

MÁS QUE FRÍO

CIENCIA AMBULANTE: MÁS QUE FRÍO

1. EL NITRÓGENO ESTÁ ALREDEDOR DE NOSOTROS

El nitrógeno está alrededor de nosotros en el aire. 78% de este es nitrógeno, mas de un 20% es oxígeno y el resto vapor de agua, dióxido de carbono, argón... Aunque es completamente invisible para nosotros, el nitrógeno es muy importante para todos los seres vivos y está en todas las proteínas. Daniel Rutherford lo descubrió en 1772.

Como elemento es muy poco reactivo y solamente algunos elementos se pueden combinar con él directamente.

En el ciclo del nitrógeno las plantas toman nitratos y algunos compuestos amónicos del suelo. Estos compuestos están en disolución y son absorbidos por las raíces de las plantas desde el suelo. La planta las utiliza para hacer proteínas. Algunas plantas tienen bacterias que fijan el nitrógeno en sus raíces lo que les permite utilizar el nitrógeno del aire. Las bacterias convierten el nitrógeno atmosférico en compuestos que la planta puede utilizar.

Las plantas son comidas por los animales o mueren y se descomponen en el suelo. Los animales defecan materiales de desecho que contienen compuestos y después mueren y se descomponen. Todos estos procesos devuelven los compuestos de nitrógeno al suelo.

En el suelo, las bacterias convierten algunos de estos compuestos en compuestos de amonio y nitratos. Otras bacterias transforman de nuevo los compuestos en gas nitrógeno.

Durante las tormentas los rayos hacen que parte del nitrógeno del aire reaccione con el oxígeno para formar dióxido de nitrógeno. Este se disuelve en la lluvia y forma nitratos en el suelo.

La agricultura extensiva ha llevado consigo que deban añadirse compuestos extra de nitrógeno al suelo. Al principio de los 1900 el químico alemán Fritz encontró una manera de hacer amoniaco a partir de nitrógeno e hidrógeno y es muy importante en la industria hoy. Se fabrican grandes cantidades de fertilizantes utilizando este proceso.

2. EL NITRÓGENO EN EL SISTEMA SOLAR

Se encuentra nitrógeno líquido en nuestro sistema solar. En Tritón (uno de los satélites de Neptuno) se piensa que los géiseres que emanan de los volcanes son cascadas de nitrógeno líquido. También hay nitrógeno sólido en Plutón, nuestro planeta más externo. En verano, cuando Plutón está más próximo al Sol, la temperatura en ascenso hace que se transforme en líquido y luego en gas. Esto se traduce en una atmósfera temporal de nitrógeno. Cuando vuelve el invierno, el planeta se enfría de nuevo, haciendo que el nitrógeno se transforme en sólido de nuevo. Precipitándose hacia el suelo, el nitrógeno cubre Plutón con una capa de nieve de nitrógeno.

Experimento 1: Nitrógeno líquido

Materiales

Nitrógeno líquido, recipiente, jarra...

Procedimiento

Se echa nitrógeno en la jarra y luego se vierte en el recipiente. Aparecerá vapor y se hace observar a los asistentes que parece agua... Se comenta que está muy frío y que es necesario protegerse con gafas protectoras y guantes para manipularlo

3. SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASES

Hay tres estados de la materia: sólido, líquido y gas. Los tres estados nos rodean. Los árboles, los edificios y los coches son ejemplos de sólidos. Líquidos comunes son el agua, la leche y el petróleo. Algunos gases forman el aire que nos rodea. Nitrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua y argón son gases que forman el aire.

El estado de la materia puede cambiar con la temperatura. El agua puede ser el mejor ejemplo. Cuando el agua se calienta a 100°C, hierve y se convierte en gas. Cuando se enfría a 0 °C, se congela en forma de hielo sólido. Como el agua, el nitrógeno tiene dos temperaturas fijas en las que se transforma en sólido o líquido.

Las temperaturas de cambio de estado del nitrógeno

Normalmente asociamos el hervir con una temperatura alta porque el agua hierve a 100 °C. El nitrógeno líquido hierve y se transforma en gas a muy baja temperatura: -196 °C. A temperaturas más altas que -196 °C, el nitrógeno es un gas. A -210 °C y más bajas, el nitrógeno se congela y se transforma en sólido. Entre -196 °C y -210 °C, el nitrógeno es un líquido. Para demostrar que el nitrógeno líquido hierve a la temperatura ambiente puede colocarse en una tetera de las que silva.

4. ¿CÓMO SE OBTIENE NITRÓGENO LÍQUIDO?

Se empieza con el aire. Se comprime el aire para que sus moléculas se junten. A continuación se permite que el aire fluya por un tubo a través de una cámara. Para que el gas se expanda en la cámara las moléculas necesitan energía. Obtienen energía absorbiendo calor del exterior, de la cámara, enfriándola. El proceso se repite hasta que el nitrógeno se convierte en líquido.

5. ¿QUÉ SIGNIFICA ESTAR FRÍO?

La temperatura de una sustancia depende de lo rápidamente que sus átomos y moléculas se mueven. Las moléculas de un objeto caliente se mueven rápidamente. Las moléculas de un objeto frío se mueven menos. Esto es lo que permite al agua convertirse en hielo.

La temperatura más baja que en teoría se puede alcanzar es $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ que se conoce como "cero absoluto." La del nitrógeno líquido está a -196°C .

¿Pero por qué hay un límite para lo frío? La temperatura de una sustancia está relacionada con el movimiento de sus moléculas. El cero absoluto es la temperatura en la que las moléculas en movimiento en los cuerpos están teóricamente próximas a detenerse completamente.

Experimento 2. La tetera que hierve con nitrógeno

Materiales:

Una tetera de las que silban, nitrógeno líquido

Procedimiento

Hacer hervir agua frente al público en la tetera. A continuación verter cuidadosamente algo de nitrógeno en la tetera y se cierra. La tetera empezará a silbar y el "vapor" se hará visible saliendo de la tetera. La tetera funciona de la misma manera que la que ocurre cuando se calienta una tetera hasta la ebullición. En pocos instantes a partir del momento en que se añade a la tetera se empieza a acumular escarcha en el lateral de la tetera.

Aunque el nitrógeno es incoloro, puede observarse una niebla cuando hierve. Esta niebla es realmente vapor de agua del aire. Cuando el nitrógeno enfría el aire

circundante, el vapor de agua se transforma en líquido, traduciéndose en miles de pequeñas gotitas de agua.

Experimenta 3: Erupción

Materiales

Recipiente con agua caliente, nitrógeno líquido, lavavajillas

Procedimiento

Se echa sobre el recipiente de agua caliente con detergente un chorro de nitrógeno líquido. Una nube de vapor desciende hacia el suelo en forma de cascada. El vapor desciende porque está más frío que el aire circundante. En el recipiente quedan burbujas muy frías que se pueden recoger.

6. EXPANSIÓN TÉRMICA Y CONTRACCIÓN

El tamaño de materiales puede verse afectados por la temperatura. La mayoría de las cosas se contraen cuando se enfrían y se expanden cuando se calientan. El agua es una excepción porque se expande cuando el agua se transforma en hielo. Los ingenieros deben tener en cuenta la contracción térmica para construir grandes estructuras: vías de ferrocarril, puentes, edificios...

Experimento 4: Globo en nitrógeno

Materiales

Globo grande, fuente de pirex, nitrógeno líquido

Procedimiento

Se vierte nitrógeno en la fuente y en ella se introduce el globo. El volumen del globo se reduce mucho. Al sacarlo a la temperatura ambiente el globo vuelve a su volumen inicial.

7. ELASTICIDAD

La elasticidad de los sólidos puede también verse afectadas por la temperatura. La elasticidad describe como un cuerpo puede volver a su forma original y tamaño después de haber sido retorcido y estirado. Cuando los sólidos se enfrían se hacen duros y quebradizos, pierdan su elasticidad.

Experimento 5: Objetos al frío

Materiales

Marshmallows, tubo de goma, pelota, nitrógeno líquido, recipiente, un martillo

Procedimiento

- Se vierte nitrógeno en el recipiente. Se introduce en él los marshmallows y el tubo de goma. Se les deja hervir un cierto tiempo en el nitrógeno. Se golpean con el martillo y se quiebran como el cristal.
- Se introduce la pelota en el nitrógeno líquido y después de hervir un cierto tiempo se saca y se lanza violentamente contra el suelo. Se parte con una gran explosión.

Los trozos de estos objetos recuperan parte de su textura inicial. Uno de los usos del nitrógeno líquido es congelar viejos neumáticos para que puedan fraccionarse rápidamente. Los fragmentos de goma pueden reciclarse.

8. EL FRÍO Y LOS MATERIALES BIOLÓGICOS

Los materiales biológicos también se hacen quebradizos cuando se congelan en nitrógeno líquido pero a diferencia de otros materiales resultan permanentemente afectados por la congelación. Esto es así porque los tejidos vivos están constituidos por células que contienen agua. Al expandirse el agua, cuando se congela, pueden romperse las células y los tejidos. La carne congelada es más blanda después de descongelarla debido a la rotura de los tejidos. En los seres humanos la congelación es el término que se utiliza en los tejidos debido a las temperaturas por debajo de cero. La congelación ocurre cuando se forman cristales de hielo en las células vivas, habitualmente a temperaturas por debajo de $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. La víctima no se da cuenta de que se está congelando hasta que está muy avanzada porque el frío entumece al cuerpo. Las manos, los pies, los oídos, las mejillas, barbillas y narices son los más afectados por la congelación, ya que el cuerpo reduce el flujo de sangre hacia ellos cuando hace frío. El tratamiento de la congelación es la aplicación gradual del calor a *las zonas afectadas*.

Algunas personas eligen el ser congelados después de la muerte para conservar sus cuerpos en caso de que pueda encontrarse remedio para su enfermedad en el futuro. Encontrar una cura para su enfermedad en el futuro es sólo el menor problema sin embargo. Un problema mayor es reparar las células que explotan cuando se congelan.

9. UTILIDAD DEL NITRÓGENO LÍQUIDO PARA LA SALUD

El nitrógeno líquido se utiliza para almacenar, oportunamente tratados, diferentes tejidos, sangre, médula de huesos, semen, embriones animales, bacterias y hongos.

Por otra parte sabemos que las temperaturas frías pueden matar tejidos en el cuerpo humano (esto es lo que es la congelación). Una clase de medicina se llama "criomedicina" utiliza esta propiedad. La técnica concentra un frío extremado en los tejidos enfermos, matándolos. Estos tejidos son reabsorbidos por el cuerpo.

Los cirujanos utilizan una sonda superfría para introducir pequeñas cantidades de nitrógeno líquido al área infectada. En la criocirugía, un escalpelo súperenfriado puede utilizarse para eliminar un tejido enfermo. Esto es ya una forma comprobada para el tratamiento de cánceres dentro del cuerpo, también.

Experimento 6: Flores de cristal

Materiales

Flores, hojas de lechuga, recipiente, nitrógeno líquido

Procedimiento

Se echa nitrógeno en el recipiente y en él se introducen la flor y la hoja de lechuga. Se dejan un cierto tiempo en el recipiente. Cuando se golpean con un martillo los pétalos de la flor y la hoja se rompen como si fueran de cristal. Cuando recuperan la temperatura los restos quedan blandos y húmedos.

Experimento 7: Un plátano y una naranja que clavan clavos

Materiales

Plátano, naranja, taco de madera, clavos, recipiente, nitrógeno líquido

Procedimiento

Se introducen en el recipiente con nitrógeno el plátano y la naranja. Después de hervir un tiempo suficiente se sacan. Utilizándolos como martillo están tan duros que sirven para clavar clavos.

Experimento 8: Huevo frito al nitrógeno

Materiales

Huevo crudo, sartén, recipiente con nitrógeno líquido

Procedimiento

Se parte la cáscara del huevo y se echa sobre la sartén. Sobre él se echa nitrógeno líquido. Parece transformarse en un huevo frito pero es realmente un huevo "congelado". Cuando se calienta se convierte en un huevo crudo de nuevo.

A medida que el nitrógeno líquido hierve se transforma en gas y suena como si el huevo se estuviera friendo. Al mismo tiempo, el oxígeno en el huevo se evapora y congela el huevo dándole su apariencia de huevo frito. Cuando el huevo está fuera del nitrógeno el oxígeno vuelve a incorporarse a la superficie del huevo, el huevo vuelve a su estado licuado.

Experimento 9: Huevo cocido al nitrógeno

Materiales

Huevo crudo con cáscara, recipiente con nitrógeno líquido, martillo, cuchara de madera, guante

Procedimiento

Se coloca el huevo en el recipiente con nitrógeno líquido. El nitrógeno líquido parece estar cocinando el huevo. Cuando el huevo deje de hervir enérgicamente se saca del recipiente con la cuchara y el guante. Se golpea el huevo con un martillo hasta que se rompe la cáscara. Parece un huevo duro. Recupera su estado líquido cuando se calienta.

10. VOLUMEN DE GASES Y FRÍO

Los gases ocupan más espacio que los líquidos o los sólidos. De hecho, el nitrógeno líquido se expande más de 600 veces en volumen cuando se transforma en gas. Por esta razón, debe transportarse con gran cuidado. Si se permite que se caliente el recipiente en el que se transporta sin salida posible

Experimento 10: Una tapa que salta

Materiales

Tubo de pringues con tapa (o recipientes de carretes de foto), recipiente con nitrógeno líquido.

Procedimiento

Se echa un poco de nitrógeno líquido en el recipiente y se cierra la tapa. El nitrógeno se transformará en gas y la tapa saltará. Por esta razón los recipientes para transportar nitrógeno líquido tienen la tapa suelta para que esta explosión no ocurra.

Experimento 11: Pelotas de ping-pong que dan vueltas

Materiales

Pelotas de ping pong, alfileres rectos, pinzas, recipiente con nitrógeno

Procedimiento

Con el alfiler haz un agujero tangencial en la pelota de ping-pong. Se introduce la pelota en el nitrógeno con las pinzas y se mantiene sumergida durante unos treinta segundos. Después se saca y se coloca en algún recipiente que no deja que se caiga.

El nitrógeno, que se ha introducido en la pelota, al calentarse se convierte en gas. Se expande y sale por el agujero. Como el agujero se ha hecho en la tangente el gas sale y hace a la pelota girar. (de vez en cuando hay que tocar la pelota con la palma de la mano para que se caliente y el proceso se reinicie).

Esta propiedad permite pensar que el nitrógeno pueda utilizarse como combustible para los automóviles. Cuando se calienta el nitrógeno líquido cambia rápidamente de líquido a gas, creando un flujo rápido de gas que impulsa un motor de aire y mueve el coche hacia adelante. Esta clase de vehículo es completamente amigable con el entorno.

11. UNA RED ELÉCTRICA FRÍA

Para evitar gastar energía eléctrica, necesita canalizarse de manera efectiva. En otras palabras, los electrones que fluyen a través del cable deben hacerlo con la menor cantidad de resistencia.

Si los átomos y moléculas de un alambre casi dejan de moverse, como ocurre en condiciones extremadamente frías ofrecen poca resistencia a que la electricidad pase por ellas. Se convierten en lo que se llaman superconductores.

Los científicos han descubierto que algunos metales y compuestos metálicos que se enfrían a temperaturas muy bajas, como las del nitrógeno líquido conducen la electricidad con una increíble eficacia.

Se emplean superconductores en los aceleradores de partículas, como el del CERN que actualmente se está renovando. También se está empleando el fenómeno de la levitación que se produce en los superconductores en el proyecto de un tren de alta velocidad en el Japón.

Sin embargo habrá que esperar un cierto tiempo en ver la aplicación de "cables superfríos" y sus aplicaciones en nuestra vida diaria.

12. ¿PARA QUÉ SIRVE EL NITRÓGENO LÍQUIDO EN LA ALIMENTACIÓN?

Una aplicación familiar del frío es la refrigeración para conservar la comida. Pero el frío extremo del nitrógeno líquido se explota de otras maneras. El gas nitrógeno es inerte, lo que significa que no reacciona fácilmente con otras sustancias. Así se pueden introducir cosas en nitrógeno y no reaccionarán con ellas.

Los alimentos se empaquetan y sellan y a continuación se rocían con nitrógeno líquido. El líquido se evapora en contacto con la comida, absorbiendo todo el calor de los alimentos y congelándolo instantáneamente...

El nitrógeno líquido sirve para hacer helados. El helado queda más esponjoso y cremoso al dejar caer nitrógeno líquido sobre la leche

Experimento 12: Fabricar helados

Materiales

Mezcla para hacer helados, leche entera, recipiente, cuchara de madera, nitrógeno

Procedimiento

Mezcla los ingredientes hasta que se hayan disueltos. Vierte lentamente el nitrógeno y mézclalo con la cuchara hasta que la mezcla esté completamente congelada (pueden emplearse 10 minutos ¿utilizar batidora?)

Una rápida congelación hace que los cristales que se forman sean más pequeños que con una congelación lenta (para conseguir helados en el congelador del frigorífico habría que esperar varias horas) y el helado resulta más cremoso y esponjoso.