

## Agua – sacada del camino

Nota: Esta tarea se ha diseñado de manera que se pueda resolver con ayudas escalonadas.

La ayuda está disponible en el portal de medios didácticos para ser impresa en papel o puede ser utilizada por los alumnos en línea 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, así como las ayudas para la impresión están disponibles en archivos independientes en el portal de medios didácticos de la Siemens Stiftung. La información general sobre el uso de las tareas con ayudas escalonadas durante la clase se puede encontrar en el documento “Tareas con ayudas escalonadas - Introducción”, que también está presente en el portal de medios didácticos.

### 1 Aspectos temáticos

La tarea se centra en las propiedades del agua como dipolo. La interpretación del experimento “Desviación de un chorro de agua en el campo electrostático” se basará en ideas elementales de partículas con características de dipolo.

### 2 Condiciones de aprendizaje y grado de dificultad

Para poder realizar la tarea, los alumnos deben tener conocimientos en las siguientes áreas:

Electrostática: Atracción y repulsión en la interacción con los campos electrostáticos; dependencia de la distancia (y de la cantidad de carga) de las fuerzas producidas; separación de cargas debido a la fricción.

Estructura fina de la materia: Las partículas/moléculas más pequeñas pueden tener centros de carga opuestos y ser eléctricamente neutras. Tienen por lo tanto propiedades dipolares.

El grado de dificultad de la tarea va de medio a difícil, dependiendo del nivel de conocimiento.

### 3 Contexto de la tarea

El agua es uno de los elementos básicos para la vida en la Tierra. No es sólo el punto de partida para el desarrollo de formas sencillas de vida, sino que también desempeña un papel central en casi todos los procesos fisiológicos en las formas avanzadas de la vida: plantas, animales y seres humanos. Sirve como medio de transporte para sustancias disueltas, es en sí misma un producto metabólico y presta soporte para muchas funciones biológicas, por ejemplo, el balance térmico. Las propiedades especiales del agua resultan de gran importancia para la mayoría de estas funciones. Sus propiedades dipolares son responsables, entre otras cosas, del hecho de que el punto de congelación y el punto de ebullición (en comparación con sustancias químicamente similares) sean tan altos, que el calor de fusión y de evaporación sean también significativamente más altos. Las propiedades dipolares también son responsables de que el agua sea un solvente tan excelente. Gracias a la característica dipolar del agua, las moléculas pueden colocarse alrededor de partículas cargadas, por ejemplo, en torno a los iones de sodio y cloruro de la sal de cocina, y disolver rápidamente otras tantas sales, así como sustancias eléctricamente neutras tales como azúcar, que de por sí tienen centros de carga en la molécula. La situación es similar a la miscibilidad del agua con alcoholes sencillos. Los puntos de fusión y ebullición forman un intervalo de temperatura dentro del cual, entre otras cosas, prevalecen condiciones favorables para la existencia e interacción de los aminoácidos y sus interacciones. Por lo tanto, los astrónomos buscan principalmente la presencia de agua cuando se trata de planetas que posiblemente podrían haber producido formas de vida.

Aunque la mayoría de estos aspectos no puede ser discutida desde el principio con los alumnos, el conocimiento de las propiedades dipolares del agua y una comprensión elemental de los mecanismos asociados con ellos, proporcionan una base sólida para la interpretación apropiada de otros elementos significativos.

Esta interpretación elemental del chorro de agua desviado omite deliberadamente la estructura química fina del agua en el sentido más estricto, es decir, la disposición espacial de los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula; en cambio, la interpretación del fenómeno experimental se produce en el nivel más sencillo posible de una partícula con extremos de carga opuesta.

### 4 La tarea

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

Utilicen sus conocimientos para descubrir qué fuerzas interactúan y cómo se produce finalmente la desviación.

En lugar de un contexto del mundo real, la tarea está ligada al experimento que se ha llevado a cabo anteriormente. Esto puede ser presentado como una demostración por parte del profesor o profesora, y luego reelaborado por los alumnos en grupos pequeños. Además de un grifo de agua bien regulable, sólo se requieren un objeto de plástico (regla, pieza de manguera de PE, peine grande) y un paño de lana. No son necesarias medidas de seguridad.

El objetivo del proceso es aplicar al fenómeno un modelo sencillo para la interacción de las partículas dipolares con un campo eléctrico y encontrar una justificación para la fuerza que desvía el chorro de agua de la vertical.

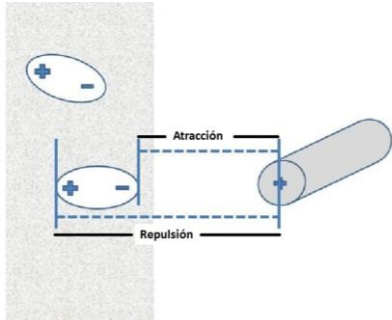
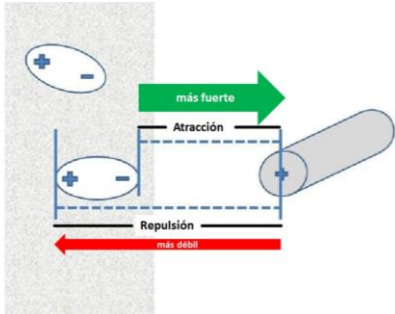
### 5 Variaciones

La cantidad de ayudas puede ser reducida o aumentada dependiendo del grupo de aprendizaje. En los grados en que la estructura molecular del agua ya ha sido resulta, también pueden ser utilizadas otras formas en el modelo.

### 6 Las ayudas en resumen

Nota: La ayuda está preparada en un archivo separado para ser impresa en papel o puede ser utilizada en línea a través del código QR que se incluye en la hoja de trabajo. En el portal de medios didácticos está disponible un video que muestra el curso del experimento. El vídeo ya está incluido en la ayuda en línea.

<b>Ayuda 1</b> Explíquense recíprocamente la tarea con sus propias palabras. Para esto aclaren cómo han entendido la tarea y lo que todavía no está claro.	<b>Respuesta 1</b> Debemos aclarar de dónde viene la fuerza que desvía el chorro de agua y cómo funciona.
<b>Ayuda 2</b> El punto de partida para la desviación es la regla de plástico frotada. Recuerden lo que han aprendido en la clase de física.	<b>Respuesta 2</b> Al frotar un objeto de plástico con un paño se produce una separación de cargas. La regla cargada electrostáticamente genera a su alrededor un campo eléctrico.

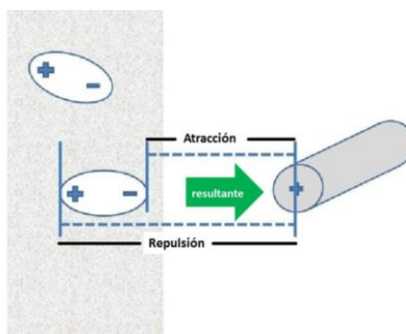
<p><b>Ayuda 3</b> Ya ustedes han aprendido que las moléculas de agua tienen propiedades dipolares. ¿Qué sucede primero cuando ingresan en un campo eléctrico?</p>	<p><b>Respuesta 3</b> Un dipolo eléctrico está dispuesto en un campo de modo tal que la carga opuesta se coloca frente al centro de la carga. No todas las moléculas de agua están alineadas de ese modo, pero sí una gran parte de ellas.</p>
<p><b>Ayuda 4</b> Determinen qué fuerzas se producen entre los dipolos alineados y la regla frotada. Hagan un esquema y asuman que la regla está cargada positivamente.</p>	<p><b>Respuesta 4</b> Entre la regla cargada electrostáticamente y los dipolos de agua hay tanto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ atracción (cargas opuestas)</li> </ul> <p>como también</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ repulsión (cargas del mismo signo).</li> </ul> 
<p><b>Ayuda 5</b> Si tanto las fuerzas de atracción como las repelentes actúan entre la regla y las moléculas de agua, ¿cómo produce esto una desviación? ¡Recuerden lo que saben de las fuerzas entre diferentes cargas y de lo que dependen!</p>	<p><b>Respuesta 5</b> Una desviación sólo puede ocurrir si las fuerzas de atracción son mayores que las de repulsión. El extremo negativo del dipolo está un poco más lejos de la regla cargada negativamente que el positivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando más cercanas estén las dos cargas entre sí, mayor será la fuerza efectiva.</li> <li>▪ Cuando más grande sea la separación, menor será la fuerza efectiva.</li> </ul> <p>Esto se aplica tanto para las fuerzas de atracción como para las fuerzas de repulsión.</p> 

**Ayuda 6**

Ahora tienen juntos todos los elementos y pueden responder a la pregunta de por qué se desvía el chorro de agua. Expliquen con el dibujo.

**Respuesta 6**

La regla cargada positivamente genera un campo eléctrico. En este campo están parcialmente alineados los dipolares de agua. Debido a que los extremos negativos están más cerca de la regla cargada positivamente que los positivos y porque cuanto menor es la distancia, mayor es la fuerza entre las cargas, la atracción predomina sobre la repulsión. El chorro de agua es desviado hacia la regla.



(Pueden ver el experimento en el video “Agua - sacada del camino”)