

MÁQUINA DE ROTACIÓN ELÉCTRICA

1443

Máquina de rotación eléctrica



La plataforma de rotación Optika permite a los estudiantes no solamente comprobar la relación entre las cantidades fundamentales que caracterizan el movimiento de rotación, sino también realizar experimentos sobre una cuestión muy importante: los sistemas inerciales y no inerciales.

Lo que ve un observador situado en un sistema inercial es distinto de lo que percibe un observador que se encuentre en un sistema no inercial. De esta forma, los estudiantes podrán entender cuál es el origen y cuáles son los resultados de fuerzas aparentes como la fuerza centrífuga y la fuerza de Coriolis.

Gracias a esta plataforma se pueden estudiar temas fundamentales como los efectos de la fuerza de Coriolis sobre los sólidos y sobre los líquidos y entender por qué un instrumento matemático como el producto vectorial es tan importante.

- | | |
|---|---|
| 1. <i>La fuerza centrípeta</i> | 11. <i>Las propiedades del péndulo cónico</i> |
| 2. <i>Una fuerza aparente: la fuerza centrífuga</i> | 12. <i>Comprobación experimental de la expresión de la fuerza centrípeta y centrífuga</i> |
| 3. <i>Cuando falta la fuerza centrípeta</i> | 13. <i>Otra fuerza aparente: la fuerza de Coriolis</i> |
| 4. <i>Fuerzas centrífugas en equilibrio</i> | 14. <i>La fuerza de Coriolis sobre un chorro de agua</i> |
| 5. <i>La fuerza centrífuga para separar las fases de una mezcla</i> | 15. <i>La fuerza de Coriolis sobre un péndulo en oscilación</i> |
| 6. <i>La fuerza centrífuga para secar la ropa</i> | 16. <i>Observadores en efectos no inerciales</i> |
| 7. <i>La fuerza centrífuga y la forma de la Tierra</i> | 17. <i>Comprobación experimental de la ley de Coriolis</i> |
| 8. <i>El regulador de Watt</i> | 18. <i>Cuando la fuerza de Coriolis es nula</i> |
| 9. <i>La luz blanca: el disco de Newton</i> | 19. <i>Una simulación del péndulo de Foucault</i> |
| 10. <i>El péndulo cónico</i> | |



Datos técnicos

Alimentación:

- Input 100-240 V AC 50/60 Hz, 1.0-0.5 A
- Output 12 V CC, 3.34 A, 40 W max

Diámetro de la plataforma 400 mm
 Altura 235 mm aprox. – pies regulables

Centralita de mando

Velocidad, modo LOW:

- Rpm mínimo > 15 rpm
- Rpm máximo < 80 rpm

Velocidad, modo HIGH:

- Rpm mínimo > 15 rpm
- Rpm máximo < 260 rpm

Rpm medido mediante fotocélula:

- Error < 3%

Controles:

- Rotación horaria y anti-horaria
- Velocidad, modo LOW/HIGH

Velocidad regulable en modo continuo

Función PEAK:

- Permite visualizar la velocidad máxima alcanzada.



Accesorios (no incluidos en el código 1143)



1455 Cámara Kit

Observa el experimento como si estuvieras en el sistema no inercial.

Este accesorio, "kit fotocámara" código 1455, permite realizar vídeos con un Smartphone y observar el experimento desde un punto de vista muy interesante. Este accesorio puede utilizarse con todos los accesorios de la plataforma giratoria.

Advertencia: debe utilizarse solamente con velocidad en modo LOW.

La pinza que se muestra en la fotografía es un soporte para Smartphone. Se aconseja utilizar el Smartphone proporcionado por nuestra empresa. Para más información, contacta con nuestro departamento comercial.

1082 Aparato con probetas inclinadas

Como todas las fuerzas aparentes, la fuerza centrífuga produce unos efectos dinámicos que equivalen exactamente a los de las fuerzas reales.

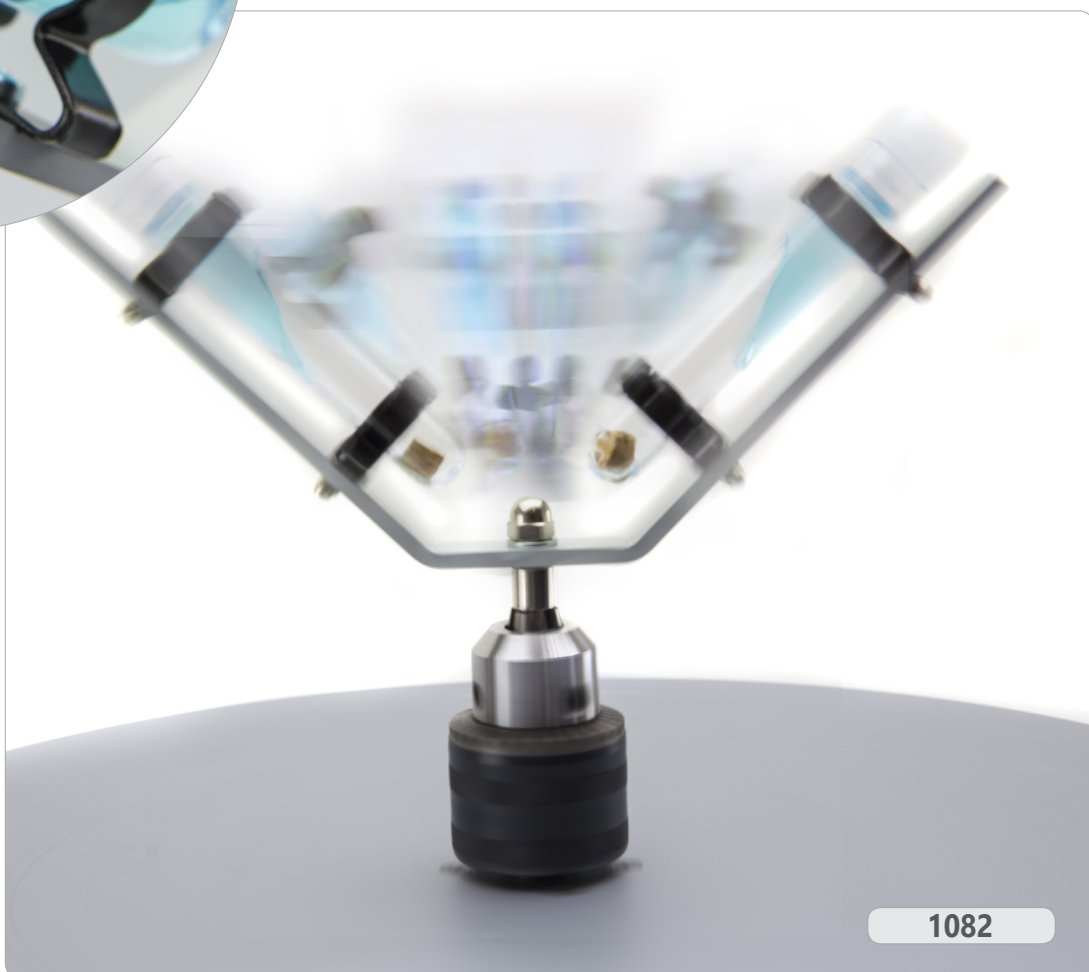
En algunos casos la presencia de fuerzas aparentes puede ser perjudicial: en grandes máquinas eléctricas, así como en los alternadores que giran, las partes exteriores están sometidas a fuerzas centrífugas muy fuertes.



La fuerza centrífuga no debe considerarse sólo como una fuerza perjudicial: se utiliza, por ejemplo, en máquinas centrifugadoras industriales.

Estas máquinas se utilizan en distintos campos: para separar las partículas en suspensión de un líquido (como la centrifugación de la leche), para acelerar los procesos de filtración, para la precipitación de sustancias disueltas en química industrial, para separar las fases líquidas y sólidas de aceites lubricantes, etc.

En todos estos casos se aprovecha el hecho de que, siendo la fuerza centrífuga proporcional a la masa del cuerpo que gira, las partículas que tienen un mismo volumen, y una masa mayor son separadas de las que tienen una masa inferior.

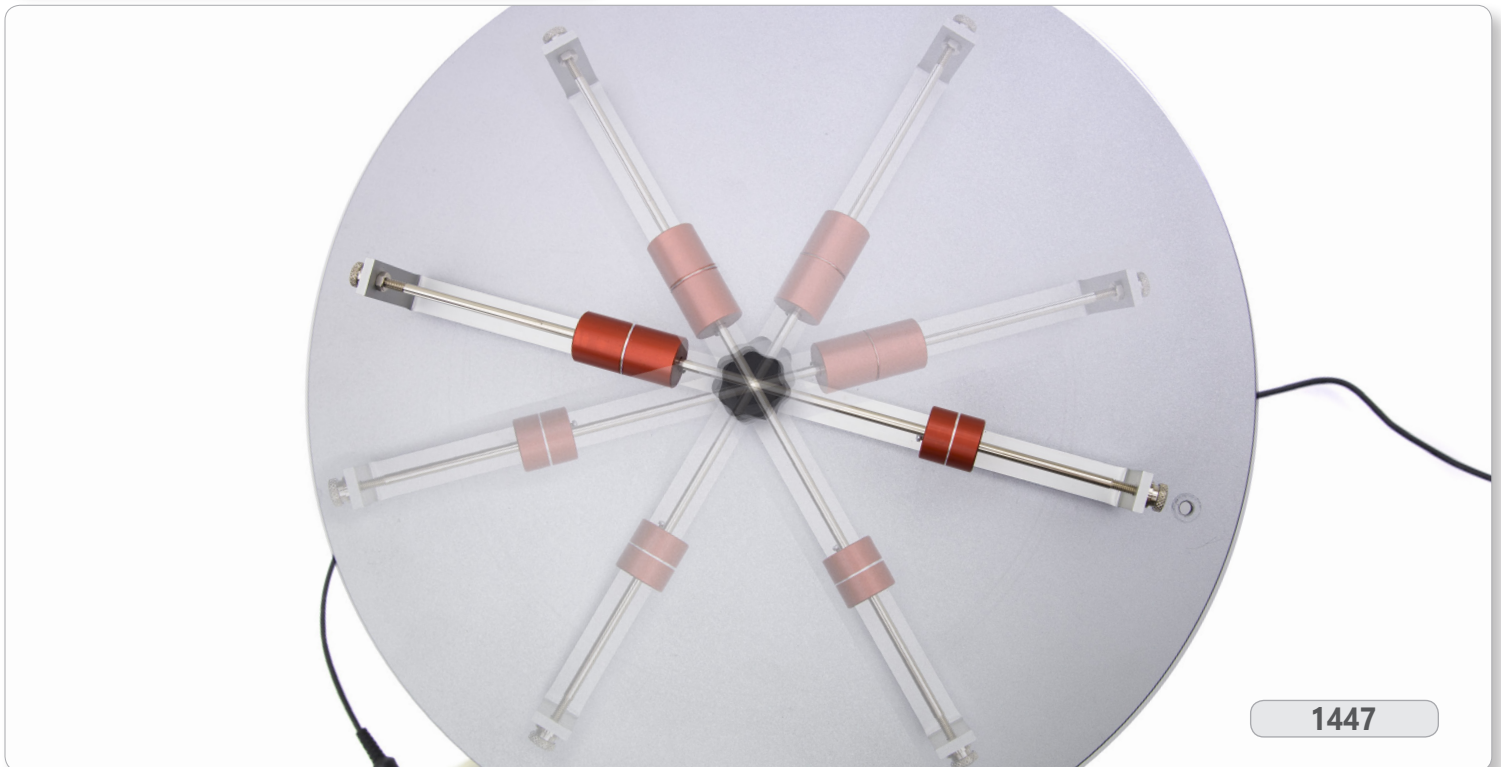
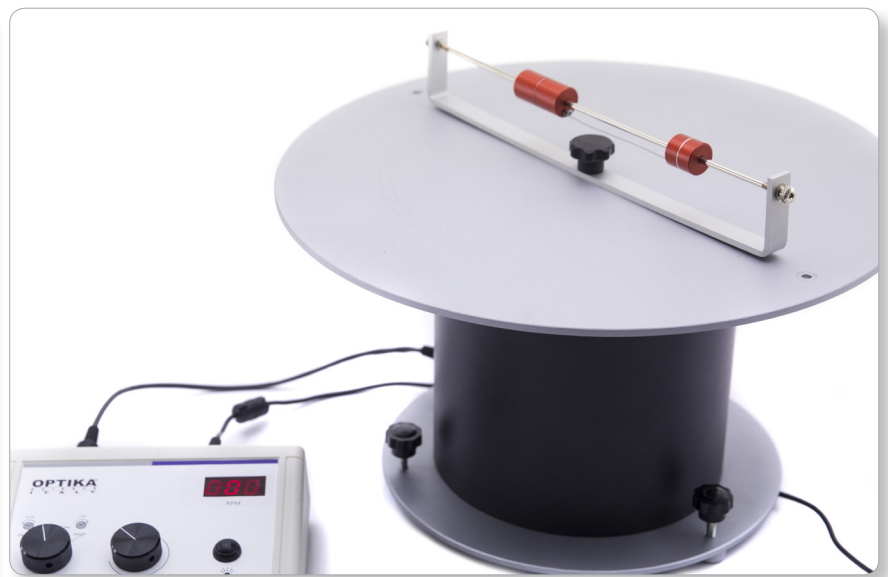
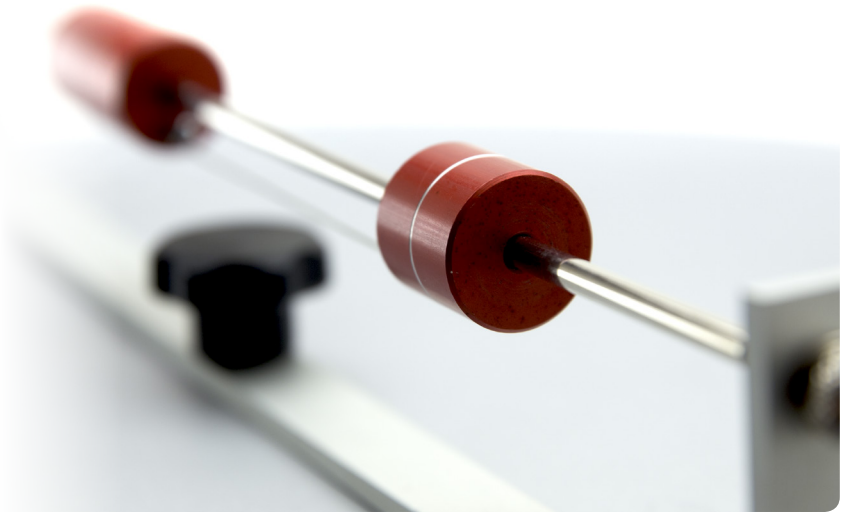


1447 Aparato de los cilindros coaxiales

Este aparato está formado por dos cuerpos: el primer cuerpo tiene una masa que es el doble de la masa del segundo.

Después de poner en marcha la plataforma giratoria, si el sistema de dos cuerpos permanece en equilibrio durante la rotación, significa que las dos fuerzas centrífugas, que tienen direcciones opuestas, tienen módulos iguales.

Una pregunta para pensar: cuál es la ecuación que establece las condiciones de equilibrio de este sistema?



1447

1450 Péndulo cónico

Un péndulo cónico está formado por un peso sujeto al final de una cuerda que está fijada a un perno. Se parece a un péndulo normal: en lugar de moverse hacia adelante y hacia atrás, el peso se mueve a una velocidad constante siguiendo una trayectoria circular, mientras que la cuerda a la que está fijado traza un cono.

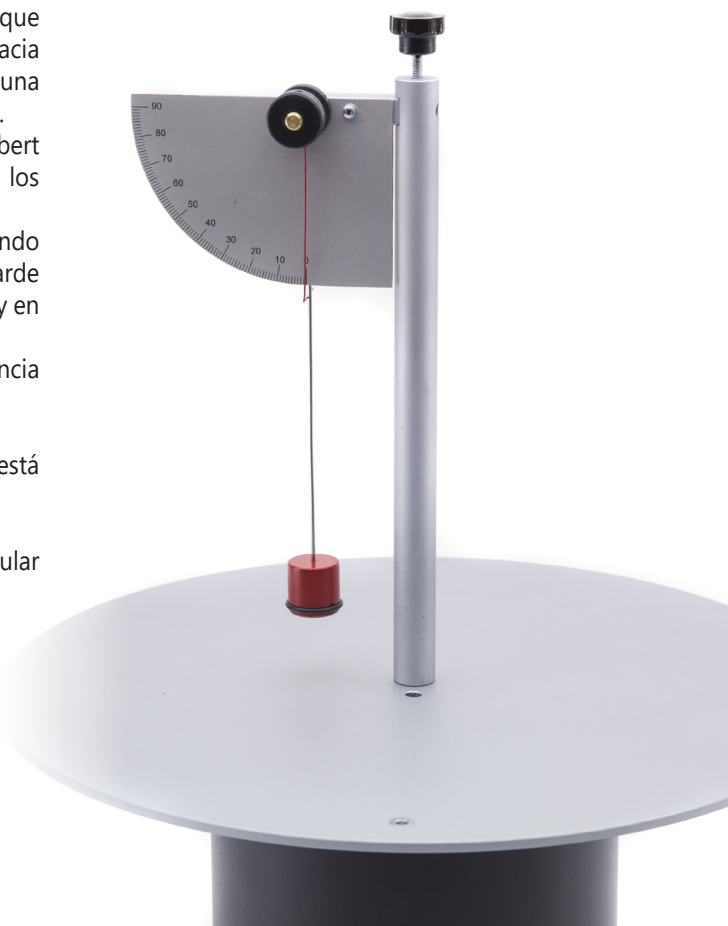
El péndulo cónico fue estudiado por primera vez por el científico inglés Robert Hooke, hacia el año 1660, como modelo para el movimiento orbital de los planetas.

En 1673, el científico holandés Christiaan Huygens calculó su período, utilizando el concepto de fuerza centrífuga, en su libro *Oscillatorio Horologium*. Más tarde fue utilizado como elemento de cronometraje en algunos relojes mecánicos y en muchos otros dispositivos de temporización.

Teniendo en cuenta los diagramas del cuerpo libre en el sistema de referencia inercial y no inercial; conociendo:

- la velocidad angular
- la distancia entre el centro de gravedad del péndulo y el punto en que está fijada la cuerda
- la distancia desde el punto de fijación de la cuerda hasta el eje de rotación

Aplicando algunos conocimientos de trigonometría, los alumnos podrán calcular la aceleración centrípeta.



Efectos de Coriolis

1451 Aparato para la fuerza de Coriolis

1451 Aparato para la fuerza de Coriolis

Un observador situado en un sistema de referencia no inercial, que está en rotación (teniendo una aceleración radial), ve todos los cuerpos como si estuvieran sometidos a una fuerza aparente llamada fuerza centrífuga.

La experiencia demuestra que, en este caso, además de la fuerza centrífuga, sobre los cuerpos que están en movimiento –si la dirección de la velocidad del cuerpo no es paralela a la velocidad angular– en un sistema de referencia que gira, actúa otra fuerza aparente llamada fuerza de Coriolis, por el nombre de su descubridor, el científico francés Gaspard-Gustave de Coriolis. Los efectos de la fuerza de Coriolis se deben a la aceleración de Coriolis. La fórmula que describe este fenómeno es la siguiente:

$$\mathbf{a} = -2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}$$

donde:

\mathbf{v} - velocidad del cuerpo en movimiento en el sistema no inercial

$\boldsymbol{\omega}$ - velocidad angular

Esto significa que la aceleración de Coriolis es perpendicular tanto a la dirección del vector velocidad de la masa en movimiento, como al eje de rotación del sistema de referencia.

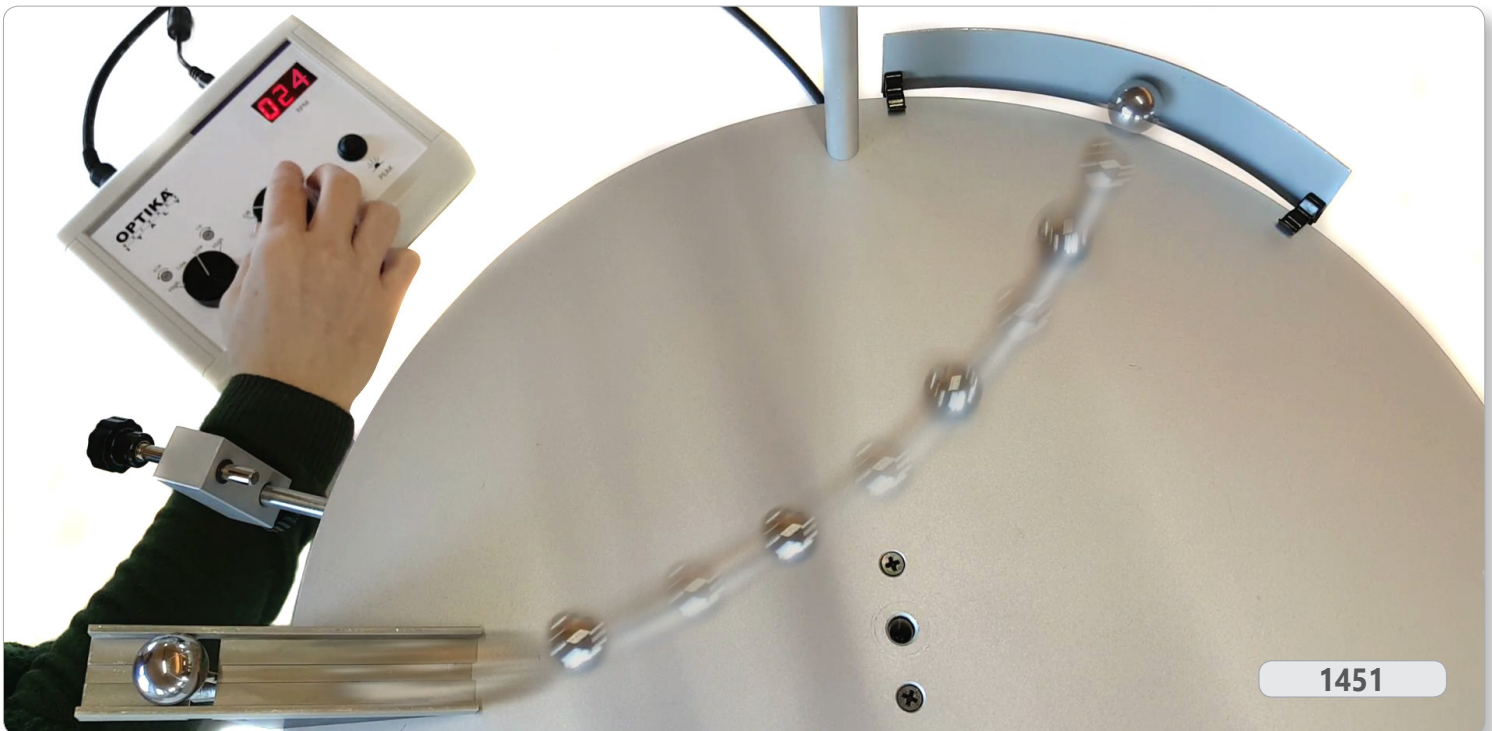
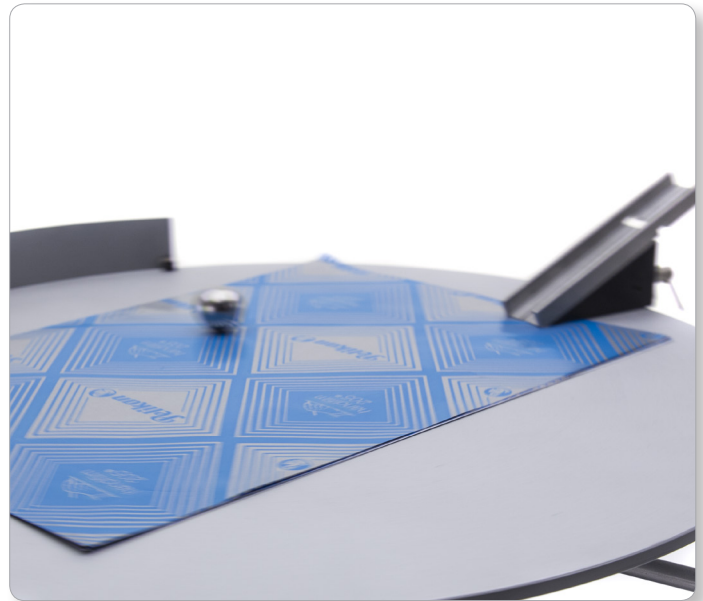
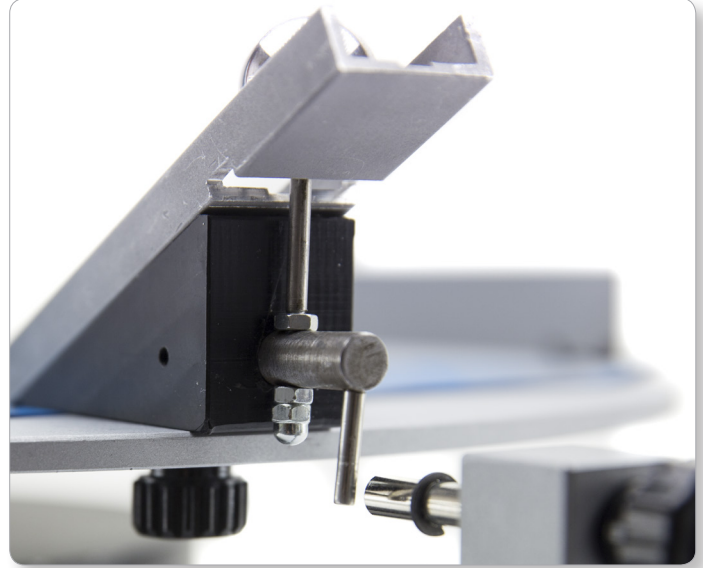
Gracias a este aparato para la fuerza de Coriolis (código 1451), los estudiantes pueden realizar el experimento no sólo de forma cualitativa, sino también de forma cuantitativa. Por la trayectoria de la esfera, impresa sobre el papel carbón, se puede comprobar la fórmula Coriolis, utilizando el método gráfico.

Observador O en el sistema inercial: tú eres el observador.

Mientras se produce la rotación de la plataforma, el observador O ve que la esfera mantiene su dirección radial inicial.

Observador O' en el sistema de referencia giratorio: ver el vídeo en el smartphone.

Un observador O', en el sistema de referencia giratorio, ve que la esfera se separa de su trayectoria de partida, por lo que debe afirmar que sobre la esfera actúa una fuerza aparente perpendicular al eje de rotación, que es la fuerza de Coriolis.



1451

Efectos de Coriolis

1452 Aparato para el chorro de agua

Que sucede si, en lugar de un cuerpo sólido, analizamos un líquido?
La fuerza de Coriolis producirá los mismos efectos?

Observador O en el sistema de referencia inercial: tú eres el observador.

Mientras se produce la rotación de la plataforma, el observador O ve que el chorro de agua mantiene su dirección inicial. Esto sucede porque sólo la presión hidrostática actúa sobre las moléculas de agua.

Observador O' en el sistema de referencia rotatorio: ver el vídeo en el smartphone.

Un observador O', en el sistema de referencia giratorio, ve que el chorro de agua se desvía, luego esto indica que sobre las moléculas de agua debe actuar una fuerza aparente perpendicular al eje de rotación, que es la fuerza de Coriolis.



Efectos de Coriolis

1458 Aparato para la caída del agua

Recordemos la fórmula de la aceleración de Coriolis:

$$a = -2\omega \times v$$

Qué sucede si utilizamos este aparato para el agua que cae?

Después de poner en funcionamiento la plataforma giratoria, los estudiantes advertirán que el punto de caída del agua ha permanecido prácticamente invariable, confirmando que la fuerza de Coriolis es igual a cero, puesto que los vectores v y ω son paralelos.

Las pequeñas variaciones se deben a la acción del aire.

Estas tres experiencias son fundamentales para poner de manifiesto la necesidad de introducir un instrumento matemático potente y al mismo tiempo difícil, como el producto vectorial.



1458+1459+1460

Accesorios para la "Máquina de rotación eléctrica"

1445 Aparato de la fuerza centrífuga

1447 Aparato de los cilindros coaxiales

1082 Aparato con probetas inclinadas

1094 Aparato de las anillas elásticas

1093 Regulador de Watt

1097 Disco de Newton

1459 Bol y colorante (para utilizar con 1452 y 1458)

1450 Péndulo cónico

1451 Aparato para la fuerza de Coriolis

1452 Aparato para el chorro de agua

1453 Péndulo simple

1455 Cámara kit (para utilizar con 1453)

1458 Aparato para la caída del agua

1460 Smartphone

1445



1447



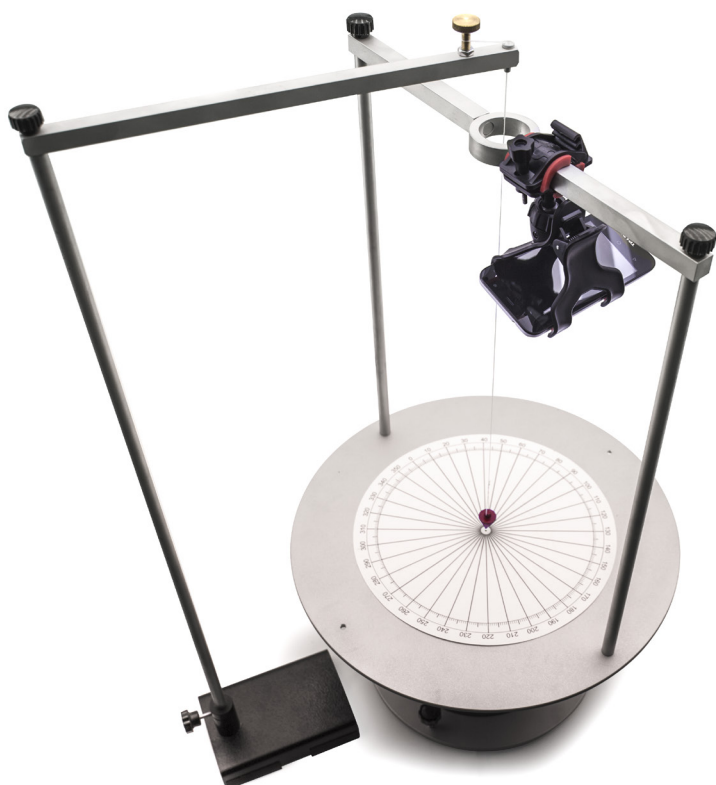
1450



1451



1453 + 1455 + 1460



La pinza que se muestra en la fotografía es el soporte para el teléfono móvil. Recomendamos que se utilice el móvil propuesto por nosotros. Contactar con nuestro departamento comercial para más información al respecto.

1082



1094



1093



1097



1458



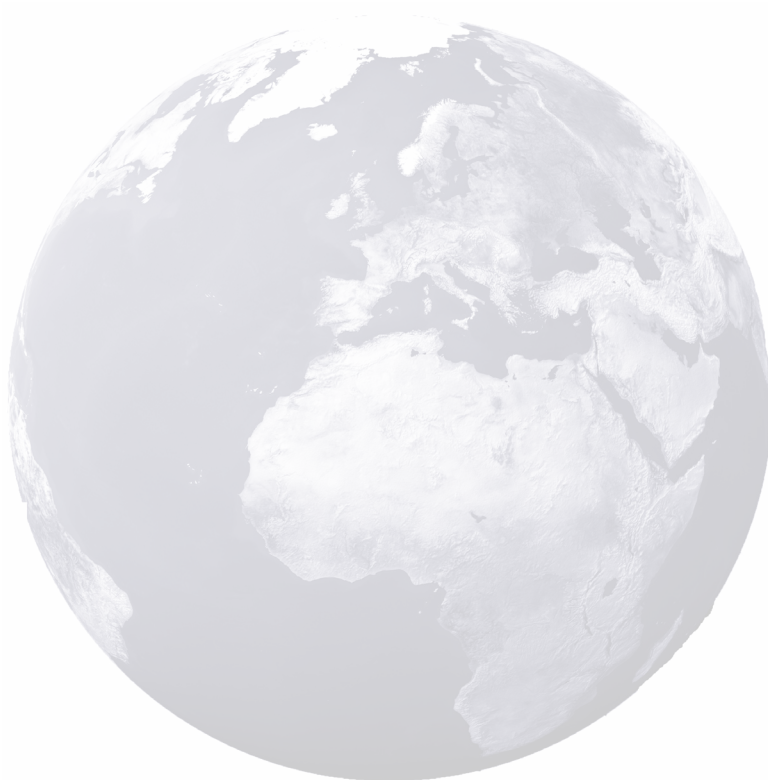
1452



1459



OPTIKA®
S C I E N C E
I T A L Y



OPTIKA® S.r.l.

Via Rigla, 30 - 24010 Ponteranica (BG) - ITALIA
Tel.: +39 035.571.392 - info@optikascience.com
