



Movimiento atómico/molecular 3: La relación entre la temperatura, la presión y el volumen

Resumen:

De observaciones de primera mano y experiencia, los estudiantes derivarán las relaciones entre la presión, el volumen y la temperatura y serán capaces de predecir cómo cualquier cambio en uno afectará a los otros dos. Procederán a visualizar, a escala molecular, por qué/cómo estas relaciones ocurren. En un análisis mayor, ellos observarán cómo las relaciones muestran un flujo de energía, sin embargo nunca muestran ni su creación ni su destrucción y extenderán esto hasta determinar que un cambio gas-líquido introducido en el sistema amplifica la transferencia de energía. Finalmente, ellos examinarán cómo la relación temperatura-presión-volumen es aplicada al diseño y operación de varias máquinas, equipos refrigerantes y al rol de aislamiento.

Posición en la progresión del aprendizaje:

Construyendo sobre los conceptos de la naturaleza particular de la materia (lección A-4 [vol.1]) y la manera en que la temperatura puede ser vista como una función de la energía cinética de las partículas atómicas/moleculares (lección

A-12), esta lección les permitirá a los estudiantes visualizar las relaciones entre presión, volumen y temperatura a un nivel particular atómico/molecular, así como también suministrar la base para entender el funcionamiento de las máquinas y del equipo refrigerante. Estas relaciones son centrales en la comprensión de las corrientes de convección que, a su vez, son centrales para entender el clima y las condiciones climatológicas.

Tiempo requerido:

- Parte 1. La relación presión-volumen-temperatura (demostraciones, análisis e interpretación, 60-90 minutos).
- Parte 2. Visualizar las relaciones presión-volumen-temperatura en términos de partículas (análisis e interpretación, 45-60 minutos).
- Parte 3. Añadir un cambio en el estado de la relación presión-volumen-temperatura (demostraciones, análisis e interpretación, 45-60 minutos).
- Parte 4. Aplicación de la relación presión-volumen-temperatura a la

tecnología (demostraciones, análisis e interpretación, 60-90 minutos).

Resultados:

A través de este ejercicio los estudiantes serán capaces de:

1. Realizar un diagrama y/o modelo de las relaciones que existen entre la presión, el volumen y la temperatura de un gas.
2. Dado un cambio en cualquiera de los parámetros, decir cómo afectará a los otros dos. Dar ejemplos o conducir actividades que demuestren estas relaciones.
3. Explicar, diagramar o modelar, a nivel de partículas interactuantes (moléculas), por qué/cómo las relaciones presión–volumen–temperatura ocurren como lo hacen.
4. Explicar por qué/cómo una presión que aumenta lleva a una energía cinética que se incrementa en las partículas, de ahí a un incremento en la temperatura y viceversa.
5. Realizar un diagrama, o explicar de cualquier otra manera, cómo la relación presión–volumen–temperatura puede ser vista como un flujo de energía a través del sistema; esto es, cómo la energía que entra en un punto sale en otro.
6. Explicar cómo la relación presión–volumen–temperatura puede involucrar un cambio en el estado; es decir, un cambio de gas a líquido, o viceversa.
7. Decir qué se observa, en términos de entrada o salida de calor, conforme un gas cambia a líquido, o viceversa.
8. Dar ejemplos específicos que ilustren cómo la relación presión–volumen–temperatura aplica en la tecnología moderna. En particular, a la utilidad/propósito del gas líquido, el funcionamiento de varios tipos de máquinas y las unidades refrigerantes/enfriadoras.
9. Dar ejemplos que ilustren el rol que juega el aislamiento en las estufas, refrigeradores, casas, entre otros.
10. Describir la importancia de ese rol. Citar diferentes materiales y técnicas utilizadas en el aislamiento.

Antecedentes requeridos:

- Lección A-6 [vol. I]. Materia 2: presión del aire y la atmósfera terrestre
- Lección A-11. Movimiento atómico/molecular 1
- Lección A-12. Movimiento atómico/molecular 2
- Lección A-17. Calor, volumen y densidad

Materiales:

Parte 1. La relación presión–volumen–temperatura

- Un video que muestre cómo se usa un pistón de fuego para iniciar un fuego o, si es posible, muestre un pistón verdadero, el cual es un cilindro de mano realizado en

madera o metal con un pistón o embolo; cuando un poco de leña se coloca en el extremo del pistón y se empuja con fuerza dentro del cilindro, se prende (google: pistón de fuego/video pistón de fuego).

- Una bomba de aire para bicicleta y una rueda o pelota de alta presión para ser inflada
- Refrigerante en aerosol (opcional) (google: refrigerante en aerosol)

Parte 2. Visualizar las relaciones presión–volumen–temperatura en términos de partículas

- No se requieren materiales adicionales

Parte 3. Añadir un cambio en el estado de la relación presión–volumen–temperatura

- Repaso de la lección A-12
- No se requieren materiales adicionales

Parte 4. Aplicación de la relación presión–volumen–temperatura a la tecnología

- Videos de animaciones de varias máquinas (google: animación de máquinas)
- Video de la animación del ciclo de refrigeración (google: animación de refrigeración)

Oportunidades de enseñanza:

Mostrar un video, o mejor aún, demostrar el uso de un pistón de fuego para iniciar un fuego es una manera muy buena para llamar la atención de los estudiantes.

PRECAUCION: el uso de un pistón de fuego por los niños debe ser supervisado.

Métodos y procedimientos:

Parte 1. La relación presión–volumen–temperatura

Muestre a los estudiantes un video de cómo hacer fuego con un pistón o, mejor aún, demuéstrelo en la vida real (vea la lista de materiales arriba descrita). Los niños desearán saber: ¿cuál es el truco? ¿Cómo funciona? Asegúreles que no hay ningún truco.

La observación es que la temperatura del aire (o cualquier gas) se alza cuando es comprimido. Usted puede demostrar este concepto más a fondo realizando lo siguiente: coloque un tapón en la salida del aire de una bomba para bicicleta o balones, de manera que el aire no pueda escapar. Haga que un estudiante coloque su mano alrededor de la base del cilindro y reporte qué siente conforme usted presiona fuertemente el embolo. Seguramente dirá que se está calentando. Su detección del calentamiento no será instantánea con la compresión, porque se lleva algún tiempo para que el calor se transmita a través del cilindro. Sin embargo, la demostración deja claro que cuando el aire es comprimido, su temperatura se incre-

Hilo de discusión A



menta. De aquí, sus alumnos pueden fácilmente razonar que el pistón de fuego provee un ejemplo extremo de este fenómeno. Conforme el pistón se empuja fuertemente hacia abajo, el aire se comprime en un pequeño volumen y su presión se alza de acuerdo con esto. La compresión de aire bajo el pistón alza la temperatura al punto en que la madera se prende. La evidencia indica que los pistones de fuego se originaron y fueron usados antes de que se empezara a registrar la historia. Es interesante especular cómo nuestros ancestros descubrieron el principio e implementaron la técnica (google: historia del pistón de fuego).

Cuestione a los estudiantes lo siguiente: si la temperatura se incrementa al incrementarse la presión, ¿qué podemos esperar si la presión se reduce? Ellos probablemente adivinarán que la temperatura bajará. ¿Lo podemos demostrar? Una demostración simple es hacer que los estudiantes coloquen una mano en una rueda de bicicleta o en una bola inflada con mucha presión, conforme abrimos la válvula y soltamos el aire; ellos sentirán cómo se enfría cuando la presión baja. Existe tam-

bién una amplia variedad de refrigerantes en aerosol que operan y demuestran el mismo principio (google: refrigerante en aerosol).

En la lección A-17, los estudiantes observaron que el aire (y también el agua y los metales) incrementan en volumen al ser calentados; o, si el volumen se mantiene constante, la presión se incrementa. Demuestre estos efectos de nuevo si es necesario. Igualmente, haga que los estudiantes noten que podemos mirar la acción del pistón de fuego en términos de disminuir el volumen de aire en el cilindro, así como también de incrementar su presión y su temperatura. Con tal recuerdo y/o repeticiones, cuestione a los niños si comienzan a ver la relación de tres vías: entre la presión, el volumen y la temperatura. Para hacer esto más explícito, dibuje un triángulo grande y coloque uno de los parámetros (presión, volumen o temperatura) en cada esquina. Conduzca una discusión de preguntas y respuestas cuestionando cómo un incremento o decremento en cualquiera de los parámetros afectará a los otros dos. Por ejemplo:

| | |
|---|---|
| Incremento en temperatura | Incremento en volumen, o incremento en presión si el volumen es mantenido constante |
| Incremento en volumen (cantidad de gas constante) | Decremento en presión y decremento en temperatura |
| Decremento en presión (cantidad de gas constante) | Incremento en volumen y decremento en temperatura |

Todas las relaciones reversas son válidas también. De igual forma existen animaciones interactivas que muestran estas relaciones (google: animación de presión, volumen y temperatura) y

son divertidas de observar.

Además, los estudiantes pueden inventar una variedad de juegos o concursos para preguntarse a sí mismos y reforzar su aprendizaje de estas

relaciones. En cada caso, sin embargo, ellos deberán relacionar sus respuestas a ejemplos o experiencias de la vida real.

Parte 2. Visualizar las relaciones presión–volumen–temperatura en términos de partículas

Teniendo las relaciones de presión–volumen–temperatura en mente, rete a los estudiantes a modelar y/o hacer un diagrama a nivel de partículas atómicas/moleculares, explicando por qué estas relaciones ocurren y por qué/cómo lo hacen (tiempo para pensar).

Si es necesario, recuérdelos la manera en que ellos han visualizado un gas como partículas de materia que se mueven independientes las unas de las otras. Chocar y empujarse unas con otras y con las paredes del contenedor, se observa como presión (lección A-6 [vol. I]). Con esto, la relación entre presión y volumen se hace claramente evidente: conforme uno reduce el volumen; esto es, al empujar el embolo del pistón de aire, uno amontona las partículas. Ellas se golpean y se empujan más frecuentemente unas contra otras y contra las paredes del contenedor, lo que es percibido como un incremento en la presión y viceversa.

Sin embargo, ¿por qué si amontonamos cada vez más a las partículas (reducimos el volumen) da como resultado un incremento en la temperatura? En la lección A-12 concluimos que la temperatura es sinónimo de la energía cinética (movimiento) de las partículas (átomos/moléculas). Por lo tanto, para ser consistentes, debemos presumir que reducir el volumen/incrementar la presión causa

un aumento de la energía cinética de los átomos/moléculas y, por ello, de la temperatura. Así, la pregunta se convierte en la siguiente: ¿de qué manera al incrementar la presión (amontonar las partículas cada vez más) resulta en un incremento de su energía cinética? (Tiempo para pensar).

Una manera de visualizar esto es a través de la analogía de golpear una bola de béisbol. Pida a sus alumnos imaginar cómo una bola de béisbol es golpeada sólidamente por un bate. La bola abandona a éste con una energía cinética incrementada, porque tiene la energía cinética del lanzamiento del pítcher (efectivamente rebotando del bate) y la energía cinética adicional impartida por el movimiento del bate hacia la bola.

Pídales relacionar esta idea con las partículas que están siendo amontonadas (comprimadas). Igual que la bola lanzada por el pítcher, las partículas tienen su energía cinética inicial. Conforme una golpea a la otra que está siendo empujada hacia la primera, ésta rebota con una energía cinética adicional impartida por la partícula que se aproxima. Conforme esto ocurre a través del sistema, hay un incremento general en la energía cinética, el cual es percibido como un aumento de la temperatura: a mayor compresión, mayor la energía cinética y, por lo tanto, se produce un acrecentamiento de la temperatura.

La misma analogía de béisbol puede ser utilizada para visualizar el efecto refrigerante causado por la descompresión. Haga que los estudiantes se imaginen dándole un golpe ligero a la bola en vez de pegarle fuertemente. Al darle un golpe ligero, el bate es sostenido sin fuerza, de manera que es

empujado hacia atrás cuando la pelota le pega. Entonces, una porción de la energía cinética de ésta es absorbida por el bate. La bola rebota del bate con menos energía cinética que la que tenía al ser lanzada; entonces, viaja solamente una distancia corta hacia el jardín interior.

En la descompresión (expandir el volumen de una cantidad determinada de gas) las partículas se estarán separando cada vez más. Conforme una partícula golpea a otra que se aleja, ésta rebota con menos energía de la que tenía. Mientras esto ocurre con todas las partículas a lo largo del sistema, se presenta una pérdida general de energía cinética, la cual es vista como una baja en la temperatura correspondiente con el descenso de la presión.

Claro está que el cambio de temperatura resultante de una variación de la presión no es permanente. El calor fluye, por radiación y/o conducción, hacia una localidad más fresca hasta que las temperaturas se igualan. Entonces, un gas que ha sido calentado por compresión, gradualmente se enfría conforme el calor se mueve hacia el medio ambiente más fresco que lo rodea. Por lo contrario, un gas que ha sido enfriado por descompresión, progresivamente se calienta mientras el calor entra desde sus alrededores. De esta manera, un gas a una alta presión y un gas a una baja presión pueden estar a la misma temperatura. La temperatura por sí misma no es un indicador de la presión, es sólo el cambio de ella el que es percibido como una variación co-

rrespondiente de la temperatura. Otro punto que debe usted dejar claro es la relación entre la presión y el volumen. Debe entenderse que conforme uno calienta un gas, su presión se incrementa pero sólo si es mantenido al mismo volumen; si se le permite expandirse (incrementar su volumen), la presión podría permanecer constante. Explique que, aunque esto puede ser muy evidente, estos y puntos similares frecuentemente causan confusión.

Parte 3. Añadir un cambio en el estado de la relación presión–volumen–temperatura

Conforme los estudiantes se vean cómodos con las interrupciones entre la temperatura, la presión y el volumen, pregúnteles: ¿qué sucede cuando un cambio en el estado se involucra; esto es, una permuta de gas a líquido y viceversa? (Tiempo para pensar). Incítelos a recordar sus observaciones de la lección A-12, principalmente sobre el hecho de que se requirió la entrada de calor (energía) para cambiar al agua de un líquido a vapor (estado gaseoso). Al trocar de un estado gaseoso a uno líquido, la misma cantidad de energía fue liberada.

Entonces, si la presión es constante, existe un gran incremento en el volumen cuando el agua pasa de líquido a vapor. Si el volumen es mantenido constante al conservar el agua en un contenedor sellado conforme éste se calienta sobre su punto de ebullición, existirá un aumento conside-



rable en la presión (precaución: no lo intente); por otra parte, habrá un decremento en el volumen conforme el vapor de agua se condense.

Regrese al diagrama de triángulo con la presión, el volumen y la temperatura en las esquinas. Sin embargo, guíe a sus alumnos a expandir su consideración de la esquina de la temperatura de la siguiente manera:

Un gas que ha sido calentado incrementando su presión/decrementando su volumen se enfriará liberando energía calorífica al medio am-

biente. Por lo tanto, un incremento en la temperatura se vuelve sinónimo de una salida de energía calorífica. Por otra parte, expandir el volumen/reducir la presión resultará en una baja de la temperatura, lo que resulta en calor del medio ambiente que entra en el sistema. Así, la baja de la temperatura se vuelve sinónimo de una entrada de energía calorífica.

Entonces, la esquina de la temperatura en el diagrama puede tener las siguientes etiquetas:

Incremento de la temperatura = salida de energía calorífica
 Decremento de la temperatura = entrada de energía calorífica

En la lección A-12, los estudiantes observaron que el cambio de fase de agua a vapor requirió una considerable entrada de energía, aparte del alza en la temperatura. Igualmente, la condensación (el paso de la fase de gas a líquido) involucró una liberación de esa energía; esto es, su salida. De manera similar, hemos observado que una presión suficien-

te/reducción de volumen puede causar una licuefacción (cambiar de gas a líquido). Por otra parte, una reducción en presión /incremento en volumen puede causar un cambio de líquido a gas.

Regresando a nuestro diagrama de triángulo:

| | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------|
| Incremento de presión | Incremento en temperatura | Salida de calor |
| Mayor incremento de presión | Licuefacción | Salida de calor |

Así, haga que los estudiantes observen que introducir el cambio de fase en el triángulo no cambia ninguna de las relaciones básicas; solamente amplifica la salida de calor causada por el incremento en la presión. Invítelos a realizar el mismo tipo de argumento para hacer lo contrario.

Una visión general que no debe dejarse es-

capar es que incrementar la presión/decrementar el volumen requiere un ingreso de energía para hacer funcionar la bomba. Ese ingreso puede ser visto como la temperatura que se eleva y la salida de calor en la esquina de la temperatura. De igual forma, si proveemos un ingreso de energía en la esquina de la temperatura; es decir, si añadimos

calor para alzar la temperatura y/o cambiar un líquido a un gas, el aumento resultante de la presión puede ser utilizado para alimentar un motor; esto es, para crear una salida de energía en la esquina de la presión.

Reite a sus alumnos a colocar todo esto en un patrón general que describa a dónde va la energía. Dando pistas conforme sea necesario, ellos deben derivar hacia algo parecido a lo siguiente:

El mismo tipo de escenario puede ser construido involucrando al volumen.

En conclusión, lleve a los estudiantes a meditar de nuevo que no existe evidencia de energía siendo creada o destruido. Todo lo discutido aquí puede ser visto en términos de cómo la energía fluye, a través del sistema, entrando en un extremo y saliendo por el otro. En otras palabras, es un soporte más profundo del concepto de la conservación de la energía.

Parte 4. Aplicación de la relación presión–volumen–temperatura a la tecnología

Reite a sus alumnos a pensar en maneras en las cuales la relación de la temperatura, presión y volumen pueden ser utilizadas en la tecnología (tiempo para pensar). Si es necesario, guíelos a las siguientes áreas:

Gases líquidos:

Pídales que nombren gases líquidos con los cuales estén familiarizados o que al menos hayan escuchado. Su lista puede incluir: gas natural líquido (LNG), propano, aire líquido, oxígeno líquido, nitrógeno líquido, hidrogeno líquido y

quizás otros. Pregunte: ¿cómo se producen los gases líquidos? (Tiempo para pensar). Si hay duda, deje que los estudiantes sepan que pueden asumir la respuesta general de lo que han aprendido arriba incluso sin saber las especificidades. Sí, el gas líquido es producido al poner presión al gas, permitiendo que se enfríe, continuando este ciclo de presión incrementada y enfriamiento, hasta que el gas se condense y se haga líquido. Luego, si es colocado en un tanque que pueda soportar la presión, podrá ser mantenido en ese estado, aun si se temple a la temperatura del medio ambiente. Si la presión es liberada, el gas líquido comienza a bullir, convirtiéndose de nuevo a su estado gaseoso. Conforme lo hace, a través de energía calorífica, existe una baja en la temperatura, la cual continua hasta el punto de ebullición (aquí se nivela) del gas, el cual es 100 o más grados bajo cero para la mayoría de los gases. Por ejemplo, el punto de ebullición del nitrógeno es -196°C (-321°F). Para encontrar el punto de ebullición de otros gases, consulte google: punto de ebullición de _____ (insertar el gas del que se desee saber en el espacio en blanco).

Lleve a los estudiantes a reflexionar: ¿por qué deberíamos meternos en el problema de licuar los gases? (Tiempo para pensar). Sus meditaciones deben cumplir con dos propósitos principales: primero, deben mencionar que la drástica reducción del volumen que ocurre en la licuefacción hace posible manejar y transportar grandes cantidades de gas en tanques relativamente pequeños, y, segundo, deben observar que sirve para alcanzar temperaturas frías, ya que si algo necesita ser congelado rápidamente, por ejemplo, tejidos para exámenes médicos, una práctica común es utilizar nitrógeno líquido.

Motores:

Haga que sus alumnos observen que cada motor que quema combustible para derivar su poder opera con el principio presión–volumen–temperatura.

Máquinas de vapor: los motores a vapor utilizan calor para hervir el agua y convertirla en vapor, el cual tiene un volumen incrementado demasiado grande, pero al ser mantenido en el boiler a un volumen constante, éste acumula una presión tremenda. En las máquinas a vapor convencionales, el vapor a alta presión empuja un pistón conectado a las ruedas que dan vuelta (google: animación diagrama máquina a vapor). En las turbinas a vapor, éste se estrella sobre las aspas de la turbina haciendo que giren (google: turbina a vapor).

Máquinas de combustión interna: los motores de combustión interna son los motores básicos utilizados en carros y otros vehículos. Una mezcla de aire y combustible es encendida por una chispa en un pequeño espacio sobre el pistón, esta “explosión” de la mezcla de aire y combustible causa un incremento repentino en la temperatura y, por lo tanto, en la presión (volumen en aumento), que empuja al pistón, haciendo que se muevan otras partes de la máquina y las ruedas. En este punto, muchos estudiantes tendrán la idea de que es la “explosión” del combustible lo que empuja el pistón. Es significativo que ellos noten que el combustible quemándose incrementa la temperatura; por lo que es la expansión inducida por el calor lo que hace que se mueva el pistón. Si uno fuese a comparar volúmenes de aires y combustible que entran y la combustión de los productos que salen, uno encontraría muy poca diferencia en los volúmenes.

Las máquinas a chorro: en las máquinas a chorro existe un continuo flujo de aire y combustible en la cámara donde se está llevando a cabo la combustión. Ésta causa un tremendo incremento en la temperatura y, por lo tanto, en el volumen. Los gases que se expanden salen disparados de la parte trasera de la máquina y hacen que ésta se mueva hacia adelante. Los motores de los cohetes funcionan bajo el mismo principio, pero el oxígeno requerido para su combustión, así como el combustible, es llevado a bordo. Entonces, los motores de cohetes son independientes del oxígeno atmosférico, por ello éstos pueden funcionar en el espacio, al contrario de las máquinas a chorro, que permanecen dependientes del oxígeno del aire.

Enfatice de nuevo la manera en que todos los tipos de máquinas actuales cuentan con el principio de la utilización del calor para elevar la temperatura y, entonces, causar un incremento en la presión y en el volumen. Además, haga que los alumnos noten que esto involucra una ineficiencia inherente: una cantidad muy significativa del calor termina saliendo en el escape o a través del radiador del carro. Guíelos a razonar que cualquier calor que pasa de la máquina al medioambiente representa energía que fue liberada del combustible, pero que no fue utilizada para mover el vehículo. Así, cualquier idea que los estudiantes imaginen para reducir o utilizar calor que actualmente se pierde, habla por sí misma, ya que este campo es otro de los que nos invitan a nuevos descubrimientos.

Refrigeración

De manera similar, rete a los estudiantes a inventar y compartir ideas de cómo la relación

presión–volumen–temperatura puede ser utilizada para fabricar refrigeradores, aires acondicionados, etc. Luego, voltee a la tecnología actual, acerca de cómo las unidades de refrigeración trabajan realmente.

Muéstreles una animación del ciclo de refrigeración (google: animación de refrigeración). Los diagramas pueden diferir pero todos cuentan con las siguientes 4 etapas:

1. El gas es comprimido hasta el punto de hacerlo líquido. Se calienta mucho en el proceso.
2. Este gas licuado y caliente pasa a través de un tubo (radiador) en el exterior del refrigerador, donde se enfría; esto quiere decir que la energía calorífica fluye desde el gas licuado hacia el medioambiente más frío del cuarto o al exterior.
3. El gas líquido enfriado bajo presiones altas, fluye a través de una válvula hacia una presión más baja. En la presión reducida, éste inmediatamente hierve y regresa a su estado gaseoso, absorbe energía calorífica y se enfría mucho en el proceso.
4. El gas muy frío fluye a través del tubo del refrigerador, donde el calor de los contenidos que se encuentran dentro del refrigerador fluye hacia los resortes más fríos. Finalmente, el gas, que ha levantado calor desde dentro del refrigerador, fluye de regreso al compresor y el ciclo se repite. El compresor es operado por un motor eléctrico y un termostato prende y apaga el compresor conforme es necesario, para mantener la temperatura deseada.

Enfatice cómo la acción general del refrigerador sirve para crear un flujo general de calor desde dentro del refrigerador hacia afuera de éste. De ninguna manera el refrigerador se encuentra generando frío: en cualquier etapa, el calor se encuentra simplemente moviéndose de un lugar más caliente a uno más frío.

Los congeladores y aires acondicionados utilizan el mismo ciclo básico y tienen las mismas partes básicas. Es simplemente un asunto de ajustar los termostatos y las locaciones de los resortes fríos y calientes. Los estudiantes pueden observar que el mismo ciclo de refrigeración puede ser utilizado para calentar, al igual que para enfriar. La distinción es que el aire frío del cuarto se hace pasar sobre los resortes calientes. Éstos, al otro extremo, son tan fríos que aunque la temperatura exterior es baja, todavía existe un flujo de calor desde el aire externo hacia los resortes muy fríos. Tales aparatos son conocidos como bombas de calor. Sin embargo, el bombeo es realizado por el motor del compresor que empuja el ciclo. El calor siempre fluye pasivamente desde una localidad cálida hacia una más fría.

¿Necesita el ciclo de refrigeración un gas en específico? Permita que los estudiantes reflexionen que, en teoría, cualquier gas, combinación de gases o simplemente el aire puede ser utilizado. Todos los gases exhibirán el principio de un alza en la temperatura al ser comprimidos y una baja (a una temperatura inferior) conforme la presión es liberada. Sin embargo, la cantidad de calor emitida y absorbida, por lo tanto, la eficiencia de la transferencia calorífica, es incrementada en gran manera cuando la transición entre los estados líquidos y gaseosos es introducida en el ciclo. El aire y otros gases comunes requieren presiones tan grandes

para que la licuefacción suceda que su uso para este propósito se hace impráctico.

Un descubrimiento importante en la tecnología de la refrigeración sobrevino cuando los químicos descubrieron y sintetizaron el gas freón, ya que éste no ocurre naturalmente: el freón es un gas a temperaturas y presiones normales, pero con una presión relativamente modesta se convierte a su estado líquido, liberando calor en el proceso; luego ocurre lo opuesto conforme la presión es liberada. Esto permitió una mejora en la eficiencia (menos poder consumido por la operación de compresión, lo que dio como resultado la misma transferencia de calor). Entonces, el freón es el químico utilizado en la mayoría de los equipos de refrigeración actuales. Sin embargo, esto no es el final: mejores químicos y/o métodos de transferencia calorífica sin duda alguna se encuentran aún ahí esperando ser descubiertos. Persiga la historia de la refrigeración y otros aspectos a su discreción (google: historia de la refrigeración).

Nota: se descubrió que el freón original era dañino para la capa de ozono de la tierra. Por lo tanto, el freón actualmente utilizado es un pariente cercano del original que es “amigable con el ozono”. Sin embargo, se deja para otra lección este tópico.

Aislamiento

El concepto de aislamiento es extremadamente importante. Puede parecer que es muy evidente, pero frecuentemente es pasado por alto, por lo que merece una atención especial aquí o debería ser intercalado en varios puntos a lo largo de la lección.

Lleve a los estudiantes a reflexionar acerca del movimiento del calor desde un lugar hacia el otro, que debe pasar a través de la distancia intermedia y los materiales que se encuentren dentro de ésta. Para mantener cualquier cosa más caliente o más fría que el medioambiente que le rodea, debemos inhibir el movimiento del calor. En un horno deseamos mantener el calor dentro; en un refrigerador deseamos conservarlo fuera (note que mantener cualquier objeto frío es simplemente un asunto de conservar el calor fuera; no de mantener el frío dentro). El material que impide el paso del calor es conocido como AISLAMIENTO.

Haga que los estudiantes consideren lo siguiente: al calentar un edificio, una vez que llega a la temperatura deseada, cualquier calor adicional es requerido solamente para reemplazar el calor que se escapa hacia los alrededores más fríos. Por lo tanto, mejorar el aislamiento puede reducir la pérdida de calor en mayor medida y bajar el costo de la calefacción. Lo mismo sucede con el enfriamiento.

Haga que sus alumnos tengan una lluvia de ideas y compartan listas de lugares o situaciones en donde el aislamiento juega un rol importante. El listado puede ir desde la vestimenta hasta cestos de picnic, estufas, refrigeradores, casas y calentadores industriales.

No es difícil conseguir actividades para probar la efectividad de varios materiales aislantes. Un simple diseño experimental es llenar dos botellas iguales con agua caliente a la misma temperatura, envolverlas en diferentes cantidades o tipos de material de aislamiento y monitorear sus temperaturas con el paso del tiempo. La que se enfríe más despacio tiene el mejor aislamiento. Lo mismo puede ser realizado con botellas de agua fría, en

cuyo caso tiene mejor aislamiento la que se caliente más despacio.

Permítales conocer a los estudiantes que existen innumerables carreras para desarrollar e instalar mejores materiales aislantes. Éstas son especialmente importantes en nuestra era en la que cada vez es más importante la conservación de energía. Usted puede describir estas aéreas conforme el interés lo dicte.

Al concluir esta lección, dé especial énfasis al hecho de que las relaciones de la expresión presión–volumen–temperatura discutidas aquí no involucran ningún cambio químico. Esto es, ninguna de las moléculas/partículas de agua o cualquiera de los gases son cambiadas en el proceso de la compresión, licuefacción o lo opuesto. Es solamente la cercanía o separación relativa de las moléculas la que cambia. Es interesante meditar que el simple hecho de amontonar moléculas o dejar que éstas se alejen cada vez más lleva a tales cambios en temperaturas y/o estados, pero esto es así.

Preguntas/discusiones/actividades para repasar, reforzar, expandir y evaluar aprendizaje:

Los estudiantes deben registrar en sus libretas de ciencias:

- a. Diagramas etiquetados que muestren la relación presión–volumen–temperatura y que muestren cómo cualquier cambio en cualquiera de éstos afecta a los otros dos. Citar ejemplos de la vida real que ilustren las relaciones.
- b. Diagramas o enunciados que expliquen por qué/cómo las relaciones de presión–

volumen–temperatura resultan de las interacciones de las partículas (moléculas) del gas.

- c. Diagramas/enunciados que ilustren cómo las relaciones presión–volumen–temperatura pueden ser vistas como un flujo de energía a través de un sistema.
- d. Enunciados/diagramas que demuestren cómo la licuefacción o evaporización pueden ser añadidas a las relaciones presión–volumen–temperatura y servir para amplificar el calor absorbido o liberado; es decir, amplificar la cantidad de energía transferida.
- e. Diagramas que muestren la operación de varias máquinas con una explicación de cómo la relación presión–volumen–temperatura es central en su funcionamiento.
- f. Diagrama de un sistema de refrigeración con una explicación de cómo la relación presión–volumen–temperatura es central en su funcionamiento.
- g. Un párrafo que discuta el rol del aislamiento.

Haga que los estudiantes reflexionen y discutan esta lección en términos de:

- Los patrones generales que emergen
- Causa y efecto
- Sistemas
- Energía y materia
- Flujo de energía y conservación
- Estructura y función

Establezca un centro de actividad con una bomba y una llanta o bola que se pueda inflar, para que los estudiantes puedan probar más a fondo y experimentar el efecto de calentamiento de la presión incrementada y el efecto refrigerante de la presión decrementada (precaución, esto debe ser monitoreado de manera que los estudiantes no inflen la bola o la llanta hasta el punto de que estalle).

Haga que sus alumnos desarrollen obras de teatro y/o juegos que reten su conocimiento y comprensión de los parámetros de la relación presión–volumen–temperatura.

Rete a los estudiantes a inventar diferentes tipos de aparatos que utilizan la relación presión–volumen–temperatura y a inventar una máquina que no esté basada en este concepto (aun cuando no sé si esto sea posible).

Muestre a los alumnos un diagrama sin etiquetar de un ciclo de refrigeración. Pídales identificar qué ocurre en varios puntos del ciclo.

Incite a que los estudiantes profundicen en la historia y desarrollo de motores y sistemas de refrigeración conforme lo vea prudente.

Permita que sus alumnos investiguen diferentes materiales aislantes o técnicas de aislamiento incluyendo dónde y cómo cada una se utiliza.

En pequeños grupos plantee y discuta preguntas como las siguientes:

Sugiera un cambio dado en uno de los parámetros en el triángulo presión, volumen, temperatura y pregunte: ¿cómo afecta a los otros dos? Basándose en la interacción de las partículas, explique por qué.

- Cite experiencias/observaciones de vida que soporten las relaciones presión–volumen–temperatura.
- ¿Qué sucede cuando la licuefacción o vaporización es añadida a la relación presión–volumen–temperatura?
- ¿Cómo puede la relación presión–volumen–temperatura ser utilizada para transferir energía desde un lugar a otro?
- ¿Cómo puede la relación presión–volumen–temperatura ser utilizada para transferir energía desde una forma a otra?
- ¿Podemos prevenir el movimiento/ flujo de calor?
- ¿Podemos desacelerar el movimiento/ flujo de calor?
- ¿Cómo?
- ¿Cómo podemos obtener calor desde un medioambiente relativamente frío y transferirlo a uno más cálido?

A los padres de familia y otros proveedores de apoyo:

Facilite que su niño experimente el efecto de calentamiento de la compresión del aire al bombear una llanta o balón y el efecto de enfriamiento al liberar la presión. Vigile y cite otros ejemplos que ilustren la relación presión–volumen–temperatura.

Permita que sus niños observen animaciones de varias máquinas y discutan cómo funcionan. Especialmente enfóquese en cómo la fuerza que mueve a un motor es el incremento en la presión, que a su vez es permitido por un incremento en

Hilo de discusión A



la temperatura (google: animación de un motor).

Acceda a que sus niños vean animaciones del ciclo de refrigeración y discutan cómo funciona. Especialmente enfóquese en los cambios de temperatura que ocurren con la compresión/licuefacción y con la liberación de presión/vaporización (google: animación de refrigeración).

Existen innumerables instancias en donde deseamos mantener el calor, ya sea adentro o fuera. Si dan ejemplos de estos, discuta cómo varios materiales actúan como aislantes para impedir el paso del calor. Manténgase atento y discuta diferentes materiales y técnicas de aislamiento.