

Física General II

Trabajo Práctico 1: Gravitación (I)

1. Determinar la fuerza de atracción gravitatoria aproximada entre (a) la Tierra y la Luna y (b) la Tierra y el Sol. Calcular el cociente entre estas dos magnitudes.
2. Camino a la Luna, los astronautas del Apolo XI llegaron a un punto a partir del cual la atracción gravitatoria ejercida por la Luna sobre la nave comenzó a ser mayor que la ejercida por la Tierra.
 - (a) Determinar qué fracción del recorrido total habían transitado en ese momento.
 - (b) ¿Cuál es la aceleración de la gravedad terrestre en este punto?
3. Un satélite se coloca en una órbita circular a 3.2×10^6 m sobre la superficie de la Tierra.
 - (a) ¿Cuál es el período de rotación del satélite?
 - (b) Determinar la aceleración de la gravedad a esa distancia de la superficie terrestre.
4. Ganímedes, una de las lunas de Júpiter descubiertas por Galileo en 1610, describe una órbita circular de 1.07×10^6 km de radio, con un período de 7.15 días.
 - (a) Calcular la masa de Júpiter, y comparar el resultado con el valor dado en la Tabla I.
 - (b) Con los datos de esta tabla, calcular en forma aproximada la densidad media de Júpiter y la aceleración de la gravedad en su superficie. Comparar con la densidad media de la Tierra.
5.
 - (a) En ausencia de la atmósfera terrestre, ¿con qué velocidad debería lanzarse verticalmente un objeto desde la superficie de la Tierra para que alcance una altura de 1400 km? ¿y desde la superficie de Mercurio? Discutir cómo podría verse afectado el resultado en ambos casos considerando la existencia de las respectivas atmósferas.
 - (b) ¿En qué medida se verá afectado el resultado obtenido si se tiene en cuenta la interacción del objeto con el Sol? Estimar el orden de magnitud de la corrección para ambos casos.
6. Probar que para un planeta cualquiera la velocidad orbital v_0 de un satélite que describe una órbita circular está relacionada con la velocidad de escape v_E correspondiente al lugar donde se encuentra el satélite según $v_E = \sqrt{2} v_0$.
7. Un satélite geoestacionario se caracteriza por tener una posición fija con respecto a un sistema de referencia solidario con nuestro planeta.
 - (a) Determinar la latitud, la altura, la velocidad y el período de rotación del satélite, verificando que todas estas magnitudes son independientes de su masa.
 - (b) Determinar las energías cinética y potencial del satélite si éste tiene una masa de 50 kg. ¿Qué marcos o qué puntos de referencia deben establecerse para que queden definidas estas magnitudes?
8. Una nave espacial de 500 kg describe una órbita circular de radio $2 R_{\oplus}$ alrededor de la Tierra. ¿Qué energía se requiere para transferir la nave a una órbita de radio $3 R_{\oplus}$? Discutir el cambio en las energías potencial, cinética y mecánica.
9. Para realizar un viaje interestelar, una nave tiene que poder escapar del Sistema Solar. Calcular la velocidad inicial mínima con que una nave de 2 toneladas debe ser lanzada desde la Tierra para lograr este objetivo. Despreciar la interacción gravitatoria con los otros planetas. Para este problema, ¿es razonable no tener en cuenta el movimiento de la Tierra alrededor del Sol? ¿Y el movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su eje?
10. Un satélite de 100 kg, que inicialmente se mueve en una órbita circular a una altura de 200 km sobre la superficie terrestre, debido a una pequeña fuerza de rozamiento desciende lentamente a otra órbita, también circular, de 100 km de altitud.
 - (a) Calcular la energía cinética del satélite en cada una de las órbitas.
 - (b) Explicar, en términos energéticos, cómo es posible que la presencia de la fuerza de rozamiento conduzca a un incremento de la velocidad del satélite.

Problemas adicionales:

11. En el video “12 pruebas”, disponible en el sitio web de la materia, se muestra una hipotética situación en que una flecha es puesta en órbita circular alrededor de la Tierra.
 - (a) Si se desprecia la resistencia del aire, ¿con qué velocidad debería arrojarse la flecha? ¿Cuánto tardaría ésta en dar una vuelta completa a la Tierra?
 - (b) Suponiendo que se pudiese llevar a cabo el experimento en la realidad, ¿qué efectos produciría la interacción con el aire? ¿Es razonable despreciarla?
 - (c) Si se desea poner en órbita el objeto a mayor distancia de la superficie terrestre, determinar si la velocidad inicial debe ser mayor o menor que la hallada en (a). Obtener la velocidad inicial necesaria si el objeto se encuentra a 50 km de altitud (hasta donde se extiende la *estratósfera*).
12. El sistema binario Plaskett consiste en dos estrellas que giran en una órbita circular en torno al centro de gravedad del sistema, situado en el punto medio entre ellas (lo cual implica que las estrellas tienen igual masa). Si la velocidad orbital de cada estrella es 220 km/s y el período 14.4 días, calcular la masa de cada estrella y compararla con la masa del Sol.
13. ¿Cuánta energía se necesita para colocar un satélite de 100 kg, armado sobre la superficie terrestre, en una órbita circular de 400 km de altitud? Determinar qué fracción de esta energía corresponde a energía cinética, y qué fracción a energía potencial.
14. Se lanza un cohete desde la Tierra con una rapidez inicial $v_i = 2\sqrt{gR_\oplus}$. Se apagan los motores rápidamente, de manera el cohete se mueve a partir de ese momento sometido únicamente a la fuerza gravitacional (ignorar el rozamiento con la atmósfera y la rotación de la Tierra).
 - (a) Mostrar que el cohete se escapará de la Tierra.
 - (b) Obtener una expresión de la rapidez del cohete v en función de la distancia r al centro de la Tierra y de las constantes g y R_\oplus .
15. Calcular la energía potencial gravitatoria de un sistema formado por ocho cuerpos de masa m , situados en los vértices de un cubo de lado a .

Tabla I: Algunos datos planetarios de utilidad

Cuerpo	Radio ecuatorial (m)	Masa (kg)	Período de rotación (s)	Radio orbital medio (m)	Período de movimiento orbital (días)	Excentricidad de la órbita
Sol	6.96×10^8	1.99×10^{30}	2.36×10^6	—	—	—
Mercurio	2.44×10^6	3.30×10^{23}	5.07×10^6	5.79×10^{10}	88.0	0.206
Venus	6.05×10^6	4.87×10^{24}	2.10×10^7	1.08×10^{11}	225	0.0068
Tierra	6.37×10^6	5.97×10^{24}	8.62×10^4	1.50×10^{11}	365	0.0167
Marte	3.40×10^6	6.42×10^{23}	8.86×10^4	2.28×10^{11}	687	0.0933
Júpiter	7.15×10^7	1.90×10^{27}	3.57×10^4	7.78×10^{11}	4.33×10^3	0.0484
Saturno	6.03×10^7	5.69×10^{26}	3.68×10^4	1.43×10^{12}	1.08×10^4	0.0542
Urano	2.55×10^7	8.69×10^{25}	6.12×10^4	2.87×10^{12}	3.07×10^4	0.0472
Neptuno	2.48×10^7	1.02×10^{26}	5.76×10^4	4.50×10^{12}	6.02×10^4	0.0086
Luna	1.74×10^6	7.35×10^{22}	2.33×10^6	3.84×10^8 (*)	27.3 (*)	0.0549 (*)

(*) Los datos orbitales de la Luna están medidos con respecto a la Tierra.

Algunos resultados: 1) $F_{TS}/F_{TL} \simeq 180$; 2a) $r/d_{TL} = 0.901$; 2b) $\mathcal{G} = 3.34 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$; 3a) $T = 2 \text{ h } 35 \text{ min}$; 3b) $\mathcal{G} = 4.35 \text{ m/s}^2$; 4b) $\bar{\rho}_J \simeq 1240 \text{ kg/m}^3$, $\mathcal{G}_J \simeq 25 \text{ m/s}^2$; 5a) $v_T = 4.75 \text{ km/s}$, $v_M = 2.57 \text{ km/s}$; 5b) las correcciones son $\sim 0.03\%$ y $\sim 1\%$ respectivamente; 7a) Latitud 0° , $h = 35800 \text{ km}$, $v = 3.07 \text{ km/s}$; 8) $\Delta K = -2.61 \times 10^9 \text{ J}$, $\Delta U = 5.21 \times 10^9 \text{ J}$; 9) $v_{\text{mín}} = 13.8 \text{ km/s}$; 10a) $K_i = 3.03 \times 10^9 \text{ J}$, $K_f = 3.08 \times 10^9 \text{ J}$; 11a) $T = 1 \text{ h } 24 \text{ min}$; 11c) $v_i = 7.88 \text{ km/s}$; 12) $M = 63.5M_\odot$; 13) 88.8% K , 11.2% U ; 14b) $v = [2gR_\oplus(1 + R_\oplus/r)]^{1/2}$; 15) $U = -12Gm^2[1 + 1/\sqrt{2} + 1/(3\sqrt{3})]/a$.