PRÁCTICO 2

CINEMÁTICA – PARTE 1

En los siguientes ejercicios estudiaremos las cantidades cinemáticas que nos permiten describir el movimiento de los cuerpos. Veremos casos de movimientos restringidos a una o varias dimensiones.

Estudiaremos también el movimiento de los proyectiles. Este modelo describe el movimiento bajo únicamente la aceleración gravitatoria, considerada constante, y se puede aplicar a muchas de las situaciones de interés encontradas en nuestra experiencia habitual.

Objetivos de aprendizaje

- Definir las magnitudes de la cinemática.
- Calcular la posición, la velocidad y la aceleración en un movimiento a partir de las relaciones entre estas magnitudes.
- Resolver problemas de movimientos en una dimensión.
- Representar el movimiento en dos dimensiones por sus componentes unidimensionales.
- Resolver problemas de movimiento de proyectiles.

Puedes profundizar sobre estos temas con los capítulos 2 y 4 del libro del curso. En el cuadro listamos los objetivos principales de este conjunto de ejercicios.

Ejercicio 1

Consideremos un ómnibus que viaja por la ruta entre Colonia del Sacramento y Montevideo como un movimiento en una dimensión. La distancia que separa las ciudades es de 178,8 km.

Figura del ejercicio 1

a) Si el ómnibus parte de Colonia a las 9:00 y su velocidad media en el recorrido resulta ser de 90 km/h, ¿a qué hora llega a Montevideo?

b) ¿Es posible para el ómnibus mantener una velocidad *instantánea* constante, de 90 km/h, en todos los puntos del trayecto?

c) El ómnibus llega a Montevideo 10 minutos antes de la hora calculada en la parte (a), ante lo cual un inspector decide multar al conductor del ómnibus por exceso de velocidad. El inspector sostiene que el conductor necesariamente superó la velocidad máxima autorizada de 90 km/h en alguna parte de su recorrido. ¿Cómo es posible que el inspector esté tan seguro de esto?

Ejercicio 2 (RHK, ejercicios 2.14, 2.15)

a) ¿Qué distancia recorre, en 16 s, el corredor cuya gráfica de velocidad en función del tiempo se muestra en la figura?

b) ¿Cuál es la aceleración del corredor en $t = 11$ s?

c) ¿Cómo representaría la gráfica de la posición del corredor en función del tiempo? ¿Y la de la aceleración?

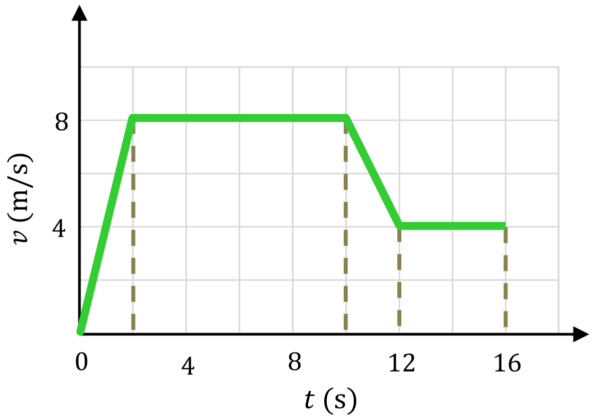

Figura del ejercicio 2

Ejercicio 3 (RHK, ejercicio 2.23)

Una partícula se mueve a lo largo del eje x según la ecuación $x = At + Bt^2$, donde $A = 50$ m/s y $B = 10$ m/s^2.

Calcula:

a) la velocidad promedio de la partícula durante los primeros 3 s de movimiento,
b) la velocidad instantánea de la partícula en $t = 3$ s.
c) la aceleración instantánea de la partícula en $t = 3$ s.

¿Cómo se interpretan gráficamente los cálculos realizados?

Ejercicio 4 (RHK, ejercicio 2.27, ejemplo 6.5 modificado)

i) Un electrón que parte desde el reposo tiene una aceleración a que aumenta linealmente con el tiempo t: $a = kt$, donde $k = 1{,}50$ m/s^3.

a) Grafica a en función de t en los primeros 10 s.
b) A partir de la curva de la parte (a), grafica la velocidad v en función de t y calcula la velocidad del electrón 5 s después de haber comenzado el movimiento.
c) A partir de la curva de la parte (b), grafica la posición x en función de t y calcula el desplazamiento del electrón durante los primeros 5 s de su movimiento.

ii) Supongamos que un cuerpo que se mueve a través de un fluido experimenta una aceleración dada por

$$a = a_0 e^{-t/t_c}$$

donde a_0 y t_c son constantes. Este movimiento podría modelar la caída vertical de una gota de lluvia desde una nube con, por ejemplo, $a_0 = 9{,}8$ m/s^2 y $t_c = 1{,}0$ s.

a) Halla la velocidad del cuerpo en un tiempo t cualquiera, sabiendo que el cuerpo está en reposo en $t = 0$ s.
b) ¿Cuál es el comportamiento asintótico de la velocidad para tiempos muy grandes[1], es decir, para valores de $t \gg t_c$?
c) Muestra que, en un entorno pequeño del instante inicial en el cual $0 \leq t \ll t_c$, la aceleración es aproximadamente constante, con valor $a \approx a_0$. ¿Qué podríamos afirmar sobre el comportamiento de la velocidad en ese entorno[2]?

Ejercicio 5 (RHK, preguntas 2.1, 2.9, 2.10)

Consideremos una partícula que se puede mover a lo largo de un eje x. Contesta las siguientes preguntas:

a) ¿Puede la velocidad de la partícula tener una componente siempre negativa?
b) ¿Puede la partícula tener velocidad cero y aún así acelerar?
c) ¿Puede la partícula invertir el sentido de su velocidad cuando su aceleración tiene módulo, dirección y sentido constantes?

Justifica tus respuestas. Si la respuesta es afirmativa, proporciona algún ejemplo. En caso contrario, explica por qué la situación no es posible.

Ejercicio 6 (LB, ejercicio 2.53)

Se dejan caer dos esferas pesadas, de distintas alturas, una 2,2 s después que la otra. Si las dos llegan al suelo al mismo tiempo, 4,0 s después de haber soltado la primera, ¿desde qué alturas se dejaron caer?

---

[1] Recuerda el valor del $\lim_{x \to +\infty} e^{-x}$.

[2] Es bueno saber que si $x \to 0$, entonces $e^x \approx 1 + x$.

Ejercicio 7

i) Un cuerpo se mueve a lo largo del eje x con aceleración constante $a = a_0$. Considerando su posición $x(t)$ y su velocidad $v(t)$ en los instantes t_1 y t_2, demuestra que se cumple la siguiente ecuación:

$$v^2(t_2) = v^2(t_1) + 2a_0\big(x(t_2) - x(t_1)\big)$$

ii) Un auto que se está moviendo por una calle con una velocidad de 40,0 km/h está por llegar a una esquina a 30,0 m, donde el semáforo acaba de cambiar a rojo. Supongamos que, al aplicar los frenos, el auto se mueve con una aceleración constante para poder detenerse exactamente en la esquina. ¿Cuánto vale esa aceleración? ¿Piensas que sería razonable tratar de detener el automóvil en una distancia muy corta de, digamos, 10 cm?

Ejercicio 8 (RHK, ejercicio 4.8)

Una partícula sale del origen en $t = 0$ s con una velocidad inicial $\vec{v}_0 = 3{,}6\hat{\imath}$, en m/s. Experimenta una aceleración constante $\vec{a} = -1{,}2\hat{\imath} - 1.4\hat{\jmath}$, en $\mathrm{m/s^2}$.

(a) ¿En qué tiempo llega la partícula a su coordenada x máxima?
(b) ¿Cuál es la velocidad de la partícula en ese momento?
(c) ¿Dónde está la partícula en ese momento?

Ejercicio 9 (RHK, ejercicio 4.9)

Una partícula A se mueve a lo largo de la línea $y = d$ (30 m) con una velocidad constante $\vec{v}$ ($v =$ 3,0 m/s) dirigida paralelamente al eje x (ver figura). Una segunda partícula B comienza en el origen con velocidad cero y aceleración constante $\vec{a}$ ($a = 0.40\ \mathrm{m/s^2}$) en el mismo instante en que la partícula A pasa el eje y. ¿Qué ángulo θ entre $\vec{a}$ y el eje y resultaría en una colisión entre estas dos partículas?

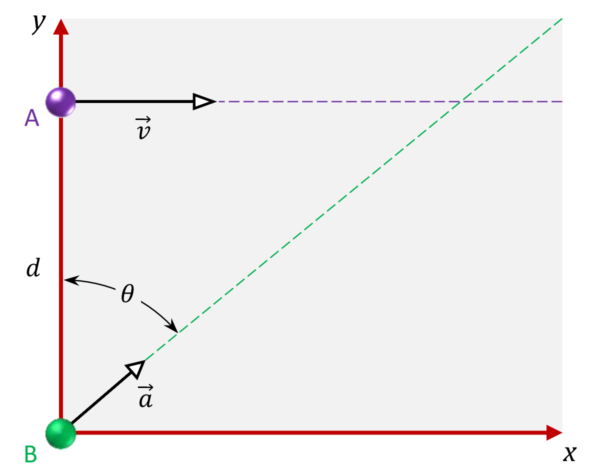

Figura del ejercicio 9

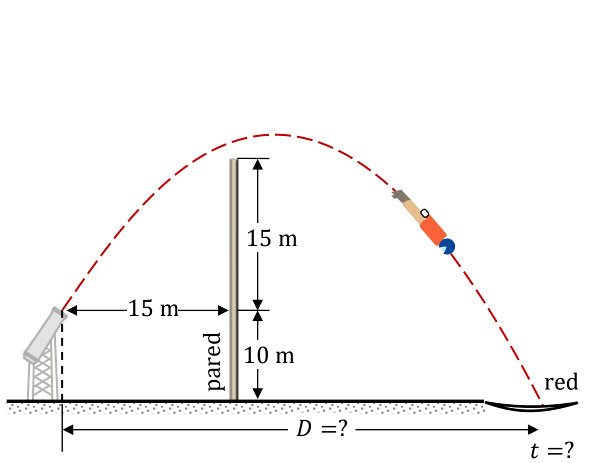

Figura del ejercicio 10

Ejercicio 10 (LB, 3.17)

En un circo, el hombre bala sale de un cañón y debe aterrizar en una red a 10,0 m bajo la boca del cañón (ver figura). Si las componentes de su velocidad inicial son de 20,0 m/s hacia arriba y de 10,0 m/s en la horizontal,

(a) ¿Cuánto tiempo permanece en el aire?

(b) ¿Dónde debe estar la red?

(c) ¿Supera la pared?

Ejercicio 11 (LB, ejemplo 3.4)

a) Un mono cuelga de la rama de un árbol a $d = 3{,}0$ m de una cuidadora, a una altura de $h = 3{,}0$ m por encima del suelo. La cuidadora sabe que el mono siempre se suelta de la rama en el mismo momento en que se le tira una banana. Encuentra la velocidad con la cual la cuidadora debe lanzar la banana, desde una altura $s = 1{,}0$ m sobre el suelo, para que el mono la atrape:

(i) ¿Cuál debe ser la dirección de la velocidad (ángulo de lanzamiento)?

(ii) ¿Cuál o cuáles son los valores posibles del módulo de la velocidad para los cuales la banana llega hasta el mono antes de que este llegue al suelo?

b) Los días de calor el mono prefiere permanecer en la rama, donde hay más sombra. La cuidadora lanza la banana a 8,0 m/s. ¿Cuál o cuáles son los ángulos de lanzamiento posibles para que llegue hasta el mono?[3]

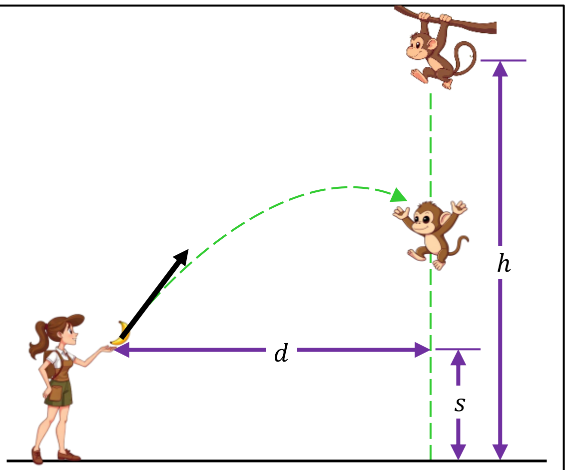

Figura del ejercicio 11

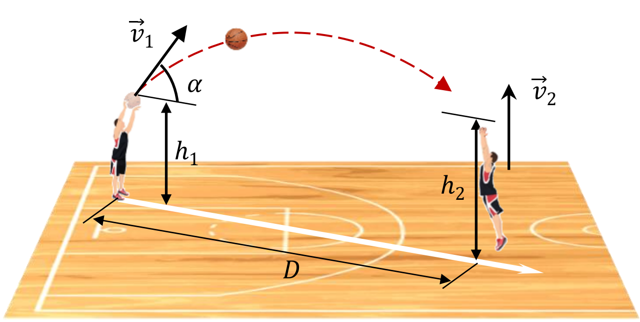

Figura del ejercicio 12

Ejercicio 12 (FG1, parcial mayo 2006)

En un partido de basketball, un jugador (1) le tira la pelota a otro (2) que se encuentra a una distancia $D = 3{,}60$ m. La altura inicial del balón es $h_1 = 2{,}00$ m y tiene una velocidad de módulo $v_1 = 7{,}00$ m/s que forma un ángulo $\alpha = 45°$ con respecto a la horizontal.

Un tiempo $t_d = 0{,}60$ s después, el jugador 2 se impulsa hacia arriba para recibir el pase. Las manos del jugador 2, que mantiene siempre los brazos extendidos hacia arriba, están inicialmente a una altura $h_2 = 2{,}50$ m. La velocidad inicial del jugador 2 tiene módulo $v_2 = 3{,}70$ m/s.

a) Escribe las ecuaciones que describen el movimiento del balón.

b) Encuentra cuánto tiempo, t_1, tarda el balón en cruzar la distancia D que separa los jugadores. ¿Cuál es la altura del balón en ese momento?

c) Escribe las ecuaciones que describen el movimiento del jugador 2, tomando en cuenta el tiempo t_d.

d) ¿Dónde están las manos del jugador en el tiempo t_1? ¿Logra atrapar el balón?

e) En lugar del valor de t_d indicado más arriba, calcula el valor que debería tener para que el jugador 2 logre atrapar el balón cuando está en la porción de subida de su salto.

[3] Para resolver esta parte podría ser útil tomar en cuenta que $\cos^{-2}(\theta) = 1 + \tan^2(\theta)$.