EJEMPLO: Si 16 g de azufre y 100.3 g de mercurio se calientan en un recipiente cerrado para dar sulfuro de mercurio (II) ¿qué masa de este último compuesto tendremos, suponiendo que la reacción es total? Masa molecular de HgS = 232.6 uma.

Solución: Lo lógico es pensar que tendremos la suma de ambas cantidades, puesto que no sale nada al exterior, o sea, 16 g + 100.3 g. Razonemos: si para un átomo-gramo de azufre se obtiene dicha cantidad.

$$\frac{32 \text{ g de S}}{16 \text{ g de S}} = \frac{232.6 \text{ g de HgS}}{y} \qquad y = 116.3 \text{ g de HgS}$$

y comprobamos que, efectivamente, así ocurre.

Ley de las proporciones constantes

Cuando se calcula la relación en peso del hidrógeno y del oxígeno obtenidos por la descomposición electrolítica del agua, o por cualquier otro método de descomposición de la misma sustancia, se observa que el oxígeno y el hidrógeno se forman siempre en relación ponderal de 8:1, independientemente de las condiciones en las que se efectúa el experimento (cantidad de agua descompuesta, intensidad de la corriente, temperatura, etc.).

Cuando se efectúa el proceso inverso, es decir la síntesis del agua, la combinación se produce también en la relación ponderal oxígeno: hidrógeno 8:1, y si el hidrógeno o el oxígeno se encuentran en exceso de esta relación, la cantidad excedente no participa en la reacción.

Se han efectuado numerosos experimentos semejantes con otros compuestos, observándose una relación ponderal constante de los elementos que los forman. Esta observación fue enuciada como ley de las proporciones constantes por Proust a principios del siglo XIX. Esta ley se conoce también como ley de las proporciones definidas.

Ley de las proporciones constantes: La relación en peso de dos o más elementos que se unen para dar una combinación química definida, es constante.

EJEMPLO 1: Si el C se quema para dar dióxido de carbono, 12g de carbono se combinarán con 32g de oxígeno y resultarán 44g de dióxido de carbono. ¿Cuánto carbono reaccionará con 96g de oxígeno?

12 g de C x

 $\frac{12 \text{ g de C}}{32 \text{ g de O}} = \frac{x}{96} \quad x = 36 \text{ g de C}$

Esta ley se cumple para cualquier otra pareja de elementos.

EJEMPLO 2: Cuando el hidrógeno y el oxígeno se combinan para formar agua, siempre lo hacen en la misma proporción 8/1; calculemos la cantidad de hidrógeno que se combinará con 100g de oxígeno.

$$\frac{g \text{ de O}}{g \text{ de H}} = \frac{8}{1} = \frac{100 \text{ g}}{x} = 12.5 \text{ g de H}$$

Ley de las proporciones múltiples

Se conocen dos compuestos formados con los elementos hidrógeno y oxígeno; el agua (H2O) y el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada (H2O2).

El análisis indica que en el agua y en el agua oxigenada, los pesos de oxígeno que se combinan con un mismo peso de hidrógeno se hallan en la relación de 1:2.

Del mismo modo, en el dióxido de azufre (SO₂) y en el trióxido de azufre (SO₃), los pesos de oxígeno que se unen con un mismo peso de azufre se encuentran en la relación de 2:3.

Las observaciones anteriores han sido generalizadas en una ley enunciada por Dalton en 1908: Ley de las proporciones múltiples: Cuando un elemento A se combina con otro elemento B en diferentes proporciones para formar dos o más compuestos, los pesos del elemento A que se combinan con un peso fijo del elemento B se encuentran entre sí en relaciones numéricas enteras y sencillas.

EJEMPLO: El azufre puede reaccionar con el oxígeno de dos formas para dar dos diferentes compuestos. Si 32 g de azufre se combinan con 32 g de oxígeno tendremos dióxido de azufre, pero si lo hacen con 48 g de oxígeno obtendremos el trióxido de azufre.

$$\frac{g \text{ de O}}{g \text{ de S}} = \frac{16 \times 2}{32} = \frac{32 \text{ g de O}}{32 \text{ g de S}} \text{ en el primer compuesto}$$

$$S + 3/2 \text{ O}_2 \longrightarrow SO_3$$

$$\frac{g \text{ de O}}{g \text{ de S}} = \frac{16 \times 3}{32} = \frac{48 \text{ g de O}}{32 \text{ g de S}} \text{ en el segundo compuesto}$$

$$\frac{g \text{ de O}}{g \text{ de S}} = \frac{32 \text{ g de S}}{32} = \frac{48 \text{ g de O}}{32 \text{ g de S}} \text{ en el segundo compuesto}$$

Adaptado de: Villarreal, Butruille, Rivas, " Química " Editorial Trillas, 1990

LC 7.2 Rendimiento porcentual

En la sección precedente se aprendió a calcular la cantidad de producto que se forma al mezclar cantidades específicas de reactivos. Al efectuar estos cálculos se usó el hecho de que la cantidad de producto depende del reactivo limitante. El producto deja de formarse cuando se termina alguno de los reactivos. La cantidad de producto que se calcula de este modo es el rendimiento teórico del mismo. Sin embargo, casi nunca se logra obtener en realidad la cantidad de producto que se predice (rendimiento teórico). Un motivo es la presencia de reacciones secundarias (otras reacciones que consumen uno o más de los reactivos o productos).

El rendimiento real del producto, que es la cantidad de producto que se obtiene en realidad, se compara con frecuencia con el rendimiento teórico. Esta comparación que suele expresarse como porcentaje, se llama rendimiento porcentual:

El rendimiento porcentual es importante como indicador de eficiencia de una determinada reacción o de un proceso

Ejemplo: El metanol se obtiene por reacción de monóxido de carbono e hidrógeno. Suponga que se hacen reaccionar 68.5 kg (6.85 x 10⁴g) de CO(g) con 8.60 kg (8.60 x 10³ g) de H₂(g).

- a. Calcula el rendimiento teórico del metanol.
- b. Si se produce en realidad 3.57 x 10⁴ g de CH₃OH, ¿cuál es el rendimiento porcentual del metanol?

SOLUCION

PASO 1

La ecuación balanceada es

 $2H_{2(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow CH_{3}OH(l)$

PASO 2

A continuación se calculan los moles de reactivos.

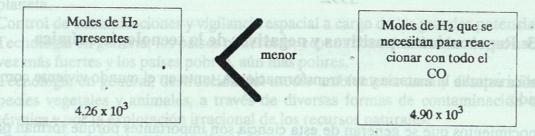
$$6.85 \times 10^4 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28.0 \text{ g CO}} = 2.45 \times 10^3 \text{ moles CO}$$

$$8.60 \times 10^3 \text{ gH}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2.02 \text{ gH}_2} = 4.26 \times 10^3 \text{ moles H}_2$$

PASO 3

Después determina qué reactivo es el limitante. Usando la relación molar de CO con H₂ según la ecuación balanceada, se tiene

2.45 x
$$10^3$$
 moles CO x $\frac{2 \text{ moles H}_2}{1 \text{ mol CO}} = 4.90 \text{ x } 10^3 \text{ moles H}_2$



Se ve que 2.45 x 10³ moles de CO requieren 4.90 x 10³ moles de H₂. Como sólo hay presentes en realidad 4.26 x 10³ moles de H₂, el H₂ es el reactivo limitante.

PASO 4

Por tanto, hay que usar la cantidad de H₂ y la relación molar de H₂ y CH₃OH para determinar la cantidad máxima del metanol que se puede producir en la reacción.

$$4.26 \times 10^{3} \frac{1 \text{ mol CH}_{3}\text{OH}}{2 \text{ moles H}_{2}} = 2.13 \times 10^{3} \text{ moles CH}_{3}\text{OH}$$

Esto representa el rendimiento teórico en moles.

PASO 5

Usando la masa molar de CH3OH (32.0 g), se calcula el rendimiento teórico en gramos.

$$2.13 \times 10^{3} \text{ moles-CH}_{3}\text{OH} \times \frac{32.0 \text{ g CH}_{3}\text{OH}}{1 \text{ mol.CH}_{3}\text{OH}} = 6.82 \times 10^{4} \text{ g CH}_{3}\text{OH}$$

6 Ingremento del rendimiento de la producción agrícola.

Por to partir de las cantidades de reactivos que se indican, la cantidad de CH₃(que es puede formar es 6.82 x 10⁴ g. Este es el rendimiento teórico.

El rendimiento porcentual es:

Rendimiento real (gramos)
$$x 100 = \frac{3.57 \times 10^4 \text{ g CH}_3\text{OH}}{6.82 \times 10^4 \text{ g CH}_3\text{OH}} \times 100 = 52.3\%$$

Zumdahl S.S., " Fundamentos de Química ", McGraw -Hill , 1992.

LC 7.3 Repercusiones positivas y negativas de la tecnología química

La química estudia la materia y sus transformaciones, tanto en el mundo viviente como en el inanimado.

Los conocimientos que se generan de esta ciencia son importantes porque forman parte de la cultura humana.

Una vez que el hombre conoce las transformaciones químicas que ocurren a su alrededor, es capaz de modificar su ambiente, de mejorar sus condiciones de vida y de aprovechar los recursos naturales en forma adecuada.

El conjunto de conocimientos que el hombre ha acumulado a través del tiempo le permite desarrollar la tecnología química necesaria para construir los materiales para su vivienda y vestido, mejorar su salud, tener más alimentos y de mejor calidad, mejorar los suelos con fertilizantes para hacerlos más productivos, controlar las plagas, etcétera.

El impacto de la técnica sobre la sociedad es incuestionable. El desarrollo de la técnica ha modificado, en el devenir histórico, las bases y el proceso de formación económico, social, cultural y político en los grupos de la especie humana.

Los principales instrumentos técnicos y tecnológicos han aparecido como prolongación de los sentidos y de los órganos del hombre y lo han ido liberando progresivamente del duro trabajo manual, agrícola e industrial para la producción de bienes de consumo.

Los principales logros de la técnica aportados por el desarrollo tecnológico reciente son:

- 1. Desarrollo de la energía nuclear y energéticos en general.
- 2. Derrota de la mayoría de las enfermedades infecciosas.
- 3. Posibilidades de predicción del estado del tiempo. X HOEHO-colom OI X ELS
- 4. Desarrollo de redes de telecomunicación y sistemas de transporte.
- 5. Incremento de metodologías, instrumentos y capacidad de cálculo.
- 6. Incremento del rendimiento de la producción agrícola.

- 7. Desarrollo de nuevos materiales indestructibles, industriales, domésticos, arquitectónicos, etcétera.
- 8. Tecnología en general para reducir la intensidad y tiempo de trabajo fabril, agropecuario y doméstico.

Estos desarrollos tecnológicos han servido para crear nuevas formas de vida y de alguna manera han beneficiado a la sociedad, pero han traído paralelamente el desencadenamiento de graves problemas económico-sociales y culturales, entre los que se pueden citar:

- 1. Artificios y sistemas de armamentos nucleares, creando un estado constante de alarma y peligro entre potencias atómicas.
- 2. Al parejo de la investigación médica se han desarrollado armamentos biológicos quizá más peligrosos que los atómicos.
- 3. Posibilidades de alterar los regímenes climatológicos de regiones completas del planeta.
- 4. Control de comunicaciones y vigilancia espacial a cargo de las grandes potencias.
- 5. Tecnología en general, los países poderosos, económicamente hablando, se hacen cada vez más fuertes y los países pobres, aún más pobres.
- 6. Tecnología en general, destrucción del medio ambiente natural y desaparición de especies vegetales y animales, a través de diversas formas de contaminación química, térmica y por la explotación irracional de los recursos naturales.
- 7. Destrucción del patrimonio cultural de las naciones a través de los medios y tecnología propagandística y consumista.

Se han introducido a los ciclos bio-geo-químicos naturales, diez principales agentes de contaminación, que como especies químicas nos interesan por ser producto de múltiples actividades de carácter productivo de bienes y servicios, en las ramas agropecuaria, industrial, marina, médico-biológica, etcétera.

Estos agentes son: CO, CO₂, SO₂, NO_n, fosfatos, mercurio, plomo, petróleo, plaguicidas, insecticidas y radiación.

Si bien han sido agentes químicos los causantes de algunos de los problemas ecológicos (contaminación de aguas, suelos, aire) a causa de aplicaciones prácticas de la química al desarrollo y producción de bienes y servicios, del mismo modo debe procurarse la solución de esos problemas, con el fin de evitar, prevenir y combatir la contaminación ambiental; soluciones nada fáciles de encontrar porque están involucrados diversos factores de la actividad humana, tales como: económicos, políticos, culturales, educativos, etcétera.

La química puede hacer, y hará sin duda, muchas aportaciones en el campo de la educación técnica y la investigación científica y tecnológica, en la búsqueda de soluciones para estos problemas. Para comenzar se deben preparar técnicos y profesionales para la prevención y combate de la contaminación ambiental.

Se deben perfeccionar los materiales ya existentes, crear otros más eficientes y aprovechar los materiales de desecho en un reciclaje.

Lo más importante es ampliar el conocimiento del educando con respecto a la composición, estructuras y cambios de la realidad física, económica, social y cultural del país.

entos contaminantes
Se origina en los procesos de combustión para la producción de energía, en la industria y en la calefacción. Su acumulación podría aumentar la temperatura de la superficie terrestre y ocasionar un desastre ecológico. Es un gas tóxico para la respiración. Interviene en la fotosíntesis donde es degradado por las plantas verdes durante las horas de sol.
ono Se produce por combustiones incompletas, en particular, de la siderúrgica, de las refinerías de petróleo y de los vehículos de motor. Este gas también puede afectar la estratósfera. Es un poderoso veneno que toma el lugar del oxígeno en la hemoglobina sanguínea.
Provienen del humo de las centrales eléctricas, fábricas, de automóviles y combustible de uso doméstico que contiene a menudo ácido sulfúrico. El aire as contaminado agrava las enfermedades respiratorias, corroe los árboles y los edificios de piedra caliza (mármol), y afecta algunos textiles sintéticos.
Se produce por los motores de combustión interna, el uso excesivo de fertilizantes, e incendio de bosques y las instalacione industriales. Forma el "smog" de las grande ciudades y favorece diversas enfermedade del aparato respiratorio.
Se encuentra en las aguas de cloacas Provienen de los fertilizantes químico utilizados con exceso y de los detergente así como de residuos originados en la cri de los animales. Contaminan lagos y río causando la muerte de los peces.
Su fuente principal son los antidetonante que se adicionan a los combustible También contribuyen las fundiciones este metal, los plaguicidas y la industr química. Se trata de un tóxico que ocasiona saturnismo alterando las enzimas y metabolismo celular. Se acumula en le sedimentos marinos y el agua potable.

Mercurio Nessire al parent de aprocination de compose ario se compose ario, no estati	Se produce por la utilización de combustibles fósiles, centrales de energia eléctrica, refinación, fabricación de pinturas y preparación de la pasta de papel. Agente contaminante de alimentos, principalmente marinos. Constituye un tóxico que afecta al sistema nervioso.
Petróleo	Durante su refinación, su extracción frente a las costas, en los accidentes de buques y por las fugas durante su transporte, causa enormes daños al medio. En el mar destruye el plancton, los peces, las plantas, las aves marinas y contamina las playas.
DDT y otros plaguicidas	Hasta en bajas concentraciones son muy tóxicos para los crustáceos; se les emplea en la agricultura y al ser diseminados por el agua, causan la muerte de los poces. Contaminan también la alimentación humana y pueden provocar cáncer. Su uso daña algunas especies de insectos úfiles, lo que contribuye a la aparición de nuevas plagas.

Ocampo G. A., et al, "Fundamentos de Química", Publicaciones Cultural, 3a. Ed., 1993

L'é más importante es ampliar el conocimiento del educando con respecto a la composición,

seguiciaras y cambios de la realidad física, económica, social y cultural del país.

5. Desinfección. En la etapa final se inyecta cioro gascoso al agua para destruir las bacterias

UNIDAD VIII

Soluciones. El agua y los sistemas acuosos

L.C. 8.1 El agua

El agua es el recurso natural más común; cubre casi 70% de la superficie de la tierra. No sólo se encuentra en los océanos y mares, en ríos, arroyos, lagos, estanques y en los depósitos glaciales de los polos, sino que también está presente siempre en la atmósfera y en las nubes. Un 97% del agua se halla en los océanos, El agua salada contiene grandes cantidades de minerales disueltos. Se han identificado más de 70 elementos en el contenido mineral del agua de mar. Sólo cuatro de ellos, cloro, sodio, magnesio y bromo, se obtienen comercialmente de los mares. El agua dulce del mundo es el otro 3%, del cual unas dos terceras partes están aprisionadas en los casquetes polares y los glaciares. El agua dulce restante se encuentra en las aguas superficiales, en las aguas subterráneas y en la atmósfera. El agua es un componente esencial de toda materia viva. Es el compuesto más abundante en el cuerpo humano, constituyendo 70% de su masa corporal total. Un 92% del plasma sanguíneo es agua; 80% del tejido muscular es agua, y 60% de un glóbulo rojo de la sangre es agua.

Aguas naturales

Las aguas dulces naturales no son agua pura, porque contienen minerales disueltos, materias suspendidas, y a veces bacterias patógenas. Los suministros de agua potable para las grandes ciudades generalmente provienen de ríos o lagos. Tal como se encuentran, esos líquidos generalmente no son aptos para ser bebidos sin un tratamiento depurador. Para potabilizar tales aguas (esto es, hacer innocua, o no-tóxica su ingestión), se tratan mediante uno, algunos o todos los procesos siguientes.

- 1. Colado. Es la eliminación de objetos relativamente grandes, como basura, peces y cosas por el estilo.
- 2. Floculación y sedimentación. Se agregan sustancias químicas, generalmente cal (CaO) y alumbre (sulfato de aluminio, o sulfato de aluminio y sodio) para formar un precipitado gelatinoso floculento de hidróxido de aluminio. Este precipitado atrapa o reúne la mayor parte de la materia fina suspendida y la arrastra al fondo del recipiente de sedimentación.
- 3. Filtración por arena. Se hace pasar el agua que rebosa del recipiente de sedimentación a través de filtros de arena fina. Casi toda la materia suspendida que queda, así como las bacterias, son eliminadas por estos filtros.
- 4. Aeración. Después de los filtros de arena, el agua se pone en contacto con aire (se airea) mediante aspersión. El objeto de este proceso (también llamado aireación) es eliminar olores y sabores desagradables.
- 5. Desinfección. En la etapa final se inyecta cloro gaseoso al agua para destruir las bacterias dañinas antes de distribuir el agua al público. Así mismo, se utiliza ozono en algunos países para desinfectar el agua. En casos de urgencia, puede desinfectarse el agua simplemente hirviéndola algunos minutos.

si el agua potable destinada a los niños contiene una cantidad adecuada de ion fluoruro, sus dientes resistirán más la degradación (o caries). Por lo tanto, en muchos casos se agrega NaF, o Na2SiF6 al suministro de agua a fin de tener una concentración de ion fluoruro óptima, de aproximadamente 1.0ppm. Si la concentración de ion fluoruro aumenta demasiado, originará manchas en los dientes. El agua que tiene sales disueltas de calcio y magnesio se conoce como agua dura. Un inconveniente del agua dura es que el jabón ordinario no espuma bien con ella; el jabón reacciona con los iones calcio y los iones magnesio para producir una nata insoluble y grasosa. Sin embargo, los jabones sintéticos, que se conocen como detergentes, tienen propiedades limpiadoras intensas (a veces perjudiciales) y no forman precipitados con el agua dura. También el agua dura resulta inconveniente porque origina la incrustación en los recipientes de vapor o evaporadores en las paredes de los calentadores de agua y en las calderas de vapor, lo cual reduce mucho su eficiencia. Se emplean cuatro técnicas para "suavizar" el agua dura, que son la destilación, la precipitación química, el intercambio iónico y la desmineralización. En la destilación, el agua se hierve y el vapor formado se condensa de nuevo en agua líquida, quedando los minerales en el recipiente de destilación. La fig. 8.1 muestra un aparato sencillo de destilación para laboratorio. Se pueden conseguir destiladores comerciales capaces de producir cientos de litros de agua destilada por hora. Los iones calcio y magnesio se precipitan y separan del agua agregando carbonato de sodio y cal. Se forman carbonato de calcio e hidróxido de magnesio insolubles, que precipitan y son eliminados por filtración o sedimentación. En el método del intercambio iónico (que se emplea mucho en Estados Unidos) se suaviza el agua dura eficazmente haciéndola pasar per un lecho o tanque de zeolita. La zeolita es un silicato complejo de sodio y aluminio. En este proceso, los iones sodio reemplazan a los perjudiciales iones calcio y iones magnesio, suavizando así al agua:

Zeolita Na₂(s) +
$$Ca^{2+}$$
(aq) Zeolita $Ca(s)$ + 2 Na^{+} (aq)

La zeolita se regenera por retrolavado utilizando una solución concentrada de cloruro de sodio (salmuera), con lo que se invierte la reacción anterior.

Los iones sodio presentes en el agua suavizada por precipitación química o por el proceso de la zeolita, no son perjudiciales para la mayoría de los usuarios del agua.

En la desmineralización se eliminan tanto los cationes como los aniones mediante un sistema de intercambio iónico de dos etapas. En la primera, los cationes metálicos son substituidos por iones hidrógeno. En la segunda, los aniones se reemplazan con iones hidroxilo. Los iones hidrógeno e hidroxilo reaccionan, y se obtiene agua esencialmente pura, libre de minerales, al salir del segundo paso.

Los océanos son una fuente incalculable de agua; sin embargo, el agua de mar contiene unos 3.5 kg de sales por cada 100kg de agua marina. Estas 35000 ppm de sales disueltas hace impropia a tal agua para usos domésticos y agrícolas. Al agua que contiene menos de 1000 ppm de sales se la considera como razonablemente apta para ser bebida. Ya se obtiene agua potable (segura para beber) a partir de agua de mar en muchas partes del mundo. Se desarrollan investigaciones continuamente para obtener agua útil de los océanos, más abundante y de forma más económica.

tóxicos y a f. supertóxica. Se sabe que dos son cancernenos a carcinogenicos (que producen cincer), de 11 de ellos se sospecha la misma propiedad, y 3, al metabolizarse.

in en Estados Unidos obtiene su suministro de apua de los conegricones os netroividos