

## Extintor de espuma – ¡de construcción casera!

Nota: Esta tarea está diseñada para poder ser resuelta con ayudas escalonadas.

Las ayudas están disponibles en el portal de medios didácticos para la impresión en papel o pueden ser utilizadas en línea por los alumnos en una tableta o teléfono inteligente a través del código QR, que se incluye en la hoja de trabajo.

La hoja de trabajo para los alumnos y las ayudas para impresión están disponibles en archivos separados en el portal de medios didácticos de la Siemens Stiftung. En el documento “Tareas con ayudas escalonadas – Introducción”, que también está disponible en el portal de medios didácticos, se encuentra información general sobre el uso de las tareas con ayudas escalonadas en el aula.

### 1 Aspectos temáticos

La tarea se refiere a la aplicación constructiva de conocimientos acerca de la reacción del bicarbonato de soda (bicarbonato de sodio) con un ácido. Se debe desarrollar el modelo de un extintor de espuma, un recipiente en el que pueda tener lugar la reacción química y desde el que se pueda rociar la espuma extintora de forma dirigida.

### 2 Condiciones de aprendizaje y grado de dificultad

Para poder hacer frente a la tarea, los alumnos deben haber aprendido e interpretado de antemano la reacción del bicarbonato de soda (bicarbonato de sodio) con ácido cítrico. Existe información sobre las reacciones en cuestión, así como sobre su interpretación científica, por ejemplo en el portal de medios didácticos de la Siemens Stiftung en el método didáctico “Los experimentos con el dióxido de carbono - desde la explosión hasta el extintor de incendios” y en las respectivas instrucciones de experimentación para los alumnos.

Dependiendo del grado para el que se va a utilizar la tarea, el procesamiento puede realizarse en el nivel más fenomenológico o con respecto a los conocimientos químicos. En cualquier caso, los alumnos deben tener nociones básicas de que los gases que se producen en un recipiente cerrado generan presión.

El grado de dificultad de la tarea es medio.

### 3 Contexto de la tarea

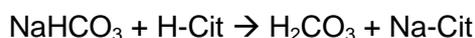
Como un gas que es más pesado que el aire y no mantiene la combustión, el dióxido de carbono es adecuado para la sofocación de la llama y para la extinción de incendios. Como agente extintor tiene la ventaja de que no hay daños indirectos tales como las pérdidas asociadas con el agua.

Técnicamente los extintores de CO<sub>2</sub> consisten en botellas de acero en los que el CO<sub>2</sub> condensado se encuentra bajo alta presión. Al abrir fluye hacia fuera y se evapora de inmediato; debido a la energía necesaria para la evaporación (calor de vaporización) se enfría por lo general tan fuertemente que se forma una “nieve” firme de CO<sub>2</sub>. La nieve y el dióxido de carbono gaseoso producen una deficiencia de oxígeno para la materia en combustión. Además, el agente extintor enfría la materia en combustión tan fuertemente que no se puede volver a encender. Pero en el pasado también se utilizaron extintores de incendios en los que el CO<sub>2</sub> se formaba por reacción química de un carbonato con un ácido. Los productos químicos almacenados por separado en el interior del extintor se tenían que hacer reaccionar antes de su uso. Para este propósito una partición era destruida mediante un pasador operable desde fuera.

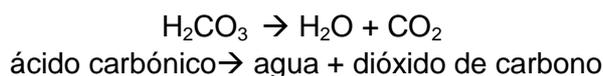
El extintor de espuma a ser construido aquí sigue este principio general. Se deben hacer reaccionar:

- Bicarbonato de soda (bicarbonato de sodio -  $\text{NaHCO}_3$ ) y
- Ácido cítrico.

Como materiales sólidos pueden ser mezclados sin que se produzca ninguna reacción. Sólo cuando se añade agua a la mezcla se forman dióxido de carbono y citrato de sodio. El ácido carbónico se descompone en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que es lo que se debe observar como formación de gas:



Bicarbonato de sodio + ácido cítrico  $\rightarrow$  dióxido de carbono + citrato de sodio



Aunque el  $\text{CO}_2$  también es un gas capaz de sofocar las llamas (“por sí solo”, por así decirlo), por dos razones se da aquí preferencia a un extintor de espuma que puede ser fabricado mediante la adición de jabón en polvo.

- Una razón práctica es que el gas  $\text{CO}_2$  es eliminado rápidamente del fuego por la generación térmica que causa cualquier llama, y no hace el trabajo de sofocar la llama. La espuma, ya sea en el experimento modelo o en la realidad, debido a su mayor masa está en mejor condición de cubrir una llama y sofocarla.
- La segunda razón es la naturaleza didáctica: ya que el  $\text{CO}_2$  como gas no se puede ver, con la espuma que se produce aquí por la adición de jabón en polvo en la reacción, se puede observar mejor la formación de gas y manejar más fácilmente la eliminación.

## 4 La tarea

La formulación de la tarea aquí elegida se refiere al hecho de que los alumnos han experimentado previamente con bicarbonato de sodio y ácido cítrico, por ejemplo, para investigar el efecto del polvo de hornear.

### Extintor de espuma – De construcción casera

Han experimentado recientemente con el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico, y aprendido por qué una mezcla de las dos sustancias, por ejemplo, es adecuada para hornear.

Ahora deben utilizar sus nuevos conocimientos para la construcción de un extintor de incendios.

Para esto tienen a disposición los siguientes materiales:

- Bicarbonato de soda
- Ácido cítrico
- Jabón en polvo
- Agua

Piensen en el diseño de los experimentos que ya han realizado. Escriban cómo quieren proceder, y justifíquelo. Consideren también cuáles recipientes y qué otros materiales pueden utilizar para el extintor de incendios.

Por último deberán

- elaborar un esquema / dibujo, para que otros puedan saber cómo luce un extintor de incendios de espuma.
- describir brevemente cómo funciona el extintor de espuma.

El objetivo del tratamiento es que los alumnos desarrollen el principio de extintor de la espuma, como un recipiente cerrado que contiene los sólidos mezclados. El recipiente también debe tener

una manera de añadir el agua de una manera sencilla, así como disponer de una descarga de la espuma formada en la dirección de la llama a ser apagada.

Después de la discusión conjunta de los proyectos, las soluciones prometedoras deben ser puestas en práctica y comprobadas. Todavía hay que aclarar que el recipiente debe volver a cerrarse después de la adición de agua. El boceto de la ayuda no muestra esto.

Importante para la aplicación: práctica. **¡Observar las precauciones de seguridad!**

(gafas protectoras, superficie a prueba de fuego para la vela a apagar, agua en las cercanías, si es necesario, para poder lavar las salpicaduras de espuma extintora).

El extintor de espuma también puede ser fácilmente fabricado con los medios del juego de experimentación para Experimento | 10+:

Como recipiente de la reacción resulta adecuado un vaso (100 ml) con tapa enroscable, en la que deben ser perforados dos orificios. Para el abastecimiento dirigido de agua se puede utilizar una jeringa, y para la pulverización dirigida de la espuma extintora resulta adecuado un pitillo con codo o un trozo de manguera de silicona (7 mm).



Montaje experimental del extintor de espuma.

## 5 Variaciones

Para poder resolver la tarea, el contexto químico de la reacción de bicarbonato de sodio y ácido cítrico no debe estar necesariamente disponible. Es suficiente con que los estudiantes hayan conocido la reacción correspondiente de generación de gas como un fenómeno y que puedan utilizarla de manera efectiva en el nuevo contexto. Para niveles escolares superiores, la ayuda debe ser diseñada de forma profesional de acuerdo a la profundización.

Dependiendo del grupo de estudio, la cantidad de ayudas puede ser reducida o aumentada.

## 6 Las ayudas en resumen

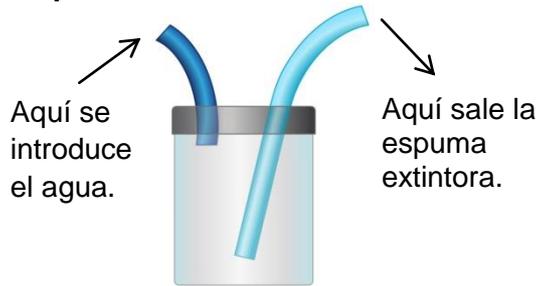
Nota: Las ayudas están preparadas en un archivo separado para su impresión o pueden ser utilizadas en línea a través del código QR en la hoja de trabajo.

<p><b>Ayuda 1</b> De nuevo explíquense recíprocamente la tarea en sus propias palabras. Para esto aclaren cómo han entendido la tarea y lo que todavía no está claro.</p>	<p><b>Respuesta 1</b> Tenemos que diseñar un extintor de espuma que trabaje con bicarbonato de sodio, ácido cítrico, jabón en polvo y agua. Al final, debemos hacer un bosquejo de cómo podría lucir el extintor, y explicar cómo funciona.</p>
<p><b>Ayuda 2</b> Recuerden lo que ya han aprendido acerca de la reacción de bicarbonato de sodio, ácido cítrico y agua.</p>	<p><b>Respuesta 2</b> Cuando añadimos a una mezcla de bicarbonato de sodio y ácido cítrico un poco de agua, comienza a burbujear. El resultado es una gran cantidad de gas: dióxido de carbono.</p>
<p><b>Ayuda 3</b> Entre los ingredientes para el extintor de incendios también figura el jabón en polvo. ¿Qué opinan sobre para qué sirve?</p>	<p><b>Respuesta 3</b> Si disolvemos y agitamos el jabón en polvo en el agua se produce espuma. Cuando la mezcla de bicarbonato de sodio y ácido cítrico contiene adicionalmente jabón en polvo, a continuación se forma espuma gracias al dióxido de carbono resultante. La espuma puede cubrir y sofocar el fuego.</p>
<p><b>Ayuda 4</b> Ahora todavía necesitan un recipiente adecuado en el que se pueda producir la espuma extintora. Recuerden para esto que se puede apagar el fuego desde cierta distancia.</p>	<p><b>Respuesta 4</b> Por sí sola la espuma de extintora se va a derramar. Por lo tanto el recipiente debe tener solamente una abertura muy pequeña. Tiene que haber una manera de introducir el agua para permitir que se inicie la reacción. Nuestro extintor de espuma tendrá una descarga móvil, de modo que podamos apuntar la espuma hacia una llama.</p>

**Ayuda 5**

Ahora tienen todo junto. Hagan un bosquejo para el extintor de espuma y describan cómo funciona.

**Respuesta 5**



El extintor de incendios consiste en un contenedor con tapa.

Hay una abertura a través de la cual se puede añadir agua y una boquilla por la que sale la espuma.

Cuando se añade agua, comienza la reacción y se forma gas carbónico. Debido a que contiene detergente en polvo, también se produce espuma. Cuando cerramos la abertura para el suministro de agua, la presión interna presiona la espuma a través de la "boquilla". Así podemos apagar una pequeña llama.