atravesar la materia y de realizar amplios recorridos sin encontrar ningún obstáculo.



Observaciones: El poder ionizante de las emisiones radiactivas varía en sentido inverso al poder de penetración. De este modo, las radiaciones α poseen una bajísima capacidad para penetrar en la materia, pero un altísimo poder de ionización. Se ha calculado que su poder ionizante es 100 veces superior al de la radiación β , y estos, 100 veces superior al de la radiación γ .

Elementos radiactivos (*naturales y artificiales*)

Así, como existen diferentes moléculas, combinaciones estables entre átomos, también hay combinaciones de protones y neutrones que son estables, es decir, núcleos estables.

Por ejemplo, si juntamos 2 protones y neutrones, obtenemos un núcleo de helio (${}^4_2\text{He}$), de gran estabilidad. El elemento helio está formado solo por este tipo de isótopo; el cual ha permanecido así por siempre en la naturaleza, desde que se originó.

Si tratamos de incorporar un neutrón más a este núcleo para formar el isótopo ${}^5_2\text{He}$, se rompe en fracciones de segundo, puesto que es un núcleo inestable.

Se ha comprobado que los núcleos estables tienen un número igual o casi igual de protones y neutrones, aunque usualmente son más neutrones que protones y, además, el número total de protones y neutrones es un número par.

Entonces los núcleos inestables experimentarían un proceso de desintegración nuclear con el fin de corregir la relación cuantitativa entre los protones y neutrones.

Aplicando este concepto, llamamos elemento radiactivo al que tiene alguna proporción de átomos con núcleos inestables, es decir, que se van desintegrando en sucesivas etapas, liberando radiaciones, hasta formar núcleos estables.

Todos los átomos de los elementos cuyo número atómico es superior a 83 son radiactivos.

Reacciones nucleares

En las reacciones nucleares, un núcleo inestable, llamado núcleo padre, emite radiaciones en forma espontánea y se convierte en un núcleo más estable de un elemento diferente, llamado núcleo hijo.

Las reacciones nucleares están determinadas por la proporción de protones y neutrones de un núcleo y se deben a la transformación mutua entre las partículas nucleares.

En los núcleos de gran masa, que tienen un Z mayor a 83, la fuerza de repulsión entre los protones enlazados en la región central del átomo, tiende a superar la fuerza que permite que el núcleo se mantenga unido.

Esto hace que sean radiactivos y, para estabilizarse, liberan partículas alfa, es decir, partículas formadas por 2 protones y 2 neutrones, transformándose en núcleos de menor tamaño.

Si un núcleo tiene un exceso de neutrones respecto a los protones, necesita aumentar su cantidad de protones para estabilizarse. Esto lo consigue transformando algunos neutrones en protones, por medio de una liberación de electrones ($0-1e$), es decir, liberando radiación beta negativa.

Para entenderlo, se postula que un neutrón está formado por un protón y un electrón, combinación que lo hace una partícula neutra.

El núcleo con muchos neutrones "fabricará" entonces más protones, transformando sus neutrones en protones, con lo cual alcanzará una relación numérica correcta entre protones y neutrones.

En el caso de los núcleos con exceso de protones, el mecanismo para estabilizar el núcleo consiste en la transformación de protones en neutrones; así, en tanto que la cantidad de protones disminuye, la de los neutrones aumenta proporcionalmente.

Se postula que para que un protón se transforme en un neutrón, se debe desprender de su carga positiva, liberando positrones ($0+1e$); estas partículas tienen la misma masa de los electrones, pero su carga es positiva. Un haz de positrones corresponde a radiaciones beta positivas.

Ecuaciones nucleares

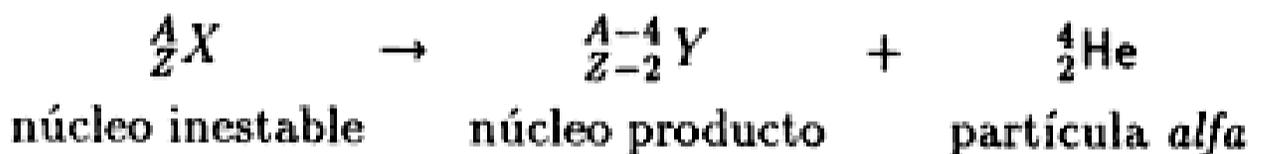
Los procesos radiactivos se representan por medio de ecuaciones nucleares.

Cuando un núcleo se convierte en otro, la masa comprometida en el proceso (la masa de los protones y neutrones) debe ser la misma antes y después de la desintegración.

Por lo tanto, la suma de los superíndices (número másico) y de los subíndices (número atómico) debe ser igual en ambos lados de la ecuación.

• Desintegración alfa (Ley de Soddy)

Si el núcleo del átomo de un elemento radiactivo emite una partícula alfa, se origina otro nuevo elemento cuya masa atómica ha disminuido en 4 unidades y su número atómico disminuye en 2 unidades.

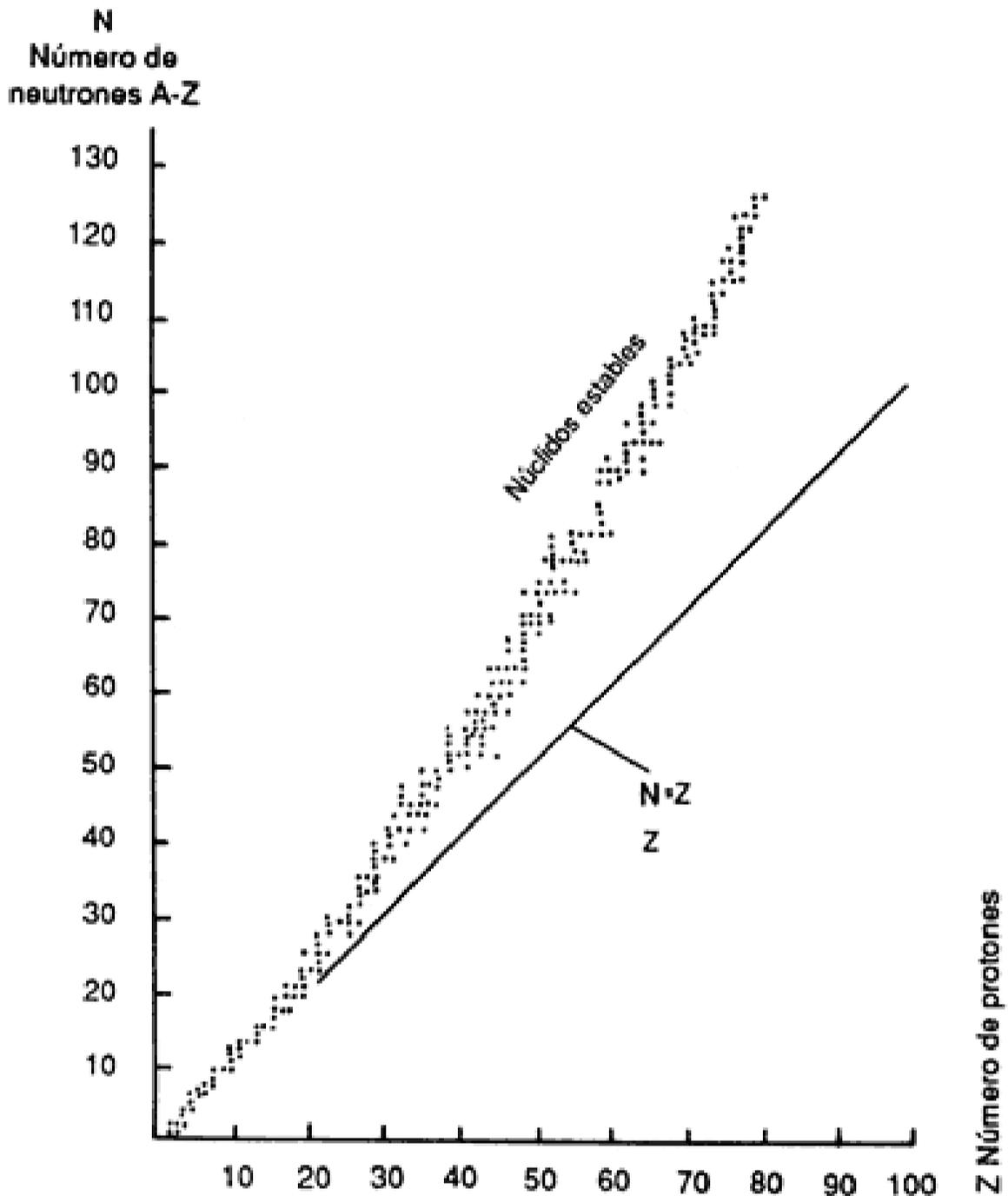


NOTA: Al emitir la partícula alfa el elemento formado se hallará dos lugares a la izquierda del sistema periódico; por haber perdido 2 protones de su núcleo. Un ejemplo peculiar es el decaimiento del uranio-235, que se convierte en torio-231:

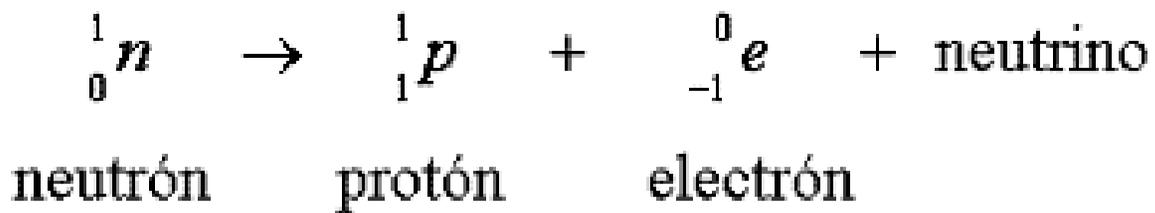


• Desintegración beta (Ley de Fajans)

Los núclidos que se encuentran a la izquierda de la curva de estabilidad, con un exceso de neutrones, se estabilizan mediante la emisión de negatrones, o partículas beta, convirtiendo un neutrón en un protón.



Los negatrones no son sino electrones, despedidos a enormes velocidades fuera de la atracción del núcleo. De esta forma, uno de los neutrones del radionúclido experimenta la siguiente reacción:



Durante este proceso, el radionúclido eleva en una unidad su número atómico (pues cuenta con un protón adicional), y mantiene constante su número de masa.

Dicho de otra manera si el núcleo del átomo de un elemento radiactivo emite una partícula beta, el nuevo elemento originado no experimenta variación en su masa atómica; pero su número atómico aumenta en una unidad.



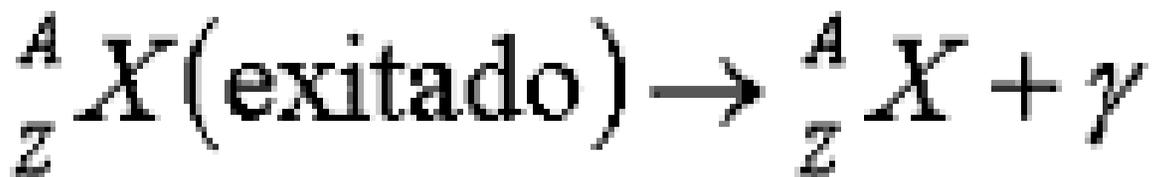
Un ejemplo particular es el torio-231, que se convierte en protactinio-231 por emisión beta:



• *Desintegración gamma (γ)*

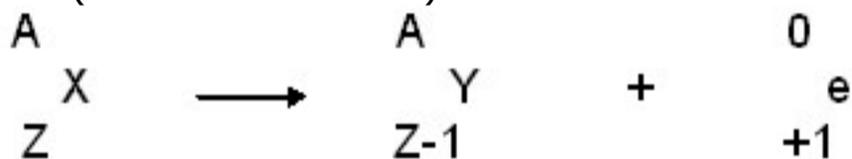
Al igual que los electrones excitados de los átomos, que al volver a estados más estables emiten radiación electromagnética, los núcleos inestables también pueden hacerlo, salvo que en este caso la radiación es mucho más energética y se denomina gamma.

El núclido no cambia su número atómico ni el de neutrones; simplemente reduce su energía.



• **Desintegración de un positrón ($0+1e$)**

Si el núcleo de un átomo emite un positrón, el nuevo elemento originado no experimenta variación en su masa atómica, pero su número atómico disminuye en una unidad. El nuevo elemento se hallará situado hacia la izquierda del sistema periódico (un casillero menos).



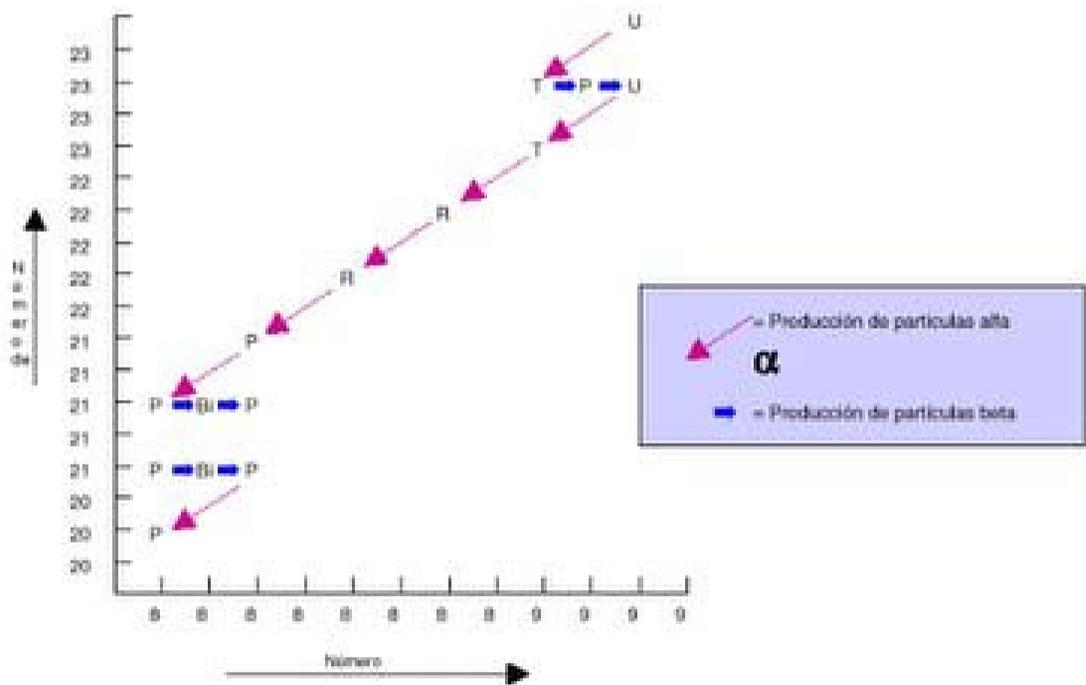
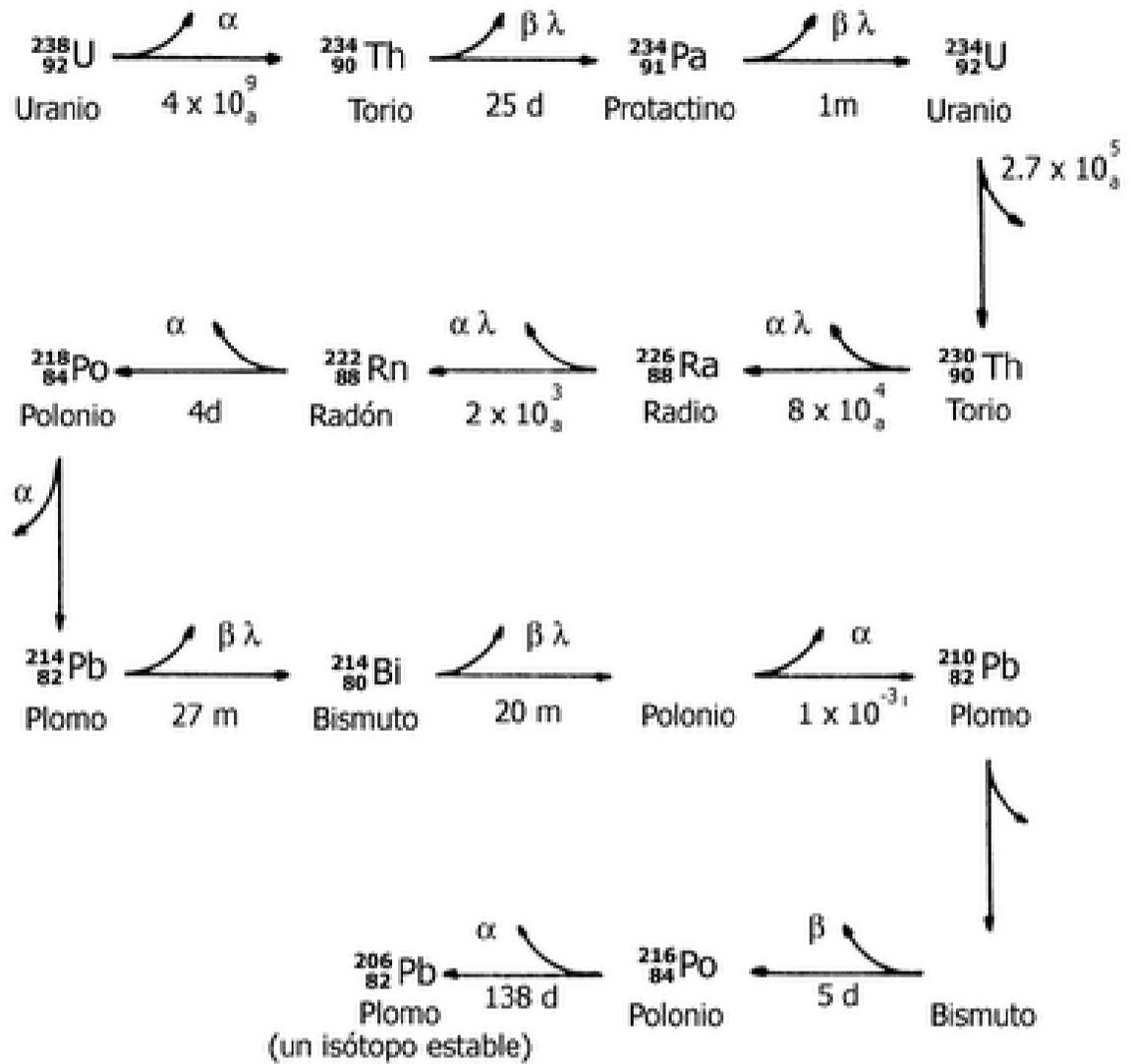
Serie Radiactiva

Alrededor de 80 de los elementos de la tabla periódica son estables, es decir, están formados a lo menos por un isótopo no radiactivo, incapaz de sufrir una desintegración nuclear; algunos ejemplos son el helio-4, carbono-12 y 13, oxígeno-16 y aproximadamente 260 núcleos más.

Los núcleos radiactivos en cambio, pueden sufrir varias desintegraciones en sucesivas etapas, hasta lograr un núcleo estable.

Así una serie de reacciones nucleares se llama serie radiactiva, la cual comienza con el núcleo radiactivo y termina con el núcleo estable.

Es oportuno aclarar que el decaimiento del núcleo radiactivo, además, de emitir radiaciones α y β , éstas van acompañadas frecuentemente por radiaciones γ ; como liberan energía, los procesos de desintegración nuclear son exérgicos o exotérmicos y comprenden una o más desintegraciones sucesivas, las necesarias hasta alcanzar un núcleo estable.



Vida media de los elementos radiactivos

Se ha comprobado que los isótopos de los elementos radiactivos presentan distintos grados de inestabilidad en el tiempo debido a que cada isótopo experimenta una serie radiactiva particular.

El caso de la serie radiactiva del uranio-238 consiste en un total de 14 etapas, es decir, 14 desintegraciones nucleares, hasta alcanzar un núcleo estable.

Para referirse a la velocidad con que ocurren las desintegraciones nucleares utilizamos el concepto de **vida media**.

Llamamos vida media de un elemento al tiempo que necesita la mitad de los átomos de una determinada muestra en sufrir una desintegración nuclear. La vida media del Ra-226 es de 1600 años. El símbolo de vida media es λ .

Tiempo después de iniciado el experimento (en años)	Masa de la muestra de Ra-226 (en gramos)	Número de átomos de Ra-226 que permanece	Fracción que permanece de la muestra original
Comienzo	226	$6 \cdot 10^{23}$	Completa
1600	113	$3 \cdot 10^{23}$	1/2
3200	56.6	$1.5 \cdot 10^{23}$	1/4
4800	28.25	$0.75 \cdot 10^{23}$	1/8

Elemento	Isótopo	Vida media (en años)
Hidrógeno	^3_1H	12
Carbono	$^{14}_6\text{C}$	5730
Radio	$^{226}_{88}\text{Ra}$	1600
Uranio	$^{235}_{92}\text{U}$	$7.1 \cdot 10^8$
Plutonio	$^{239}_{94}\text{Pu}$	$2.4 \cdot 10^4$

Nota: Los valores de vida media de los isótopos radiactivos pueden variar desde fracciones de segundo a miles de trillones de años. El isótopo más inestable conocido es el helio-5, su vida media es tan solo $2 \cdot 10^{-21}$ segundos. En cambio, los isótopos de uranio tienen vidas medias muy largas.

Efectos biológicos de las radiaciones

Los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes en un organismo vivo se deben principalmente a la energía absorbida por las células y los tejidos que la forman.

Esta energía es absorbida por ionización y excitación atómica, produce descomposición química de las moléculas presentes.

A menos de 100 mSv, no se espera ninguna respuesta clínica. Al aumentar la dosis, el organismo va presentando diferentes manifestaciones hasta llegar a la muerte.

La dosis letal media es aquella a la cual cincuenta por ciento de los individuos irradiados mueren, esta es 4 Sv (4000 mSv).

En ocasiones pueden aplicarse grandes dosis de radiación a áreas limitadas (como en la radioterapia), lo que provoca solo un daño local.

Cuando la radiación ionizante incide sobre un organismo vivo, las reacciones a nivel celular son principalmente en las membranas, el citoplasma y el núcleo.

La interacción en las membranas produce alteraciones de permeabilidad, lo que hace que puedan intercambiar fluidos en cantidades mayores de lo normal.

La célula no muere pero sus funciones de multiplicación no se llevan a cabo. En el caso que la interacción sea en el citoplasma, cuya principal sustancia es el agua, al ser ésta ionizada se forman radicales inestables.

Algunos de estos radicales tenderán a unirse para formar moléculas de agua y moléculas de hidrógeno (H), las cuales no son nocivas para el citoplasma.

Otros se combinan para formar peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el cual si produce alteraciones en el funcionamiento de las células.

La situación más crítica se presenta cuando se forma el hidronio (H_3O^+), el cual produce envenenamiento.

Cuando la radiación ionizante llega hasta el núcleo de la célula, puede producir alteraciones de los genes e incluso rompimiento de los cromosomas, provocando que cuando la célula se divida lo haga con características diferentes a la célula original.

Las células pueden sufrir aumento o disminución de volumen, muerte, un estado latente, mutaciones genéticas y cáncer.

Estas propiedades radiactivas se pueden volver benéficas, es el caso de la radioterapia que utiliza altas dosis de radiación para eliminar tejidos malignos en el cuerpo.

Sin embargo, por la naturaleza de la radiactividad, es inevitable afectar otros órganos sanos cercanos.

El daño a las células germinales resultará en daño a la descendencia del individuo.

Se pueden clasificar los efectos biológicos en somáticos y hereditarios.

El daño a los genes de una célula somática puede producir daño a la célula hija, pero sería un efecto somático no hereditario. Un daño genético es efecto de mutación en un cromosoma o un gen, esto lleva a un efecto hereditario solamente cuando el daño afecta a una línea germinal.

El síndrome de la irradiación aguda es el conjunto de síntomas que presentan las personas irradiadas de manera intensa en todo el cuerpo. Consiste en náusea, vómito, anorexia, pérdida de peso, fiebre y hemorragia intestinal.

Los efectos de la radiactividad en partes locales pueden ser eritema o necrosis de la piel, caída del cabello, necrosis de tejidos internos, la esterilidad temporal o permanente, la reproducción anormal de tejidos como el epitelio del tracto gastrointestinal, el funcionamiento anormal de los órganos hematopoyéticos (medula ósea y bazo), o alteraciones funcionales del sistema nervioso y de otros sistemas.

Los efectos generales de las radiaciones sobre el ser humano son los siguientes:

Cantidad	Efecto
0mSv- 250mSv	Ninguna lesión detectable.
0,5Sv (500mSv)	Posibles alteraciones de la sangre, pero ninguna lesión grave. Ningún otro efecto detectable.
1Sv	Náuseas y fatiga con posibles vómitos. Alteraciones sanguíneas marcadas con restablecimiento diferido. Probable acortamiento de la vida. Ninguna incapacitación.

2Sv	Náuseas y vómitos en las primeras veinticuatro horas. A continuación un periodo latente de una semana, caída del cabello, pérdida del apetito, debilidad general y otros síntomas como irritación de garganta y diarrea. Posible fallecimiento al cabo de dos a seis semanas de una pequeña fracción de los individuos irradiados. Restablecimiento probable de no existir complicaciones a causa de poca salud anterior o infecciones. Posible incapacitación.
4Sv	Náuseas y vómitos al cabo de una a dos horas. Tras un periodo latente de una semana, caída del cabello, pérdida del apetito y debilidad general con fiebre. Inflamación grave de boca y garganta en la tercera semana. Síntomas tales como palidez, diarrea, <u>epistaxis</u> y rápida atenuación hacia la cuarta semana. Algunas defunciones a las dos a seis semanas. Mortalidad probable del cincuenta por ciento..
6Sv	Náuseas y vómitos al cabo de una a dos horas. Corto periodo latente a partir de la náusea inicial. Diarrea, vómitos, inflamación de boca y garganta hacia el final de la primera semana. Fiebre y rápida extenuación y fallecimiento incluso en la segunda semana. Fallecimiento probable de todos los individuos irradiados.

Protección radiológica

El ser humano siempre ha estado expuesto a la radiactividad ambiental, proveniente de fuentes naturales.

De media recibimos 2.4 mSv al año (aunque en ciertos lugares del planeta se alcanzan varias decenas de mSv) por estas radiaciones naturales. Una de estas fuentes naturales es la radiación cósmica, que nos llega de fuera del planeta.

La atmósfera sirve de blindaje para la mayor parte de ella, pero de cualquier manera las personas reciben una dosis de 0,3 a 1 mSv al año.

En un viaje trasatlántico de Europa a EE.UU., se reciben de 30 a 45 microSv.¹ La fuente más importante de estas radiaciones es la inhalación de radón, gas natural que se emite por todos los materiales, con valores de dosis efectiva de 0,2 a 10 mSv al año.

También existen fuentes de radiaciones creadas por el hombre, como pueden ser los reactores nucleares y los aparatos para usos médicos e industriales.

Las partículas pueden afectar al hombre de forma externa e interna. Las partículas alfa no pueden afectar de forma interna, ya que solo penetran unas micras de la piel.

Los emisores de partículas beta son más importantes por el poder de penetración en el tejido, unos cuantos milímetros. Los emisores gamma, y los neutrones son las fuentes que pueden afectar de forma interna, debido a su poder de penetración, por lo tanto pueden afectar a cualquier órgano.

La radiación interna se presenta cuando la fuente radiactiva se encuentra dentro del organismo. Esa fuente puede ingresar al cuerpo por ingestión, inhalación, absorción a través de la piel o por contacto con una herida abierta.

La permanencia de la sustancia en el cuerpo queda determinada por los mecanismos naturales de eliminación de los elementos químicos.

Por ejemplo, una sustancia química que se elimina con la orina sólo permanecerá unas cuantas horas, pero una que se fija en los huesos permanecerá durante toda la vida del individuo.

En el manejo de fuentes radiactivas se generan residuos, como algodones, papel de filtro absorbente, etc., que quedan contaminados. Estos desechos radiactivos son concentrados en unos lugares controlados llamados almacenes de material radiactivo.

Los organismos encargados de proteger a las personas de las radiaciones ionizantes han fijado un límite de dosis considerada como asumible, de 100 mSv en un periodo de 5 años y como máximo 50 mSv en un solo año, para los trabajadores profesionalmente expuestos y 1 mSv al año para las personas que no trabajan en la industria que genera radiaciones.

**CONOZCAMOS NUESTRA HISTORIA, SI NO ESTAMOS CONDENADOS
A COMETER LOS MISMOS ERRORES.**

**DIFUNDAMOS LAS OBRAS DE AQUELLOS QUE NOS PRECEDIERON-
UN PAIS SIN EDUCACION ES UN PAIS SIN FUTURO.-**



**"CALIDAD-SERIEDAD-PRECIO"
49 AÑOS JUNTO A LA INDUSTRIA**



NFPA- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION MEMBER

SIEMPRE MAS SERVICIO