

UNIDAD I

Conceptos básicos. Herramientas para comprender la Química

LC 1.1 Química y otras ciencias

Además de ser una ciencia por derecho propio, la química sirve a otras ciencias y a la industria. Los principios químicos contribuyen al estudio de la física, biología, agricultura, ingeniería, medicina, investigación espacial, oceanografía y muchas otras ciencias. La química y la física son ciencias que se superponen, porque ambas se basan en las propiedades y el comportamiento de la materia. Los procesos biológicos son de naturaleza química. El metabolismo del alimento para dar energía a los organismos vivos es un proceso químico. El conocimiento de la estructura molecular de proteínas, hormonas, enzimas y ácidos nucleicos ayuda a los biólogos en sus investigaciones sobre la composición, desarrollo y reproducción de las células vivientes.

La química desempeña un papel importante en el combate de la creciente carestía de alimentos en el mundo. La producción agrícola ha aumentado con el uso de fertilizantes químicos, pesticidas y variedades mejoradas de semilla. Los refrigerantes hacen posible la industria de alimentos congelados, que preserva grandes cantidades de productos alimenticios que de otro modo se echarían a perder. La química también produce nutrientes sintéticos, pero queda mucho por hacer a medida que la población mundial aumenta en relación con el campo disponible para el cultivo. Las necesidades en aumento de energía han traído consigo problemas ambientales difíciles en forma de contaminación de aire y agua. Los químicos y demás científicos trabajan diligentemente para aliviar esos problemas.

Los avances en la medicina y la quimioterapia, a través del desarrollo de drogas nuevas, han contribuido a la prolongación de la vida y al alivio del sufrimiento humano. Más de 90% de los medicamentos que se usan hoy en Estados Unidos se han desarrollado comercialmente durante los últimos 50 años. Las industrias de plásticos y polímeros, desconocidas hace 60 años, han revolucionado las industrias del empaque y los textiles, y producen materiales de construcción durables y útiles. Energía derivada de los procesos químicos se emplea para calefacción, alumbrado y transporte. Virtualmente toda industria depende de productos químicos -por ejemplo, las industrias del petróleo, acero, farmacéutica, electrónica, del transporte, de cosméticos, espacial, del vestido, de la aviación y de la televisión. (Se podría prolongar esta lista).

Hein M., Química, Grupo Editorial Iberoamericana pág. 7, 1992.

LC 1.2 El Método Científico

La química, como ciencia del conocimiento, se ocupa de nociones y conceptos relacionados con el comportamiento de la materia. Aunque esos conceptos son abstractos, su aplicación tiene un impacto concreto sobre la cultura humana. Tal impacto se debe a la tecnología moderna, que puede decirse comenzó hace 200 años y que desde entonces ha crecido a ritmo acelerado.

Una diferencia importante entre la ciencia y la tecnología es que la ciencia representa un cuerpo abstracto de conocimientos, y la tecnología constituye la aplicación física de esos conocimientos en el mundo en que vivimos.

¿Por qué han florecido la ciencia de la química y su tecnología relacionada en los últimos dos siglos? ¿Es porque nos hacemos más inteligentes? No, no hay absolutamente razón alguna para creer que el nivel de la inteligencia humana sea hoy mayor que el que se tenía en la Edad Media. Al empleo del método científico se le acredita generalmente como el factor único más importante en el sorprendente desarrollo de la química y la tecnología. Aunque se carece de un acuerdo completo acerca del significado exacto de "emplear el método científico", la forma general es la siguiente:

1. Reunir hechos o datos relevantes para el problema o asunto que se esté tratando, lo cual generalmente se lleva a cabo mediante experimentación planeada.
2. Analizar los datos para encontrar tendencias (regularidades) que pertenezcan al problema. Formular una hipótesis que explique los datos que se han acumulado y que pueda probarse mediante experimentación posterior.
3. Planear y llevar a cabo experimentos adicionales para probar la hipótesis. Estos experimentos se extienden más allá del alcance que se cubre en el paso 1.
4. Modificar la hipótesis si es necesario para que sea compatible con todos los datos experimentales pertinentes.

A veces surgen confusiones respecto a los significados exactos de las palabras hipótesis, teoría y ley. Una hipótesis es una explicación tentativa de ciertos hechos que da una base para experimentación ulterior. Una hipótesis firme, o bien establecida, se llama a veces teoría. Así, una teoría es una explicación de los principios generales de ciertos fenómenos con hechos abundantes que la soportan o sustentan. Las hipótesis y las teorías explican los fenómenos naturales, mientras que las leyes científicas son afirmaciones sencillas de fenómenos naturales a las que no se les conoce excepción alguna bajo las condiciones dadas.

Aunque los cuatro pasos listados en el párrafo anterior son una descripción general del procedimiento que se sigue en mucho del trabajo científico, no son una receta para hacer química o cualquier otra ciencia. Pero la química es una ciencia experimental, y gran parte

de su progreso se debe a la aplicación del método científico a través de investigación sistemática. A veces se realiza un gran descubrimiento por accidente, pero la mayoría de los logros científicos se alcanzan con experimentos bien planeados.

Muchas son las teorías y leyes que se estudian en la química. Facilitan su estudio o el de cualquier ciencia, porque resumen los aspectos particulares de la ciencia. El estudiante notará que algunas de las teorías enunciadas por los grandes científicos del pasado se han alterado y modificado apreciablemente desde entonces. Esos cambios no quieren decir que los descubrimientos del pasado hayan sido menos significativos que los actuales. La modificación de las teorías existentes a la vista de nueva evidencia experimental es esencial para el crecimiento y evolución del conocimiento científico.

Hein M., Química, Grupo Editorial Iberoamericana, pág. 8, 1992

L.C 1.3 Principales Fuentes Energéticas en México

Aquí en México, las principales fuentes energéticas son: el petróleo, que proporciona hidrocarburos; la energía eléctrica, suministrada a través de enormes complejos hidroeléctricos y en un futuro se aprovechará la energía solar y la nuclear, así como la biomasa.

México cuenta con días soleados la mayor parte del año, actualmente se han desarrollado varios prototipos de equipos que utilizan esta energía, por lo que en un futuro cercano se podrá aprovechar más y mejor.

Tenemos yacimientos importantes de minerales de uranio, con cuya energía atómica o nuclear sería posible suministrar calor y electricidad. Actualmente se hacen planes y se estudian proyectos para desarrollar esta aplicación en nuestro país.

Por biomasa debemos entender que se trata de toda materia orgánica que existe en la naturaleza (árboles, arbustos, algas marinas, desechos agrícolas, animales, estiércol, etc.) que sean susceptibles de transformarse en energía por medio de una fermentación anaerobia o en ausencia de aire y en un recipiente cerrado llamado digestor. Con la biomasa pueden generarse combustibles sólidos, gaseosos y líquidos para producir vapor, electricidad y gases. Actualmente se desarrollan en México varios prototipos aplicando estos principios.

El uso de la energía debe ser debidamente canalizado y aprovechado, porque muchos materiales que ahora nos proporcionan energía, no son renovables, es decir, no se pueden producir de una manera artificial.

Con el consumo excesivo y el paso del tiempo, estos materiales se agotarán y si no se buscan y aplican otras fuentes alternas de energía, la humanidad podría verse paralizada y se retrocedería a tiempos muy antiguos, cuando no había productos elaborados, combustibles, etcétera.

Ocampo G. A. y otros, Fundamentos de química I. Publicaciones Culturales, pág. 12, 1993.

UNIDAD II

Estructura Atómica. Atomo: Ladrillo del mundo

LC 2.1 Efectos Biológicos de la Radiación

La radiación que tiene la suficiente energía para dislocar los electrones enlazados y crear iones al pasar a través de la materia se llama radiación ionizante. Los rayos alfa, beta y gamma, al igual que los rayos X, quedan en esta clasificación. La radiación ionizante puede destruir o dañar las células vivas. Este daño es especialmente devastador cuando se presenta en los núcleos de las células y afecta a las moléculas implicadas en la reproducción celular. Los efectos generales de la radiación sobre los organismos vivos caen en las siguientes categorías: (1) agudos, o a corto plazo; (2) a largo plazo, y (3) genéticos.

Daños agudos por radiación.

Los altos niveles de radiación, especialmente de rayos gamma o rayos X, producen náusea, vómito y diarrea. El efecto se ha comparado a una quemadura por exposición del cuerpo al Sol. Si la dosis es lo suficientemente alta, sobrevendrá la muerte en cuestión de días. Los efectos letales de la radiación parecen estar centrados en los núcleos de las células, y las células más susceptibles a los daños son las que se dividen rápidamente. Es por esta razón que con frecuencia se tratan los cánceres con radiación gamma de una fuente de ^{60}Co . Las células cancerosas se multiplican rápidamente y son destruidas con un nivel de radiación que no daña seriamente las células normales.

Daños a largo plazo por radiación.

La exposición prolongada a cualquier forma de radiación ionizante puede debilitar el organismo y conducir a la aparición de tumores malignos, aún después de haber pasado mucho tiempo. La mayor exposición a fuentes artificiales de radiación es por los rayos X. Los hechos sugieren que varios de los primeros hombres que trabajaron sobre la radiactividad y la tecnología de rayos X pueden haber acortado sus vidas por daños a largo plazo por radiación.

Varias mujeres que habían sido empleadas en los primeros años de la década de 1920, para pintar números luminosos (radiactivos) en carátulas de relojes, murieron algunos años después debido a los efectos de la radiación. Estas mujeres habían ingerido radio al usar sus labios para afilar los pinceles que usaban en su trabajo. El radio se retuvo en sus organismos, como emisor alfa con una semivida de unos 1620 años, continuó infligiendo daños por radiación.

Los isótopos del estroncio 90 se encuentran en la lluvia radiactiva que se produce al probar armas nucleares en la atmósfera. El estroncio está en el mismo grupo de la tabla periódica que el calcio, y su comportamiento químico es semejante al del calcio. Por lo tanto, cuando se ingieren alimentos contaminados con Sr 90, los iones de éste se depositan en el tejido óseo al igual que los iones ordinarios de calcio. Estroncio 90 es emisor beta con semivida de 28 años. Los glóbulos de la sangre que se produce en la médula ósea quedan afectados por la radiación del Sr 90. Por lo tanto, hay preocupación acerca de la acumulación de Sr 90 en el ambiente, que puede causar un aumento en la incidencia de leucemia y cánceres óseos. Afortunadamente, Estados Unidos y la Unión Soviética han acordado detener las pruebas atmosféricas de las armas nucleares, ya desde hace varios años. Sin embargo, algunos países siguen haciendo este tipo de ensayos.

Efectos Genéticos.

Toda la información necesaria para crear un individuo de una especie determinada, sea una célula bacteriana o un ser humano, está contenida en el núcleo de una célula. Esta información genética se haya codificada en la estructura de las moléculas de ADN (ácido desoxirribonucleico), las cuales constituyen los genes. Las moléculas de ADN forman duplicados exactos de sí mismas al dividirse la célula, pasando así la información genética de una generación a la siguiente. La radiación puede dañar a las moléculas de ADN. Si el daño no es lo suficientemente severo para evitar que se pueda reproducir el individuo, el resultado puede ser una mutación (una variación heredable al descendiente). La mayor parte de las características inducidas por mutación son indeseables. Desafortunadamente, si el portador de los genes alterados sobrevive y se reproduce, estas características pasan a las generaciones posteriores. En otras palabras, los efectos genéticos de la mayor exposición a la radiación se encontrarán en futuras generaciones, y no en la presente.

Como las emanaciones radiactivas son peligrosas para la salud y los tejidos vivos, se deben tomar precauciones especiales en el diseño de laboratorios y reactores nucleares, al disponer de materiales de desecho y vigilar la exposición a la radiación del personal que trabaja en este campo. Por ejemplo, el que trabaja en zonas de peligro de radiación usa dosímetros de bolsillo para tener una indicación exacta de los efectos acumulativos de la exposición a la radiación.

Aplicación de la Química Nuclear.

Hasta la fecha, los mayores usos de los materiales radiactivos han sido para la fabricación de armas y la generación de electricidad en las plantas nucleares. Además de esos usos principales, los radionúclidos tienen innumerables aplicaciones. Se usan mucho en investigación química, física, biológica y médica. Los radionúclidos tienen hoy amplia variedad de aplicaciones tecnológicas casi de rutina en medicina y en diversas ramas de la industria, incluyendo la industria química, del petróleo y metalúrgica.

Radioterapia y Quimioterapia.

Durante muchos años se ha empleado al radio en el tratamiento del cáncer. Hoy se usan extensivamente el Co 60 y el Cs 137 en la radioterapia. La eficacia de esta terapia depende del hecho de que las células malignas, que crecen o se dividen rápidamente, son más susceptibles a los daños por radiación que las células normales. El cobalto 60 emite tanto partículas beta como rayos gamma. Se enfoca la radiación hacia la zona donde se localiza el tumor, pero es muy difícil limitar la exposición sólo a las células malignas. Muchos pacientes sufren malestares ocasionados por la radiación después de este tipo de tratamiento.

Hein M., Química. Grupo Editorial Iberoamérica, pag. 548, 1992

UNIDAD III

Tabla Periódica. Organización sistemática de los elementos

LC 3.1 Distribución de los elementos en la corteza terrestre y en sistemas vivos

En este capítulo se analizaron las propiedades físicas y químicas de los elementos, la mayoría de los cuales se encuentran en la naturaleza ¿Cómo están distribuidos estos elementos en la corteza terrestre y cuáles de ellos son esenciales para los sistemas vivos?

Por corteza terrestre se entiende la capa medida desde la superficie de la tierra hasta una profundidad de unos 40 km (aproximadamente 25 millas). Debido a dificultades técnicas, los científicos no han sido capaces de estudiar las proporciones más internas de la Tierra tan fácil como la corteza. Se cree que hay un núcleo sólido constituido en su mayor parte de hierro y níquel en el centro de la Tierra. Alrededor del núcleo hay un fluido caliente llamado manto, el cual está formado por hierro, carbono, silicio y azufre.

De los 83 elementos que se encuentran en la naturaleza 12 de ellos constituyen el 99.7% de la corteza terrestre en masa. En orden decreciente de abundancia natural son oxígeno (O), silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K), titanio (Ti), hidrógeno (H), fósforo (P) y manganeso (Mn) (Fig. 3.1). Al analizar la abundancia natural de los elementos, se debe tener en mente que: 1) los elementos no se encuentran uniformemente distribuidos en la corteza terrestre y 2) la mayoría de los elementos existen en forma combinada. Estas características proporcionan las bases para la mayoría de los métodos de obtención de los elementos puros a partir de sus compuestos.

Fig. 3.1 Abundancia natural de los elementos en porcentaje en masa

