

Unidad 2

2. Elementos Químicos y su Clasificación:

La clasificación de los elementos químicos es fundamental en la química moderna, ya que nos proporciona un marco ordenado y sistemático para comprender las propiedades y comportamientos de los diferentes elementos. La tabla periódica es la herramienta principal para esta clasificación, y su estructura refleja las tendencias y regularidades en las propiedades de los elementos.

2.1. Características de la Clasificación Periódica Moderna de los Elementos:

La clasificación periódica moderna de los elementos se basa en la estructura electrónica de los átomos y en las tendencias en sus propiedades físicas y químicas. La tabla periódica organiza los elementos en filas horizontales llamadas períodos y columnas verticales llamadas grupos o familias.

2.1.1. Tabla Periódica Larga y Tabla Cuántica:

La tabla periódica larga es una extensión de la tabla periódica tradicional que incluye todos los elementos conocidos, organizados en orden creciente de número atómico. Cada elemento se representa por su símbolo químico y se coloca en una posición específica según sus propiedades.

La tabla cuántica es una representación más avanzada de la tabla periódica que tiene en cuenta la estructura electrónica de los átomos. En esta tabla, los elementos están ordenados de acuerdo con su configuración electrónica y su distribución en subniveles de energía (s, p, d, f). Esto permite una comprensión más profunda de las tendencias periódicas en las propiedades de los elementos.

2.2. Propiedades Atómicas y su Variación Periódica:

Las propiedades atómicas de los elementos muestran regularidades periódicas a lo largo de la tabla periódica. Estas tendencias proporcionan información valiosa sobre la estructura electrónica de los átomos y su influencia en el comportamiento químico de los elementos.

2.2.1. Carga Nuclear Efectiva:

La carga nuclear efectiva (Z_{eff}) es una medida de la fuerza neta experimentada por los electrones de valencia en un átomo. Se define como la carga positiva del núcleo del átomo menos la carga de apantallamiento de los electrones internos.

$$Z_{\text{eff}} = Z - S$$

Donde:

Z es el número atómico, que representa la carga positiva del núcleo.

S es la carga de apantallamiento, que representa el efecto de los electrones internos en la repulsión de los electrones de valencia.

La carga de apantallamiento aumenta con el número de electrones internos y disminuye la atracción entre los electrones de valencia y el núcleo. Por lo tanto, cuanto mayor sea la carga nuclear efectiva, más fuerte será la atracción de los electrones de valencia hacia el núcleo y más pequeño será el tamaño del átomo.

Ejemplo de Ejercicio:

Dado el átomo de oxígeno (O), que tiene 8 electrones y su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^4$, calcula la carga nuclear efectiva experimentada por los electrones de valencia.

Solución:

Para el oxígeno, $Z = 8$ (número atómico) y S es la suma de las cargas de apantallamiento de los electrones internos. Para el orbital $2s$ hay dos electrones internos ($1s^2$) y para el orbital $2p$ hay seis electrones internos ($1s^2 2s^2$). Entonces, $S = 2 + 6 = 8$.

$$Z_{\text{eff}} = Z - S = 8 - 8 = 0$$

Por lo tanto, la carga nuclear efectiva experimentada por los electrones de valencia en el átomo de oxígeno es cero. Esto indica que los electrones de valencia no experimentan una atracción neta hacia el núcleo, lo que contribuye a las propiedades químicas del oxígeno.

2.2.2. Radio Atómico, Radio Covalente, Radio Iónico:

Radio Atómico: El radio atómico es la mitad de la distancia entre los núcleos de átomos adyacentes en una molécula de un elemento químico. Puede determinarse experimentalmente mediante técnicas de difracción de rayos X o calculándose teóricamente a partir de modelos atómicos. El radio atómico tiende a aumentar hacia abajo en un grupo y a disminuir de izquierda a derecha en un período en la tabla periódica.

Radio Covalente: El radio covalente es la mitad de la distancia entre los núcleos de dos átomos unidos por un enlace covalente en una molécula. Puede determinarse experimentalmente mediante técnicas como la espectroscopia de infrarrojos o calculándose a partir de la longitud del enlace en la molécula. El radio covalente refleja la tendencia general del radio atómico en la tabla periódica.

Radio Iónico: El radio iónico es el tamaño de un ion en un compuesto iónico. Los cationes tienden a tener un radio iónico más pequeño que sus átomos correspondientes debido a la pérdida de electrones, mientras que los aniones tienden a tener un radio iónico más grande debido a la adición de electrones. El radio iónico puede determinarse experimentalmente mediante técnicas de difracción de rayos X de cristales iónicos.

Ejemplo de Ejercicio: Calcula el radio atómico del oxígeno (O) sabiendo que su radio covalente en la molécula de oxígeno (O₂) es de aproximadamente 73 picómetros (pm).

Solución: El radio atómico del oxígeno es aproximadamente el doble de su radio covalente en la molécula de oxígeno (O₂). Por lo tanto, el radio atómico del oxígeno es de aproximadamente $2 \times 73 \text{ pm} = 146 \text{ pm}$.

2.2.3. Energía de Ionización:

La energía de ionización es la energía necesaria para quitar un electrón de un átomo en estado gaseoso en su estado fundamental. La primera energía de ionización es la energía requerida para eliminar el primer electrón, la segunda energía de ionización es la energía requerida para eliminar el segundo electrón, y así sucesivamente. La energía de ionización aumenta de izquierda a derecha en un período y disminuye hacia abajo en un grupo en la tabla periódica.

Ejemplo de Ejercicio: Calcula la energía de ionización del sodio (Na), sabiendo que su primera energía de ionización es de 495.8 kJ/mol.

Solución: La energía de ionización del sodio es de 495.8 kJ/mol.

2.2.4. Afinidad Electrónica:

La afinidad electrónica es la energía liberada cuando un átomo neutro en estado gaseoso gana un electrón para convertirse en un ion negativo. La afinidad electrónica puede ser positiva o negativa, dependiendo de si se libera o se absorbe energía durante el proceso. La afinidad electrónica tiende a aumentar de izquierda a derecha en un período y a disminuir hacia abajo en un grupo en la tabla periódica.

Ejemplo de Ejercicio: Calcula la afinidad electrónica del cloro (Cl), sabiendo que su afinidad electrónica es de -349 kJ/mol.

Solución: La afinidad electrónica del cloro es de -349 kJ/mol.

2.2.5. Número de Oxidación:

El número de oxidación es la carga eléctrica asignada a un átomo en un compuesto, que refleja la pérdida o ganancia de electrones. Puede ser positivo, negativo o cero, dependiendo de la pérdida o ganancia de electrones. El número de oxidación se utiliza para balancear ecuaciones químicas y determinar el estado de oxidación de los elementos en un compuesto.

Ejemplo de Ejercicio: Determina el número de oxidación del oxígeno en el compuesto H_2O .

Solución: En el agua (H_2O), cada átomo de hidrógeno tiene un número de oxidación de +1 y la suma total de los números de oxidación debe ser igual a cero para una molécula neutra. Dado que hay dos átomos de hidrógeno con un total de +2, el átomo de oxígeno debe tener un número de oxidación de -2 para que la suma total sea cero.

Ejemplos:

H_2O (Agua): En la molécula de agua (H_2O), sabemos que el hidrógeno (H) tiene un número de oxidación de +1, ya que es más comúnmente positivo en compuestos. Dado que hay dos átomos de hidrógeno, su contribución total es +2. El oxígeno (O) tiene un número de oxidación de -2, ya que tiende a ser negativo en compuestos. Por lo tanto, el número de oxidación del oxígeno en el agua es -2.

NaCl (Cloruro de Sodio): En el cloruro de sodio (NaCl), sabemos que el sodio (Na) tiene un número de oxidación de +1, ya que es un metal alcalino. El cloro (Cl) tiene un número de oxidación de -1, ya que es un halógeno y generalmente tiene un número de oxidación de -1 en compuestos binarios.

H_2SO_4 (Ácido Sulfúrico): En el ácido sulfúrico (H_2SO_4), primero determinamos que el hidrógeno (H) tiene un número de oxidación de +1 como en el agua. El oxígeno (O) tiene un número de oxidación de -2 como en el agua. Ahora, podemos usar la regla de que la suma de los números de oxidación de todos los átomos en una molécula es igual a cero. Dado que hay cuatro átomos de oxígeno, su contribución total es -8. Entonces, el azufre (S) debe tener un número de oxidación para compensar el -8 de los átomos de oxígeno. Calculamos que el número de oxidación del azufre es +6.

2.2.6. Electronegatividad:

La electronegatividad es la medida de la capacidad de un átomo para atraer electrones hacia sí mismo en un enlace químico. Cuanto mayor sea la electronegatividad de un átomo, más fuerte será su capacidad para atraer electrones. La electronegatividad aumenta de izquierda a derecha en un período y disminuye hacia abajo en un grupo en la tabla periódica.

Ejemplo de Ejercicio: Determina qué átomo es más electronegativo entre el carbono (C) y el oxígeno (O).

Solución: El oxígeno (O) es más electronegativo que el carbono (C) porque está más a la derecha en la tabla periódica y tiene una electronegatividad más alta.

2.3 Aplicación: Impacto Económico o Ambiental de Algunos Elementos

Los elementos químicos son componentes fundamentales de la materia y tienen una influencia significativa en la economía y el medio ambiente debido a sus diversas aplicaciones en la industria, la tecnología y la vida cotidiana. Analicemos detalladamente el impacto económico y ambiental de algunos elementos clave:

1. Hierro (Fe):

Impacto Económico: El hierro es uno de los elementos más utilizados en la industria metalúrgica para la fabricación de acero, que se emplea en la construcción, la fabricación de maquinaria, el transporte y numerosos productos manufacturados. La extracción y producción de hierro y acero son vitales para la economía global, ya que generan empleo y contribuyen al crecimiento industrial.

Impacto Ambiental: La minería de hierro puede causar deforestación, contaminación del agua y pérdida de biodiversidad. Además, el proceso de producción de acero a menudo implica la emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, lo que contribuye al cambio climático y la contaminación del aire.

2. Cobre (Cu):

Impacto Económico: El cobre es un metal ampliamente utilizado en la electrónica, la construcción, la plomería y la industria automotriz. Es esencial para la transmisión de electricidad y la fabricación de cables y alambres conductores. La industria del cobre genera empleo y contribuye significativamente a la economía mundial.

Impacto Ambiental: La extracción de cobre puede resultar en la degradación del suelo, la contaminación del agua y la generación de desechos tóxicos, como el drenaje ácido de minas. Además, la producción de cobre puede requerir grandes cantidades de energía y agua, lo que aumenta su huella ambiental.

3. Litio (Li):

Impacto Económico: El litio es un elemento crucial en la fabricación de baterías recargables de ion-litio, que alimentan una variedad de dispositivos electrónicos y vehículos eléctricos. El crecimiento de la industria de vehículos eléctricos ha impulsado la demanda de litio y ha creado oportunidades económicas en regiones ricas en recursos de litio.

Impacto Ambiental: La extracción de litio puede tener impactos ambientales significativos, como la degradación de hábitats naturales, la escasez de agua y la contaminación del suelo y el agua debido al uso de productos químicos en el proceso de extracción y refinación.

4. Petróleo (C:H):

Impacto Económico: El petróleo es una de las principales fuentes de energía del mundo y es fundamental para el funcionamiento de la economía global. La industria del petróleo y el gas genera ingresos masivos y emplea a millones de personas en todo el mundo.

Impacto Ambiental: La extracción, transporte y combustión de petróleo pueden tener efectos devastadores en el medio ambiente, incluida la contaminación del aire, el agua y el suelo,

derrames de petróleo, deforestación y contribuciones significativas a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático.

2.3.1. Abundancia de los Elementos en la Naturaleza:

La abundancia de los elementos en la naturaleza varía significativamente y está influenciada por varios factores, como la formación del universo, los procesos geológicos y la interacción entre los elementos en la Tierra. Aquí hay algunos datos relevantes sobre la abundancia de elementos:

Elementos Más Abundantes: Los elementos más abundantes en la corteza terrestre son oxígeno, silicio, aluminio y hierro. El oxígeno es el elemento más abundante, representando aproximadamente el 46% en masa de la corteza terrestre.

Abundancia Relativa: La abundancia relativa de los elementos en la corteza terrestre está determinada en gran medida por su historia geológica y procesos de formación. Los elementos más pesados, como el oro y el platino, son menos abundantes en la corteza terrestre en comparación con elementos más livianos como el oxígeno y el silicio.

Abundancia en el Universo: La abundancia de elementos en el universo está influenciada por la nucleosíntesis estelar y los procesos de fusión nuclear en las estrellas. Los elementos más ligeros, como el hidrógeno y el helio, son los más abundantes en el universo, mientras que los elementos más pesados se producen en supernovas y otros eventos cósmicos.

Abundancia en el Cuerpo Humano: Los elementos más comunes en el cuerpo humano son oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio y fósforo. Estos elementos forman las moléculas y compuestos básicos que componen los tejidos y fluidos corporales.

2.3.2. Elementos de Importancia Económica:

Algunos elementos tienen una importancia económica significativa debido a su amplio uso en la industria, la tecnología y el comercio. Aquí hay algunos ejemplos de elementos de importancia económica y sus aplicaciones:

Hierro (Fe): Se utiliza en la fabricación de acero, que se emplea en la construcción, la fabricación de maquinaria, el transporte y numerosos productos manufacturados.

Cobre (Cu): Es esencial para la transmisión de electricidad y se utiliza en la fabricación de cables y alambres conductores, equipos electrónicos, plomería y monedas.

Aluminio (Al): Es ligero, resistente a la corrosión y fácilmente moldeable, lo que lo hace ideal para aplicaciones en la construcción, la industria aeroespacial, el transporte y envases.

Petróleo (C:H): Es una fuente de energía primaria y se utiliza para la producción de combustibles, productos petroquímicos, lubricantes y plásticos.

2.3.3. Elementos Contaminantes:

Algunos elementos pueden ser contaminantes y representar riesgos para la salud humana y el medio ambiente cuando se liberan en el aire, el agua o el suelo en concentraciones significativas. Aquí hay algunos ejemplos de elementos contaminantes y sus fuentes comunes de liberación:

Plomo (Pb): Se encuentra en la pintura vieja, el combustible para vehículos, las tuberías de plomo y las baterías, y puede causar daños neurológicos y retraso en el desarrollo en los niños.

Mercurio (Hg): Se libera principalmente a través de la quema de carbón y la minería de oro, y puede acumularse en los peces, causando efectos adversos en el sistema nervioso y el desarrollo fetal.

Arsénico (As): Se encuentra en el agua subterránea contaminada por la minería y la agricultura, y la exposición a largo plazo puede aumentar el riesgo de cáncer de piel, pulmón y vejiga.

Cadmio (Cd): Se libera a través de la minería, la metalurgia y la fabricación de baterías, y puede causar daño renal y aumentar el riesgo de cáncer.