



A ciencia cierta...

QUÍMICA Y LA
SEGURIDAD DE
LOS AUTOMÓVILES





Y tú, ¿qué es lo que piensas?

Las bolsas de seguridad de los automóviles modernos constituyen un sistema de protección fundamental. Fueron patentadas por Mercedes Benz en 1971 y, de acuerdo con estadísticas de los Estados Unidos, salvaron a cerca de 40 mil vidas entre los años de 1987 y 2012. Su función es amortiguar, en caso de que ocurra una colisión, el impacto de los ocupantes del vehículo contra el volante, el panel de instrumentos, el parabrisas e incluso contra las ventanas laterales. Se estima que, en caso de impacto frontal, su uso puede reducir el riesgo de muerte en un 30 %.

Estos dispositivos tardan en inflarse entre 30 y 40 milisegundos, liberándose de su alojamiento a una velocidad cercana a los 30 km/h. De manera que, en menos de un minuto, las bolsas que equipan un automóvil se logran inflar con alrededor de 50 o 100 litros de gas. ¿Te has puesto a pensar cómo funcionan estos dispositivos?, ¿cuál es la ciencia involucrada en su diseño? Si deseas conocer más acerca de este artefacto tecnológico que tantas vidas ha salvado y del papel que juega la Química en ello, te invitamos a realizar las actividades de este fascículo.

► ¿Qué sabes sobre el tema?

Indica si las siguientes afirmaciones, relacionadas con las bolsas de seguridad de los automóviles, las consideras verdaderas (V) o falsas (F):

- Las bolsas de seguridad se inflan con el aire del ambiente.
- El nitrógeno molecular (N_2) es una sustancia explosiva y tóxica.
- El gas que infla las bolsas de seguridad se produce en el instante del choque.
- En un vaso con agua tenemos dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.
- Para que una reacción química se lleve a cabo es necesario que pasen varios minutos.
- Los químicos pueden controlar la cantidad de reactivos y productos involucrados en una reacción.
- Una ecuación química representa el rearreglo de átomos que ocurre en una reacción química.
- Los coeficientes presentes en una ecuación química son consecuencia de la ley de conservación de la masa.
- La suma de las masas de los productos en una reacción química es mayor que la suma de las masas de los reactivos.
- Es posible calcular con exactitud el volumen que alcanzará la bolsa de seguridad de un automóvil al inflarse cuando ocurra una colisión.
- Dentro de los automóviles existe un tanque con gas comprimido que, cuando ocurre un choque, se libera e infla las bolsas de seguridad.



Un poco de información



Al interior de un sistema de bolsas de seguridad ocurren varias reacciones químicas, ¡sí, léste bien! El gas que infla estas bolsas no proviene de un tanque presente en el automóvil, ni recoge aire del ambiente y lo arroja a presión al momento de una colisión, se produce por una reacción química en la que se forma un gas. Esto significa que, aunque comúnmente llamamos a este sistema de seguridad *bolsas de aire*, el gas que infla las bolsas no es aire.

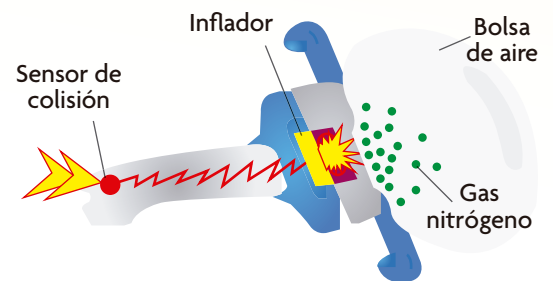
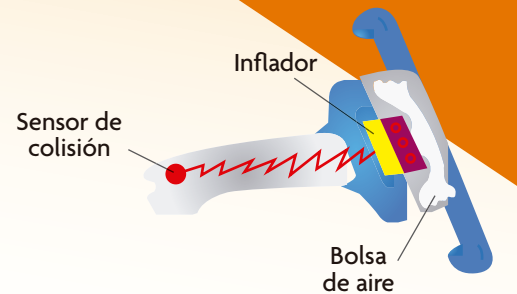
El desarrollo de este sofisticado sistema tecnológico involucra un gran entendimiento químico; para hacer una selección adecuada de los materiales que lo componen, controlar los cambios que ocurren al interior del dispositivo y, en consecuencia, obtener los efectos deseados.

¿Cómo se logra que se inflen las bolsas de seguridad tan rápidamente?

Los automóviles cuentan con un sensor de colisión que, cuando detecta una desaceleración brusca del automóvil, cierra un circuito eléctrico, se produce una chispa que aumenta localmente la temperatura, y esto genera la energía de activación necesaria para que se lleve a cabo la descomposición de una sustancia que se encuentra presente en el sistema.

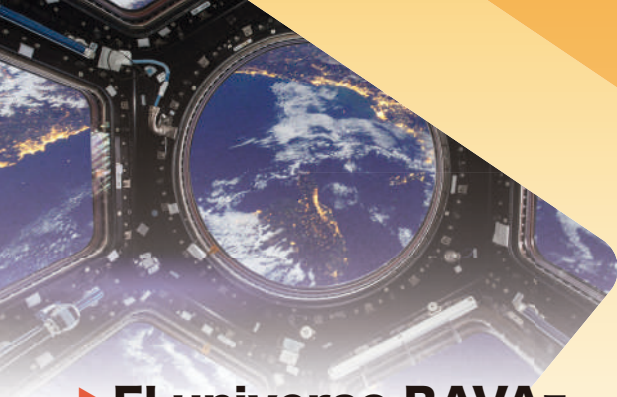
Como producto de esta reacción, se obtiene el gas que infla las bolsas de poliamida que se encuentran plegadas al interior del volante, en el tablero y en las puertas. Así, en caso de choque, éstas se inflan para evitar que las cabezas de los ocupantes del vehículo se golpeen. Inmediatamente después, las bolsas se desinflan, ya que el gas escapa a través de unas perforaciones que se encuentran en su base.

Un aspecto central del conocimiento químico consiste en analizar y sintetizar sustancias, para ello, los científicos han desarrollado modelos que explican la composición y estructura interna de los materiales presentes en nuestro entorno.



Desde la antigüedad, los seres humanos han propuesto diferentes modelos para explicar y predecir las propiedades de los materiales. La conceptualización del modelo actual —el modelo corpuscular de la materia— ha evolucionado desde el siglo XVIII hasta nuestros días. Se trata de una idea de enorme poder explicativo que se basa en el supuesto fundamental de que todas las sustancias están compuestas de partículas, inmensamente pequeñas y en constante movimiento, de manera que una muestra macroscópica de cualquier sustancia está compuesta de miles de trillones de ellas y ¡los químicos han encontrado la manera de cuantificarlas con precisión!

Adicionalmente, han desarrollado un sofisticado lenguaje simbólico para nombrar y representar la composición atómica de las sustancias: la fórmula química. Para comprender en qué consiste este lenguaje, te invitamos a realizar la siguiente actividad diseñada por el Dr. Plinio Sosa de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.



► El universo RAVAz

Cada elemento está formado por átomos de distinto color:



El elemento R
por átomos
rojos

Clip rojo: 12 g



El elemento A
por átomos
amarillos

Clip amarillo: 16 g



El elemento V
por átomos
verdes

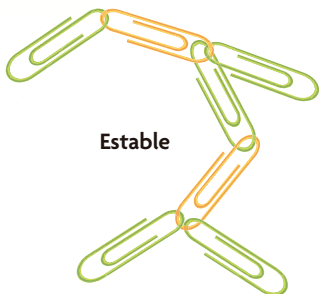
Clip verde: 1 g



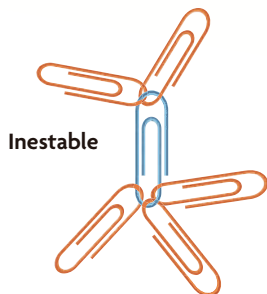
El elemento Az
por átomos
azules

Clip azul: 23 g

Tu misión es enlazar unos átomos con otros para formar las moléculas de las nuevas sustancias. Pero... ¡cuidado!, la computadora de la nave espacial ha detectado que las moléculas donde algún átomo esté enlazado directamente a más de cuatro átomos no podrán ser estables. En la imagen se muestra un ejemplo de molécula estable y otro de una molécula inestable para dicho universo.



Estable



Inestable

Es necesario que lleves un registro minucioso de las nuevas moléculas que crees. Para ello anota la fórmula correspondiente de cada una de ellas. Por ejemplo, la fórmula de una molécula formada por dos átomos rojos y uno amarillo será: R_2A y la fórmula de otra, formada por dos átomos verdes y cinco azules será V_2Az_5 .

Ahora sí, intrépidos químicos intergalácticos, ¡a sintetizar nuevas moléculas químicas!

Construye modelos de moléculas con clips de colores, tómalas una foto y anéxala al documento. Registra la fórmula que las representa y calcula su masa molecular, para ello considera la masa de cada elemento que la constituye:

Imagen:

Imagen:

Imagen:

Imagen:

Fórmula:
Masa:

Fórmula:
Masa:


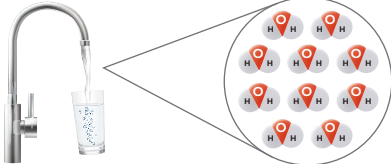
Fórmula:
Masa:

Fórmula:
Masa:

Y en nuestro universo, ¿qué ocurre?

Las fórmulas químicas funcionan de manera parecida a las fórmulas de las moléculas que creaste. Sin embargo, es importante notar que este lenguaje simbólico permite representar tanto a una molécula individual –que no podemos ver–, como a la gran cantidad de moléculas presentes en una sustancia –que sí podemos percibir sensorialmente.

► ¿Qué expresan los *subíndices* en una fórmula química?

Nivel sub-microscópico	Nivel simbólico	Nivel macroscópico
 <p>(representación de partículas)</p>	H_2O (fórmula química)	
<p>Una molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno.</p>		<p>En el agua que corre cuando abres la llave del grifo, no sabemos cuántos átomos de oxígeno y de hidrógeno hay, pero sí sabemos que siempre hay dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno.</p>



► Analiza la siguiente información y responde:

Cuando contabilizamos tortillas, solemos hacerlo en docenas (12 tortillas); los calcetines los contamos en pares (2 calcetines); las naranjas en gruesas (144 naranjas). Al contar partículas químicas –ya sean moléculas, átomos, iones– utilizamos la magnitud “cantidad de sustancia” que equivale a 6.022×10^{23} partículas, o lo que es lo mismo: *una mol*.



La masa de una mol de átomos, expresada en gramos, de cada uno de los elementos que se reportan en la tabla periódica de los elementos, se denomina *masa molar* (M) y sus unidades son g/mol. La masa molar de un compuesto la calculamos de la misma forma en que calculaste la masa de las “moléculas” que formaste con clips de colores. Es decir, usamos su fórmula química para determinar –mediante los subíndices– el número de átomos de cada elemento en su molécula o red iónica y sumamos las masas molares de cada uno de ellos. Ésta es la masa de una mol de moléculas.

► De vuelta al asunto de las bolsas de seguridad

Entre las sustancias que se encuentran en el sistema de las bolsas de seguridad de los automóviles está la *azida de sodio*.¹ Los átomos de esta sustancia forman redes iónicas gigantes, en una proporción de tres átomos de nitrógeno **por cada** átomo de sodio. A continuación, indica la fórmula química que la representa. Además, elabora una representación gráfica en la que se muestren las partículas que la componen de acuerdo con el código: Na =  y N = , y calcula cuántos gramos se necesitan para reunir una mol de azida de sodio (su masa molar).

Fórmula química	Masa molar	Representación de partículas

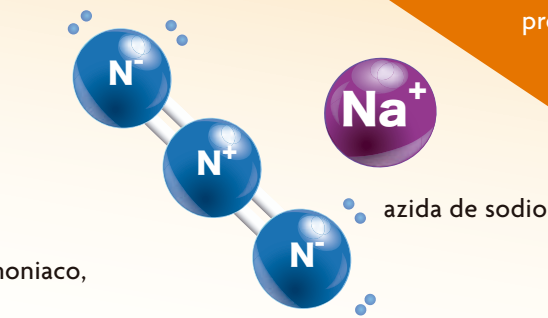
¹El término azida de sodio no nos dice mucho de su composición, ya que es un nombre que proviene de la manera en que antiguamente se denominaba al nitrógeno (azoe).



¿Es aire el gas que llena las bolsas de seguridad de los automóviles?

► Analiza y responde

Un ejemplo de una reacción de descomposición es la del amoníaco, cuya ecuación química balanceada es: $2 \text{NH}_3 \rightarrow 3 \text{H}_2 + \text{N}_2$



La azida de sodio es un sólido blanco, estable a temperatura ambiente, pero a más de 275 °C se descompone súbitamente en los elementos que la componen. Éste es un proceso químico y, como todos los procesos químicos, involucra un arreglo diferente de los átomos de las sustancias que reaccionan, lo que produce nuevas sustancias.

Los cambios en la composición química de las sustancias involucradas se expresan mediante una *ecuación química*, en la que es necesario utilizar *coeficientes* para indicar que el número de átomos de cada elemento es el mismo, tanto en los reactivos como en los productos, y así satisfacer que la masa se conserva, a este proceso se le conoce como *balanceo* y de él resultan los coeficientes que indican en qué proporción participan las sustancias en una reacción química.

01

Con base en la información anterior, escribe la ecuación que representa el proceso de descomposición de la azida de sodio.

Ahora modela la ecuación con clips de colores y escribe los coeficientes que resultan de balancear la ecuación para que se conserve el número de átomos de nitrógeno y de sodio en ambos lados de la flecha de reacción.

02

En este caso, ¿en qué proporción se encuentra la azida de sodio respecto al nitrógeno? Exprésalo en términos de cantidad de sustancia.

Los coeficientes de una ecuación química indican el número de moles que se requiere de cada sustancia para que se lleve a cabo la reacción química. Además, indican la proporción en la que se encuentran los reactivos respecto a los productos, lo cual se denomina *proporción estequiométrica de la reacción*.

03

¿Se encuentra en la misma proporción la azida de sodio respecto al sodio? Explica tu respuesta.

04

¿Cómo demostrarías que además de que se conservan los átomos de cada elemento también la masa se conserva?

► La cantidad importa

Como en la descomposición de la azida de sodio, algunas reacciones químicas producen gases que es posible coleccionar. A continuación, realiza en equipo varios experimentos con materiales caseros como botellas de plástico, globos, vinagre y bicarbonato de sodio. Con ayuda de tu profesora, en equipos, diseñen y realicen los experimentos, atendiendo a la información que aparece en la siguiente tabla:

Corrida	Volumen de vinagre (mL)	Cantidad de bicarbonato de sodio (cucharadas cafeteras)	Tamaño relativo del globo
1	50	1	
2	50	2	
3	50	3	
4	10	1	
5	20	1	
6	100	1	



Con base en el análisis de los resultados obtenidos, respondan las siguientes preguntas:

01	02	03	04	05	06
¿Qué evidencia tienen de que se efectúa una reacción química?	Representen con una ecuación química la reacción que ocurre.	¿A qué se debe que el globo se infle?	¿Por qué es importante considerar la cantidad de las sustancias usadas en el experimento?	¿Qué semejanzas y diferencias tienen la reacción que realizaste con la que ocurre al interior de las bolsas de seguridad?	¿Qué sucedería si no se coloca en el sistema la cantidad necesaria de azida de sodio? Expliquen su respuesta.

► ¿Qué tanto es tantito?

Para diseñar el sistema de bolsas de seguridad, el fabricante de automóviles calcula el volumen que debe ocupar la bolsa de seguridad llena, de manera que amortigüe el impacto de las cabezas de los ocupantes del vehículo en caso de una colisión. Una vez definido ese volumen, por ejemplo 50 L, tendrá que calcular qué masa de azida de sodio (en gramos) necesita colocar en el sistema de la bolsa de seguridad para conseguir que se produzca la cantidad de gas nitrógeno necesaria.

¿Cómo se te ocurre que debe realizar estos cálculos el fabricante? Utiliza lo aprendido hasta el momento para hacerlo tú:

- Con base en la ecuación de gas ideal y tomando en cuenta las condiciones de presión y temperatura del lugar en el que vives, calcula la cantidad de sustancia de nitrógeno que se necesita para inflar una bolsa de 50 L de capacidad.
- Con la proporción estequiométrica, que indica la ecuación que representa la reacción que se lleva a cabo, calcula la cantidad de sustancia de azida de sodio que se requiere.



Diseño químico y medio ambiente



La azida de sodio es una sustancia inestable, químicamente hablando, por ello se descompone fácilmente en los elementos que la forman: nitrógeno gaseoso y sodio metálico.

¿Conoces las características físicas y químicas del sodio? El video alojado en el siguiente vínculo muestra algunas de ellas:
<https://youtu.be/XCAv2KB-uOE>

► Analiza e investiga

Cuando aún no se concluía el diseño actual de las bolsas de seguridad de los automóviles, en un medio de comunicación apareció la siguiente nota:

1. ¿Estás de acuerdo con la información de la nota periodística? ¿Por qué?
2. Tomando en cuenta las propiedades que muestra el video anterior ¿qué propones hacer con este subproducto de reacción?, ¿cómo lo harías?
3. En equipo realicen una investigación para averiguar cómo se logra que las bolsas de seguridad, además de proteger a los ocupantes de un vehículo de los riesgos de una colisión, no los exponga a las consecuencias de un incendio.



¿En qué otros ámbitos de tu vida cotidiana es crucial la estequiometría?

¿Son amigables con el medio ambiente?, ¿cómo lo sabes?

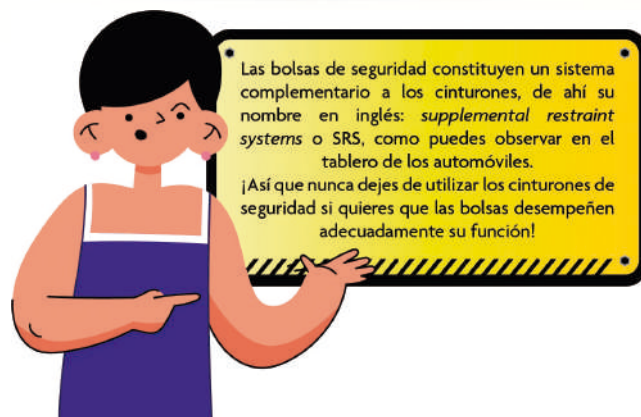
Para saber más



- López, A. (2018). *Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la estequiometría en el bachillerato. Una propuesta didáctica para enfrentarlas*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sosa, P. (2007). *Conceptos base de la Química. Libro de apoyo para bachillerato*. México: Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Phillips, J.; Strozak, V.; Wistrom, C. (2017). *Chemistry: Matter and Change*. EEUU: Editorial GLENCOE/Mc Graw Hill.

Uno de los objetivos centrales de la Química es controlar la cantidad de reactivos involucrados en una reacción para obtener la cantidad de productos necesarios y disminuir, en lo posible, los productos no deseados en el proceso. A este campo de estudio se le denomina *estequiometría* y es extremadamente valioso en el diseño de dispositivos como el que hemos analizado.

Esta área de la Química es de crucial importancia en el desarrollo de procesos industriales, su optimización y en la protección del ambiente, ya que nos ayuda a disminuir los productos indeseables resultantes de la actividad industrial.



ASESOR GENERAL: Vicente Talanquer
RESPONSABLE ACADÉMICA: Glinda Irazoque

COORDINADORES:

Alejandra López Carrillo y Rufino Trinidad Velasco

AUTORES:

Alejandra López Carrillo, Rufino Trinidad Velasco, Alan Javier Pérez Vázquez, Nadia Teresa Méndez Vargas y Glinda Irazoque Palazuelos

Coordinación de Comunicación, FQ

DISEÑO EDITORIAL: Sonia Barragán/Verónica García

CORRECCIÓN DE ESTILO: Brenda Álvarez

Proyecto apoyado por DGAPA-UNAM, a través del programa PAPIIME PE216320. Publicación autorizada por el Comité Editorial de la Facultad de Química.

ISBN de la colección: 978-607-30-5385-3 • ISBN del volumen: 978-607-30-9347-7



libros
UNAM
OPEN ACCESS



9 786073 093477
www.librosoa.unam.mx