

## ¿Cómo funciona la “liofilización”?

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 está vinculada a los estados físicos del agua, más precisamente con la transición de la fase sólida a la gaseosa a temperaturas inferiores a 0 °C y a presión reducida. Entre los aspectos relevantes a la vida cotidiana está lo que se refiere a la conservación de alimentos por deshidratación en estado de congelación profunda.

### 2 Condiciones de aprendizaje y grado de dificultad

Los alumnos deben conocer los estados de agregación del agua y las transiciones entre las fases (sólida - líquida - gaseosa, similarmente en la dirección contraria), y también la sublimación y la re sublimación como casos especiales de las transiciones de fase. También deben conocer la representación de las fases en un diagrama de fases. En estas condiciones, la tarea presenta una dificultad media.

En principio, la pregunta se deja trabajar al nivel fenomenológico, como por ejemplo a partir de la experiencia (ahora más bien ya no está disponible) de que la ropa mojada también se seca si está congelada en el tendedero al aire libre a temperaturas bajo cero.

### 3 Contexto de la tarea

La liofilización es un proceso suave para la conservación de alimentos, por ejemplo, para la producción de café en polvo soluble. También se utiliza en la fabricación de fármacos que se descomponen cuando se calientan; igualmente en la fabricación de la alimentación al aire libre y “alimentos para astronautas” se extrae el agua sin destruir la estructura de la comida. Otras aplicaciones son la restauración de libros después de resultar dañados por el agua o el secado de los hallazgos arqueológicos, tales como trozos de madera o textiles que fueron recuperados de las aguas o suelos húmedos.

En la vida cotidiana el efecto de la evaporación del agua (congelada), como se mencionó anteriormente, se podía observar antes, cuando todavía se secaba la ropa en invierno: A temperaturas inferiores al punto de congelación y al aire frío pero seco, las prendas de ropa mojada sobre el tendero se secaban como en otras estaciones, pero mucho más lentamente

La base para la transición directa del estado sólido al estado gaseoso es el hecho de que el agua no puede permanecer líquida por debajo del punto triple. El punto triple es de 0,01 °C y alrededor de 6/1000 bar. Porque incluso el hielo sólido tiene una presión de vapor apreciable, la sublimación del agua puede ser acelerada a presiones tan bajas mediante la cuidadosa aplicación de calor.

## 4 La tarea

En su forma más sencilla, la tarea puede ser formulada como sigue:

Descubran cómo funciona la liofilización.

Tomen como ayuda el diagrama de fases del agua.

Debido al efecto de promoción de aprendizaje de un contexto a partir del cual ha sido desarrollada la tarea, en función de la evaluación del profesor o profesora se puede desarrollar una escena de contexto, por ejemplo como sigue:

Daniel y sus amigos están planeando un viaje para acampar. Daniel es el responsable de la alimentación. En un almacén de equipos para campamento le recomiendan comidas liofilizadas, a las que sólo se les tiene que verter agua hirviendo. Daniel compra sólo una vez un paquete de “crema de pollo con pasta y espinacas” y lo prueba en casa de inmediato: vierte agua caliente sobre ella, espera unos minutos, y el sabor no le parece mal. Daniel lo encuentra tan bueno que él mismo tiene que averiguar cómo funciona esto con la liofilización. En Internet él lee “primero congelar de forma súbita, a continuación deshidratación a presión reducida”.

Hasta ahora, todo va bien, piensa Daniel, pero si el agua de los alimentos se ha convertido en hielo, ¿cómo se puede entonces extraerla?”

Los estudiantes deben recibir junto con la hoja de tareas y las ayudas una copia con el diagrama de fases del agua, en la que pueden ingresar sus pensamientos.

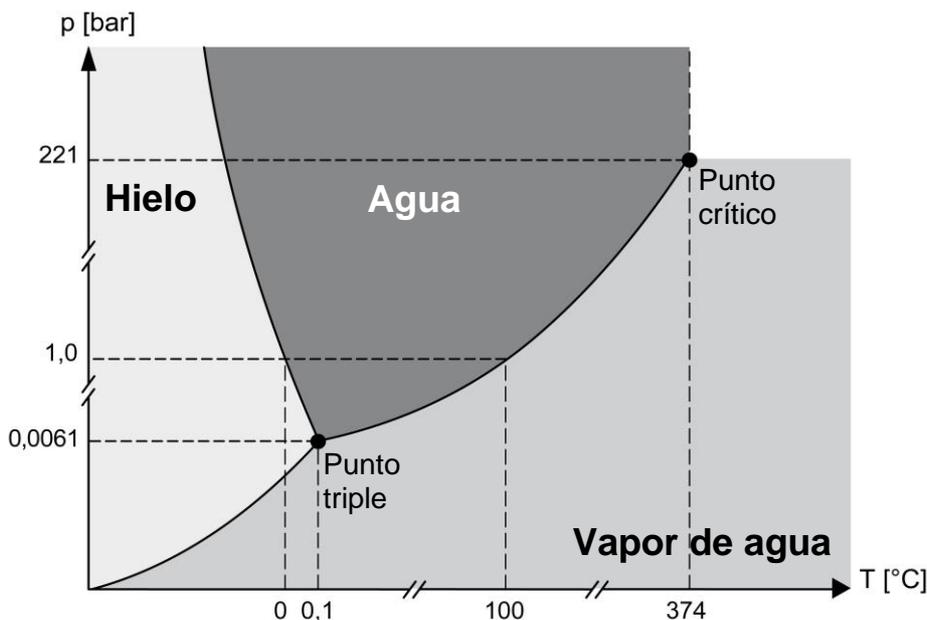


Diagrama de fases del agua.

## 5 Variaciones

La lectura de los diagramas de fases resulta de una dificultad considerable para muchos alumnos. Para facilitarles el acceso, las preguntas pueden ser respondidas en conjunto antes del procesamiento de la tarea, como:

- Nuestro hábitat se caracteriza por temperaturas entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una presión de aproximadamente 1 bar. ¿Dónde se encuentran estas condiciones en el diagrama de fases del agua?
- ¿Dónde se encuentra en el diagrama de fases si se asciende al Everest?
- ¿Qué ocurre en un digestor de vapor (Papin)?
- ¿Hay en el espacio agua líquida o más bien hielo o vapor de agua?

Debe tenerse en cuenta que prácticamente todas las representaciones del diagrama de fases de agua presentan ejes que no son lineales (distorsionados logarítmicamente). A continuación de la tarea, de ser necesario también debería ser discutido que las presiones de vapor cambian debido al hecho de que no se trata de agua pura, sino de soluciones. Esto conduce a un desplazamiento de los puntos de fusión y de ebullición (depresión del punto de fusión, elevación del punto de ebullición).

## 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> Debemos tomar como base el diagrama de fases del agua para explicar cómo funciona la liofilización.</p>
<p><b>Ayuda 2</b> A lo sumo, sigan paso a paso el camino de la liofilización en el diagrama de fases. Empecen a temperatura ambiente y presión normal.</p>	<p><b>Respuesta 2</b> La presión normal es de 1 bar; debemos estimar la temperatura ambiente (aproximadamente <math>20\text{ }^{\circ}\text{C}</math>) en el diagrama.</p>
<p><b>Ayuda 3</b> En primer lugar, los alimentos son congelados de súbito, por ejemplo por medio de aire líquido. Encuentra la manera de avanzar en el diagrama de fases.</p>	<p><b>Respuesta 3</b> Con la congelación rápida la presión sigue siendo la misma, pero toda el agua está congelada como hielo.</p>
<p><b>Ayuda 4</b> Ahora la presión es reducida por medio de una bomba de vacío; ¿qué sucede a continuación en el diagrama y qué quiere decir esto?</p>	<p><b>Respuesta 4</b> A baja presión, en el diagrama de fases la fase gaseosa solamente es adyacente a la fase de hielo. Ahora, el agua congelada no puede fundirse incluso cuando la temperatura aumente de nuevo.</p>

<p><b>Ayuda 5</b> Ustedes saben que el hielo todavía tiene una cierta presión de vapor, incluso a temperaturas muy bajas. ¿Cómo se puede lograr que el agua congelada de la comida congelada se vuelva gaseosa algo más rápido? Una mirada al diagrama de fases les ayudará con la respuesta.</p>	<p><b>Respuesta 5</b> Eso es bastante fácil: Se debe suministrar energía de nuevo y con eso la temperatura aumentará ligeramente. A continuación, el agua congelada de los alimentos se evapora y éstos se secan.</p>
<p><b>Ayuda 6</b> Ahora tienen todo junto para responder a la pregunta de cómo funciona la liofilización desde el punto de vista de la física. Para esto escriban un texto corto y coherente.</p>	<p><b>Respuesta 6</b> La comida congelada es enfriada rápida y muy fuertemente. Posteriormente, por medio de bombeo de vacío la presión se reduce hasta el punto en que el agua ya no puede volverse líquida. Si a continuación la temperatura es aumentada de nuevo, el agua congelada pasa directamente a la fase gaseosa; de esta manera se seca el alimento congelado.</p>