

Aire congelado



Materias:
Física y Química



Nivel:
2º, 3º y 4º ESO y 1º Bachillerato



Duración: 45 minutos

Objetivos:

- Las dificultades de producción, especialmente, de CO₂ puro.
- El riesgo de contribución al calentamiento global como consecuencia de la sublimación del CO₂.
- El interés de emplear tecnologías de uso relativamente accesible en cualesquiera circunstancias.
- Integración de la nueva tecnología con la que ya está en funcionamiento mejorando sus condiciones.

Descripción general

Alcanzar y mantener temperaturas bajas es muy complicado, con frecuencia se hace empleando CO₂ (“hielo seco”) o nitrógeno líquido. El procedimiento, aunque muy usado en la industria, no deja de ser complicado y no es muy barato. Tiene otro inconveniente mayor: la obtención del CO₂ y del nitrógeno.

Los investigadores de la Universidad de Valencia emplean aire atmosférico para obtener las bajas temperaturas. Lógicamente esto tiene ventajas económicas, pero, más allá, supone una innegable ventaja ecológica.



Enlace al recurso periodístico:

<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Nuevo-sistema-de-refrigeracion-made-in-Spain-para-transportar-vacunas-a-200-1C>

Relación del recurso con el currículo escolar:

Física y Química 2º y 3º de ESO

Bloque 2. La materia

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Propiedades de la materia.	2. Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético-molecular.	<p>2.1. Justifica que una sustancia puede presentarse en distintos estados de agregación dependiendo de las condiciones de presión y temperatura en las que se encuentre.</p> <p>2.2. Explica las propiedades de los gases, líquidos y sólidos utilizando el modelo cinético-molecular.</p> <p>2.3. Describe e interpreta los cambios de estado de la materia utilizando el modelo cinético-molecular y lo aplica a la interpretación de fenómenos cotidianos.</p>

Física y Química 2º y 3º de ESO

Bloque 2. La materia

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Estados de agregación. Cambios de estado. Modelo cinético-molecular.	3. Establecer las relaciones entre las variables de las que depende el estado de un gas a partir de representaciones gráficas y/o tablas de resultados obtenidos en, experiencias de laboratorio o simulaciones por ordenador.	3.1. Justifica el comportamiento de los gases en situaciones cotidianas relacionándolo con el modelo cinético-molecular.

Bloque 3. Los cambios

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
La química en la sociedad y el medio ambiente.	7. Valorar la importancia de la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente.	7.1. Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, (...) y otros gases de efecto invernadero relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global. 7.3. Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.

Física y Química 4º de ESO

Bloque 5. La energía

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Formas de intercambio de energía: el trabajo y el calor.	4. Relacionar cualitativa y cuantitativamente el calor con los efectos que produce en los cuerpos: variación de temperatura, cambios de estado y dilatación.	4.1. Describe las transformaciones que experimenta un cuerpo al ganar o perder energía, determinando el calor necesario para que se produzca una variación de temperatura dada y para un cambio de estado, (...).

Cultura científica. 1º de Bachillerato

Bloque 1. Procedimiento de trabajo

Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
1. Obtener, seleccionar y valorar informaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología a partir de distintas fuentes de información. 2. Valorar la importancia que tiene la investigación y el desarrollo tecnológico en la actividad cotidiana.	1.1. Analiza un texto científico o una fuente científico-gráfica, valorando de forma crítica, tanto su rigor y fiabilidad, como su contenido. 2.1. Analiza el papel que la investigación científica tiene como motor de nuestra sociedad y su importancia a lo largo de la historia.

Contesta libremente. No son preguntas para evaluarte, sino para motivar y generar un pequeño debate en clase.

1

- En la experiencia de la Universidad Politécnica de Valencia han empleado un sistema de aire ambiental en lugar de CO_2 y nitrógeno para la obtención de bajas temperaturas. ¿Tienes idea de por qué se emplean habitualmente CO_2 y nitrógeno para este cometido?
- ¿En qué estado se encuentran el CO_2 y el nitrógeno para servir como refrigerantes?
- El procedimiento empleado se basa en **intercambiadores de calor**. ¿Tienes idea de si hay en tu casa algún aparato de este tipo? ¿Serías capaz de describir cómo funciona?
- En la experiencia aprovechan una curiosa propiedad de los gases cuando son comprimidos y expandidos. ¿Podrías describir qué le sucede a un gas cuando es comprimido? ¿y cuándo se expande?
- ¿En qué consiste la sublimación de un gas?, ¿qué ventaja térmica se puede obtener de este cambio de estado?

Se sugiere recordar a los estudiantes la teoría cinética.

- Es bastante probable que los estudiantes no tengan una noción clara sobre por qué se usan el CO_2 y el nitrógeno. Será necesario aclararles que el CO_2 :
 - Tiene un excelente coeficiente de transferencia de calor.
 - Es muy estable a las variaciones de presión.

Respecto al nitrógeno, conviene recordar que es muy abundante en la mezcla de aire ambiental de donde se obtiene fundamentalmente por diferentes procesos. Quizás el más asequible para los estudiantes (aunque es también el más caro) consiste en la licuefacción del aire y la posterior destilación de los gases que los componen a las correspondientes temperaturas de ebullición.

- El CO_2 en estado sólido (hielo seco) tiene una temperatura de unos $-79\text{ }^\circ\text{C}$, a temperatura ambiente el CO_2 sólido sublima a gas. La temperatura de ebullición del nitrógeno líquido es de $-195,8\text{ }^\circ\text{C}$.
- El frigorífico refrigera utilizando un intercambiador de calor.

2

- a) Para comprimir un gas es necesario energía. Compruébalo tú mismo con una bicicleta. Usa una bomba manual para introducir aire en las ruedas. Comprueba la temperatura de la válvula antes y después de unas cuantas compresiones. ¿Notas algún cambio?, ¿qué crees que ha sucedido para que haya variado?
- b) Descomprimir un gas también necesita energía, pero en este caso el gas licuado necesita tomar la energía de algún sitio para aumentar la temperatura. Seguro que has comprobado, al usar un desodorante en spray, que sale bastante frío. El desodorante en el interior del bote está comprimido junto con un gas propelente que, al salir, se vaporiza. ¿Qué crees que le sucede al gas propelente cuando pulverizas tus axilas?
- c) Si tienes la oportunidad echa una mirada a la parte trasera de un frigorífico. ¿Qué ves? ¿consigues ver a dónde está conectada? Eso es un intercambiador de calor. ¿Qué utilidad crees que tiene en el funcionamiento del frigorífico?

- a) **La experiencia es lo suficientemente común como para que resulte familiar a una parte de los estudiantes. Es un buen momento para recordar a los estudiantes la teoría cinética y la relación entre el movimiento de las partículas y la temperatura.**
- b) **Resulta imprescindible que los estudiantes comprendan que para que un gas licuado pueda alcanzar el punto de ebullición (o de sublimación) es necesario aportar energía, que proviene en este caso del aire circundante. El gas licuado absorbe esa energía haciendo que el aire circundante o los objetos en contacto disminuyan su temperatura.**
- c) **La rejilla situada en la parte trasera del frigorífico cumple la función de disipar el calor extraído de interior del frigorífico. El gas contenido en su interior es comprimido y descomprimido por el motor compresor situado en la parte baja del aparato. El proceso permite que el gas circule licuado (frío) por el interior calentándose en su recorrido (gas), en la rejilla exterior disipa ese calor acumulado para ser comprimido nuevamente antes de volver a entrar en el frigorífico.**

No se ha propuesto ninguna actividad sobre el ciclo de Brayton (Joule) empleado en el funcionamiento del CAU de la Universidad Politécnica de Valencia por la dificultad de comprensión que puede implicar para los estudiantes más jóvenes. Podría presentarse de una manera simplificada relacionando los pasos necesarios para comprimir el aire en un motor de turbina con los que emplea el ciclo de Brayton. De hacerlo así es imprescindible hacer notar que el ciclo inverso, empleado en el CAU, se basa en el uso de la turbina para mover calor en lugar de producir trabajo:

https://es.qaz.wiki/wiki/Brayton_cycle

3

Leyendo en la noticia verás que se menciona la importancia de minimizar el impacto ambiental. El Contenedor Autónomo Ultrafrío (CAU) de la Universidad Politécnica de Valencia tiene en cuenta varios aspectos para garantizar la seguridad en el mantenimiento de la cadena de frío imprescindible, por ejemplo, en el transporte de algunas de las vacunas para la COVID-19.

Forma un grupo con algunos de tus compañeros o compañeras para localizar cuáles son los aspectos más destacables que encontráis en la noticia en relación a cómo el CAU facilita el transporte de mercancías que requieran su conservación a temperaturas muy bajas.

En la noticia se menciona que el CAU permite ser escalado en función de la cantidad de material a transportar o de las temperaturas requeridas, para ello puede emplear una fuente de electricidad accesible, como la de un vehículo a través de la toma eléctrica empleada antiguamente para los mecheros.

Se aclara que el CAU puede ser empleado directamente para conservar el hielo seco empleado en estos momentos en las cajas de transporte, lo que implica no tener que modificar la actual cadena de producción, pero podría sustituir directamente al hielo seco si se emplea el CAU desde el momento de fabricación de la vacuna.

El ajuste de la temperatura de funcionamiento del CAU se realiza modificando la velocidad de giro de los compresores.

4

En la noticia se habla de que el empleo de CO₂ para refrigerar, además de costoso económicamente, reviste cierto peligro durante el transporte (por ejemplo, en un recinto cerrado como un avión) debido a que al sublimarse se hace gas, y se destaca como novedad importante el hecho que el gas empleado en el CAU de la Universidad Politécnica de Valencia es simplemente aire ambiental.

Te proponemos la creación de un grupo de debate con algunos de tus compañeros o compañeras para analizar estos dos aspectos. Después de analizarlos, intentad hacer un análisis de las ventajas medioambientales de la propuesta de la UPV.

Contrastad vuestras conclusiones con las de otros grupos de la clase.

- a) ¿Por qué la sublimación del CO₂ puede ser un riesgo en un espacio cerrado?
 - b) Aunque la atmósfera de nuestro planeta contiene una cantidad importante de CO₂ natural, ¿qué impacto puede tener el uso indiscriminado de este gas?
 - c) ¿Qué ventaja económica tiene el hecho de que el CAU emplee aire ambiental?
-
- a) **El CO₂ es un gas incoloro e inodoro, en un espacio cerrado puede no ser detectado, desplazando al aire atmosférico con consecuencias que pueden llegar a ser mortales para los seres vivos.**
 - b) **Es presumible que los estudiantes relacionen la liberación del CO₂ a la atmósfera con el aumento del efecto invernadero.**
 - c) **El empleo de aire ambiental en CAU de la Universidad Politécnica de Valencia implica una gran ventaja medioambiental puesto que tiene un impacto nulo sobre el aumento del efecto invernadero y resulta extremadamente barato por ser un recurso abiertamente disponible.**

Bibliografía / Más Información

Sobre el ciclo de Brayton (Joule) inverso:

https://es.gaz.wiki/wiki/Brayton_cycle

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/Sahagun/industrial/2019/Ciclo-Brayton.pdf

Algunos ejemplos de intercambiadores de calor empleados en la industria:

<https://www.intercambiadordec calor.com.mx/>