

Introducción.

En este trabajo podremos observar que la tabla periódica no es solo eso, sino que consta de sub-partes que nos ayudan a entender las distintas propiedades que posee cada uno de sus elementos.

Podemos encontrar y medir la distancia entre los núcleos en una molécula. Se puede deducir el radio de un cation o un anion. Podemos deducir la habilidad del átomo de cada elemento para atraer los electrones de un enlace químico. Se puede sacar el cambio de energía cuando un átomo acepta un electrón en estado gaseoso. Y la mínima energía que se requiere para quitar un átomo gaseoso en su estado fundamental. Esto se explica más detallado dentro de la carpeta.

También hay una segunda parte en la que podremos apreciar la radiactividad, sus tipos ya sean artificiales, naturales, o con distintas cargas. Podremos apreciar como fue descubierto, que se hizo años atrás para que se pudieran descubrir los distintos elementos radiactivos. Como fueron descubiertos los distintos rayos radiactivos. Para que los ocupa hoy la ciencia y la medicina. Podremos apreciar también la energía nuclear, sus modelos, como se realiza una fisión nuclear y una fusión nuclear, sus diversos usos para distintas cosas.

Y si bien la radiactividad es beneficiosa para la curación de enfermedades en tratamientos, también puede llegar a ser muy peligrosa para las personas, también hay una parte en la que se podrá apreciar como afecta la radiactividad a neutro cuerpo internamente.

Espero Sr. Juan Carlos Caro que este trabajo pueda ser satisfactorio al momento de ser revisado y que pueda responder a las distintas exigencias que usted requiere.

I.- Radio Atómico:

Numerosas propiedades físicas, incluyendo la densidad, el punto de fusión y el punto de ebullición, están relacionadas con el tamaño de los átomos, pero el tamaño atómico es más difícil de definir. En la práctica por lo general se piensa en el tamaño atómico como el volumen que contiene un 90% de la totalidad de la densidad electrónica alrededor del núcleo.

Varias técnicas permiten estimar el tamaño de un átomo. Considere en primer lugar los elementos metálicos. La estructura de los metales es muy variada, pero todos ellos comparten una característica: sus átomos están enlazados uno a otro en la extensa red tridimensional. Así es que el **radio atómico** de un metal es *la mitad de la distancia entre dos núcleos de dos átomos adyacentes (figura 1.a)* Para elementos que existen como moléculas diatómicas simples, el radio atómico es *la mitad de la distancia entre los núcleos de los dos átomos en una molécula específica (figura 1.b)*

La figura dos muestra el radio atómico de muchos elementos de acuerdo con su posición en la tabla periódica y la figura 3 es una gráfica del radio atómico de estos elementos en función de sus números atómicos. Las tendencias periódicas son evidentes. Al estudiar las tendencias conviene tener en mente que los radios atómicos están determinados en gran medida por cuan fuertemente atrae el núcleo a los electrones. A mayor carga nuclear efectiva, los electrones estarán mas fuertemente enlazados al núcleo y menos será el radio atómico. Considérese el segundo período de elementos del Li al F. Al desplazarse de izquierda a derecha, se encuentra que el número de electrones de la carga interna permanece constante, mientras que la carga nuclear aumenta. Los electrones que se agregan para balancear la creciente carga nuclear efectiva aumentan constantemente mientras que el número cuántico principal permanece constante. ($n=2$). Ej.: el electrón externo $2s$ del litio es protegido del núcleo (que tiene 3 protones) por los dos electrones $1s$. Como una aproximación, se puede suponer que el efecto de apantallamiento de los dos electrones $1s$ cancela dos cargas positivas del núcleo. Entonces el electrón $2s$ solo siente la atracción debida a un protón en el núcleo, o la carga

nuclear efectiva el +1. En el berilio cada uno de los electrones $2s$ es apantallado por los electrones internos $1s$, mismos que cancelan dos de las cuatro cargas positivas del núcleo. Como los electrones $1s$ no se apantallan entre sí de modo tan eficaz, el resultado neto es que la carga nuclear efectiva de cada electrón $2s$ es mayor de +1. Así. A medida que aumenta la carga nuclear efectiva, el radio atómico disminuye constantemente del litio al flúor.

A medida que se desciende en un grupo— por ej., el grupo $1A$ — se encuentra que el radio atómico aumenta según aumenta el número atómico. Para los metales alcalinos la carga nuclear efectiva sobre el electrón más externo permanece constante (+1) pero n crece. Como el tamaño de los orbitales aumenta con el incremento del número cuántico principal n , el tamaño de los átomos metálicos aumenta del Li al Cs. El mismo razonamiento se puede aplicar a los elementos de los otros grupos.

II. – Radio Iónico:

El **Radio iónico** es el radio de un catión o de un anión. El radio iónico afecta las propiedades físicas y químicas de un compuesto iónico. Por ej., la estructura tridimensional de un compuesto iónico depende del tamaño relativo de sus cationes y aniones.

Cuando un átomo neutro se convierte en un ion, se espera un cambio en el tamaño. Si el átomo forma un anión, su tamaño (o radio) aumenta, dado que la carga nuclear permanece constante pero la repulsión resultante de la adición de electrón(es) extiende el dominio de la nube electrónica. Por otro lado, un catión es más pequeño que su átomo neutro, dado que quitar uno o más electrones reduce la repulsión electrón–electrón y se contrae la nube electrónica. La figura 4 muestra los cambios de tamaño cuando los metales alcalinos se convierten en cationes, y los halógenos en aniones; la figura 5 muestra los cambios de tamaño cuando un átomo de litio reacciona con un átomo de flúor para formar una unidad de LiF .

La figura 6 muestra los radios iónicos de iones derivados de los elementos más familiares, acomodados de acuerdo con su posición en la tabla periódica. Se observa que en algunas regiones existen tendencias paralelas entre el radio atómico y el radio iónico. Por ej., de la parte superior a la parte inferior de la tabla periódica, ambos, el radio atómico y el radio iónico, aumentan. Para iones derivados de elementos de diferentes grupos, la comparación solo tiene significado si los iones son más grandes que los cationes. Por ej., el Na^+ es menor que F^- . Ambos iones tienen el mismo número de electrones, pero el Na ($Z=11$) tiene más protones que el F ($Z=9$). La mayor carga nuclear efectiva del Na^+ produce menor radio.

Al considerar los cationes isoelectrónicos, se observa que los radios de *iones tripositivos* (esto es, iones que tengan tres cargas positivas), que a su vez son más pequeños que los *iones unipositivos* (esto es, iones con una carga positiva). Esta tendencia se aprecia en forma adecuada con los tamaños de tres iones isoelectrónicos del tercer período: Al^{3+} , Mg^{2+} y Na^+ (ver figura 5). El ion Al^{3+} tiene el mismo número de electrones que el Mg^{2+} , pero tiene un protón de más, lo cual provoca que la nube electrónica del Al^{3+} sea atraída hacia el núcleo más fuertemente que en el caso del ion Mg^{2+} . El radio menor del Mg^{2+} es comparado con el Sodio Na^+ tiene una explicación similar. Al revisar los aniones isoelectrónicos, se encuentra que el radio aumenta de los iones uninegativos (esto es, con carga 1^-) a los de carga dinegativa (2^-), y así sucesivamente. Así el ion óxido es mayor que el ion fluoruro, porque el oxígeno tiene menos protones que el fluoruro; la nube electrónica se expande con una mayor extensión en el O^{2-} .

III. – Electronegatividad:

La electronegatividad nos permite distinguir entre elementos covalentes e iónicos.

Un enlace covalente, es el compartimiento de un par de electrones entre dos átomos. En una molécula como el H_2 donde los átomos son idénticos, se espera que los electrones sean igualmente compartidos; esto es, los electrones pasan la misma cantidad de tiempo en la vecindad de cada átomo. La situación es diferente para la

molécula de HF. A pesar de que los átomos de H y F también están unidos por un enlace covalente, el compartimiento del par de electrones pasan *más* tiempo en la vecindad de un átomo que del otro. En tal caso, el enlace covalente se denomina *enlace covalente polar*, o simplemente un *enlace polar*.

La evidencia experimental indica que en la molécula de HF los electrones pasan más tiempo cerca del átomo de F, se puede pensar en este compartimiento desigual de electrones como una transferencia parcial de electrones (o más comúnmente descrita como un desplazamiento de la densidad electrónica) del átomo de H hacia el átomo de Flúor. Se puede representar la desviación de la densidad electrónica colocando una flecha sobre la estructura de Lewis del HF:

Esta comparación no-equitativa del par de electrones de enlace se manifiesta en una densidad electrónica relativamente mayor cerca del átomo de Flúor y correspondientemente una densidad electrónica menor cerca del átomo de Hidrogeno. La distribución de carga se puede representar por:

$\delta -$

donde (δ) denota la separación parcial de la carga del electrón. La unión HF es un enlace polar. Un enlace polar se puede considerar como un intermedio entre un *enlace covalente* (no polar), donde el compartimiento de electrones es exactamente igual, y un enlace iónico, donde la transferencia de electrón(es) es completa.

Una propiedad que ayuda a distinguir el enlace covalente puro del polar es la **electronegatividad** de los elementos, es decir, *la habilidad de un átomo para atraer hacia sí los electrones de un enlace químico*. Como es de esperarse, la electronegatividad de un elemento esta relacionada con una afinidad y su energía de ionización (que veremos mas adelante). En tal forma que un átomo como el Flúor, el cual tiene tanto valores altos de afinidad electrónica (tiende a retener electrones fácilmente) como de energía de ionización (no pierde electrones fácilmente) tiene electronegatividad alta. En contraste al Sodio, que tiene valores bajos de afinidad electrónica y energía de ionización, tiene electronegatividad baja.

Linus Pauling desarrollo el método para calcular las electronegatividades *relativas* de la mayoría de los elementos. Estos valores se muestran en la figura 7. Esta tabla es importante por que muestra tendencias y relaciones entre los valores de electronegatividad de diferentes elementos. La figura 8 muestra las tendencias periódicas de la electronegatividad. En general, la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha a lo largo de un periodo en la tabla periodica coincidiendo con la disminución del carácter metálico de los elementos. En cada grupo, la electronegatividad disminuye al aumentar el numero atómico, indicando un aumento en el carácter metálico (figura 8). Nótese que los metales de transición no siguen estas tendencias. Los elementos más electronegativos (los halógenos, oxígeno, nitrógeno y azufre) están ubicados en el ángulo superior derecho de la tabla periódica, y los menos electronegativos (los metales alcalinos y alcalinoterreos) se encuentran en el ángulo inferior izquierdo.

Los átomos de elementos con diferencias de electronegatividad grandes tienen a formar enlaces iónicos unos con otros, dado que los elementos menos electronegativos donan su(s) electrón(es) al átomo del elemento de mayor electronegatividad. Los átomos de elementos con electronegatividades similares tienden a formar entre sí enlaces covalentes o covalentes polares, dado que solo ocurre un desplazamiento ligero de la densidad electrónica. Estas tendencias y características son las que se esperan con base en el conocimiento de las afinidades electrónicas y energías de ionización de los elementos.

Los conceptos de electronegatividad y afinidad electrónica están relacionados pero con diferentes. Ambas propiedades expresan la tendencia de un átomo a atraer electrones.

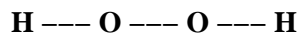
Sin embargo, la afinidad electrónica se refiere a la atracción de un átomo aislado sobre un electrón adicional; mientras que la electronegatividad es la manifestación de la atracción de un átomo por los electrones compartidos en un enlace químico (con otro átomo). Sin embargo, la afinidad electrónica es una cantidad

experimental medible, mientras que la electronegatividad es un numero relativo y no se puede medir.

A pesar de que no hay distinción tajante entre un enlace covalente polar y un enlace ionico, la siguiente regla es útil para distinguir entre ambos. Un enlace ionico se forma cuando la diferencia de electronegatividad entre dos átomos del enlace es 2.0 o mayor. Esta regla se aplica a la mayoría pero no a todos los compuestos ionicos. En algunas ocasiones los químicos usan el concepto de *porcentaje de carácter iónico* para describir la naturaleza de un enlace. Un enlace ionico puro tiene 100% de carácter ionico, mientras que un enlace covalente puro tiene 0% de carácter ionico.

****electronegatividad y número de oxidación:***

En esencia, el numero de oxidación se refiere al numero de cargas que tendría un átomo en una molécula si los electrones fueran transferidos completamente en la dirección indicada por la diferencia de electronegatividades. Considérese la molécula de NH₃ en la cual el átomo de N forma tres enlaces sencillos con los átomos de H. Como el N es más electronegativo que el H, la densidad electrónica se desplazara del H al N. Si la transferencia fuera completa, cada H donaría un electrón al N, el cual tendría una carga total de -3, mientras que cada H tendría una carga de +1. Así, se asigna un numero de oxidación de -3 al N y un numero de oxidación de +1 al H en NH₃. El oxígeno por lo general tiene un numero de oxidación de -2 en sus compuestos, excepto en el peróxido de hidrogeno (H₂O₂), cuya estructura de Lewis es:



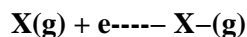
Un enlace entre átomos idénticos no contribuye al numero de oxidación de los mismos porque el par de electrones de ese enlace esta *igualmente* compartido. Como el H tiene un numero de oxidación de +1, cada átomo de O tiene un numero de oxidación de -1. Esta discusión también explica por qué el Flúor siempre tiene un numero de oxidación de -1. Es un elemento conocido más electronegativo y siempre forma un enlace sencillo en sus compuestos. Por lo tanto, siempre llevara una carga de -1, suponiendo una transferencia completa del electrón.

IV.- Electroafinidad:

(Afinidad electrónica)

Otra de las propiedades de los átomos que influye en su comportamiento químico es su habilidad para aceptar uno o más electrones. Esta habilidad se mide por la ***Afinidad electrónica o Electroafinidad***, la cual es *el cambio de energía cuando un átomo acepta un electrón en estado gaseoso*.

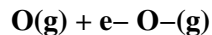
Su ecuación es:



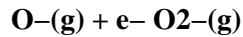
donde X es un átomo de un elemento. De acuerdo con la convención usada en termodinámica, se asigna un valor a la afinidad electrónica cuando se libera energía. Entre mas negativa sea la afinidad electrónica, mayor será la tendencia del átomo a aceptar un electrón. La tabla (figura 9) muestra los valores de afinidad electrónica de algunos elementos representativos y de los gases nobles, y la figura 10 es una gráfica de los valores de los primeros 20 elementos contra el numero atómico. La tendencia a aceptar electrones aumenta globalmente (esto es, los valores de afinidad electrónica se hacen más negativos) al moverse de izquierda a derecha a lo largo de un periodo. Las afinidades electrónicas de los metales son por lo general mas positivas (o menos negativas) que la de los no metales. Los valores defieren poco de un poco en un grupo dado. Los halógenos tienen valores de afinidad electrónica más negativos. Esto no sorprende si se observa que al aceptar un electrón, cada átomo de halógeno adquiere la configuración del gas noble que le sigue de inmediato. Por ej., la configuración electrónica del F⁻ es 1s²2s²2p⁶ o [Ne]; para Cl⁻ es [Ne]3s²3p⁶ o [Ar]; y así

sucesivamente. Los gases nobles, que tienen los subniveles externos *s* y *p* completos, no tienen tendencia a aceptar electrones.

La afinidad electrónica del oxígeno tiene un valor negativo, lo cual significa que el proceso



es favorable. Por otro lado, la afinidad electrónica del ion O^- ,



es positiva (780 kJ/mol) aun cuando el ion O^{2-} es isoelectrónico del gas noble Ne. Este proceso es desfavorable en *fase gaseosa*, porque el aumento en la repulsión electron-electron supera la estabilidad ganada al adquirir la configuración del gas noble. Sin embargo, nótese que los iones O^{2-} son comunes en los compuestos iónicos (por ej., Li₂O y MgO); en los sólidos, estos iones son estabilizados por los cationes vecinos.

Otra definición de electronegatividad, más simple, sería el decir:

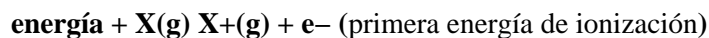
Es la energía desprendida por un ion gaseoso que recibe un electrón y pasa a átomos gaseosos, es igual el valor al potencial de ionización y disminuye al aumentar el número atómico de los miembros de una familia.

Sería el cambio de energía asociado con el proceso con el cual un electrón se agrega a un átomo gaseoso en estado fundamental.

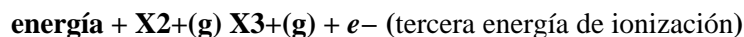
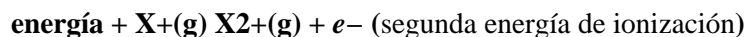
V.- Energía de ionización:

(Para átomos polieletrónicos)

para un átomo polieletrónico, la cantidad de energía requerida para quitar el primer electrón del átomo en su estado fundamental es,



y se llama *primera energía de ionización*. En la ecuación, X representa un átomo de cualquier elemento, *e* es un electrón y *g* es el estado gaseoso del elemento. A diferencia de un átomo que se encuentre en fase condensada (líquido y sólido), un átomo en fase gaseosa está virtualmente sin influencia de sus vecinos. La *segunda energía de ionización* y la *tercera energía de ionización* se muestran en las ecuaciones siguientes:



el patrón continúa para la eliminación de los electrones subsecuentes.

Después de que un electrón se ha quitado de un átomo neutro, la repulsión entre los electrones remanentes disminuye. Dado que la carga nuclear permanece constante. Así, las energías de ionización siempre aumentan en el siguiente orden:

La primera energía de ionización es menor que la segunda energía, así, la segunda energía de ionización es menor que la tercera energía de ionización, y así sucesivamente.

La tabla (figura 10) muestra las energías de ionización de los primeros 20 elementos. Por convención, la energía absorbida por átomos (o iones) en el proceso de ionización tiene un valor positivo. Así que las energías de ionización son todas cantidades positivas. La figura 11 muestra la variación de la primera energía de ionización con el número atómico. La gráfica exhibe en forma clara la periodicidad en la estabilidad del electrón atado con menos fuerza al núcleo. Nótese que, salvo algunas pequeñas irregularidades las energías de ionización de los elementos de un periodo aumentan al incrementarse el número atómico. Se puede explicar esta tendencia refiriéndose al incremento de la carga nuclear efectiva de izquierda a derecha. Una mayor carga efectiva implica un electrón externo más fuertemente enlazado, y por lo tanto una primera energía de ionización mayor. Una característica notable en esta figura son los máximos que corresponden a los gases nobles. Esto es congruente con el hecho de que la mayoría de los gases nobles son químicamente inertes en virtud de sus elevadas energías de ionización. De hecho, el Helio tiene la primera energía de ionización más elevada entre todos los elementos.

Los elementos del grupo de metales alcalinos en la parte inferior de la gráfica de la figura 10 tienen las menores energías de ionización. Cada uno de estos metales tiene un electrón de valencia, el cual está apuntalado de manera eficaz por los niveles internos completamente llenos. En consecuencia es energéticamente fácil quitar un electrón de un átomo de un metal alcalino para formar un ion unipositivo. En forma significativa, las configuraciones electrónicas de estos iones son isoelectrónicas de los gases nobles inmediatamente precedentes en la tabla periódica.

Del análisis anterior podemos concluir que los metales tienen relativamente bajos valores de energía de ionización, mientras que los no metales poseen mucho mayores valores de energía de ionización. La diferencia en las energías de ionización explica por qué los metales siempre forman cationes y los no metales forman aniones en los compuestos iónicos. En un grupo dado, la energía de ionización disminuye al aumentar el número atómico. Los elementos de un mismo grupo tienen configuraciones electrónicas externas similares. Sin embargo, a medida que aumenta el número cuántico principal n , aumenta de igual manera la distancia promedio de los electrones de valencia con respecto al núcleo. Una mayor separación entre el electrón y el núcleo significa una atracción más débil, de tal manera que se hace más fácil quitar los electrones al ir de un elemento a otro hacia abajo del grupo. Así mismo, el carácter metálico de los elementos en un grupo aumenta de arriba hacia abajo. Esta tendencia es más notable para los elementos del grupo 3A y 7A (por ej., de Be al B y del Mg al Al). Todos los elementos del grupo 3A tienen un solo electrón en el subnivel externo, el cual está bien apantallado por los electrones internos y por los electrones ns^2 . En consecuencia, se necesita *menos* energía para quitar un electrón p que para quitar un electrón apareado s del mismo nivel energético principal. Esto explica las energías de ionización *menores* del grupo 3A comparadas con las de los elementos del grupo 2A del mismo periodo. La segunda irregularidad ocurre entre los grupos 5A y 6A (por ej., de N a O y de P a S). En los elementos del grupo 5A (ns^2, np^3), los electrones p están en tres orbitales separados de acuerdo con la regla de Hund. En el grupo 6A (ns^2, np^4) el electrón adicional debe aparearse con uno de los tres electrones p . La proximidad entre los tres electrones en el mismo orbital provoca una gran repulsión electrostática, lo cual facilita la ionización de un átomo de un elemento del grupo 6A, aun cuando la carga nuclear aumenta en una unidad. Por lo cual las energías de ionización de los elementos del grupo 6A son *menores* que las del grupo 5A del mismo periodo.

La importancia de la energía de ionización radica en la íntima relación entre la configuración electrónica (una propiedad microscópica). Las propiedades químicas de cualquier átomo están relacionadas con la configuración de los electrones de valencia del átomo y la estabilidad de estos electrones de refleja directamente en las energías de ionización de los átomos.

Entonces podríamos decir que la *energía de ionización* es la mínima energía requerida para quitar un electrón de un átomo gaseoso en su estado fundamental. La magnitud de la energía de ionización es una medida de esfuerzo necesario para que un átomo libere un electrón, o de cuán fuertemente está enlazado un electrón al núcleo en el átomo. A mayor energía de ionización, es más difícil quitar un electrón.

Las energías de ionización se mide en Kilojoule por mol (kJ/mol), esto es, la cantidad de energía en kilojoules que se necesita para quitar un mol de electrones de un mol de átomos gaseosos (o iones).

La radiactividad fue descubierta por el científico francés **Antoine Henri Becquerel** en el año 1896. El descubrimiento tuvo su lugar de una forma casi ocasional: Becquerel realizaba investigaciones sobre la fluorescencia del sulfato doble de uranio y potasio. Observó que las sales de uranio podían ennegrecer una placa fotográfica aunque estuvieran separadas de la misma por una lamina de vidrio o un papel negro. También comprobó que los rayos que producían tal oscurecimiento podían descargar un electroscopio, lo que indicaba que estos rayos poseían carga eléctrica. Esta propiedad del uranio recibió el nombre de *radiactividad*.

El descubrimiento dio lugar a un gran número de investigaciones sobre el tema. Quizás las más importantes fueron realizadas por el matrimonio de **Pierre y Marie Curie**, ellos al proseguir los estudios encontraron fuentes de radiación natural bastante más poderosas que el uranio y que la radiactividad es un fenómeno asociado a los átomos e independientes a su estado físico o químico, sino que su propiedad se encontraba en el interior del átomo mismo. También llegaron a la conclusión de que la peblenda, un mineral de uranio, tenía que contener otros elementos radiactivos ya que presentaba una radiactividad más intensa que las sales de uranio empleados por Becquerel. El matrimonio llevó a cabo una serie de tratamientos químicos de la peblenda que condujeron al descubrimiento de dos nuevos elementos radiactivos el *Polonio* y el *Radio*. Marie Curie también descubrió que el torio es radiactivo. En 1898, el químico francés **André Louis Debierne** descubrió otro elemento radiactivo, el *Actinio*. Ese mismo año los físicos británicos **Ernest Rutherford y Frederyck Soddy** descubrieron el gas radiactivo *Radón*, observado en asociación con el Torio, el Actinio y el Radio.

Pronto se reconoció que la radiactividad era una fuente de energía más potente que ninguna de las conocidas. Los Curie midieron el calor asociado con la desintegración del Radio y establecieron que 1 gramo de radio desprende aproximadamente uno 420 julios (100 calorías) de energía cada hora. Este efecto de calentamiento continua hora tras hora y año tras año, mientras que la combustión completa de un gramo de carbón produce un total de 34.000 julios (unas 8.000 calorías) de energía.

Hoy sabemos que la radiactividad es una reacción nuclear de descomposición espontánea, es decir, un nucleido inestable se descompone en otro más estable que él, a la vez que emite una radiación. El nucleido hijo (el resultante de la desintegración) puede no ser estable, y entonces se desintegra un tercero, el cual puede continuar el proceso, hasta que finalmente llega a un nucleido estable. Se dice que los sucesivos nucleidos de un conjunto de desintegraciones forman una serie radiactiva o familia radiactiva.

Digamos por último, que son radiactivos todos los isótopos de los elementos con un número atómico igual o mayor a 84 (el polonio es el primero de ellos), y que hoy se obtienen en el laboratorio isótopos radiactivos de elementos cuyos isótopos naturales son estables; es la llamada radiactividad artificial. El descubrimiento de la radiactividad artificial la llevó a cabo en el año 1934 el matrimonio francés **Frederick Joliot e Irene Curie**, hija de los esposos Curie.

La naturaleza de la radiación emitida y el fenómeno de la radiactividad fueron estudiados en Inglaterra por Ernest Rutherford, principalmente, y por Frederyck Soddy. Como resultado se supo que la radiación emitida podía ser de tres tipos: *Alfa*, *Beta* y *Gamma*, y que al final del proceso el átomo radiactivo original se había transformado en un átomo de naturaleza distinta. También se dice que el átomo radiactivo ha experimentado una desintegración.

Rutherford descubrió que las emisiones radiactivas contienen al menos dos componentes: partículas alfa, que solo penetran unas milésimas de centímetro en el aluminio, y partículas beta, que son casi 100 veces más penetrantes. En experimentos posteriores se sometieron las emisiones radiactivas a campos eléctricos y magnéticos, y estas pruebas pusieron de manifiesto la presencia de un tercer componente, los rayos gamma,

que resultaron ser mucho más penetrantes que las partículas beta. En un campo eléctrico la trayectoria de las partículas beta se desvía mucho hacia el polo negativo; los rayos gamma no son desviados en absoluto. Esto indica que las partículas beta tienen carga negativa, las partículas alfa tienen carga positiva (se desvían más porque son más pesadas que las partículas beta) y los rayos gamma son eléctricamente neutros.

El descubrimiento de la desintegración del Radio produce Radón demostró de forma fehaciente que la desintegración radiactiva está acompañada de un cambio en la naturaleza química del elemento que se desintegra. Los experimentos sobre la desviación de partículas alfa en un campo eléctrico demostraron que la relación entre la carga eléctrica y la masa de dichas partículas es aproximadamente la mitad que la del ion hidrógeno. Los físicos supusieron que las partículas podían ser iones de helio con carga doble (átomos de helio a los que les faltaban dos electrones). El ion helio tiene una masa cuatro veces mayor que la del hidrógeno. Esta suposición fue demostrada por Rutherford cuando hizo que una sustancia que emitía partículas alfa se desintegrara cerca de un recipiente de vidrio y quedaban atrapadas en el recipiente; al cabo de unos días pudo demostrarse la presencia de helio elemental utilizando un espectroscopio. Más tarde se demostró que las partículas beta eran electrones, mientras que los rayos gamma eran radiaciones electromagnéticas de la misma naturaleza que los rayos X pero con una energía considerablemente mayor.

Dada la anterior descripción de los distintos rayos entonces podríamos concluir que:

- La **Radiación alfa** está formada por núcleos del isótopo 4 de helio, es decir, está constituida por una radiación corpuscular, en la que cada corpúsculo está formado por dos protones y dos neutrones. Ello significa que tiene una masa atómica de 4 unidades y una carga eléctrica de 2 unidades positivas. Estos protones y neutrones formaban antes parte del núcleo que se ha desintegrado. Estas radiaciones son absorbidas fácilmente por todos los cuerpos, basta para ello unos centímetros de aire o algunas centésimas de milímetro de agua.
- La **Radiación beta** está constituida por electrones, lo que significa que es también de naturaleza corpuscular, en la que cada corpúsculo tiene una masa atómica de $1/1800$ aproximadamente, y una carga de 1 unidad negativa.
- La **Radiación gamma** es de naturaleza electromagnética, semejante a la luz ordinaria, pero con mucho menos longitud de onda. Es, por lo tanto, de naturaleza ondulatoria, carente de masa en reposo y de carga. Esta radiación tampoco existía en el núcleo, sino que es una energía que se emite como una consecuencia de un reajuste energético del núcleo.
- Posteriormente, se descubrió la radiación *beta positiva*, semejante a la radiación beta pero con carga positiva, a la que se le llamó **Positrón**, pues está formada por positrones procedentes de transformación de un protón en un neutrón.

Las personas están expuestas continuamente a radiaciones ionizantes. De éstas radiaciones unas proceden de la propia naturaleza, sin que el hombre haya intervenido en su producción; otras están originadas por acciones ocasionadas por el hombre.

Las primeras constituyen el fondo radiactivo natural. Podemos distinguir tres causas de este fondo natural radiactivo:

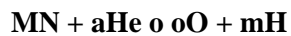
- 1.– Las radiaciones ionizantes procedentes del espacio exterior (radiación cósmica) están originadas por los procesos nucleares que tienen lugar fuera de la tierra. Puesto que la atmósfera absorbe parcialmente las radiaciones, el fondo natural debido a esta causa varía con la altitud de tal modo que es menor el nivel del mar que en lo alto de una montaña.
- 2.– Las radiaciones emitidas por las sustancias radiactivas presentes en la corteza terrestre. Este componente

del fondo radiactivo varía notablemente entre unos y otros puntos de la tierra, ya que no es uniforme la distribución de los elementos químicos. Por ej., el fondo radiactivo terrestre de la sierra de Guadamarra, cuyas rocas graníticas poseen una radiactividad relativamente alta, es mucho mayor que el correspondiente en las zonas de la naturaleza calcárea.

3.– Las radiaciones de isótopos radiactivos contenidos en el propio organismo humanos, principalmente isótopos de carbono y del potasio. A de ella hay que unir la radiación producida por el Radón que inhalamos al respirar, el cual procede de la desintegración del radio y el torio.

En otro caso encontramos las *Radiaciones artificiales* ésta se produce cuando:

- Todos los isótopos naturales situados por encima del bismuto, el talio, el vanadio, el indio, el neodimio, el gadolinio, el hafnio, el platino, el plomo, el renio, el lutecio, el rubidio, el potasio, el hidrógeno, el carbono, el lantano y el samario. En 1919, Rutherford provocó la primera reacción nuclear inducida artificialmente al bombardear gas nitrógeno corriente (nitrógeno 14) con partículas alfa; comprobó que los núcleos de nitrógeno capturaban estas partículas y emitían protones muy rápidamente, con lo que formaban un isótopo estable del oxígeno, el oxígeno 17. Esta reacción puede escribirse en notación simbólica como:



donde, por convenio, se escriben los números atómicos de los núcleos implicados como subíndices y a la izquierda de sus símbolos químicos, y números mágicos como superíndices. En la reacción anterior, la partícula alfa se expresa como un núcleo de helio, y el protón como un núcleo de hidrógeno.

Hasta 1933 no se demostró que estas reacciones nucleares podían llevar en ocasiones a la formación de nuevos núcleos radiactivos.

El estudio de las reacciones nucleares y la búsqueda de nuevos isótopos radiactivos artificiales, sobre todo entre los elementos más pesados, llevó al descubrimiento de la fisión nuclear (que trataremos más adelante) y el posterior desarrollo de la bomba atómica. También se descubrieron varios elementos nuevos que no existen en la naturaleza. El desarrollo de reactores nucleares hizo posible la producción a gran escala de isótopos radiactivos de casi todos los elementos de la tabla periódica, y la disponibilidad de estos isótopos supone la ayuda incalculable para la investigación química y biomédica. Entre los isótopos radiactivos producidos artificialmente tiene gran importancia el carbono 14, con un periodo de semidesintegración de 5.730 ± 40 años. La disponibilidad de esta sustancia ha permitido investigar con mayor profundidad los numerosos aspectos de procesos vitales, como la fotosíntesis.

En el análisis de activación de neutrones se coloca una muestra de una sustancia en un reactor nuclear para hacerla radiactiva. Detectando los tipos de radiactividad asociados con los radioisótopos correspondientes es posible encontrar impurezas que no pueden ser detectadas por otros medios. Otras aplicaciones de isótopos radiactivos se dan en la terapia médica, la radiografía industrial, y ciertos dispositivos específicos como fuentes de luz fosforescente, eliminadores estáticos, calibradores de espesor o pilar nucleares.

Otras de las causas artificiales de la radiación se deben a la exposición a diversas fuentes de origen no natural, como son las exploraciones radiológicas con fines médicos, las esferas luminosas de relojes, la televisión a colores, los viajes en avión (en este caso se debe a la mayor dosis de radiación cósmica que se recibe durante el vuelo a gran altura), el poso radiactivo procedentes de las explosiones nucleares en la atmósfera que tuvieron lugar en el pasado, las emisiones de las centrales térmicas de carbón, cuyos humos contienen isótopos radiactivos; y las instalaciones nucleares.

Las exploraciones radiológicas son una de las mayores fuentes de radiaciones artificiales, que en los países

desarrollados dan lugar unas dosis sobre la población semejantes a la radiación cósmica. Las centrales nucleares producen una dosis prácticamente nula sobre el público en general y una dosis muy pequeña y controlada sobre las personas de la central.

Para estudiar las acciones de la radiación sobre un objeto sometido a ella se ha definido la magnitud *dosis absorbida*, que se define como la energía que transfiere la radiación a la unidad de masa del material irradiado. La unidad de dosis absorbida en el Sistema Internacional es de un *gray*, cuyo símbolo es Gy. Se define como la dosis de radiación que transfiere una energía de 1 julio a 1 kilogramos de material irradiado.

En el estudio sobre los efectos biológicos de las radiaciones se observa que tales efectos no dependen sólo de la dosis absorbida sino del tipo de radiación empleado, es decir, una dosis iguales de radiaciones diferentes producen unos efectos distintos. Para tener en cuenta esto se define como una nueva magnitud, la *dosis equivalente*, que es el producto de la dosis absorbida por un factor de ponderación para cada tipo de radiación, con el objeto de homogeneizar las distintas clases de radiaciones.

II.- Vida Media:

Puesto que la radiactividad es un fenómeno nuclear, el proceso no es alterado por un cambio a en la condición que lo muestra. Un nucleido radiactivo dado emitirá al mismo tipo de radiación a la misma velocidad haciendo caso omiso al compuesto del cual forma parte, de su temperamento de la presión aplicada, o de la presencia de campos electrostáticos, magnéticos o gravitacionales.

Todos los átomos radiactivos en una muestra dada no se desintegran simultáneamente. La ruptura natural de un núcleo dado un evento estadístico, cuando esta presente en grandes cantidades de núcleos, la velocidad de radiactividad sigue una ley de velocidad de primer orden. En consecuencia, la velocidad de emisión de las radiaciones en cualquier tiempo es proporcional al número de átomos radiactivos presentes puesto que este número está disminuyendo continuamente el proceso se conoce como un decaimiento radiactivo.

La vida media es una propiedad útil para la identificación de varias especies nucleídicas, porque cada nucleido radiactivo tiene una vida media característica.

Se ha dicho que el núcleo está fuertemente unido y que es difícil de separar de él un nucleón, debido a la energía de ligadura. La fuerza responsable de esta energía de enlace tan grandes se denomina **Fuerza o energía nuclear**. La determinación de las características de dicha fuerza es uno de los problemas fundamentales de la física nuclear.

En la física se conocen cuatro tipos de energías o fuerzas: la *gravitatoria*, la *electromagnética*, la *nuclear débil* y la *nuclear fuerte*.

La fuerza de atracción entre neutrones y protones sería debida el intercambio de meson:

Mientras que las fuerzas entre protón y neutrón sería el resultado de intercambios.

* Los mesones son nucleones que pueden ser positivos, negativos o neutros.

Hay dos tipos de modelos nucleares: el *modelo de la gota líquida* y *modelo de las capas concéntricas*.

Modelos de la gota líquida:

Se considera el núcleo formado por nucleones mezclados al azar como moléculas del agua en una gota. Este modelo fue propuesto por Bohr en el año 1936 y su fundamento parece estar en la densidad casi uniforme de todos los núcleos de los elementos, que es del orden de 10 gr/cm.

Modelos de las capas concéntricas:

Fue ideado en el año 1950 por Mayer y considera que los nucleones están situados en capas dentro del núcleo, del mismo modo que en el modelo de Bohr los electrones están colocados en la corteza del átomo, con la diferencia que ahora no hay ningún objeto físico que haga núcleo atómico. Este modelo se explica con los denominados **números mágicos**: número de rareza, de paridad, de encanto, etc. La idea principal es que cuando un núcleo tiene un número de protones o neutrones igual a 2, 8, 20, 50, 82 o 126, presentan gran estabilidad; se dice entonces que las capas están completas como se hacía con los niveles de electrones de un átomo.

Reacciones nucleares:

Las reacciones nucleares artificiales tienen lugar cuando los núcleos, venciendo la repulsión electrostática, queda muy cerca del otro, produciéndose un reagrupamiento de los nucleones. Normalmente se bombardea un núcleo con un proyectil ligero, un deuterón o partícula alfa, ya que para vencer la repulsión electrostática entre núcleos pesados se necesitaría una gran energía cinética. Los neutrones son especialmente atractivos como proyectiles, pues al no tener carga no están sujetos a la repulsión electrostática.

En las reacciones nucleares como son choques aislados, es decir, sin ninguna fuerza exterior, deberá conservarse la cantidad de movimiento total del sistema. Deberá conservarse también la carga, así como se deberá conservar el número de nucleolos.

Pero hay que resaltar que en las reacciones nucleares no se conserva la masa, es decir, que la suma de las masas de los átomos reaccionantes no coincide con la de los productos resultantes.

Hay dos tipos de reacciones en las que se libera energía de ligadura: en la fisión nuclear, que consiste en dividir núcleos pesados en núcleos de masa media. Se puede afirmar que **cuando la energía de ligadura total de los productos es mayor que la de los reactivos, se libera energía.**

1.- Fisión nuclear:

Es una reacción nuclear que tiene lugar por la rotura de un núcleo pesado al ser bombardeado por neutrones de cierta velocidad. A raíz de esta división en núcleo se separa en dos fragmentos acompañado de una emisión de radiación, liberación de 2 o 3 nuevos neutrones y de una gran cantidad de energía que se transforma finalmente en calor.

En el año 1939 los alemanes Hahn y Stassman bombardearon uranio con neutrones obteniendo dos átomos casi iguales, neutrones y rayos . Los dos átomos obtenidos pueden pertenecer a unos 20 isótopos distintos pero comprendidos entre los números atómicos 34 y 58. Una posible reacción sería:

En cada fisión se producen 2 o 3 neutrones de gran energía cinética (neutrones rápidos), y si alguno de ellos alcanza otro núcleo de uranio repite la fisión; continuando el proceso se producirá una *reacción en cadena*. Cuando un neutrón alcanza un núcleo de uranio debe tener la energía cinética apropiada por lo que debe ser frenado por un moderador (grafito, agua pesada) para convertirlo en un *neutrón lento*, denominado **neutrón térmico**.

Una central nuclear está constituida básicamente por el núcleo de la central, donde se produce la reacción nuclear. En núcleo está integrado por:

–**Combustible**: normalmente U no es fisionable, pero captura neutrones para evitar la reacción en cadena, enriquecido con U que sí es fácilmente fisionable.

–**Moderador:** normalmente grafito o agua pesada, que reduce la velocidad de los neutros para que sean capaces de producir nuevas fisiones.

–**Elementos de control:** tiene por objetivo absorber neutrones.

–**Circuito primario de refrigeración:** circuito por el que circula agua y extrae energía del interior del núcleo al exterior a una temperatura de 250°C.

2.– **Fusión nuclear:**

Esto ocurre cuando dos núcleo atómicos muy livianos se unen, formando un núcleo atómico más pesado con mayor estabilidad. Estas reacciones liberan energías tan elevadas que en la actualidad se estudian formas adecuadas para mantener la estabilidad y confinamiento de las reacciones.

La energía necesaria para lograr la unión de los núcleos se puede obtener utilizando energía térmica o bien utilizando aceleradores de partículas. Ambos métodos buscan que la velocidad de las partículas aumente para así vencer las fuerzas de repulsión electrostáticas generadas al momento de la colisión necesaria para la fusión.

Para obtener núcleos de átomos aislados, es decir, separados de su envoltura de electrones, se utilizan gases sobrecalentados que constituyen el denominado *plasma físico*. Este proceso es propio del sol y de las estrellas, pues tratan de gigantescas estructuras de mezclas de gases calientes atrapados por las fuerzas de gravedad estelar.

El confinamiento de las partículas se logra utilizando un *confinamiento magnético* o bien un *confinamiento inercial*. El confinamiento magnético aprovecha el hecho que el plasma está compuesto por partículas (núcleos) con carga eléctrica. Se sabe que si una de estas partículas interactúa con un campo magnético su trayectoria y velocidad cambian, quedando atrapadas por dicho campo. El confinamiento inercial permite comprimir el plasma hasta obtener densidades de 200 a 1000 veces mayor que la de los sólidos y líquidos. Cuando se logra la compresión deseada se eleva la temperatura del elemento, lo que facilita aun más el proceso de fusión.

Aplicaciones de la energía nuclear y radiación.

La energía nuclear se puede utilizar de distintas maneras:

a.– como radiación directa para esterilizar alimentos, tratar tumores, etc.

b.– enviando radiaciones sobre un blanco y analizando las radiaciones reflejas, para el estudio de materiales, estructura de compuestos, etc.

c.– aprovechando un núcleo radiactivo tiene las mismas propiedades fisicoquímicas que uno que no lo sea, pero mediante sistemas de detección apropiados es posible seguir la traza en diversos procesos.

d.– mediante la magnitud semivida se puede determinar la edad de los fósiles o materiales.

Las radiaciones pueden tener unos efectos beneficiosos en las personas:

Las radiaciones X y gamma se usan con efectos curativos en el tratamiento de tumores en la técnica denominada **radioterapia**; también en medicina se emplean las radiaciones X o los isótopos radiactivos con fines diagnósticos, en las especialidades de radiología y medicina nuclear.

Pueden citarse otros ejemplos de la utilización biológica de las radiaciones que no están relacionados con la salud de las personas peor sí con su bienestar; como es el caso de la inducción de mutaciones genéticas en cereales para mejorar el rendimiento de las cosechas o la calidad de las proteínas contenidas en el grano.

El mal uso de las radiaciones puede ser peligroso para los seres vivos, por lo que en toda actividad en la que pueda producirse una irradiación a partir de una fuente de radiación o de una contaminación radiactiva, es necesario asegurarse que las personas otros seres vivos que se desea proteger no reciben dosis que pueda originarles riesgos radiactivos. De esto se ocupa la protección radiológica, que se define como el conjunto de normativas, métodos y acciones que se toman para evitar dichos riesgos y daños. La protección radiológica se ocupa también de establecer los límites de emisiones radiactivas al medio ambiente y la medida de la radiactividad en éste.

Comentario personal

Podría decir que ahora la tabla periódica contiene unos elementos o sub-partes que a simple vista no podríamos ver, dado que se requiere el saber utilizar los elementos, el saber sus cargas, los cambios que tiene al recibir o perder electrones, ahora se puede saber que los cambios de los elementos en estado físico varían si son realizados en un estado gaseoso.

Si bien ahora puedo decir que se me complicó la tabla periódica, también puedo decir que he aprendido un poco más acerca de los elementos de ella y que cada uno tiene una reacción distinta dependiendo del lugar en que se ubique en la tabla.

Además he podido aprender un poco más acerca de las radiaciones, sin mentir yo no sabía que había una partícula beta positiva la cual se le llama Positrón, pude aprender un poco más como se hicieron los descubrimientos de la radiación y cual fue el proceso que siguió el descubridor, como a lo largo del tiempo distintos personajes han descubierto distintos tipos de radiaciones y que artificialmente pueden realizarlas, los efectos que produce en el organismo, los beneficios que trae a la ciencia y a la medicina, como así también en la agricultura y en los distintos usos que se le han dado. Solo es de esperar que esto pueda ser para usos beneficiosos y no para usos destructivos, como lo fue la bomba atómica.

Pude saber un poco más como se realiza una fusión y una fisión nuclear, como va el átomo reaccionando internamente y a lo que llega.

Si bien sabía algo sobre la radiactividad, no tenía el conocimiento de que la tabla periódica fuese más compleja ni de cómo funciona la energía nuclear, pienso que este tipo de trabajos nos ayuda mucho a quienes estamos dispuestos a aprender algo más y reafirmar lo poco que podemos saber.