

## GUIA N° 9

### LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL DE NEWTON

Recuerda que la Ley de gravitación universal de Newton puede enunciarse así: "Toda partícula de materia en el universo atrae a todas las demás partículas con una fuerza que es directamente proporcional a las masas de las partículas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa". Ley que se puede expresar simbólicamente de la siguiente forma:

$$F \propto \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Podemos expresar la proporcionalidad de la ley de gravitación universal en forma de una ecuación exacta introduciendo la constante de proporcionalidad  $G$ , llamada constante de gravitación universal:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \quad \text{donde} \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

Para la resolución de los siguientes problemas, utiliza la tabla de datos astronómicos a continuación:

DATOS ASTRONÓMICOS <sup>†</sup>				
Cuerpo	Masa (kg)	Radio (m)	Radio orbital (m)	Periodo orbital
Sol	$1.99 \times 10^{30}$	$6.96 \times 10^8$	—	—
Luna	$7.35 \times 10^{22}$	$1.74 \times 10^6$	$3.84 \times 10^8$	27.3 d
Mercurio	$3.30 \times 10^{23}$	$2.44 \times 10^6$	$5.79 \times 10^{10}$	88.0 d
Venus	$4.87 \times 10^{24}$	$6.05 \times 10^6$	$1.08 \times 10^{11}$	224.7 d
Tierra	$5.97 \times 10^{24}$	$6.38 \times 10^6$	$1.50 \times 10^{11}$	365.3 d
Marte	$6.42 \times 10^{23}$	$3.40 \times 10^6$	$2.28 \times 10^{11}$	687.0 d
Júpiter	$1.90 \times 10^{27}$	$6.91 \times 10^7$	$7.78 \times 10^{11}$	11.86 años
Saturno	$5.69 \times 10^{26}$	$6.03 \times 10^7$	$1.43 \times 10^{12}$	29.42 años
Urano	$8.66 \times 10^{25}$	$2.56 \times 10^7$	$2.88 \times 10^{12}$	83.75 años
Neptuno	$1.03 \times 10^{26}$	$2.48 \times 10^7$	$4.50 \times 10^{12}$	163.7 años
Plutón	$1.5 \times 10^{22}$	$1.15 \times 10^6$	$5.92 \times 10^{12}$	248.0 años

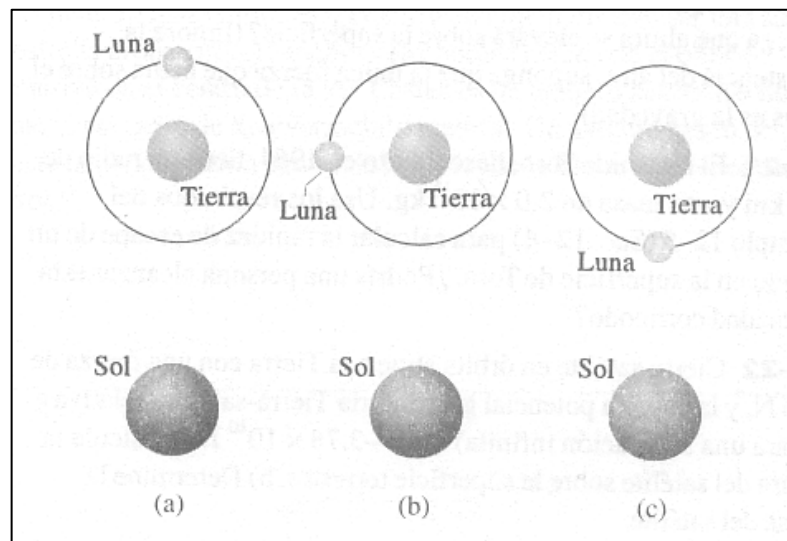
<sup>†</sup>Fuente: *The Astronomical Almanac for 1995* (US Government Printing Office, Washington, DC, 1994), pág. E88, y P. Kenneth Seidelmann, ed., *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac* (University Science Books, Mill Valley, CA, 1992), págs. 704-706. Para cada cuerpo, "radio" es su radio en su ecuador y "radio orbital" es su distancia media al Sol (para los planetas) o a la Tierra (para la Luna).

### Problemas

1. Calcula la fuerza de gravedad que se ejerce sobre una masa de 1 kg en la superficie terrestre.
2. Calcula la fuerza de gravedad que se ejercería sobre la misma masa de 1 kg si estuviera a una distancia de 2 radios terrestres del centro de la tierra.
3. Calcula la fuerza de gravedad entre la Tierra y la Luna.
4. Calcula la fuerza de gravedad entre la Tierra y el Sol.
5. Si la masa de la Luna fuese dos veces mayor, ¿sería dos veces más grande la fuerza de atracción que la Tierra ejerce sobre la Luna? ¿Y la que la Luna ejerce sobre la Tierra?

6. ¿En qué caso se requiere más combustible: cuando un cohete viaja de la Tierra a la Luna, o cuando un cohete vuelve de la Luna a la Tierra? ¿Por qué?
7. La masa del planeta Júpiter es 300 veces mayor que la de la Tierra, pero un objeto sobre su superficie pesaría sólo 2.5 veces más que la superficie de la Tierra. ¿Puedes proponer una explicación? (sugerencia: usa los términos de la ecuación de la fuerza gravitacional como guía en tu razonamiento).
8. ¿En qué proporción cambiaría tu peso si se duplicara tanto el diámetro de la Tierra como su masa?
9. La aceleración de los objetos en la superficie de la Luna es de sólo  $1/6$  de  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Con base a este hecho, ¿es correcto afirmar que la masa de la Luna es por tanto  $1/6$  de la masa de la Tierra?
10. Una nave viaja de la Tierra directamente hacia el Sol.
  - a) ¿A qué distancia del centro de la Tierra se cancelan exactamente las fuerzas gravitatorias del Sol y de la Tierra sobre la nave?
  - b) ¿Qué sucede, si es que sucede algo, cuando la nave llega al punto determinado en la parte (a)?

11. Calcule la magnitud y la dirección de la fuerza gravitatoria neta sobre la Luna debida a la Tierra y al Sol cuando la Luna está en las posiciones mostradas en la figura (la figura no está a escala. Suponga que el Sol está en el plano de la órbita Tierra-Luna, aunque esto normalmente no sucede).



#### Soluciones:

1.  $F = 9.78 \text{ N}$
2.  $F = 2.45 \text{ N}$
3.  $F = 1.99 \times 10^{20} \text{ N}$
4.  $F = 3.52 \times 10^{22} \text{ N}$
5. Si, ambas son correctas. Recordar el principio de acción y reacción ( $3^{\text{a}}$  ley de Newton)
8. Variaría en una proporción de  $1/2$
9. No. Podríamos concluir que la masa de la Luna es  $1/6$  de la masa de la Tierra sólo si ambos cuerpos tuviesen el mismo radio.
10. a)  $d = 2.59 \times 10^8 \text{ m}$
11. a)  $F = 6.3 \times 10^{20} \text{ N}$ , hacia el Sol  
 b)  $F = 4.77 \times 10^{20} \text{ N}$ ,  $24.6^\circ$  hacia la Tierra desde el Sol.  
 c)  $F = 2.37 \times 10^{20} \text{ N}$ , hacia el Sol