Física General I – Año 2025

Trabajo Práctico 3 - Cinemática del movimiento curvilíneo

1. a) Para $t = 0\,\mathrm{s}$, el vector posición de una partícula está dado por $\vec{r}(0\,\mathrm{s}) = 2\,\mathrm{m}\,\check{\imath} + 3\,\mathrm{m}\,\check{\jmath}$; para el instante $t = 2\,\mathrm{s}$, $\vec{r}(2\,\mathrm{s}) = 7\,\mathrm{m}\,\check{\imath} - 2\,\mathrm{m}\,\check{\jmath}$ y, cuando $t = 5\,\mathrm{s}$, $\vec{r}(5\,\mathrm{s}) = 12\,\mathrm{m}\,\check{\imath} + 1\,\mathrm{m}\,\check{\jmath}$. Hallar la velocidad media $\bar{\vec{v}}$ para el intervalo $[0\,\mathrm{s}, 2\,\mathrm{s}]$ y para todo el viaje.

   b) Cuando $t = 0\,\mathrm{s}$, una partícula situada en el origen del plano (X, Y) tiene una velocidad de módulo $v_0 = 40\,\mathrm{m/s}$, que forma un ángulo $\theta = \frac{\pi}{4}$ por sobre el eje X positivo. Para $t = 3\,\mathrm{s}$ la partícula está en el punto $(100\,\mathrm{m}, 90\,\mathrm{m})$ del mismo plano, con velocidad de módulo $v_1 = 30\,\mathrm{m/s}$, que forma un ángulo $\theta = \frac{\pi}{3}$ con el mismo eje. Calcular el vector velocidad media y el vector aceleración media de la partícula para este intervalo temporal. Graficar ambos vectores.

2. El vector posición de una partícula está dado por $\vec{r}(t) = A\,t\,\check{\imath} + (B\,t + C)\,\check{\jmath}$, donde $A = 5\,\mathrm{m/s}$, $B = 10\,\mathrm{m/s}$ y $C = 2\,\mathrm{m}$. a) Graficar la trayectoria de la partícula entre los valores de x correspondientes a $t = 0\,\mathrm{s}$ y $t = 3\,\mathrm{s}$. b) Hallar módulo, dirección sentido del vector velocidad $\vec{v}$ de la partícula, mostrando que éste es tangente a la trayectoria. c) Graficar las componentes $x(t)$ e $y(t)$ del vector posición $\vec{r}(t)$.

3. Las ecuaciones paramétricas que describen el movimiento de una partícula son:

$$x(t) = \frac{v_0}{\sqrt{2}}\,t\,\cos\alpha, \quad y(t) = \frac{v_0}{\sqrt{2}}\,t, \quad z(t) = \frac{v_0}{\sqrt{2}}\,t\,\mathrm{sen}\,\alpha - \frac{1}{2}g\,t^2$$

   XY es el plano horizontal, v_0 y α son constantes (determinar sus unidades, cuando la posición se expresa en m) y t es el tiempo (medido en s). Calcular: a) Tiempo t^* para el cual la velocidad es horizontal (se anula su componente z). b) Vector velocidad correspondiente a t^*. c) Vector aceleración como función del tiempo. d) Distancia de la partícula al origen de coordenadas cuando $z = 0\,\mathrm{m}$.

4. Una pelota se lanza desde la ventana de un piso alto de un edificio, con una velocidad inicial tal que $|\vec{v_0}| = 8\,\mathrm{m/s}$ y $\vec{v_0}$ forma un ángulo $\pi/9$ por debajo de la horizontal. Llega al suelo $3\,\mathrm{s}$ después del lanzamiento. Determinar: a) la distancia horizontal de la base del edificio a la cual se encuentra el punto en que la pelota toca el suelo; b) la altura del punto desde el cual fue lanzada la pelota; c) el tiempo que tarda la pelota en llegar a un punto situado a una altura $10\,\mathrm{m}$ menor que la altura desde la cual fue lanzada.

5. Una astronauta en un planeta extraño descubre que puede saltar una distancia horizontal máxima de $15\,\mathrm{m}$ si el módulo de su velocidad inicial es $3\,\mathrm{m/s}$. ¿Cuál es el valor de la aceleración de una partícula en caída libre en ese planeta?

6. En un bar, un cliente arrojó a lo largo de la barra su jarra de cerveza para que el cantinero volviera a llenarla. El cantinero, que estaba distraído, no vio la jarra, que cayó por el extremo de la barra y tocó el suelo a $1,40\,\mathrm{m}$ de la base de la barra. La altura de esta última era $0,86\,\mathrm{m}$.

   a) ¿Con qué velocidad abandonó la barra la jarra?

   b) ¿Cuál era la velocidad de la jarra justo antes de tocar el piso?

   c) Si, mientras deslizó sobre la barra, la jarra redujo su velocidad a razón de $0,6\,\mathrm{m/s^2}$ y el cliente la tiró desde una distancia de $2\,\mathrm{m}$ del borde, ¿con qué velocidad inicial fue lanzada la jarra?

7. Una bióloga apunta a un mono que se encuentra en la rama de un árbol para inyectarle un dardo sedante. En el mismo momento en que la bióloga dispara el dardo, el mono se asusta, dejándose caer de la rama. Demostrar que, pese a su reacción inmediata, el mono es sedado.

8. Un muchacho hace girar, con velocidad angular constante, una pelota atada a una cuerda en una circunferencia horizontal de $75\,\mathrm{cm}$ de radio. ¿A cuántas revoluciones por minuto deberá girar la pelota para que su aceleración centrípeta sea $9\,\mathrm{m/s^2}$?

9. La Tierra puede ser considerada como una esfera de radio $6,35 \times 10^6\,\mathrm{m}$, que rota uniformemente alrededor de un eje que pasa por su centro geométrico. Por consiguiente, todos los puntos de su superficie se mueven con movimiento circular, con una misma velocidad angular ω. a) Calcular el módulo de ω en rad/s. b) Determinar

la velocidad tangencial y la aceleración de un punto sobre su superficie en función de la latitud, tal como las mide un observador fijo en el eje de rotación. c) ¿En qué latitud es máximo el módulo de la velocidad en dicho punto?¿En qué latitud es máximo el módulo de la aceleración? d) Calcular ambos valores máximos. e) Comparar el valor máximo del módulo de la aceleración calculado en el punto anterior con la aceleración de la gravedad. f) Comparar el máximo valor del módulo de la velocidad obtenido en d) con el módulo de la velocidad de traslación de la Tierra alrededor del Sol (calcular esta última usando que la distancia media entre la Tierra y el Sol es $150 \times 10^6\,\mathrm{km}$ y aproximando la órbita terrestre por una circunferencia).

10. Un volante gira con aceleración angular constante alrededor de un eje fijo perpendicular que pasa por su centro. El módulo de su aceleración angular es $2\,\mathrm{s}^{-2}$. Durante cierto intervalo de tiempo, de $5\,\mathrm{s}$, gira un ángulo de $100\,\mathrm{rad}$. ¿Cuánto tiempo ha estado en movimiento antes del comienzo de ese intervalo, si partió del reposo?

11. Una partícula se mueve sobre una circunferencia sigiendo la ley $\theta = 3\,t^2 + 2\,t$, donde θ se mide en radianes y t en segundos. a) Calcular la velocidad angular y la aceleración angular iniciales y para $t = 4\,\mathrm{s}$. b) Si su trayectoria tiene un radio de $1\,\mathrm{m}$, determinar las componentes tangencial y normal de su velocidad y de su aceleración cuando $t = 4\,\mathrm{s}$.

Para verificar que se adquirieron los conocimientos

12. El vector posición de una partícula que se mueve en el plano XY está dado por $\vec{r}(t) = a\,t\,\breve{\imath} + b\,t^2\,\breve{\jmath}$, donde t es el tiempo y a y b tienen las unidades adecuadas (¿cuáles son?). a) Determinar el vector velocidad media de la partícula entre $0\,\mathrm{s}$ y $2\,\mathrm{s}$, su velocidad instantánea como función del tiempo y el valor de esta última cuando $t = 1\,\mathrm{s}$. b) Determinar el vector aceleración instantánea de la misma partícula. ¿Cómo se compara el último resultado con la aceleración media desarrollada en cualquier intervalo temporal?

13. Una partícula que se mueve en el plano XY tiene una aceleración constante $\vec{a}$, con $a_x = 6\,\mathrm{m/s}^2$ y $a_y = 4\,\mathrm{m/s}^2$. En el instante $t = 0\,\mathrm{s}$ la partícula está en reposo en la posición $\vec{r}_0 = 100\,\mathrm{m}\,\breve{\imath}$. a) Hallar los vectores posición y velocidad en un instante cualquiera t. b) Hallar la ecuación de la trayectoria en el plano XY y representarla gráficamente.

14. Una partícula describe una trayectoria parabólica, cuya ecuación es $y = x^2$ de modo tal que, en todo momento, la componente x de su velocidad es $v_x = 3\,\mathrm{m/s}$. Calcule el módulo, la dirección y el sentido de la velocidad y de la aceleración cuando $x = \frac{2}{3}\,\mathrm{m}$.

15. Durante una erupción, el volcán de máxima altura h, cuyo corte aparece en la figura P15, eyecta una partícula desde el punto A, formando un ángulo α con la direción horizontal, como se muestra en la misma Figura 1.

    a) ¿Cuál debe ser el módulo de la velocidad inicial para que la partícula caiga a los pies del volcán en el punto B? (d es la distancia entre el punto medio de la base del volcán y el punto en que la partícula toca la tierra).

    b) En ese caso, ¿cuál será el tiempo de vuelo de la partícula eyectada? Nota: exprese sus resultados en función de h, d y α, que son los datos del problema.

16. Un fusil dispara balas que salen del arma con una velocidad de $250\,\mathrm{m/s}$. Para que una bala choque contra un blanco situado a $100\,\mathrm{m}$ de distancia y al mismo nivel que la boca del arma, el fusil debe apuntar a un punto situado por encima del blanco. Determinar la altura sobre el blanco a la cual debe apuntar.

17. Un muchacho que está a $4\,\mathrm{m}$ de una pared vertical lanza contra ella una pelota. La pelota sale de su mano a $2\,\mathrm{m}$ por encima del suelo con una velocidad inicial $\vec{v} = (10\,\breve{\imath} + 10\,\breve{\jmath})\,\mathrm{m/s}$. Cuando la pelota choca con la pared se invierte la componente horizontal de su velocidad, mientras que no cambia su componente vertical. ¿A qué distancia de la pared chocará la pelota contra el suelo?

18. Un motociclista desea saltar sobre una fila de autos de $20\,m$, saltando desde el extremo (a $9\,\mathrm{m}$ de altura) de una rampa inclinada $30°$ con respecto a la horizontal. Si la rampa de llegada también está inclinada $30°$ y su altura máxima es $6\,\mathrm{m}$ (ver Figura 2), encontrar el mínimo valor del módulo de la velocidad inicial que permitirá al motociclista conseguir su objetivo.

19. Desde el origen de coordenadas se lanza una partícula con velocidad inicial de módulo v_0, que forma un ángulo α con la horizontal. Se sabe que la altura máxima alcanzada por la partícula es igual a la mitad del alcance del disparo. Deducir: a) Valor de α. b) Expresiones de la trayectoria, altura máxima y alcance (R) en términos de v_0. c) Simultáneamente con el lanzamiento anterior, se deja caer una segunda partícula desde un punto de coordenadas ($R/4$, h) en el mismo sistema de coordenadas. Mostrar que el valor de h requerido para que se produzca un choque entre ambas partículas es igual a la altura máxima alcanzada por la primera.

20. Un jugador patea una pelota hacia la meta, con una velocidad inicial cuyo módulo es de $20\,\mathrm{m/s}$ y con un ángulo de elevación de $45°$. Un jugador que está en el mismo plano en que se mueve la pelota, $55\,\mathrm{m}$ más próximo a la meta que el primero, empieza a correr con velocidad constante, en el mismo instante, para recogerla; ¿cuál deberá ser el mínimo módulo de su velocidad para que alcance la pelota antes de que ésta llegue al suelo?

21. Una estrategia en la guerra con bolas de nieve consiste en tirar una primera bola con un ángulo grande con respecto al piso horizontal y, mientras la persona blanco del tiro está distraida mirando esa primera bola, arrojar una segunda con ángulo más pequeño, ambas sincronizadas de modo que lleguen al blanco al mismo tiempo. Suponga que ambas bolas de nieve son arrojadas con velocidad inicial de módulo $25\,\mathrm{m/s}$. Si la velocidad inicial de la primera forma con la horizontal un ángulo de $70°$ calcular, aproximando las bolas por partículas y despreciando la altura de lxs contrincantes: a) ¿Con qué ángulo debe arrojarse la segunda bola para que llegue al piso en el mismo punto que la primera? b) ¿Cuánto tiempo más tarde debe arrojarse la segunda bola para que ambas lleguen al mismo tiempo?

22. La posición de una partícula viene dada por el vector $\vec{r} = -10\,\mathrm{m}\,\cos(\omega t)\,\check{\imath} + 10\,\mathrm{m}\,\mathrm{sen}(\omega t)\,\check{\jmath}$, donde $\omega = 2\,\mathrm{rad/s}$. a) Demostrar que el movimiento es circular, y hallar el radio de la circunferencia correspondiente. Indicar si la partícula se mueve en sentido horario o antihorario. b) Demostrar que el módulo de la velocidad de la partícula es constante, y calcular su magnitud. c) ¿Cuánto tarda la partícula en dar una revolución completa? d) Calcular las componentes radial y tangencial de la aceleración en función del tiempo t.

    Nota: La derivada de la función $f(t) = \mathrm{sen}(\omega t)$ es $f'(t) = \omega\cos(\omega t)$, y la de $g(t) = \cos(\omega t)$ es $g'(t) = -\omega\,\mathrm{sen}(\omega t)$.

23. ARSAT-1 y ARSAT-2 son los dos satélites *geoestacionarios* argentinos operativos actualmente. Ambos ofrecen servicios de telecomunicaciones, transmisión de datos, acceso a Internet, telefonía y televisión. Los satélites *geoestacionarios* describen, con velocidad angular constante, una órbita circular ecuatorial, a distancia $H = 35786\,\mathrm{km}$ del nivel del mar, como se muestra en la Figura 3. A esa distancia, el módulo de la aceleración gravitatoria es $g = 0,2242068\,\mathrm{m/s^2}$. Considerando que el radio de la Tierra en el Ecuador es $6378\,\mathrm{km}$, a) calcular el módulo de la velocidad tangencial de tales satélites; b) calcular el período de su movimiento circular uniforme. ¿Por qué se llaman *geoestacionarios* estos satélites?

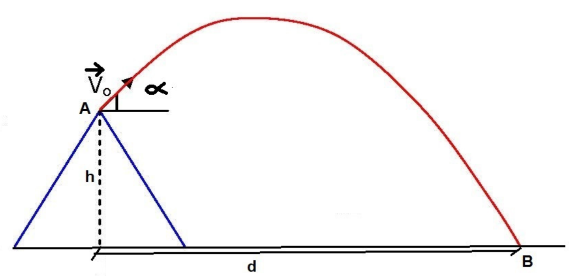

Figura 1. Problema 15

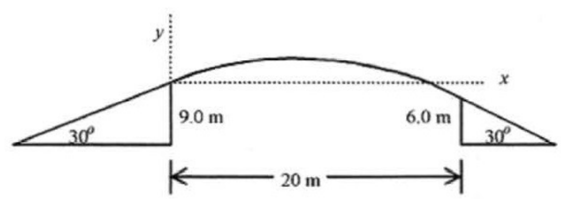

Figura 2. Problema 18

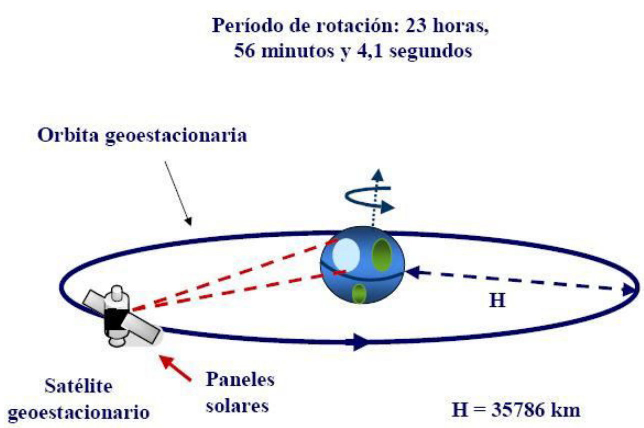

Figura 3. Problema 23