

Guía del experimento "Cinemática Rotacional"

A) Introducción al experimento

Piensa en la transmisión de una bicicleta. Cuando la corona unida al pedal y el engranaje trasero giran conectados por la cadena, existe una relación entre las velocidades de rotación de la corona, ω_1 , y el engranaje, ω_2 , y la velocidad lineal de la cadena, v . Para analizar la interdependencia entre los movimientos de la cadena y los movimientos de rotación y verificar la relación lineal entre las cantidades v , ω_1 y ω_2 , construimos un aparato experimental en el que se pueden medir estas cantidades físicas. Ese aparato está formado por dos discos, con el eje de uno de ellos acoplado a un motor, ambos conectados por una correa que no patina.

B) Procedimiento de examen

B1. Mira el video con atención. Asegúrate de observar las direcciones de los movimientos de los discos y la correa.

B2. A partir de la observación del conjunto de imágenes que se te asignó para analizar, construye una tabla de tiempo (en s), posición de la cinta (en cm) y posiciones angulares (en °) **para ambos** discos, en orden cronológico.

Ten en cuenta que, para tomar las posiciones de la correa, será necesario elegir una de las marcas hechas en ella (verde, amarillo o rojo). Elige el color que aparezca en la mayoría de las imágenes del conjunto que se te ha asignado. En general, será el color de la marca más cercana al borde inicial de una de las dos reglas de la primera imagen. Tendrás que seguirla en todas las imágenes del conjunto, hasta que esta marca elegida llegue al otro extremo de la regla.

No olvides estimar los valores de los desvíos estándar en las posiciones e ignorar la incertidumbre del tiempo. Utiliza la cantidad adecuada de dígitos significativos en todas las tablas.

B3. Con los datos del ítem **B2**, estima las velocidades en instantes t_i como las velocidades lineales y angulares medias para el intervalo de tiempo $[t_{i-1}; t_{i+1}]$:

$$v(t_i) \cong \bar{v}_{[t_{i-1}; t_{i+1}]} = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \quad (1)$$

$$\omega(t_i) \cong \bar{\omega}_{[t_{i-1}; t_{i+1}]} = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}, \quad (2)$$

donde x , θ y t corresponden a las cantidades de posición, ángulo y tiempo, respectivamente, mientras que v y ω simbolizan las velocidades lineal y angular. El índice i numera las imágenes secuencialmente. Justifica esta forma de cálculo numérico, la derivada de la posición con relación al tiempo, y se puede ver en el texto "Cómo calcular numéricamente la derivada de una función" (en portugués) en la página "Guías" de la página de las experiencias.

Ten en cuenta que el tiempo de la imagen i es el promedio de los tiempos de las imágenes $i - 1$ e $i + 1$ porque los intervalos de tiempo entre imágenes sucesivas es siempre el mismo. Teniendo esto en cuenta, incluye en la tabla estos valores de $v(t_i)$, $\omega_1(t_i)$ (velocidad angular del disco mayor) y $\omega_2(t_i)$ (velocidad angular del disco menor). Si necesitas ayuda para calcular las desviaciones estándar de $v(t_i)$, $\omega_1(t_i)$ y $\omega_2(t_i)$, que son las mismas en todo momento, consulta el texto *Guía de cálculo de incertidumbre* (en portugués), en la página *Guías* de la página de las experiencias.

B4. Construye los gráficos de posición \times tiempo y ángulo \times tiempo para la correa y para los discos con sus respectivas barras de incertidumbre. Interpreta los gráficos obtenidos. Agrega líneas de

tendencia a los gráficos y observa los valores de las pendientes. No olvides anotar los coeficientes de las ecuaciones de las líneas ajustadas a los valores experimentales.

B5. Compara los coeficientes angulares de las líneas ajustadas en el ítem anterior con los valores de las velocidades lineal y angular calculados para los distintos instantes de tiempo en la tabla construida en el ítem **B3**. ¿Son idénticos? ¿Se puede decir que son compatibles? ¿Por qué?

B6. Deduce, a partir de las definiciones de "velocidad" (desplazamiento por intervalo de tiempo) y "medida de un ángulo" (relación entre el arco y el radio), la relación entre las velocidades lineal v y angular ω de un punto a la distancia R del eje, $v = \omega R$.

B7. A partir de la proporción $v/\omega = R$, determina el radio de cada disco. Con los resultados ya obtenidos, se pueden utilizar los valores de v y ω ajustados a los valores experimentales del ítem **B4** (busca en [la Guía de Cálculo de Incertidumbre](#) (en portugués) las fórmulas para estimar las respectivas desviaciones estándar) o la media y la desviación estándar de la media de los valores $R_i = \frac{v_i}{\omega_i}$ calculados con los valores de la tabla del ítem **B3**. Comprueba si has adoptado las unidades adecuadas para el uso de la fórmula deducida en **B6**.

B8. Para determinar el radio del disco, ajustamos una cuerda inextensible a la ranura del disco por la que pasa la correa para dar una vuelta completa, medimos su longitud y deducimos el radio de la circunferencia, de la expresión $2\pi R$. El procedimiento se realizó de la misma manera en cada uno de los discos. Los valores obtenidos se encuentran en la siguiente tabla; incluye los valores experimentales obtenidos en el ítem **B7**. Verifica si están de acuerdo, y si son muy diferentes, busca la razón de la discrepancia e incluye en el informe una discusión de por qué podría haber sucedido.

| Disco | Radio esperado (cm) | Radio experimental (cm) | $\frac{\Delta R}{\sigma}$ |
|-------|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| Mayor | $9,87 \pm 0,05$ | | |
| Menor | $4,85 \pm 0,05$ | | |

C) Procedimiento de elaboración del informe

Entrega un informe con los siguientes elementos:

C1. *Introducción:* Presenta un texto que resuma el experimento, resaltando el objetivo.

C2. *Descripción del experimento:* Describe, con tus propias palabras y de manera sucinta, los materiales utilizados para construir este experimento y cómo funciona el aparato experimental.

C3. *Análisis de los datos y resultados obtenidos:* Presenta la tabla con los valores brutos extraídos del análisis inicial del conjunto de imágenes (ítem **B2**) y las cantidades cinemáticas calculadas (ítem **B3**), así como los gráficos de posición por tiempo (ítem **B4**) y sus interpretaciones, además de la tabla con los radios de los discos (ítem **B7**).

C4. *Discusión:* Con toda la información del ítem **C3**, responde las preguntas referentes a los ítems **B5** y **B8** y, si es necesario, elabora una discusión sobre el resultado que has obtenido para los radios de los discos.

C5. *Aplicación.* i) De acuerdo con la introducción, este experimento se inspiró en el funcionamiento del sistema de transmisión presente en las bicicletas. Otro mecanismo directamente relacionado con el sistema de transmisión son los engranajes. Al montar en una bicicleta con cambios, es posible notar

que, dependiendo de la relación entre los radios de la corona y el engranaje de la parte trasera, varía el esfuerzo que debe realizar el ciclista para seguir moviéndose. Al colocar la cadena en la corona y el engranaje de manera que la relación entre sus radios sea mínima, es posible subir una pendiente, mientras que las velocidades más altas se alcanzarán cuando esta relación es máxima. ¿Es posible explicar, con la ayuda de lo que se abordó en este experimento, cómo y por qué ocurre esto?

ii) Describe una situación cotidiana que tenga movimientos de traslación y rotación interdependientes. Su descripción debe abarcar los movimientos de los cuerpos en relación con su uso y, si es posible, los órdenes de magnitud de las velocidades angulares y lineales de los componentes del sistema. Si es posible, proporciona la fuente de este ejemplo.

C6. *Conclusión:* Vuelve a leer la introducción y presta atención al objetivo del experimento. Escribe la conclusión de manera que responda a las preguntas: "¿La experiencia ha podido servirte para comprender la teoría que se pretende abordar con este experimento? ¿Por qué?"