

**Tarea de la Guía 7.** Considere el problema de tiro oblicuo en 3D (gravedad vertical en la dirección  $z$ ). Una partícula (pelota) se pateo en  $t = 0$  con velocidades iniciales  $\mathbf{v}_0 = (v_{x0}, v_{y0}, v_{z0})$ .

1. Hallar la evolución de la posición de la pelota  $\mathbf{r}(t)$  y de su momento lineal  $\mathbf{p}(t)$  usando el método de Hamilton-Jacobi.
2. La pelota puede rebotar en el piso sin pérdida de energía (en forma perfectamente elástica). Dibujar los diagramas de fase del sistema y hallar las variables de acción  $J_x, J_y, J_z$ .
3. Despeje la energía en función de las  $J_i$  encontradas y calcule las frecuencias del problema.
4. (optativo tipo parcial) Vuelva a resolver el problema usando ahora el método de variables de ángulo-acción.