Capítulo 4

Lluvia ácida

José Antonio Rubio González

https://doi.org/10.61728/AE24310055

Temas o conceptos relacionados
Combustión, acidificación, pH, gases de efecto invernadero.
Objetivo de Aprendizaje
Demostrar el fenómeno de la lluvia ácida y los efectos que tiene sobre plantas de cultivo, arboles, suelo, etc. como consecuencia de las reacciones químicas que se da en la quema de combustibles.
Conocimiento y/o habilidades previas

El alumno deberá tener conocimientos previos de química y fisicoquímica.

Marco teórico / Teoría básica / Descripción del equipo

El aire y los componentes que acidifican la lluvia

El aire, mezcla de gases indispensable para la vida, no siempre está en las mejores condiciones para respirarlo.

Siempre ha existido cierto grado de contaminación natural, que proviene de fenómenos como la erupción de los volcanes (que arroja a la atmósfera cenizas y grandes cantidades de dióxido de azufre, SO_2, que puede generar lluvia ácida), o bien, tormentas de arena que llenan el aire con partículas suspendidas. Afortunadamente la naturaleza mantiene un equilibrio que preserva al medioambiente en condiciones adecuadas para la vida. Los problemas de contaminación surgen cuando ese equilibrio se pierde (muchas veces por la intervención del hombre), y aunque la mayor parte de la contaminación se genera en las zonas urbanas, el problema afecta a todo el mundo.

Los contaminantes en el aire

Un contaminante es una sustancia química que está en el lugar equivocado y que provoca efectos nocivos. Por ejemplo: el ozono en la tropósfera (parte de la atmósfera más cercana a la Tierra) es un contaminante dañino para la salud, no así en la estratósfera, donde forma la capa de ozono que nos protege de la radiación ultravioleta que puede ocasionar cáncer en la piel. Esto ha sido estudiado profundamente por el científico mexicano Mario Molina, Premio Nobel de Química en 1995.

Los contaminantes del aire, aunque se encuentran en muy pequeña proporción, tienen efectos dañinos en nuestra salud. Hay dos tipos importantes de contaminación conocidos como esmog: esmog industrial y esmog fotoquímico.

El esmog industrial se caracteriza por la presencia de humo, bruma,

SO_2, partículas suspendidas (como cenizas y hollín). Se genera principalmente por la quema de combustibles fósiles, como el carbón, que en ocasiones contiene azufre.

El SO_2 se absorbe en el aparato respiratorio y es muy irritante. Puede combinarse con el oxígeno y formar SO_3, que al reaccionar con el agua produce ácido sulfúrico (H_2SO_4, como gotitas en aerosol), que es todavía más irritante para el tracto respiratorio que el SO_2.

Además de estos gases se generan partículas que quedan suspendidas en el aire. Muchas se asientan, pero otras pueden quedar en el aire y ser respiradas por las personas y los animales. Las partículas pequeñas, de 10 μm o menos, causan problemas respiratorios y cardíacos.

El otro tipo de esmog es el fotoquímico. Se debe a las sustancias que salen de los escapes de los automóviles y a la acción de la luz solar sobre ellas (de ahí el nombre de fotoquímico). Aquí se presentan varios tipos de contaminantes: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono e hidrocarburos.

Para controlar la emisión de las sustancias que intervienen en la formación del esmog fotoquímico, se han instalado en los vehículos convertidores catalíticos, que reducen la emisión de CO, de hidrocarburos y de óxidos de nitrógeno nocivos.

Lluvia ácida, la consecuencia de los contaminantes en el aire

Uno de los fenómenos que nos afecta debido a la presencia de contaminantes es la lluvia ácida, que se forma cuando especies como los óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre se combinan con el agua de la lluvia, produciendo ácidos.

Se define como lluvia ácida a aquella que tiene un pH menor a 5.6. Hay lluvia ácida, nieve ácida o niebla ácida. Se han llegado a registrar lluvias de pH 2.1 y nieblas hasta de 1.8.

Esta lluvia ataca a muchos metales, como el hierro, y materiales como el mármol, desgastándolos, además de atacar a los vegetales, ocasionando

daño a las cosechas.

Descripción/Instrucciones de la actividad modo I

Investigación previa:

Realizar una investigación previa sobre los reactivos que utilizará para llevar a cabo esta práctica de laboratorio.

- Azufre
- Dióxidos de azufre
- Bicarbonato de sodio

Incluyendo los siguientes campos para cada uno de ellos.

Nombre:		Fórmula			
Masa molecular		Estado físico		P. Fusión	

a) Estado natural.
b) Propiedades.
c) Obtención.
d) Aplicaciones.

Materiales y reactivos:

1. 1 frasco de vidrio con tapa (por ejemplo: de los de alimento para bebé, jugo o café).
2. 1 mechero de Bunsen o una lámpara de alcohol.
3. 1 pinzas (por ejemplo: una pinza de depilar).
4. 1 agitador de vidrio.
5. Papel indicador (pH).
6. Azufre (S) en polvo.
7. Papel de aluminio.
8. Un trozo de cáscara de manzana roja o el pétalo de una flor de color.

Procedimiento:

1. Vierte 5 ml de agua en el frasco, corta un trozo de cáscara de manzana (o utiliza el pétalo de una flor) y colócalo en el frasco vacío. Corta un segundo trozo de cáscara de manzana (o utiliza un segundo pétalo de la misma flor) y apártalo, para efectuar comparaciones posteriores.
2. Corta un cuadrado de papel de aluminio de aproximadamente 5 cm x 5 cm. Forma con él una "cucharita" (Figura 4.1) y llénala con azufre en polvo.

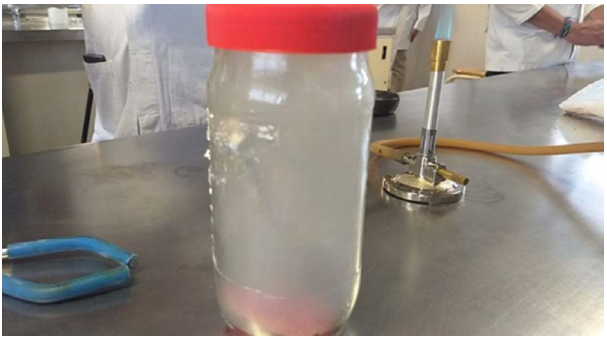
Figura 4.1. Cucharilla de papel aluminio con azufre.

En la campana de extracción (en caso de no haberla, en un lugar bien ventilado) enciende la lámpara de alcohol o el mechero y, sosteniendo el papel de aluminio con una pinza, quema el azufre manteniendo la "cucharita" sobre la llama hasta que observes una llama azul en el azufre (Figura 4.2).

Figura 4.2. Llama azul en el azufre.

4. Coloca rápidamente el papel de aluminio con el azufre dentro del frasco y tápalo de inmediato.
5. Deja que el frasco se llene de humo (Figura 4.3), el humo contiene óxidos de azufre.

Figura 4.3. Frasco con óxidos de azufre.



6. Agita el frasco con cuidado durante un minuto.
7. Con el agitador de vidrio toma unas gotas del líquido contenido en

el frasco y deposítalas sobre el papel indicador (pH). Anota el pH registrado.

8. Después de 15 minutos, observa la apariencia de la cáscara de manzana (o el pétalo de. flor) que está dentro del frasco, y compáralo con el que dejaste afuera. Anota tus observaciones.
9. Neutraliza el ácido generado agregando una cucharada de bicarbonato de sodio y agita un poco. Una vez neutralizado puede disponer de él.
10. Lava el material que utilizaste.
11. Lava tus manos perfectamente antes de salir del laboratorio.

Una vez finalizada la práctica descrita, en función de los resultados obtenidos responda las siguientes preguntas:

1. ¿Qué sustancia se forma cuando se quema el azufre?
2. ¿Cuáles son las reacciones químicas involucradas en este proceso?
3. ¿Qué cambios observaste en la manzana sometida al efecto de la «lluvia ácida»?
4. ¿De dónde provienen los óxidos de azufre y nitrógeno causantes de la lluvia ácida?
5. ¿Qué piensas acerca del efecto de la lluvia ácida sobre los tejidos vegetales y su repercusión sobre las cosechas?
6. ¿Qué crees que podemos hacer nosotros para, por lo menos, disminuir el problema que genera la lluvia ácida?

Al preparar su reporte de laboratorio incluya también los siguientes criterios, preguntas y cálculos.

- Describa el cambio observado en el pétalo (o cáscara de manzana) sometido a la lluvia ácida comparada con el pétalo testigo.
- Muestre evidencia fotográfica de los cambios obtenidos en su experimentación
- ¿Cuál fue el valor del pH que registro?
- El pH registrado ¿Es ácido, neutro o alcalino?
- Complete y balancee las siguientes reacciones químicas

$$___\ S_8 + ___\ O_2 \rightarrow ___\ SO_2$$
$$___\ SO_2 + ___\ O_2 \rightarrow ___\ SO_3$$

$$___ SO_3 + ___ H_2O \rightarrow ___ H_2SO_4.$$

Precauciones y sugerencias

Los óxidos de azufre son tóxicos, por lo que hay que mantener bien ventilado el laboratorio durante este experimento.

Y se debe trabajar preferentemente en la campaña de extracción.

Evita inhalar los gases que se desprenden durante el experimento.

Una vez concluida la práctica y con el fin de neutralizar el ácido sulfúrico creado podemos neutralizarlo espolvoreando una cucharita de bicarbonato de sodio en el frasco y posteriormente a su reacción, poder disponer de él.

El bicarbonato de sodio reacciona con el ácido sulfúrico de la siguiente forma:

$$NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O \quad (4.1)$$

Métrica o rúbrica de evaluación

Criterio (%Eval)	Descripción del criterio	Observaciones
Presentación (10 %)	Consiste de una portada o carátula donde se muestre la información general del estudiante y de la práctica	Deberá contar con nombre(s) y código(s) del (o los) alumno(s), fecha de entrega, nombre de la materia, nombre de la práctica y objetivo de la práctica.
Desarrollo y metodología (20 %)	Se presentará información general relacionada con el tema, así como el listado de materiales y el procedimiento a seguir por el alumno.	Cada sección deberá estar separa de otra y debidamente identificada
Evidencia visual (30 %)	Deberá presentase material fotográfico de los alumnos que participen, mostrando el sistema con el que trabajan, así como momentos clave de la práctica.	Las fotografías deberán ir en la secuencia seguida en la práctica, y un pie de foto donde se describa brevemente la actividad realizada
Cálculos y resultados (10 %)	Se presentará una tabla con los datos obtenidos de la práctica, así como los cálculos realizados.	La tabla deberá presentar las cantidades y unidades correspondientes, así como el análisis dimensional realizado para obtener las unidades finales.
Observaciones y conclusiones (20 %)	Se elaborará una sección donde se describan las impresiones, los fenómenos observados y las conclusiones basadas en la teoría y la práctica.	Pueden presentarse varias observaciones individuales en forma de listado o una conclusión en equipo.
Bibliografía (10 %)	Listado de libros, revistas, artículos y páginas de internet consultadas para obtener la información de la discusión de la práctica.	Lista en formato APA donde se presenten las fuentes utilizadas para la elaboración del reporte de práctica.
Total (100 %)		

Material de consulta

National geographic (2010) Lluvia ácida (2018) Recuperado de: https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/lluvia-acida
Water Science and Structure (2018) Recuperado de: http://www1.lsbu.ac.uk/water/water_on_earth.html

Producto

Los resultados e investigación realizada para esta práctica deben presentarse en el formato un reporte de laboratorio y respetando los comentarios en la sección donde aparece la Métrica de evaluación. Recuerde incluir evidencias fotográficas de la realización de la práctica en el laboratorio y las preguntas planteadas en las secciones previas con sus respectivas respuestas.

Referencias

Ibargüengoitia Cervantes, M. E. (2004). Química en microescala: manual de experimentos de química, Volumen 1. Universidad Iberoamericana.