

FICHA TÉCNICA

HEMISFERIOS DE MADGEBURGO

FFL000142

MECÁNICA - DISPOSITIVOS DE DEMOSTRACIÓN

Las esferas de Magdeburgo, ideadas en la década de 1650 para demostrar y explorar los conceptos emergentes de vacío y presión del aire, siguen siendo una herramienta educativa útil incluso hoy en día. Esta versión actualizada de goma permite su uso sin una bomba de vacío. Simplemente presionando las dos mitades para evacuar el aire, se forma un sello que desafiará a tus estudiantes tanto física como intelectualmente.

Materiales

- Mosquetón
- Cuerda
- Cesta y pesas
- Cámara de vacío



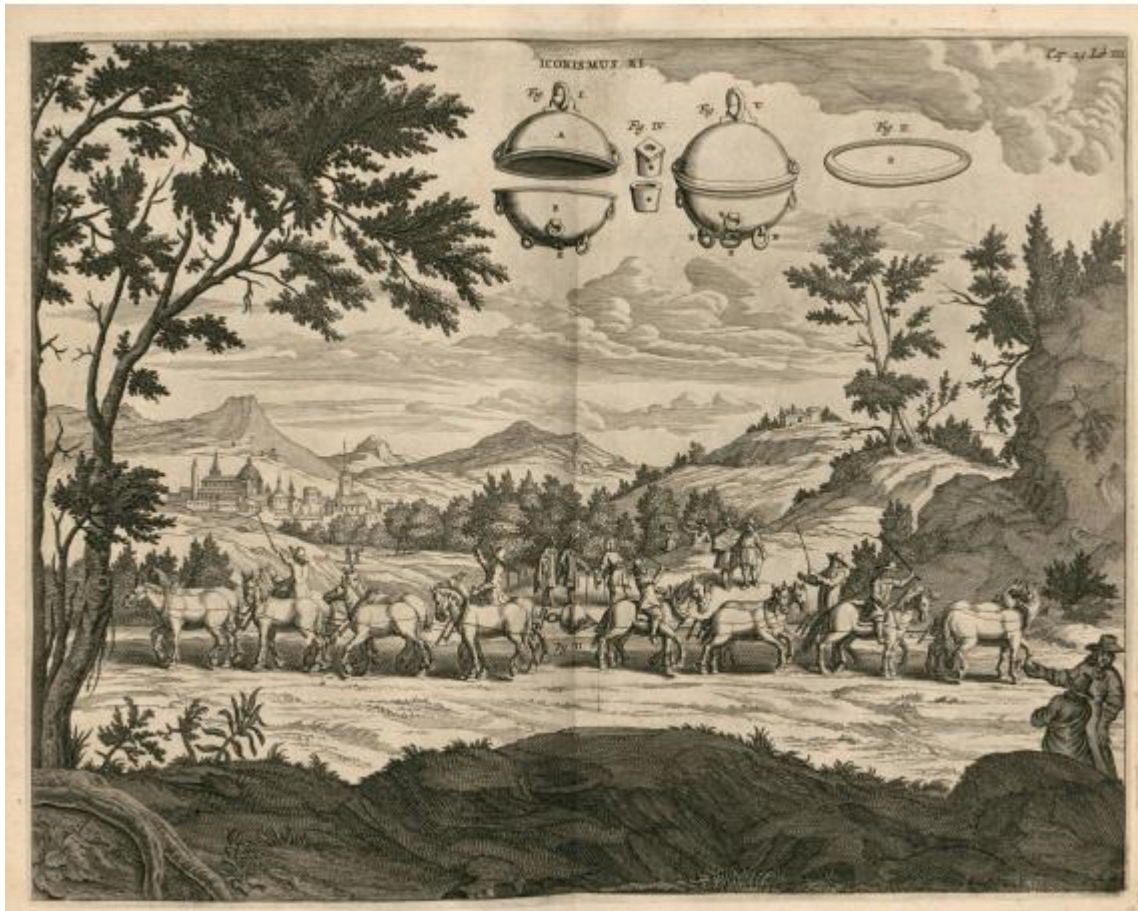
Metas y Objetivos

Consulta la página 7 para los Estándares de Ciencia de la Próxima Generación (NGSS).

HISTORIA

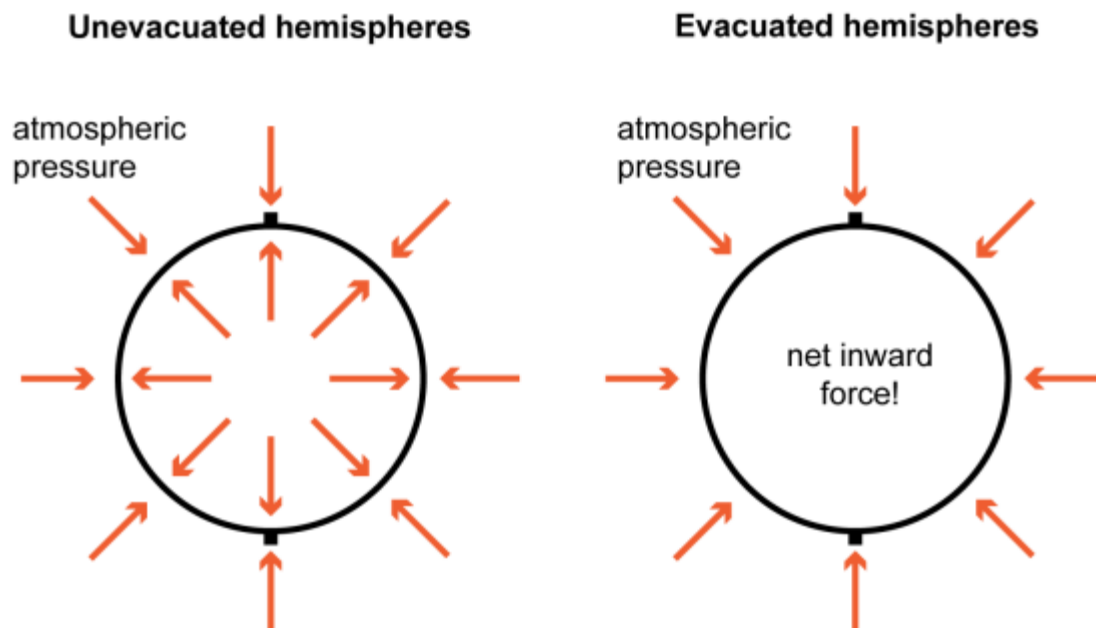
Los hemisferios de Magdeburgo originales eran verdaderos hemisferios (no ventosas) y estaban hechos de cobre, con bordes que se encajaban entre sí. Otto von Guericke, un científico y alcalde de Magdeburgo, Alemania, construyó estos hemisferios en 1657 para demostrar las propiedades de un vacío y la fuerza de la presión atmosférica. Con un diámetro de 20 pulgadas, una vez que se encajaban los hemisferios de cobre y se evacuaba el aire, ni siquiera un equipo de dieciséis caballos, ocho atados a cada lado, podía separarlos.

Grabado que muestra el experimento de las "hemisferios de Magdeburgo" de Otto von Guericke - 1672.



¿Cómo funciona?

Al presionar los dos hemisferios de Magdeburgo juntas y evacuar el aire entre las mitades, se forma un vacío parcial. Como resultado, la presión del aire atmosférico alrededor de los hemisferios es significativamente mayor que la presión de cualquier mínima cantidad de aire que quede en el espacio entre ellas. La presión atmosférica empuja las dos mitades juntas, y las superficies de goma lisa forman un sello que mantiene el gradiente de presión entre el interior y el exterior de la unidad.



Otra forma de entender la diferencia en la presión de aire entre el interior y el exterior de los dos hemisferios es que la presión de aire es causada por moléculas de gas que se mueven rápidamente y rebotan en todo lo que las rodea. Dentro de los hemisferios de Magdeburgo hay pocas, si es que hay alguna, moléculas de aire rebotando y empujando las mitades para separarlas. Por otro lado, en la atmósfera alrededor del exterior, hay suficientes moléculas de gas chocando contra los hemisferios y empujándolos hacia adentro.

Con los hemisferios originales de cobre de Magdeburgo, se podía bombear todo el aire, de manera que la presión de aire dentro de las dos mitades era cero, es decir, un verdadero vacío. En el caso de estos modelos de goma, se forma un vacío parcial, con la posibilidad de que quede una pequeña cantidad de aire, y por lo tanto, una presión de aire muy baja, en el espacio entre las dos mitades. Por esta razón, los estudiantes pueden notar una diferencia entre la fuerza estimada y la real del sello.

Actividades:

Siempre es recomendable **realizar un experimento con anticipación** para poder presentarlo de la mejor manera a la clase.

Para los estudiantes más jóvenes, enfócate en desarrollar habilidades prácticas de ciencia, como predecir, hacer observaciones y explicar a un nivel adecuado para su edad. Los mismos experimentos se pueden utilizar con estudiantes de secundaria y niveles superiores para abordar conceptos de física más complejos.

Nota de seguridad: Si los hemisferios de Magdeburgo se separan repentinamente cuando dos estudiantes están tirando en direcciones opuestas, uno o ambos podrían caer hacia atrás. Asegúrate de que no haya obstáculos en el camino. Si una persona es capaz de separar los hemisferios por sí sola, la liberación repentina puede hacer que los codos o brazos se muevan bruscamente hacia los lados. Aconseja a los demás estudiantes que se mantengan a distancia.

1. **Comenzando:** Alinea las caras planas de los hemisferios de Magdeburgo y empújalos juntos para expulsar la mayor cantidad de aire posible. Intenta separarlos.
 - ¿Qué sucede?
 - ¿Qué se necesita para separar las dos mitades?
 - ¿Alguien en la clase lo logra?
2. **Igualar la presión del aire:** Ayuda a los estudiantes a entender que es la presión del aire de la atmósfera la que empuja las dos mitades juntas. Coloca los hemisferios de Magdeburgo sellados en una cámara de vacío. Puedes querer sujetar un hemisferio a una base para que el sello quede perpendicular al suelo. Extrae el aire de la cámara para demostrar que cuando la presión del aire en el exterior de los hemisferios sellados se reduce a la misma presión que hay dentro de los hemisferios o a cero, el sello se romperá y las dos mitades se separarán.
 - Pide a los estudiantes que discutan sus observaciones y explicaciones.
3. **Estima la fuerza del sello:** Usando la ecuación $\text{Fuerza} = \text{Presión} \times \text{Área}$, estima cuántas libras de fuerza la atmósfera está ejerciendo sobre los hemisferios de Magdeburgo sellados. Para la presión atmosférica, los estudiantes pueden estimar 14.7 lb/in² (psi) o usar una calculadora de presión de aire en línea (ver la sección de recursos de esta guía) para determinar la presión de aire real a una elevación y temperatura dadas. El área es el área de una de los **hemisferios de Magdeburgo** (πr^2). Pida a los estudiantes que identifiquen las **unidades correctas de fuerza** que calculan y discutan qué significa realmente este número en términos de la **fuerza del sello**.
 - ¿Cómo podrían probar sus estimaciones?

4. **Prueba la fuerza del sello:**

Para probar las estimaciones calculadas de la fuerza del sello, utiliza el siguiente procedimiento o reta a los estudiantes a desarrollar el suyo propio.

Suspende los hemisferios de Magdeburgo sellados de manera que el sello quede paralelo al suelo. Suspende una cesta de peso conocido debajo de los hemisferios. Los mosquetones y las cuerdas pueden ser útiles para suspender tanto los hemisferios como la cesta.

Añade lentamente pesos a la cesta hasta que el sello se rompa.

- ¿Cuánto peso aguanta el sello?
- ¿Es la fuerza probada menor, mayor o igual a la fuerza estimada en la Actividad 3?
- ¿Qué podría explicar la diferencia, si es que hubo alguna?

Discusión:

Los hemisferios originales de Magdeburgo de Otto von Guericke tenían 50,8 cm de diámetro y no podían ser separadas ni siquiera por ocho caballos tirando en direcciones opuestas en cada lado. ¿Qué tan fuerte debía ser el sello entre las dos mitades?

¿Cuáles serían otras situaciones en las cuales la presión de aire atmosférico se siente o experimenta?

Desarrolla un modelo o diagrama que muestre cómo la presión de aire mantiene los hemisferos de Magdeburgo unidos.

Glosario

Presión de aire

Fuerza

Presión

PSI

Vacío

Recursos

Calculadora de Presión Atmosférica según altitud <http://www.mide.com/pages/airpressure-at-altitude-calculator>

Next Generation Science Standards

3-PS2-1.

Planifica y lleva a cabo una investigación para proporcionar evidencia de los efectos de fuerzas equilibradas y desequilibradas en el movimiento de un objeto.

5-PS1-1.

Desarrolla un modelo para describir que la materia está compuesta de partículas demasiado pequeñas para ser vistas.

MS-PS2-2.

Planifica una investigación para proporcionar evidencia de que el cambio en el movimiento de un objeto depende de la suma de las fuerzas sobre el objeto y la masa del objeto.

HS-PS2-1.

Analiza datos para apoyar la afirmación de que la segunda ley de Newton del movimiento describe la relación matemática entre la fuerza neta sobre un objeto macroscópico, su masa y su aceleración.