

PRÁCTICO 3

CINEMÁTICA – PARTE II

En los siguientes ejercicios nos enfocaremos en dos tipos de problemas de cinemática.

Por un lado, nos dedicaremos a cuerpos en **movimiento circular**, para entender las relaciones entre las características de la trayectoria y las cantidades cinemáticas.

Veremos también situaciones donde intervienen diferentes sistemas de referencia y podemos aplicar los conceptos del **movimiento relativo**.

Puedes profundizar sobre estos temas en el [capítulo 4](#) del libro del curso. En el cuadro listamos los objetivos principales de este conjunto de ejercicios.

Objetivos de aprendizaje

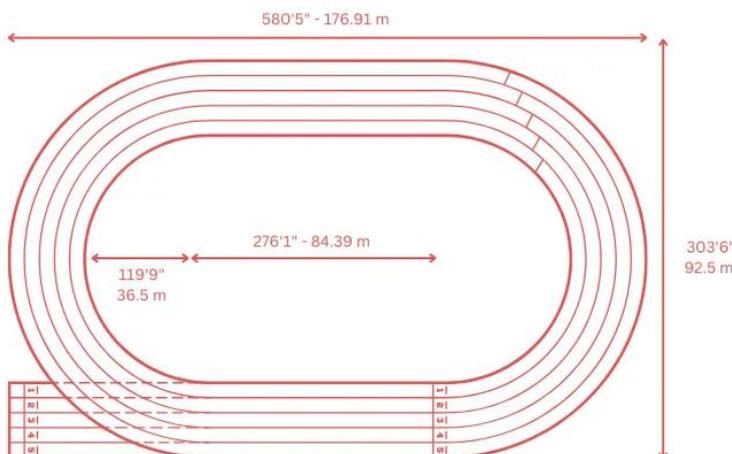
- Representar los vectores de velocidad y aceleración en un movimiento circular.
- Distinguir la aceleración centrípeta y la aceleración tangencial, explicando su efecto en el movimiento.
- Resolver problemas de movimiento circular.
- Relacionar las cantidades cinemáticas entre diferentes sistemas de referencia.
- Resolver problemas de movimiento relativo, identificando los objetos y los sistemas de referencia den una situación

MOVIMIENTO CIRCULAR

Ejercicio 1

Una pista de carreras de atletismo tiene forma oval, formada por tramos rectos y tramos semicirculares (ver figura). En los tramos circulares, el radio interno mide 36,50 m y el radio externo mide 46,25 m. Para que todos los trayectos de los corredores tengan la misma longitud, las posiciones de salida de los corredores están escalonadas, según la cantidad de vueltas de la carrera.

- a) En una carrera de una vuelta, ¿cuál debe ser la separación inicial entre el corredor del carril más interno y el del más externo? Por simplicidad, considera los corredores como cuerpos puntuales que corren por el contorno interno o externo de la pista.
¿Qué cambiaría si la carrera fuera de dos vueltas completas?
- b) Supongamos que los corredores mantienen una velocidad de 8,50 m/s en las secciones circulares.
¿Cuál es el módulo de su aceleración?



Pista de atletismo oval



Posiciones de salida escalonadas.

Figura del ejercicio 1

Ejercicio 2

Una partícula está situada en el extremo libre del segundero de un reloj de aguja, completando una revolución cada minuto. El segundero mide 15 cm. El contorno del reloj tiene doce divisiones equiespaciadas, numeradas del 1 al 12.

- ¿Cuántos grados y cuántos radianes por segundo se mueve la partícula?
- Determina el vector de *velocidad media* de la partícula cuando el segundero pasa desde el número 3 hasta el número 9.

Expresa el resultado utilizando los versores \hat{i} y \hat{j} de la figura y determina el módulo del vector. Repite el cálculo para el intervalo entre los números 3 y 7.

- ¿Existe alguna posición del segundero en la cual la *velocidad instantánea* de la partícula tiene la misma dirección que la de la *velocidad media* entre los números 3 y 9? Discute también para el caso entre los números 3 y 7.
- ¿Existe alguna posición en la cual la dirección de la *aceleración instantánea* de la partícula es igual a la de la *velocidad media* entre el 3 y el 9?

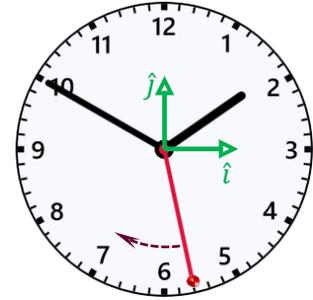


Figura del ejercicio 2

Ejercicio 3 (LB ejercicio 2.23, 2.24)

Una partícula recorre la trayectoria indicada por la línea de puntos de la figura.

- Cuando se encuentra en el punto A, su rapidez aumenta. ¿Con cuál de los vectores mostrados se representa mejor la aceleración de la partícula?
- Cuando se encuentra en el punto B, su rapidez disminuye. ¿Cuál de los vectores mostrados en ese punto representa mejor la aceleración de la partícula?

Explica por qué los vectores que elegiste son correctos y los demás incorrectos.

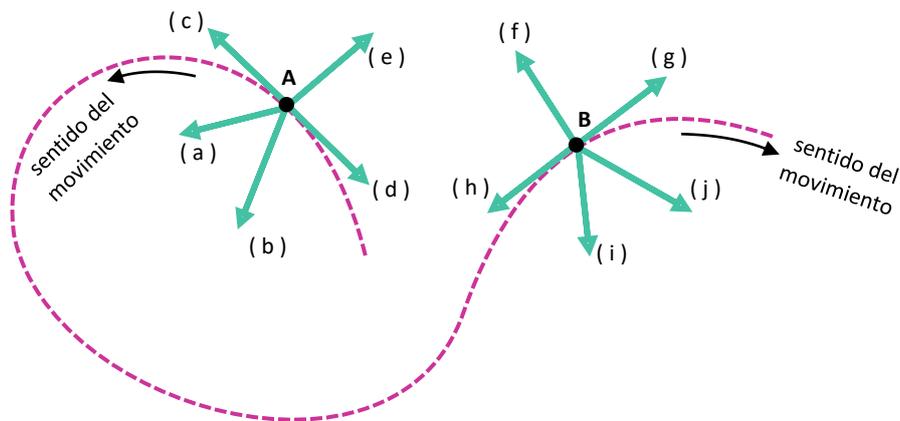


Figura del ejercicio 3

Ejercicio 4

Una partícula mantiene un movimiento circular uniforme, siguiendo un círculo de radio R centrado en el origen. Su vector de posición forma con el eje x de coordenadas un ángulo $\theta(t) = \omega t$ (en radianes), donde ω es una constante que suponemos positiva ($\omega > 0$).

- Encuentra las componentes cartesianas de la posición de la partícula en función del tiempo.
- Calcula las componentes de la velocidad de la partícula en función del tiempo.
 - Demuestra que la velocidad tiene módulo constante de valor $R\omega$, y que es perpendicular al vector de posición¹.
- Calcula las componentes de la aceleración de la partícula en función del tiempo.
 - Prueba que el vector de aceleración apunta en el sentido opuesto al vector de posición y calcula su módulo en función de R y ω .

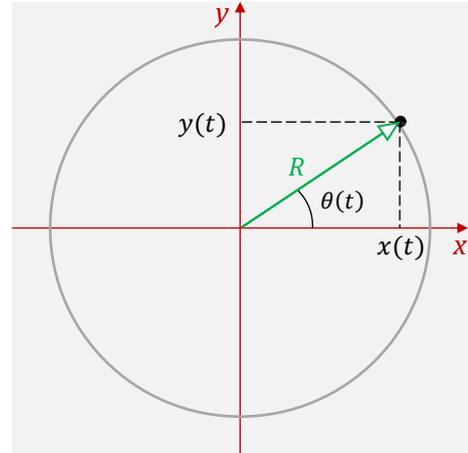


Figura del ejercicio 4

Ejercicio 5 (Parcial de Física 1, 2023-03-28, ejercicio 5 modificado)

Dos autos están recorriendo dos pistas circulares concéntricas con rapidez constante. El auto de la pista exterior se mantiene a $R_1 = 25$ m del centro. El de la pista interior se mantiene a una distancia R_2 igual a la mitad de R_1 .

El piloto de la pista exterior experimenta una aceleración de módulo $a_1 = 0,2 \cdot g$ (donde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Este observa que, en el tiempo en que a él le lleva dar una vuelta completa, el piloto que va por la pista interior da 4 vueltas completas.

- ¿Cuál es la rapidez del auto que va por la pista exterior?
- ¿Cuál es la proporción entre los módulos de la velocidad de los dos autos? Expresa esta proporción usando los radios de las trayectorias y el tiempo que cada uno emplea en recorrerla.
 - Calcula la rapidez con la que se desplaza el piloto en la pista interior.
- ¿Cuánto vale la proporción entre los módulos de las aceleraciones de los autos?
 - Calcula la aceleración experimentada por el piloto de la pista interior. Esta, ¿es mayor que, menor que o igual a a_1 ? ¿Por qué?

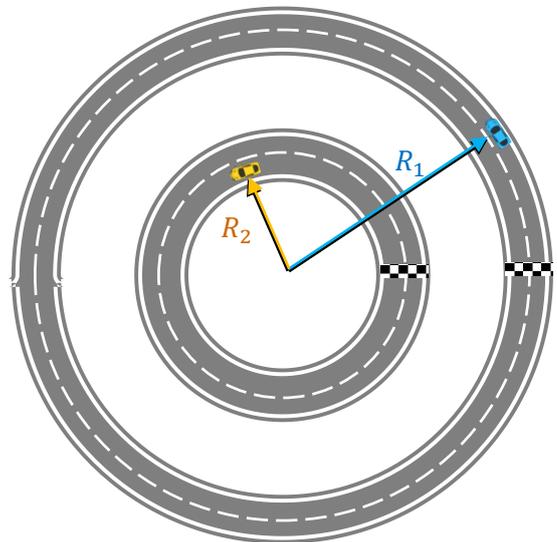


Figura del ejercicio 5

¹ Un camino posible es considerar vectores unitarios en la dirección de la posición y en la de la velocidad, y verificar que al rotar uno de ellos un ángulo de 90° se obtiene el otro vector.

MOVIMIENTO RELATIVO

Ejercicio 6 (SZ, ejercicio 3.37)

Una “banda móvil” de un aeropuerto se mueve a $1,0 \text{ m/s}$ y tiene $35,0 \text{ m}$ de largo. Si una mujer entra en un extremo y camina a $1,5 \text{ m/s}$ relativa a la banda móvil,

- ¿Cuánto tardará en llegar al otro extremo si camina en la **misma** dirección en que se mueve la banda?
- ¿Cuánto tardará en llegar al otro extremo si camina en el sentido **opuesto** al que se mueve la banda?

Ejercicio 7 (RHK pregunta 4.17 📖, SZ pregunta 3.14 ☁)

- Un libro que está sobre la mesa, ¿se mueve más rápido durante la noche o durante el día? Considera la rotación y la traslación de la Tierra, y cómo el sistema de referencia elegido afecta la respuesta.
- Un día sin viento, sobre las ventanas laterales de un auto en movimiento, caen gotas de lluvia dejando rayas sobre el vidrio. Esas rayas, ¿son verticales? Explica por qué sí o por qué no. ¿Ocurre lo mismo cuando las gotas caen en el parabrisas?

Ejercicio 8 (LB ejemplo 3.13 modificado)

- Dos trenes, A y B, salen al mismo tiempo de dos estaciones situadas a 300 km entre sí, uno rumbo al otro. Asumamos que las vías que conectan las estaciones son rectas y que las velocidades de los trenes son constantes. La rapidez del tren A es de 80 km/h y la del tren B es de 70 km/h . ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse?



Figura del ejercicio 8

- El conductor del tren A advierte que a una distancia de 1 km por delante en la misma vía, hay otro tren C moviéndose en el mismo sentido, pero con velocidad constante de 60 km/h . El conductor aplica la máxima aceleración de frenado del tren, de módulo $0,2 \text{ m/s}^2$. ¿Es la separación entre los trenes suficiente para evitar un choque? ¿Cuáles son los valores de aceleración posibles para que no haya una colisión?²

Para contestar las preguntas anteriores se puede utilizar, por ejemplo, un sistema de referencia solidario a las vías o solidario a alguno de los trenes. ¿Dependen las respuestas de la elección? ¿Qué ventajas tiene usar un sistema de referencia solidario a uno de los trenes?

Ejercicio 9 (RHK ejercicio 4.77)

Un avión ligero alcanza una velocidad en el aire de 480 km/h . El piloto se dispone a salir hacia un destino situado 810 km al norte, pero descubre que el avión debe enfilarse a 21° NE para poder volar hacia allí directamente³. El avión llega en $1,9 \text{ h}$. ¿Cuál fue el vector de la velocidad del viento?

² Se puede comparar esta situación con la del ejercicio de un auto que debía detenerse al llegar a una esquina.

³ El noreste, NE, dirección entre el norte y el este, se usa aquí para indicar que el ángulo de 21° se mide desde el norte, girando hacia el este.

Ejercicio 10 (SZ ejercicio 3.41, 3.42)

Un río fluye al sur con rapidez de 2,0 m/s. Una lancha de motor cruza el río con velocidad relativa al agua de 4,2 m/s al este. El río tiene 800 m de ancho.

- a) i) ¿Qué velocidad relativa tiene la lancha relativa a la orilla?
- ii) ¿Cuánto tiempo tarda en cruzar el río?
- iii) ¿A qué distancia, al sur de su punto de partida, llegará a la otra orilla?
- b) i) ¿Qué dirección debería tomar la lancha para llegar a un punto en la orilla opuesta directamente al este de su punto de partida?
- ii) ¿Cuál sería la velocidad de la lancha relativa a la orilla?
- iii) ¿Cuánto tardaría en cruzar el río?

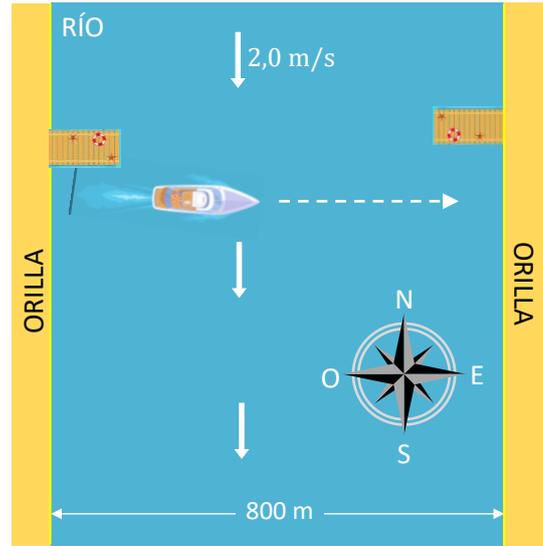


Figura del ejercicio 10

Ejercicio 11

Estando Colón en el océano Atlántico, navegando a 30 km/h en sentido este-oeste, observó pasar unas aves volando de estribor a babor. Desde el barco midió que su rapidez era 40 km/h. ¿Cuál es la velocidad de las aves en el referencial de la Tierra? Representa los vectores de velocidad con un diagrama y luego expresa la respuesta del ejercicio con los versores \hat{i} , \hat{j} mostrados en la figura.



Figura del ejercicio 11

La velocidad de las aves le permitió a Colón saber hacia dónde debía dirigir su nave con el objetivo de llegar a tierra firme.

Ejercicio 12 (RHK ejercicio 4.75)

Un helicóptero está volando en línea recta sobre el nivel del campo a una velocidad constante de 6,2 m/s y una altitud constante de 9,5 m. Un paquete es arrojado horizontalmente desde el helicóptero con una velocidad inicial de 12 m/s con respecto al helicóptero, y en dirección opuesta al movimiento del helicóptero.

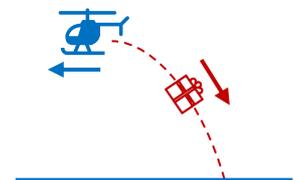


Figura del ejercicio 12

- a) Halla la velocidad inicial del paquete con respecto al terreno.
- b) ¿Cuál es la separación horizontal entre el helicóptero y el paquete en el instante en que el paquete golpea el terreno?
- c) ¿Qué ángulo forma el vector velocidad del paquete con el terreno en el instante anterior al impacto, visto desde el suelo?
- d) ¿Y tal como se vería desde el helicóptero?