

## PROBLEMAS DE GRAVITACIÓN

**2017**

1) Una masa  $m_1$ , de 500 kg, se encuentra en el punto (0,4) m y otra masa  $m_2$ , de 500 kg, en el punto (-3,0) m. Determine el trabajo de la fuerza gravitatoria para desplazar una partícula  $m_3$ , de 250 kg, desde el punto (3,0) m hasta el punto (0,-4) m.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

2) Un tornillo de 150 g, procedente de un satélite, se encuentra en órbita a 900 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Calcule la fuerza con que se atraen la Tierra y el tornillo y el tiempo que tarda el tornillo en pasar sucesivamente por el mismo punto.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

3) Dos masas iguales, de 50 kg, se encuentran situadas en los puntos (-3,0) m y (3,0) m. Calcule el trabajo necesario para desplazar una tercera masa de 30 kg desde el punto (0,4) m al punto (0,-4) m y comente el resultado obtenido.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

4) Según la NASA, el asteroide que en 2013 cayó sobre Rusia explotó cuando estaba a 20 km de altura sobre la superficie terrestre y su velocidad era  $18 \text{ km s}^{-1}$ . Calcule la velocidad del asteroide cuando se encontraba a 30000 km de la superficie de la Tierra. Considere despreciable el rozamiento del aire.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

5) Dos esferas de 100 kg se encuentran, respectivamente, en los puntos (0,-3) m y (0,3) m. Determine el campo gravitatorio creado por ambas en el punto (4,0) m.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

6) La masa del planeta Júpiter es, aproximadamente, 300 veces la de la Tierra y su diámetro 10 veces mayor que el terrestre. Calcule razonadamente la velocidad de escape de un cuerpo desde la superficie de Júpiter.  $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m} ; g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

7) a) Supongamos que la Tierra reduce su radio a la mitad manteniendo constante su masa. Razone cómo se modificarían la intensidad del campo gravitatorio en su superficie y su órbita alrededor del Sol. b) La Luna describe una órbita circular alrededor de la Tierra. Si se supone que la Tierra se encuentra en reposo, calcule la velocidad de la Luna en su órbita y su periodo orbital.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; D_{\text{Tierra-Luna}} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$$

8) Dos masas de 10 kg se encuentran situadas, respectivamente, en los puntos (0,0) m y (0,4) m. Represente en un esquema el campo gravitatorio que crean en el punto (2,2) m y calcule su valor.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

9) El planeta Mercurio tiene un radio de 2440 km y la aceleración de la gravedad en su superficie es  $3,7 \text{ m s}^{-2}$ . Calcule la altura máxima que alcanza un objeto que se lanza verticalmente desde la superficie del planeta con una velocidad de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ .

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

10) El satélite español PAZ es un satélite radar del Programa Nacional de Observación de la Tierra que podrá tomar imágenes diurnas y nocturnas bajo cualquier condición meteorológica. Se ha diseñado para que tenga una masa de 1400 kg y describa una órbita circular con una velocidad de  $7611,9 \text{ m s}^{-1}$ . Calcule, razonadamente, cuál será la energía potencial gravitatoria de dicho satélite cuando esté en órbita.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

## **2016**

11) El satélite español PAZ de observación de la Tierra, de 1400 kg, se lanza con el propósito de situarlo en una órbita circular geostacionaria. a) Explique qué es un satélite geostacionario y calcule el valor de la altura respecto de la superficie terrestre a la que se encuentra dicho satélite. b) Determine las energías cinética y potencial del satélite en órbita.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

12) La masa de la Tierra es aproximadamente 81 veces la masa de la Luna y la distancia entre sus centros es de  $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ . a) Deduzca la expresión de la velocidad orbital de un satélite en torno a un planeta y calcule el período de revolución de la Luna alrededor de la Tierra. b) Calcule la energía potencial de un satélite de 500 kg situado en el punto medio del segmento que une los centros de la Tierra y la Luna.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

13) Dos partículas de masas  $m_1 = 3 \text{ kg}$  y  $m_2 = 5 \text{ kg}$  se encuentran situadas en los puntos  $P_1(-2,1) \text{ m}$  y  $P_2(3,0) \text{ m}$ , respectivamente. a) Represente el campo gravitatorio resultante en el punto  $O(0,0)$  y calcule su valor. b) Calcule el trabajo realizado para desplazar otra partícula de 2 kg desde el punto  $O(0,0) \text{ m}$  al punto  $P(3,1) \text{ m}$ . Justifique si es necesario especificar la trayectoria seguida en dicho desplazamiento.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

14) Un satélite artificial de 400 kg describe una órbita circular a una altura  $h$  sobre la superficie terrestre. El valor de la gravedad a dicha altura,  $g$ , es la tercera parte de su valor en la superficie de la Tierra,  $g_0$ . a) Explique si hay que realizar trabajo para mantener el satélite en esa órbita y calcule el valor de  $h$ . b) Determine el periodo de la órbita y la energía mecánica del satélite.

$$g_0 = 9,8 \text{ m s}^{-2} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

## **2015**

15) Una nave espacial se encuentra en órbita terrestre circular a 5500 km de altitud. a) Calcule la velocidad y periodo orbitales. b) Razone cuál sería la nueva altitud de la nave en otra órbita circular en la que: i) su velocidad orbital fuera un 10% mayor; ii) su periodo orbital fuera un 10% menor.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

16) La masa de Marte es  $6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$  y su radio 3400 km. a) Haciendo un balance energético, calcule la velocidad de escape desde la superficie de Marte. b) Fobos, satélite de Marte, gira alrededor del planeta a una altura de 6000 km sobre su superficie. Calcule razonadamente la velocidad y el periodo orbital del satélite.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

17) Un cuerpo de 200 kg situado a 5000 km de altura sobre la superficie terrestre cae a la Tierra. a) Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar suponiendo que el cuerpo partió del reposo y calcule con qué velocidad llega a la superficie. b) ¿A qué altura debe estar el cuerpo para que su peso se reduzca a la tercera parte de su valor en la superficie terrestre?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

18) Dos masas,  $m_1 = 50 \text{ kg}$  y  $m_2 = 100 \text{ kg}$ , están situadas en los puntos A(0,6) y B(8,0) m, respectivamente. a) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre una masa  $m_3 = 20 \text{ kg}$  situada en el punto P(4,3) m y calcule la fuerza resultante que actúa sobre ella. ¿Cuál es el valor del campo gravitatorio en este punto? b) Determine el trabajo que realiza la fuerza gravitatoria al trasladar la masa de 20 kg desde el punto (4,3) hasta el punto (0,0) m. Explique si ese valor del trabajo depende del camino seguido.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

## **2014**

19) Considere dos masas puntuales de 5 y 10 kg situadas en los puntos (0,4) y (0,-5) m, respectivamente. a) Aplique el principio de superposición y determine en qué punto el campo resultante es cero. b) Calcule el trabajo que se realiza al desplazar una masa de 2 kg desde el origen hasta el punto (3,4) m.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

20) Dos masas puntuales de 5 y 10 kg, respectivamente, están situadas en los puntos (0,0) y (1,0) m, respectivamente. a) Determine el punto entre las dos masas donde el campo gravitatorio es cero. b) Calcule el potencial gravitatorio en los puntos A (-2,0) m y B (3,0) m y el trabajo realizado al trasladar desde B hasta A una masa de 1,5 kg. Comente el significado del signo del trabajo.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

21) Durante la misión del Apolo 11 que viajó a la Luna en julio de 1969, el astronauta Michael Collins permaneció en el módulo de comando, orbitando en torno a la Luna a una altura de 112 km de su superficie y recorriendo cada órbita en 2 horas. a) Determine razonadamente la masa de la Luna. b) Mientras Collins orbitaba en torno a la Luna, Neil Armstrong descendió a su superficie. Sabiendo que la masa del traje espacial que vestía era de 91 kg, calcule razonadamente el peso del traje en la Luna (PLuna) y en la Tierra (PTierra).

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_{\text{Luna}} = 1740 \text{ km} ; g_{\text{Tierra}} = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

22) a) La Estación Espacial Internacional orbita en torno a la Tierra a una distancia de 415 km de su superficie. Calcule el valor del campo gravitatorio que experimenta un astronauta a bordo de la estación. b) Calcule el periodo orbital de la Estación Espacial Internacional.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

23) Dos masas puntuales de 2 kg están situadas en los puntos A (-5,0) m y B (5,0) m. a) Calcule el valor del campo gravitatorio en el punto C (0,5) m. b) Calcule el módulo de la fuerza gravitatoria que actúa sobre una masa puntual de 1 kg colocada en el punto C. Si se traslada esta masa desde el punto C hasta el origen de coordenadas, calcule la variación de su energía potencial.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

## **2013**

24) Dos masas puntuales de 20 kg y 30 kg se encuentran separadas una distancia de 1 m.  
a) Determine el campo gravitatorio en el punto medio del segmento que las une. b) Calcule el trabajo necesario para desplazar una masa de 2 kg desde el punto medio del segmento que las une hasta un punto situado a 1 m de ambas masas. Comente el signo de este trabajo.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

25) El planeta Júpiter tiene varios satélites. El más próximo es Io, que gira en una órbita de radio 421600 km con un periodo de  $1,53 \cdot 10^5$  s, y el siguiente satélite es Europa, que gira a 670000 km del centro de Júpiter. a) Calcule la masa de Júpiter y el periodo de rotación de Europa explicando el razonamiento seguido para ello. b) Determine la velocidad de escape de Júpiter.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_J = 71500 \text{ km}$$

26) Un satélite artificial de 1200 kg se eleva a una distancia de 500 km de la superficie de la Tierra y se le da un impulso mediante cohetes propulsores para que describa una órbita circular alrededor de la Tierra. a) Determine la velocidad orbital y el periodo de revolución del satélite. b) Calcule el trabajo realizado para llevarlo desde la superficie de la Tierra hasta esa altura y la energía mecánica del satélite en órbita. Comente el signo de ambos resultados.

$$R_T = 6370 \text{ km} ; g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

27) Los satélites Meteosat, desarrollados por la Agencia Espacial Europea (ESA), están colocados en una órbita geoestacionaria. a) Determine razonadamente la distancia entre el satélite y la Tierra. b) Si la masa del satélite es 2000 kg, determine su energía mecánica en la órbita. Razone si hay que aportar energía para mantenerlo en órbita.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_T = 6370 \text{ km} ; M^T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

## **2012**

28) Se desea lanzar un satélite de 500 kg desde la superficie terrestre para que describa una órbita circular de radio  $10 R_T$ . a) ¿A qué velocidad debe lanzarse para que alcance dicha altura? Explique los cambios de energía que tienen lugar desde su lanzamiento hasta ese momento. b) ¿Cómo cambiaría la energía mecánica del satélite en órbita si el radio orbital fuera el doble?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6370 \text{ km.}$$

29) Un meteorito de 400 kg que se dirige en caída libre hacia la Tierra, tiene una velocidad de  $20 \text{ m s}^{-1}$  a una altura  $h = 500 \text{ km}$  sobre la superficie terrestre. Determine razonadamente: a) El peso del meteorito a dicha altura. b) La velocidad con la que impactará sobre la superficie terrestre despreciando la fricción con la atmósfera.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6370 \text{ km.}$$

30) Se lanza un cohete de 600 kg desde el nivel del mar hasta una altura de 1200 km sobre la superficie de la Tierra. Calcule: a) Cuánto ha aumentado la energía potencial gravitatoria del cohete. b) Qué energía adicional habría que suministrar al cohete para que escapara a la acción del campo gravitatorio terrestre desde esa altura.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

31) Una pequeña esfera de 25 kg está situada en el punto (0, 0) m y otra de 15 kg en el punto (3, 0) m. a) Razone en qué punto (o puntos) del plano XY es nulo el campo gravitatorio resultante. b) Calcule el trabajo efectuado al trasladar la esfera de 15 kg hasta el punto (4,0) m y discuta el resultado obtenido.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

### **2011**

32) Un satélite artificial de 400 kg describe una órbita circular a una altura  $h$  sobre la superficie terrestre. El valor de la gravedad a dicha altura es la tercera parte de su valor en la superficie de la Tierra. a) Explique si hay que realizar trabajo para mantener el satélite en esa órbita y calcule el valor de  $h$ . b) Determine el periodo de la órbita y la energía mecánica del satélite.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2} ; R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

33) Un satélite artificial de 1000 kg describe una órbita geoestacionaria. a) Explique qué significa órbita geoestacionaria y calcule el radio de la órbita indicada. b) Determine el peso del satélite en dicha órbita.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6400 \text{ km}$$

33) Un cuerpo de 50 kg se eleva hasta una altura de 500 km sobre la superficie terrestre. a) Calcule el peso del cuerpo en ese punto y compárelo con su peso en la superficie terrestre. b) Analice desde un punto de vista energético la caída del cuerpo desde dicha altura hasta la superficie terrestre y calcule con qué velocidad llegaría al suelo.

$$R_T = 6370 \text{ km} ; g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

34) Un satélite de 200 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra y su energía cinética es de  $5,3 \cdot 10^9 \text{ J}$ . a) Deduzca la expresión del radio de la órbita y calcule su valor y el de la energía mecánica del satélite. b) Determine la velocidad de escape del satélite desde su posición orbital.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

### **2010**

35) Un satélite de 200 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra con un periodo de dos horas. a) Calcule razonadamente el radio de su órbita. b) ¿Qué trabajo tendríamos que realizar para llevar el satélite hasta una órbita de radio doble.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

36) Dos masas puntuales  $m_1 = 5 \text{ kg}$  y  $m_2 = 10 \text{ kg}$  se encuentran situadas en los puntos (-3, 0) m y (3, 0) m, respectivamente. a) Determine el punto en el que el campo gravitatorio es cero. b) Compruebe que el trabajo necesario para trasladar una masa  $m$  desde el punto A (0, 4) m al punto B (0, -4) m es nulo y explique ese resultado.

### **2009**

37) Desde una altura de 5000 km sobre la superficie terrestre se lanza hacia arriba un cuerpo con una cierta velocidad. a) Explique para qué valores de esa velocidad el cuerpo escapará de la atracción terrestre. b) Si el cuerpo se encontrara en una órbita geoestacionaria, ¿cuál sería su velocidad?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6400 \text{ km}$$

38) Suponga que la órbita de la Tierra alrededor del Sol es circular, de radio  $1'5 \cdot 10^{11}$  m. a) Calcule razonadamente la velocidad de la Tierra y la masa del Sol. b) Si el radio orbital disminuyera un 20 %, ¿cuáles serían el período de revolución y la velocidad orbital de la Tierra?

$$G = 6'67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

39) a) Se lanza hacia arriba un objeto desde la superficie terrestre con una velocidad inicial de  $10^3 \text{ m s}^{-1}$ . Comente los cambios energéticos que tienen lugar durante el ascenso del objeto y calcule la altura máxima que alcanza considerando despreciable el rozamiento. b) Una vez alcanzada dicha altura, ¿qué velocidad se debe imprimir al objeto para que escape del campo gravitatorio terrestre?

$$R_T = 6400 \text{ km} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

40) El telescopio espacial Hubble se encuentra orbitando en torno a la Tierra a una altura de 600 km. a) Determine razonadamente su velocidad orbital y el tiempo que tarda en completar una órbita. b) Si la masa del Hubble es de 11000 kg, calcule la fuerza con la que la Tierra lo atrae y compárela con el peso que tendría en la superficie terrestre.

$$G = 6'67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_T = 6400 \text{ km} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

## **2008**

41) Los satélites meteorológicos son un medio para obtener información sobre el estado del tiempo atmosférico. Uno de estos satélites, de 250 kg, gira alrededor de la Tierra a una altura de 1000 km en una órbita circular. a) Calcule la energía mecánica del satélite. b) Si disminuyera el radio de la órbita, ¿aumentaría la energía potencial del satélite? Justifique la respuesta.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_T = 6400 \text{ km} ; M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

42) Un satélite del sistema de posicionamiento GPS, de 1200 kg, se encuentra en una órbita circular de radio  $3 R_T$ . a) Calcule la variación que ha experimentado el peso del satélite respecto del que tenía en la superficie terrestre. b) Determine la velocidad orbital del satélite y razone si la órbita descrita es geoestacionaria.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6400 \text{ km}$$

43) Un satélite artificial de 1000 kg describe una órbita geoestacionaria con una velocidad de  $3,1 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ . a) Explique qué significa órbita geoestacionaria y determine el radio de la órbita indicada. b) Determine el peso del satélite en dicha órbita.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6400 \text{ km}$$

## **2007**

44) Un satélite artificial de 500 kg orbita alrededor de la Luna a una altura de 120 km sobre su superficie y tarda 2 horas en dar una vuelta completa. a) Calcule la masa de la Luna, razonando el procedimiento seguido. b) Determine la diferencia de energía potencial del satélite en órbita respecto de la que tendría en la superficie lunar.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_{\text{Luna}} = 1740 \text{ km}$$

45) La masa de Marte es 9 veces menor que la de la Tierra y su diámetro es 0,5 veces el diámetro terrestre. a) Determine la velocidad de escape en Marte y explique su significado. b) ¿Cuál sería la altura máxima alcanzada por un proyectil lanzado verticalmente hacia arriba, desde la superficie de Marte, con una velocidad de  $720 \text{ km h}^{-1}$ ?

$$g = 10 \text{ m s}^{-2} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

46) Suponga que la masa de la Tierra se duplicara. a) Calcule razonadamente el nuevo periodo orbital de la Luna suponiendo que su radio orbital permaneciera constante. b) Si, además de duplicarse la masa terrestre, se duplicara su radio, ¿cuál sería el valor de  $g$  en la superficie terrestre?  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_T = 6370 \text{ km}$  ;  $R_{\text{orbital Luna}} = 1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$

### 2006

47) Un satélite orbita a 20.000 km de altura sobre la superficie terrestre. a) Calcule su velocidad orbital. b) Razone cómo se modificarían sus energías cinética y mecánica si su altura se redujera a la mitad.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; R_T = 6370 \text{ km} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

48) Dos masas, de 5 y 10 kg, están situadas en los puntos (0, 3) y (4, 0) m, respectivamente. a) Calcule el campo gravitatorio en el punto (4, 3) m y represéntelo gráficamente. b) Determine el trabajo necesario para trasladar una masa de 2 kg desde el punto (4, 3) hasta el punto (0, 0) m. Explique si el valor del trabajo obtenido depende del camino seguido.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

49) a) La Luna se encuentra a una distancia media de 384.000 km de la Tierra y su periodo de traslación alrededor de nuestro planeta es de 27 días y 6 horas. Determine razonadamente la masa de la Tierra. b) Si el radio orbital de la Luna fuera 200.000 km, ¿cuál sería su periodo orbital?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

### 2005

50) a) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre un cuerpo de 1000 kg, situado en el punto medio entre la Tierra y la Luna y calcule el valor de la fuerza resultante. La distancia desde el centro de la Tierra hasta el de la Luna es  $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$ . b) ¿A qué distancia del centro de la Tierra se encuentra el punto, entre la Tierra y la Luna, en el que el campo gravitatorio es nulo?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

51) La misión Cassini a Saturno-Titán comenzó en 1997 con el lanzamiento de la nave desde Cabo Cañaveral y culminó el pasado 14 de enero de 2005, al posarse con éxito la cápsula Huygens sobre la superficie de Titán, el mayor satélite de Saturno, más grande que nuestra Luna e incluso más que el planeta Mercurio. a) Admitiendo que Titán se mueve alrededor de Saturno describiendo una órbita circular de  $1,2 \cdot 10^9 \text{ m}$  de radio, calcule su velocidad y periodo orbital. b) ¿Cuál es la relación entre el peso de un objeto en la superficie de Titán y en la superficie de la Tierra?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_{\text{saturno}} = 5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg} ; M_{\text{titán}} = 1,3 \cdot 10^{23} \text{ kg} ;$$

$$R_{\text{Titán}} = 2,6 \cdot 10^6 \text{ m} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

52) a) Razone cuáles son la masa y el peso en la Luna de una persona de 70 kg. b) Calcule la altura que recorre en 3 s una partícula que se abandona, sin velocidad inicial, en un punto próximo a la superficie de la Luna y explique las variaciones de energía cinética, potencial y mecánica en ese desplazamiento.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_L = 7,2 \cdot 10^{22} \text{ kg} ; R_L = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}$$

## **Problemas de la ponencia de Física**

53) La masa del Sol es 324440 veces mayor que la de la Tierra y su radio 108 veces mayor que el terrestre. a) ¿Cuántas veces es mayor el peso de un cuerpo en la superficie del Sol que en la Tierra? b) ¿Cuál sería la máxima altura alcanzada por un proyectil que se lanzase verticalmente hacia arriba, desde la superficie solar, con una velocidad de 720 km/h?

54) Un satélite de comunicaciones está situado en órbita geoestacionaria ( $T = 24$  h) circular en torno al ecuador terrestre. Calcule: a) Radio de la trayectoria, aceleración tangencial del satélite y trabajo realizado por la fuerza gravitatoria durante un semiperiodo. b) Campo gravitatorio y aceleración de la gravedad en cualquier punto de la órbita.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg.}$$

55) Un satélite describe una órbita circular de radio  $2R_T$  en torno a la Tierra. a) Determine su velocidad orbital. b) Si el satélite pesa 5000 N en la superficie terrestre, ¿Cuál será su peso en la órbita? Explique las fuerzas que actúan sobre el satélite.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg.} \quad R_T = 6400 \text{ km.}$$

56) Un satélite describe una órbita en trono a la Tierra con un periodo de revolución igual al terrestre. a) Explique cuántas órbitas son posibles y Calcule su radio. b) Determine la relación entre la velocidad de escape en un punto de la superficie terrestre y la velocidad orbital del satélite.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; \quad R_T = 6400 \text{ km.}$$

57) La Luna dista de la Tierra  $3,8 \times 10^8$  m, si con un cañón lo suficientemente potente se lanzara desde la Tierra hacia la Luna un proyectil. a) ¿En qué punto de su trayectoria hacia la Luna la aceleración del proyectil sería nula? b) ¿Qué velocidad mínima inicial debería poseer para llegar a ese punto? ¿cómo se movería a partir de esa posición?

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; \quad M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; \quad R_T = 6400 \text{ km}; \quad M_L = 7 \times 10^{22} \text{ kg}; \\ R_L = 1600 \text{ km.}$$

58) La masa de la Luna es 0,01 veces la de la Tierra y su radio es 0,25 veces el radio terrestre. Un cuerpo, cuyo peso en la Tierra es de 800 N, cae desde una altura de 50 m sobre la superficie lunar. a) Determine la masa del cuerpo y su peso en la Luna. b) Realice el balance de energía en el movimiento de caída y calcule la velocidad con que el cuerpo llega a la superficie.

$$g_T = 10 \text{ m/s}^2$$

59) La masa de la Luna es 0,01 veces la de la Tierra y su radio es 0,25 veces el radio terrestre. Un cuerpo, cuyo peso en la Tierra es de 800 N, cae desde una altura de 50 m sobre la superficie lunar. a) Determine la masa del cuerpo y su peso en la Luna. b) Realice el balance de energía en el movimiento de caída y calcule la velocidad con que el cuerpo llega a la superficie.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

60) Un meteorito de 1000 kg colisiona con otro, a una altura sobre la superficie terrestre de 6 veces el radio de la Tierra, y pierde toda su energía cinética. a) ¿Cuánto pesa el meteorito en ese punto y cuál es su energía mecánica tras la colisión? b) Si cae a la Tierra, haga un análisis energético del proceso de caída. ¿Con qué velocidad llega a la superficie terrestre? Razone las respuestas

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg.} \quad R_T = 6400 \text{ km.}$$

61) a) Explique la influencia que tiene la masa y el radio de un planeta en la aceleración de la gravedad en su superficie y en la energía potencial de una partícula próxima a dicha superficie. b) Imagínese que la Tierra aumentara su radio al doble y su masa al cuádruple, ¿cuál sería el nuevo valor de  $g$ ?, ¿y el nuevo periodo de la Luna?

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6400 \text{ km}; M_L = 7 \times 10^{22} \text{ kg}; R_L = 1600 \text{ km}$$

62) Un satélite artificial en órbita geostacionaria es aquel que, al girar con la misma velocidad angular de rotación de la Tierra, se mantiene sobre la misma vertical. a) Explique las características de esa órbita y calcule su altura respecto a la superficie de la Tierra. b) Razone qué valores obtendría para la masa y el peso de un cuerpo situado en dicho satélite sabiendo que su masa en la Tierra es de 20 kg.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6400 \text{ km}$$

63) Un satélite artificial de 1000 kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de 12.000 km. de radio. a) Explique las variaciones de energía cinética y potencial del satélite desde su lanzamiento en la superficie terrestre hasta que alcanzó su órbita y calcule el trabajo realizado. b) ¿Qué variación ha experimentado el peso del satélite respecto del que tenía en la superficie terrestre?

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6400 \text{ km}.$$

64) Se eleva un cuerpo de 200 kg desde la superficie de la Tierra hasta una altura de 5000 km. a) Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar y calcule el trabajo mínimo necesario. b) Si, por error, hubiéramos supuesto que el campo gravitatorio es uniforme y de valor igual al que tiene en la superficie de la Tierra, razone si el valor del trabajo sería mayor, igual o menor que el calculado en el apartado a). Justifique si es correcta dicha suposición.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6400 \text{ km}.$$

65) Un satélite se encuentra a una altura de 600 Km sobre la superficie de la Tierra, describiendo una órbita circular. a) Calcule el tiempo que tarda en dar una vuelta completa, razonando la estrategia seguida para dicho cálculo. b) Si la velocidad orbital disminuyera, explique si el satélite se acercaría o se alejaría de la Tierra, e indique que variaciones experimentarían la energía potencial, la energía cinética y la energía mecánica del satélite.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6400 \text{ km}.$$

66) Un cuerpo, inicialmente en reposo a una altura de 150 km. sobre la superficie terrestre, se deja caer libremente. a) Explique cualitativamente cómo varían las energías cinética, potencial y mecánica del cuerpo durante el descenso, si se supone nula la resistencia del aire, y determine la velocidad del cuerpo cuando llega a la superficie terrestre. b) Si, en lugar de dejar caer el cuerpo, lo lanzamos verticalmente hacia arriba desde la posición inicial, ¿cuál sería su velocidad de escape?

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6400 \text{ km}.$$

67) Dos partículas de masas  $m_1 = 2 \text{ kg}$  y  $m_2 = 5 \text{ kg}$  están situadas en los puntos  $P_1(0,2) \text{ m}$  y  $P_2(1,0) \text{ m}$ , respectivamente. a) Dibuje el campo gravitatorio producido por cada una de las masas en el punto O (0,0)m y en el punto P(1,2) m y Calcule el campo gravitatorio total en el punto P. b) Calcule el trabajo necesario para desplazar una partícula de 0,1 kg desde el punto O al punto P.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

68) Un satélite describe una órbita circular en torno a la Tierra de radio doble que el terrestre. a) Determine la velocidad del satélite y su periodo de rotación. b) Explique cómo variarían las magnitudes determinadas en a) en los siguientes casos: i) si la masa del satélite fuese el doble; ii) si orbitase en torno a un planeta de masa la mitad y radio igual a los de la Tierra.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg.} \quad R_T = 6400 \text{ km.}$$

69) Un cuerpo de 300 kg situado a 5000 km de altura sobre la superficie terrestre, cae hacia el planeta. a) Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar y Calcule con qué velocidad llega a la superficie, suponiendo que el cuerpo partió del reposo. b) ¿A qué altura sobre la superficie terrestre debe estar el cuerpo para que su peso se reduzca a la cuarta parte de su valor en la superficie?

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg.} \quad R_T = 6400 \text{ km.}$$

70) El satélite de investigación europeo (ERS-2) sobrevuela la Tierra a 800 km de altura. Suponga su trayectoria circular y su masa de 1000 kg. a) Calcule de forma razonada la velocidad orbital del satélite. b) Si suponemos que el satélite se encuentra sometido únicamente a la fuerza de gravitación debida a la Tierra, ¿por qué no cae sobre la superficie terrestre? Razone la respuesta.

$$R_T = 6370 \text{ km} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

71) Un satélite artificial de 500 kg gira alrededor de la Luna en una órbita circular situada a 120 km sobre la superficie lunar y tarda 2 horas en dar una vuelta completa. a) Con los datos del problema, ¿se podría calcular la masa de la Luna? Explique como lo haría. b) Determine la energía potencial del satélite cuando se encuentra en la órbita citada.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad ; \quad R_L = 1740 \text{ km}$$

72) a) Explique cualitativamente la variación del campo gravitatorio terrestre con la altura y haga una representación gráfica aproximada de dicha variación. b) Calcule la velocidad mínima con la que habrá que lanzar un cuerpo desde la superficie de la Tierra para que ascienda hasta una altura de 4000 km.  $R_T = 6370 \text{ km} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$

73) Suponga que un cuerpo se deja caer desde la misma altura sobre la superficie de la Tierra y de la Luna. a) Explique por qué los tiempos de caída serían distintos y calcule su relación. b) Calcule la altura que alcanzará un cuerpo que es lanzado verticalmente en la superficie lunar con una velocidad de  $40 \text{ m s}^{-1}$ .

$$M_T = 81 M_L \quad ; \quad R_T = (11/3) R_L \quad ; \quad g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

74) La nave espacial Apolo 11 orbitó alrededor de la Luna con un período de 119 minutos y a una distancia media del centro de la Luna de  $1,8 \cdot 10^6 \text{ m}$ . Suponiendo que su órbita fue circular y que la Luna es una esfera uniforme. a) Determine la masa de la Luna y la velocidad orbital de la nave. b) ¿Cómo se vería afectada la velocidad orbital si la masa de la nave espacial se hiciese el doble? Razone la respuesta.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

75) Se quiere lanzar al espacio un objeto de 500 kg y para ello se utiliza un dispositivo que le imprime la velocidad necesaria. Se desprecia la fricción con el aire. a) Explique los cambios energéticos del objeto desde su lanzamiento hasta que alcanza una altura  $h$  y calcule su energía mecánica a una altura de 1000 m. b) ¿Qué velocidad inicial sería necesaria para que alcanzara dicha altura?

$$M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad ; \quad G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \quad ; \quad R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

76) Un satélite artificial de 400 kg gira en una órbita circular a una altura  $h$  sobre la superficie terrestre. A dicha altura el valor de la gravedad es la tercera parte del valor en la superficie de la Tierra. a) Explique si hay que realizar trabajo para mantener el satélite en órbita y calcule su energía mecánica. b) Determine el período de la órbita.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}; R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

77) Un satélite de 200 kg describe una órbita circular, de radio  $R = 4 \cdot 10^6 \text{ m}$ , en torno a Marte. a) Calcule la velocidad orbital y el período de revolución del satélite. b) Explique cómo cambiarían las energías cinética y potencial del satélite si el radio de la órbita fuera  $2R$ .

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_{\text{Marte}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

78) Los transbordadores espaciales orbitan en torno a la Tierra a una altura aproximada de 300 km, siendo de todos conocidas las imágenes de astronautas flotando en su interior. a) Determine la intensidad del campo gravitatorio a 300 km de altura sobre la superficie terrestre y comente la situación de ingravidez de los astronautas. b) Calcule el período orbital del transbordador.

$$M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}; G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

79) La masa de la Luna es 0,01 veces la de la Tierra y su radio es 0,25 veces el radio terrestre. Un cuerpo, cuyo peso en la Tierra es de 800 N, cae desde una altura de 50 m sobre la superficie lunar. a) Realice el balance de energía en el movimiento de caída y calcule la velocidad con que el cuerpo llega a la superficie. b) Determine la masa del cuerpo y su peso en la Luna.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

80) En dos vértices opuestos de un cuadrado, de 6 cm de lado, se colocan las masas  $m_1 = 100 \text{ g}$  y  $m_2 = 300 \text{ g}$ . a) Dibuje en un esquema el campo gravitatorio producido por cada masa en el centro del cuadrado y calcule la fuerza que actúa sobre una masa  $m = 10 \text{ g}$  situada en dicho punto. b) Calcule el trabajo realizado al desplazar la masa de 10 g desde el centro del cuadrado hasta uno de los vértices no ocupados por las otras dos masas.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

81) La velocidad de escape de un satélite, lanzado desde la superficie de la Luna, es de  $2,37 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ . a) Explique el significado de la velocidad de escape y calcule el radio de la Luna. b) Determine la intensidad del campo gravitatorio lunar en un punto de su superficie.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_L = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

82) a) Determine la densidad media de la Tierra. b) ¿A qué altura sobre la superficie de la Tierra la intensidad del campo gravitatorio terrestre se reduce a la tercera parte?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; R_T = 6370 \text{ km}; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

83) a) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre un cuerpo de 1000 kg, situado en el punto medio entre la Tierra y la Luna y calcule el valor de la fuerza resultante. La distancia desde el centro de la Tierra hasta el de la Luna es  $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$ . b) ¿A qué distancia del centro de la Tierra se encuentra el punto, entre la Tierra y la Luna, en el que el campo gravitatorio es nulo?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}; M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

84) La misión Cassini a Saturno-Titán comenzó en 1997 con el lanzamiento de la nave desde Cabo Cañaveral y culminó el pasado 14 de enero de 2005, al posarse con éxito la cápsula Huygens sobre la superficie de Titán, el mayor satélite de Saturno, más grande que nuestra Luna e incluso más que el planeta Mercurio. a) Admitiendo que Titán se mueve alrededor de Saturno describiendo una órbita circular de  $1,2 \cdot 10^9$  m de radio, calcule su velocidad y periodo orbital. b) ¿Cuál es la relación entre el peso de un objeto en la superficie de Titán y en la superficie de la Tierra?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_{\text{saturno}} = 5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg}; M_{\text{titán}} = 1,3 \cdot 10^{23} \text{ kg};$$

$$R_{\text{Titán}} = 2,6 \cdot 10^6 \text{ m}; g = 10 \text{ m s}^{-2}.$$

85) a) Razone cuáles son la masa y el peso en la Luna de una persona de 70 kg. b) Calcule la altura que recorre en 3 s una partícula que se abandona, sin velocidad inicial, en un punto próximo a la superficie de la Luna y explique las variaciones de energía cinética, potencial y mecánica en ese desplazamiento.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; M_L = 7,2 \cdot 10^{22} \text{ kg}; R_L = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}$$

86) Un satélite orbita a 20.000 km de altura sobre la superficie terrestre. a) Calcule su velocidad orbital. b) Razone cómo se modificarían sus energías cinética y mecánica si su altura se redujera a la mitad.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; R_T = 6370 \text{ km}; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

87) La masa del planeta Júpiter es, aproximadamente, 300 veces la de la Tierra, su diámetro 10 veces mayor que el terrestre y su distancia media al Sol 5 veces mayor que la de la Tierra al Sol. a) Razone cuál sería el peso en Júpiter de un astronauta de 75 kg. b) Calcule el tiempo que Júpiter tarda en dar una vuelta completa alrededor del Sol, expresado en años terrestres.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}; \text{ radio orbital terrestre} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}.$$

88) Dos masas, de 5 y 10 kg, están situadas en los puntos (0, 3) y (4, 0) m, respectivamente. a) Calcule el campo gravitatorio en el punto (4, 3) m y represéntelo gráficamente. b) Determine el trabajo necesario para trasladar una masa de 2 kg desde el punto (4, 3) hasta el punto (0, 0) m. Explique si el valor del trabajo obtenido depende del camino seguido.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

89) a) La Luna se encuentra a una distancia media de 384.000 km de la Tierra y su periodo de traslación alrededor de nuestro planeta es de 27 días y 6 horas. Determine razonadamente la masa de la Tierra. b) Si el radio orbital de la Luna fuera 200.000 km, ¿cuál sería su período orbital?

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

90) Un satélite artificial de 500 kg orbita alrededor de la Luna a una altura de 120 km sobre su superficie y tarda 2 horas en dar una vuelta completa. a) Calcule la masa de la Luna, razonando el procedimiento seguido. b) Determine la diferencia de energía potencial del satélite en órbita respecto de la que tendría en la superficie lunar.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}; R_{\text{Luna}} = 1740 \text{ km}$$

91) La masa de Marte es 9 veces menor que la de la Tierra y su diámetro es 0,5 veces el diámetro terrestre. a) Determine la velocidad de escape en Marte y explique su significado. b) ¿Cuál sería la altura máxima alcanzada por un proyectil lanzado verticalmente hacia arriba, desde la superficie de Marte, con una velocidad de  $720 \text{ km h}^{-1}$ ?

$$g = 10 \text{ m s}^{-2} \text{ RT} = 6370 \text{ km}$$

92) Suponga que la masa de la Tierra se duplicara. a) Calcule razonadamente el nuevo periodo orbital de la Luna suponiendo que su radio orbital permaneciera constante. b) Si, además de duplicarse la masa terrestre, se duplicara su radio, ¿cuál sería el valor de  $g$  en la superficie terrestre?  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_T = 6370 \text{ km}$  ;  $R_{\text{orbital Luna}} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

93) Un satélite artificial de  $1000 \text{ kg}$  describe una órbita geoestacionaria con una velocidad de  $3,1 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ . a) Explique qué significa órbita geoestacionaria y determine el radio de la órbita indicada. b) Determine el peso del satélite en dicha órbita.  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $M_t = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_T = 6400 \text{ km}$

94) Un satélite del sistema de posicionamiento GPS, de  $1200 \text{ kg}$ , se encuentra en una órbita circular de radio  $3 R_T$ . a) Calcule la variación que ha experimentado el peso del satélite respecto del que tenía en la superficie terrestre. b) Determine la velocidad orbital del satélite y razone si la órbita descrita es geoestacionaria.  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $M_t = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_t = 6400 \text{ km}$

95) Los satélites meteorológicos son un medio para obtener información sobre el estado del tiempo atmosférico. Uno de estos satélites, de  $250 \text{ kg}$ , gira alrededor de la Tierra a una altura de  $1000 \text{ km}$  en una órbita circular. a) Calcule la energía mecánica del satélite. b) Si disminuyera el radio de la órbita, ¿aumentaría la energía potencial del satélite? Justifique la respuesta.  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $R_t = 6400 \text{ km}$  ;  $M_t = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

96) Desde una altura de  $5.000 \text{ km}$  sobre la superficie terrestre se lanza hacia arriba un cuerpo con una cierta velocidad. a) Explique para qué valores de esa velocidad el cuerpo escapará de la atracción terrestre. b) Si el cuerpo se encontrara en una órbita geoestacionaria, ¿cuál sería su velocidad?  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $R_t = 6400 \text{ km}$  ;  $M_t = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

97) Suponga que la órbita de la Tierra alrededor del Sol es circular de radio  $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ . a) Calcule razonadamente la velocidad de la Tierra y la masa del Sol. b) Si el radio orbital disminuyera en un  $20\%$ , ¿cuáles serían el periodo de revolución y la velocidad orbital de la Tierra?  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

98) a) Se lanza hacia arriba un objeto desde la superficie terrestre con una velocidad inicial de  $10^3 \text{ ms}^{-1}$ . Comente los cambios energético que tienen lugar durante el ascenso del objeto y calcule la altura máxima que alcanza considerando despreciable los rozamientos. b) Una vez alcanzada dicha altura, ¿Qué velocidad se debe imprimir al objeto para que escape del campo gravitatorio de terrestre?  
 $R_t = 6400 \text{ km}$ ;  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

99) El telescopio espacial Hubble se encuentra orbitando en torno a la Tierra a una altura de  $600 \text{ km}$ . a) Determine razonadamente su velocidad orbital y el tiempo que tarda en completar una vuelta. b) Si la masa del Hubble es de  $11.000 \text{ kg}$ , calcule la fuerza con la que la Tierra lo atrae y compárela con el peso que tendría en la superficie terrestre.  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $R_t = 6400 \text{ km}$  ;  $M_t = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

100) La masa de la Tierra es  $81$  veces la de la Luna y la distancia entre sus centros es  $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ . a) Calcule en qué punto, entre la Tierra y la Luna se encontraría en equilibrio un meteorito de  $200 \text{ kg}$ . b) ¿Cuál sería la energía potencial del meteorito en ese punto?  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ,  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

101) Un satélite de  $3 \cdot 10^3$  kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de  $5 \cdot 10^4$  km de radio. a) Determine razonadamente su velocidad orbital. b) Suponiendo que la velocidad del satélite se anulara repentinamente y empezara a caer sobre la Tierra, ¿con qué velocidad llegaría a la superficie terrestre? Considere despreciable el rozamiento del aire.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

102) Dos masas puntuales  $m = 10$  kg y  $m' = 5$  kg están situadas en los puntos (0,3) m y (4,0) m, respectivamente. a) Dibuje el campo gravitatorio producido por cada una de las masas en el punto A (0,0) m y en el punto B (4,3) m y calcule el campo gravitatorio total en ambos puntos. b) Determine el trabajo necesario para desplazar una partícula de 0,5 kg desde el punto B hasta el A. Discuta el signo de este trabajo y razone si su valor depende de la trayectoria seguida.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

103) Un satélite de 200 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra con un periodo de dos horas. a) Calcule razonadamente el radio de su órbita. b) ¿Qué trabajo tendríamos que realizar para llevar el satélite hasta una órbita de radio doble?  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ;  $M_t = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

104) Dos masas puntuales  $m_1 = 5$  kg y  $m_2 = 10$  kg se encuentran situadas en los puntos (-3, 0) m y (3, 0) m, respectivamente. a) Determine el punto en el que el campo gravitatorio es cero. b) Compruebe que el trabajo necesario para trasladar una masa  $m$  desde el punto A (0, 4) m al punto B (0, -4) m es nulo y explique ese resultado.

105) Un satélite de 200 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra y su energía cinética es de  $5,3 \cdot 10^9$  J. a) Deduzca la expresión del radio de la órbita y calcule su valor y el de la energía mecánica del satélite. b) Determine la velocidad de escape del satélite desde su posición orbital.

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

106) Un satélite artificial de 1000 kg describe una órbita geoestacionaria. a) Explique qué significa órbita geoestacionaria y calcule el radio de la órbita indicada. b) Determine el peso del satélite en dicha órbita.  $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6400 \text{ km}$

107) Un satélite artificial de 400 kg describe una órbita circular a una altura  $h$  sobre la superficie terrestre. El valor de la gravedad a dicha altura es la tercera parte de su valor en la superficie de la Tierra. a) Explique si hay que realizar trabajo para mantener el satélite en esa órbita y calcule el valor de  $h$ . b) Determine el periodo de la órbita y la energía mecánica del satélite.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2} ; R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$