

**Universidad de Chile**  
**Facultad de Ciencias**  
**Departamento de Física**

**Mecánica II**  
Ciencias Exactas

Profesor : Eduardo Menéndez  
Ayudantes : Gabriela Roman  
Paula Silva

**Guía N°1**

6 de agosto de 2009

- 
1. Calcular para la Luna:
    - (a) La velocidad angular.
    - (b) La velocidad lineal.
    - (c) La aceleración centrípeta.

La luna hace una revolución completa en 28 días y la distancia promedio desde la Tierra a la Luna es  $3,84 \times 10^8$  m.
  2. Una partícula se está moviendo en círculo acorde a la ley  $\theta = 3t^2 + st$ , donde  $\theta$  es medido en radianes y  $t$  en segundos. Calcule:
    - (a) La velocidad angular.
    - (b) La aceleración angular después de 4 s.
    - (c) La aceleración centrípeta como una función del tiempo si el radio del círculo es 2 m.
  3. Una partícula con una velocidad de 500 m/s relativa a la tierra es lanzada con rumbo al sur a latitud  $45^\circ$ N. Calcule para la partícula:
    - (a) La aceleración centrífuga.
    - (b) La aceleración de Coriolis relativa a la Tierra.
    - (c) Repita el problema para una posición a latitud  $45^\circ$ S.
  4. Un río fluye (i) hacia el norte, (ii) hacia el sur, (iii) hacia el este a 9 km/h a  $45^\circ$ latitud norte.
    - (a) Encuentre la aceleración de Coriolis.
    - (b) ¿Hacia cuál lado empuja el agua, produciendo una erosión mayor?.
    - (c) Repita cuando el río está a una latitud de  $45^\circ$ S.
  5. Calcular la aceleración centrífuga debida a la rotación de la Tierra que actúa sobre una partícula situada en el ecuador de la superficie terrestre y comparar el resultado con la aceleración de gravedad. Calcular también la aceleración centrífuga debida al movimiento de la Tierra alrededor del Sol, justificando la observación de que dicha aceleración puede despreciarse en comparación con la aceleración debida a la rotación axial.

6. Obténgase una expresión para la desviación angular de una partícula que se lanza desde el polo norte según una trayectoria próxima a la Tierra. ¿Es importante la desviación de un misil que efectúa un vuelo de 5000 km en 10 minutos?, ¿cuál es la distancia de error cuando el misil se apunta directamente al blanco? ¿será mayor la distancia de error para un vuelo de 20000 km a la misma velocidad?
7. Demostrar que la desviación angular de la plomada  $\epsilon$  respecto de la vertical correcta en un punto de la superficie terrestre de latitud  $\lambda$  es

$$\epsilon = \frac{r_0 \omega^2 \sin \lambda \cos \lambda}{g - r_0 \omega^2 \cos^2 \lambda}$$

Donde  $r_0$  es el radio de la Tierra. ¿Cuál es el valor (en segundos de arco) de la desviación máxima?

8. Considere el efecto de la rotación terrestre sobre el movimiento de un proyectil que se lanza desde la superficie terrestre con velocidad  $v_0$ . Suponga que el alcance del proyectil es tal que en todo instante se mueve en un campo gravitacional constante, es decir,  $\vec{F}_g = m\vec{g}$ .
- a) Demuestre que la velocidad del proyectil viene dada por

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t - 2\vec{\Omega} \times \vec{r}$$

Todas las magnitudes están medidas respecto a un observador solidario con la tierra. Acá  $\vec{r}$  es el vector posición del proyectil medido desde el punto de lanzamiento y  $\vec{\Omega}$  es el vector velocidad angular de la Tierra.

Al resolver el problema no se debe incluir la fuerza centrífuga ya que ésta está incluida en el valor local de  $\vec{g}$  que se está usando. Al rotar la tierra no sólo se modifica la magnitud  $g$  sino que también su dirección. La fuerza centrífuga incluso modifica la forma de la tierra; de hecho, la normal a la superficie terrestre usualmente no pasa por el centro de la Tierra.

b) Demuestre que, al desprestigiar términos del orden  $\Omega^2$ , para la aceleración se obtiene la ecuación:

$$\vec{a} = \vec{g} - 2\vec{\Omega} \times \vec{g}t - 2\vec{\Omega} \times \vec{v}_0$$

(Nuevamente todas las magnitudes medidas desde un sistema de referencia solidario a la tierra). Integre la última ecuación y demuestre que

$$\vec{r}(t) = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{g} t^2 - \frac{1}{3} \vec{\Omega} \times \vec{g} t^3 - \vec{\Omega} \times \vec{v}_0 t^2$$

9. Desde un edificio de altura  $h = 100$  m situado en el Ecuador terrestre, se suelta una piedra. Debido a la rotación terrestre, la piedra no caerá a lo largo de la normal sino que se desviará levemente de ella. Una vez que llega al suelo, encuentre la magnitud y dirección de la desviación. Desprecie efectos debido al roce viscoso con el aire. Indicación: use el resultado obtenido en el problema anterior.
10. Un paquete es lanzado desde un helicóptero que se encuentra inmóvil a cierta altura, en el paralelo 45 norte en la Tierra. Su tiempo de caída es de 2 minutos.
- a) Determine la aceleración de Coriolis que actúa sobre el paquete durante su caída.
- b) Determine la desviación horizontal en la posición que sufre el paquete.
- c) ¿Qué diferencia habría si el paquete no estuviese en paralelo 45 norte, sino en el paralelo 45 sur?
- Hint:  $\vec{\Omega} = (-\Omega \cos \lambda, 0, \Omega \sin \lambda)$ . Desprecie los términos  $\Omega^2$ .