

Lección 5.1

El agua es una molécula polar

Conceptos clave

- La molécula de agua, en general, tiene 10 protones y 10 electrones, de modo que es neutra.
- En una molécula de agua, el átomo de oxígeno y los átomos de hidrógeno comparten electrones en uniones covalentes, pero la división no es igual.
- En la unión covalente entre el oxígeno e hidrógeno, el átomo de oxígeno atrae electrones con un poco más de fuerza que los átomos de hidrógeno.
- La división desigual de electrones le brinda a la molécula de agua una carga levemente negativa cerca de su átomo de oxígeno y una carga ligeramente positiva cerca de sus átomos de hidrógeno.
- Cuando una molécula neutra tiene un área positiva en un extremo y un área negativa en la otra, es una molécula polar.
- Las moléculas de agua se atraen entre sí según la atracción entre el extremo positivo de una molécula de agua y el extremo negativo del otro.

Resumen

A los estudiantes se les presentará la idea de que el agua tiene una carga levemente positiva en un extremo de la molécula y una carga levemente negativa en el otro extremo (una molécula polar). Los estudiantes observan animaciones, realizan ilustraciones y utilizan sus propios modelos de molécula de agua para comprender cómo la naturaleza polar de las moléculas de agua puede ayudar a explicar algunas características importantes del agua.

Objetivo

Los estudiantes podrán explicar, a nivel molecular, qué sucede para que el agua sea una molécula polar. Los estudiantes podrán mostrar en un dibujo que la naturaleza polar del agua puede explicar algunas de las interesantes características del agua y ayudar a explicar su índice de evaporación comparada con un líquido menos polar.

Evaluación

La [hoja de actividades](#) servirá como componente “Evaluador” de cada plan de la lección 5-E. Las hojas de actividades constituyen evaluaciones formativas del progreso y comprensión del estudiante.

Seguridad

Asegúrese de que tanto usted como los estudiantes usen gafas con el ajuste adecuado. El alcohol isopropílico es inflamable. Manténgalo alejado de toda fuente de chispa o llama. Lea y siga todas

las recomendaciones que aparecen en la etiqueta. Utilizar en una habitación bien ventilada. Elimine las pequeñas cantidades en un desagüe o según las regulaciones locales.

Materiales para cada grupo

- Modelos de moléculas de agua de poliestireno del capítulo 2, lección 2 (dos por estudiante)
- Marcadores indelebles (azul y rojo)
- Alcohol isopropílico (70 % o más)
- Agua
- Toalla de papel marrón
- Cuentagotas

Nota sobre los materiales

Los estudiantes realizaron modelos de moléculas de agua con bolas de poliestireno y palillos en el capítulo 2, lección 2. Entregue a cada estudiante dos de estos modelos de molécula de agua para esta actividad.

1. Participar

Muéstreles a los estudiantes ejemplos de la atracción de las moléculas de agua entre sí.

Recuérdelos a los estudiantes que, en los capítulos 1 y 2, investigaron el comportamiento del agua a diferentes temperaturas y exploraron los cambios de estado del agua. Muchas de las explicaciones se basaron en la idea de que las moléculas de agua se atraen entre sí. Recuérdelos a los estudiantes que, en el capítulo 4, observaron la unión covalente entre el oxígeno e hidrógeno, que crea la molécula de agua. Ahora los estudiantes observarán más de cerca los detalles de las uniones covalentes en una molécula de agua para comprender por qué las moléculas de agua se atraen entre sí.

[Proyecte el video Globo de agua.](#)

Este video se exhibió en el capítulo 1, lección 1 para mostrar que las moléculas de agua se atraen unas a otras.

[Proyecte el video Fuente de agua.](#)

Señale que el agua puede seguir unida en estos arcos porque las moléculas de agua se atraen mucho entre sí.

2. Explicar

Muestre las animaciones del modelo molecular que ilustra por qué las moléculas de agua se atraen entre sí.

[Proyecte la animación Molécula de agua polar.](#)

Primer marco de la animación

Los electrones se comparten entre los átomos en una unión covalente.

Recuérdelos a los estudiantes cómo se atraen los electrones compartidos en una molécula de agua a los protones tanto en los átomos de oxígeno como de hidrógeno. Estas atracciones mantienen los átomos unidos.

Las moléculas de agua son neutras.

Asegúrese de que los estudiantes noten que no se ganan ni pierden protones ni electrones. La molécula de agua tiene un total de 10 protones y 10 electrones (8 del átomo de oxígeno y 1 de cada uno de los dos átomos de hidrógeno). Dado que tiene la misma cantidad de protones y electrones, la molécula de agua es neutra.

Haga clic en “Play” (Reproducir)

El modelo de la nube de electrones muestra el lugar en el que se encuentran los electrones en una molécula.

Dígales a los estudiantes que otra forma de ver la diferencia en donde se encuentran los electrones es usando el modelo de la nube de electrones. Recuérdelos a los estudiantes que es imposible saber la ubicación exacta de un electrón, de modo que, a veces, las regiones ocupadas por electrones se muestran como “nubes” alrededor del núcleo en un átomo o molécula.

La división desigual de electrones hace que el agua sea una molécula polar.

Dígales a los estudiantes que el átomo de oxígeno atrae electrones un poco más fuerte que el de hidrógeno. De modo que, aunque los electrones de cada átomo sean atraídos tanto por el oxígeno como el hidrógeno, el oxígeno atrae un poco más a los electrones. Esto significa que los electrones pasan un poco más de tiempo en el extremo de oxígeno de la molécula. Esto hace que el extremo del oxígeno de la molécula sea levemente negativo. Dado que los electrones no se encuentran tan cerca del extremo del hidrógeno, ese extremo es ligeramente positivo. Cuando una molécula unida covalentemente tiene más electrones en un área que en otra, se denomina molécula polar.

El modelo de nube de electrones puede mostrar una división desigual de electrones. Señale que la nube de electrones alrededor del oxígeno es más oscura que la nube de electrones alrededor del hidrógeno. Esto muestra que el extremo del oxígeno de la molécula atrae más electrones que el extremo del hidrógeno, lo que hace que la molécula de agua sea polar.

Haga clic en “Next” (Siguiente).

Se le puede agregar color al modelo de nube de electrones para mostrar dónde es más o menos probable que encuentren los electrones.

Dígalos a los estudiantes que este es otro modelo de una molécula de agua. En este modelo, el color se utiliza para mostrar las áreas polares de la molécula de agua. El área negativa cerca del átomo de oxígeno es roja, y el área positiva cerca de los átomos de hidrógeno es azul.

[Proyete la animación Agua polar unida.](#)

Pregunte a los estudiantes:

¿Qué notan sobre la forma en la que las moléculas de agua se orientan?

El área roja (oxígeno) de una molécula de agua está cerca del extremo azul (hidrógeno) de otra molécula de agua.

¿Por qué las moléculas de agua se atraen unas a otras de esta manera?

Dado que el extremo de oxígeno de la molécula de agua es ligeramente negativo y el extremo de hidrógeno es levemente positivo, tiene sentido que las moléculas de agua se atraigan entre sí.

Entréguele a cada estudiante una [hoja de actividades](#).

Los estudiantes registrarán sus observaciones y responderán las preguntas sobre la actividad en la hoja de actividades. Las secciones Explicar con átomos y moléculas y Continuar de la hoja de actividades se completarán con la clase, en grupos o individualmente, según sus indicaciones. Observe la versión del maestro de la hoja de actividades para encontrar las preguntas y respuestas.

3. Muéstrelas a los estudiantes que, en una molécula, las uniones entre átomos son diferentes a las atracciones polares entre moléculas.

[Proyete la imagen Atracciones en diferentes niveles.](#)

Los estudiantes se pueden confundir con las uniones dentro de una molécula de agua y las atracciones entre las moléculas de agua.

Las uniones dentro de las moléculas y las atracciones polares entre moléculas.

Explique a los estudiantes que la interacción entre el oxígeno de una molécula de agua y el hidrógeno de otra es diferente a la división de electrones entre el oxígeno y los hidrógenos dentro de la molécula de agua misma.

Todo se trata acerca de las atracciones entre positivo y negativo.

Señale a los estudiantes que las atracciones entre lo positivo y negativo funcionan en tres niveles diferentes.

1. Un solo *átomo* permanece unido por la atracción entre los protones cargados positivamente y los electrones cargados negativamente.
2. En una molécula, *dos o más átomos* permanecen juntos por la atracción mutua entre los protones cargados positivamente de un átomo y los electrones cargados negativamente del otro átomo. Esto provoca una unión iónica o covalente que mantiene unidos a los átomos o iones.
3. *Dos o más moléculas de agua* siguen unidas debido a las partes positivas y negativas de las moléculas que se atraen entre sí.

4. Haga que los estudiantes marquen las áreas positivas y negativas en una molécula de agua codificando por color sus modelos de bolas de poliestireno.

Materiales para cada grupo

- Modelos de moléculas de agua de poliestireno del capítulo 2, lección 2 (dos por estudiante)
- Marcadores indelebles (azul y rojo)

Procedimiento

3. Dibuje un “+” azul en cada uno de los átomos de hidrógeno.
4. Dibuje dos “-” rojos en la parte inferior del átomo de oxígeno.
5. Repita esto para la otra molécula de agua.
6. Coloque sus moléculas de agua para que las cargas opuestas estén cerca unas de otras.

Pregunte a los estudiantes:

¿Cómo se relacionan sus modelos de moléculas de agua con bolas de poliestireno con el modelo de densidad de la carga codificada con colores que se muestra en la animación?

Los diferentes colores muestran que el agua es una molécula polar.

¿Qué representan los signos “-” rojos en el átomo de oxígeno?

Los signos “-” rojos representan el área en donde hay más electrones.

¿Qué representan los signos “+” azules en los átomos de hidrógeno?

Los signos “+” azules representan el área en donde hay menos electrones.

Dado que las moléculas de agua son polares, ¿cómo se distribuyen en agua líquida?

El área positiva de una molécula de agua se ve atraída al área negativa de otra molécula de agua.

Explorar

Haga que los estudiantes diseñen una prueba para comparar el índice de evaporación entre el agua y el alcohol.

Recuérdelos a los estudiantes que las moléculas de agua son muy polares. Las fuertes atracciones entre las moléculas de agua afectan la tensión de la superficie del agua, el punto de ebullición y el índice de evaporación. Dígalos a los estudiantes que realizarán un experimento para comparar los índices de evaporación de agua y de otro líquido que no es tan polar.

Pregunte a los estudiantes:

¿Creen que una sustancia como el agua con moléculas polares se evaporará más rápido o más lento que una sustancia como el alcohol con moléculas que no son tan polares? Las moléculas más polares se unirán más y probablemente se evaporen más lentamente que las moléculas menos polares. Las moléculas menos polares deben evaporarse más rápido porque no se atraen entre sí.

¿Cómo podrían diseñar una prueba de evaporación rápida y fácil para comparar el índice de evaporación entre el agua y el alcohol?

- ¿Qué materiales necesitarán?
- ¿Deben usar la misma cantidad de agua y de alcohol?
- ¿Cómo sabrán si uno se evapora más rápido que el otro?
- ¿Existe alguna forma de hacerlo de manera que no requiera demasiado tiempo?

Los estudiantes deben decir que necesitarán una pequeña cantidad de agua y alcohol. Estos líquidos se deben colocar al mismo tiempo sobre la superficie como la toalla de papel marrón, de modo tal que los estudiantes puedan informar cuándo se evapora cada líquido.

Haga que los estudiantes sigan el procedimiento a continuación para comparar el índice de evaporación entre el agua y el alcohol.

Pregunta para investigar

¿El agua se evapora más rápida o lenta que el alcohol menos polar?

Materiales para cada grupo

- Alcohol isopropílico (70 % o más)
- Agua
- Toalla de papel marrón

- Cuentagotas

Procedimiento

4. Al mismo tiempo, coloque 1 gota de agua y 1 gota de alcohol en una toalla de papel marrón. Observe.



Resultados previstos

La mancha oscura sobre la toalla de papel hecha por el alcohol se aclarará más rápido que la mancha oscura hecha por el agua. Esto indica que el alcohol se evapora más rápido que el agua.

[Conozca más sobre el conteo de moléculas en la sección de referencia para maestros.](#)

Nota: Esta prueba es adecuada para estudiantes de la escuela media, pero hay algo sobre la prueba que no la hace demasiado clara. Existen muchas más moléculas de agua en una gota de agua que moléculas de alcohol en una gota de alcohol. La prueba sería más justa si la misma cantidad de moléculas de agua y alcohol se colocan en la toalla de papel. Esto requiere una forma de “contar” moléculas. Determinar la cantidad de partículas en una muestra es un concepto básico en la química, pero escapa el alcance de la unidad de Química de la escuela media. Incluso si se utilizara la misma cantidad de moléculas de agua y alcohol en esta actividad, el alcohol se evaporaría más rápido.

Explicar

Debata las observaciones de los estudiantes y describa las diferencias en polaridad entre las moléculas de agua y alcohol.

Pregunte a los estudiantes:

¿Qué se evaporó más rápido? ¿el agua o el alcohol?

El alcohol se evaporó más rápido.

[Proyecte la imagen Moléculas de agua y alcohol.](#)

Díales a los estudiantes que la comprensión sobre la polaridad puede ayudar a explicar por qué el agua se evapora más rápidamente que el alcohol.

Recuérdelos a los estudiantes que las uniones de oxígeno-hidrógeno (O–H) en el agua hacen que una molécula sea polar. Esta polaridad hace que las moléculas de agua se atraigan unas a otras.

Explique que la unión de oxígeno-hidrógeno (O–H) en una molécula de alcohol también es polar. Sin embargo, las uniones de carbono-hidrógeno (C–H) en el resto de la molécula de alcohol son no polares. En estas uniones, los electrones se comparten de manera más o menos uniforme.

Debido a que existen áreas polares y no polares en la molécula de alcohol, de alguna manera se atraen menos unas a otras que las moléculas de agua. Esto facilita que las moléculas de alcohol se separen y se muevan al aire en estado gaseoso. Por eso, el alcohol se evapora más rápido que el agua.

Ampliar

Haga que los estudiantes piensen en cómo podría la polaridad afectar la temperatura a la cual hierve el agua o el alcohol.

Sabe que el agua y el alcohol tienen diferentes características por las moléculas que los conforman y cómo estas moléculas interactúan entre sí.

[Proyecte la imagen Ebullición del agua y del alcohol.](#)

Esta ilustración muestra que el alcohol hierve a una temperatura más baja que el agua.

- El agua hierve a 100 °C
- El alcohol hierve a 82,5 °C

Pregunte a los estudiantes:

Con su conocimiento sobre la polaridad del agua y el alcohol, explique por qué el alcohol hierve a una temperatura más baja que el agua.

La característica polar de las moléculas de agua hace que se atraigan bien entre sí. Las moléculas de alcohol menos polares no se atraen con la misma fuerza que lo hacen las moléculas de agua. Requiere más energía que hierva el agua que el alcohol. En otras palabras, el alcohol hierve a una menor temperatura que el agua.