

## TEMA 2. INTERACCIÓN GRAVITATORIA.

### 1. LAS LEYES DE KEPLER.

1.- ¿Cómo son las órbitas que describen los planetas en torno al Sol? ¿Es erróneo suponer que tales órbitas son circulares? ¿Por qué? (Mc-4.5)

3.- La distancia de Venus al Sol varía desde 0,72 hasta 0,73 veces la distancia media de la Tierra al Sol.

a) Calcula su velocidad en el perihelio, sabiendo que su velocidad en el afelio es de  $3,48 \cdot 10^4$  m/s

b) Calcula las distancias máxima y mínima de Venus al Sol, sabiendo que la distancia media Tierra-Sol es de  $1,496 \cdot 10^8$  km.

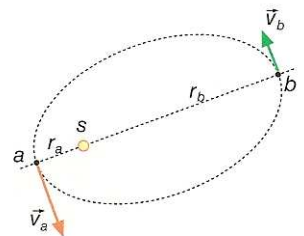
c) Calcula la aceleración centrípeta en ambos casos. (4.20)

**Sol:  $3,53 \cdot 10^4$  m/s;  $1,092 \cdot 10^{11}$  y  $1,077 \cdot 10^{11}$  m;  $1,16 \cdot 10^{-2}$  y  $1,11 \cdot 10^{-2}$  m/s**

5.- Un planeta imaginario se mueve en una órbita elíptica de mucha excentricidad alrededor del Sol. Cuando está en perihelio su radio vector es  $r_p = 4 \cdot 10^7$  km, y cuando está en afelio,  $r_a = 15 \cdot 10^7$  km. Si la velocidad en perihelio es 1000 km/s, calcula:

a) La velocidad en la posición de afelio.

b) El semieje mayor de la elipse (Mc-6.R4-PAU) **Sol:  $2,7 \cdot 10^5$  m/s;  $9,5 \cdot 10^{10}$  m**



### 3º Ley de Kepler.

6.- Calcula la velocidad de translación de un hipotético planeta que gire alrededor del Sol a una distancia de dos mil millones de kilómetros. ¿Qué tiempo tardaría en dar una vuelta a su órbita? Dato:  $K_{\text{Sol}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$  (4.10)

**Sol:  $8,1 \cdot 10^3$  m/s;  $1,55 \cdot 10^9$  s**

7.- Calcula el valor de la constante de Kepler sabiendo que la distancia media de la Luna a la Tierra es de  $3,8 \cdot 10^8$  m, y su período, de 28 días. (4.1) **Sol:  $1,07 \cdot 10^{-13} \text{ s}^2/\text{m}^3$**

8.- ¿A qué distancia del Sol girará un planeta que tarda 400 días terrestres en dar la vuelta en su órbita? Dato:  $K_{\text{Sol}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$  (4.9) **Sol:  $1,58 \cdot 10^{11}$  m**

9.- Si el radio de la órbita circular de un planeta A es cuatro veces mayor que el de otro B, ¿en qué relación están sus periodos? ¿Y sus velocidades medias? (4.R1)

10.- La masa de Marte, su radio y el radio de su órbita alrededor del Sol referidos a las magnitudes respectivas de la Tierra son 1,08; 0,54 y 1,52. ¿Cuál es la duración del año marciano? (4.16) **Sol: 1,87 veces el Terrestre.**

12.- La distancia entre el Sol y Mercurio es de  $57,9 \cdot 10^6$  km, y entre el Sol y la Tierra es de  $149,6 \cdot 10^6$  km. Suponiendo que las órbitas de ambos planetas son circulares, calcula la velocidad de rotación alrededor del Sol. (4.U2) **Sol: 29.810 m/s; 47.939 m/s**

13.- Marte tiene dos satélites, Fobos y Deimos, cuyas órbitas tienen un radio de 9400 km y de 23500 km, respectivamente. Fobos tarda 7,7 horas en dar una vuelta alrededor del planeta. Aplicando las leyes de Kepler halla lo que tarda Deimos. (4.18) **Sol: 30,4 horas.**

## 2. NEWTÓN Y LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL.

14.- ¿Qué fuerza de atracción existe entre dos cuerpos de 0,5 kg y 400 g, respectivamente, situados sobre una mesa de 40 cm de distancia entre sí? (4.22) **Sol:  $8,34 \cdot 10^{-11}$  N**

15.- Calcula la fuerza de atracción entre el electrón y el protón del átomo de hidrógeno.

Datos: Masa del protón:  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg;

Masa del electrón:  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg;

Radio del átomo:  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m. (4.23)

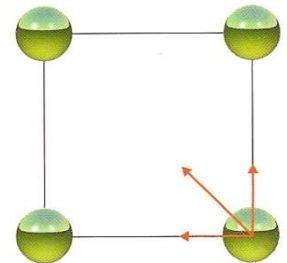
**Sol:  $3,6 \cdot 10^{-47}$  N**

16.- Dos masas puntuales iguales de valor  $m$  se encuentran situadas a una distancia  $r$  y se atraen con una fuerza  $F = 2 \cdot 10^{-8}$  N. ¿Con qué fuerza se atraerían si la distancia entre ellas se redujese a la mitad? (4.27) **Sol:  $8 \cdot 10^{-8}$  N**

18.- Cuatro masas de 2 kg cada una están situadas en los vértices de un cuadrado de 1 m de lado. Calcula la fuerza que se ejerce sobre cada masa como resultado de las interacciones de las otras. (4.29)''

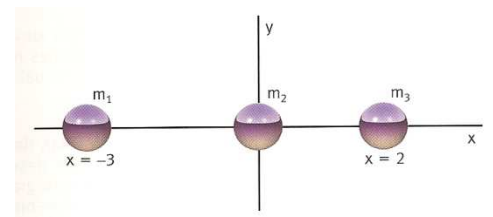
Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

**Sol:  $5,1 \cdot 10^{-10}$  N**



19.- Las tres masas  $m_1$ ,  $m_2$  y  $m_3$  de la figura tienen 100 g. La escala de la gráfica está en centímetros. Calcula la fuerza que se ejerce sobre  $m_3$  (4.25)

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> **Sol:  $1,93 \cdot 10^{-9}$  N**

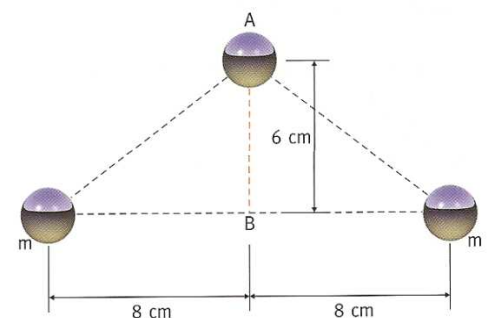


20.- Tres masas de 2 kg cada una están situadas en los vértices de un triángulo equilátero de 1m de lado. Calcula la fuerza que se ejerce sobre cada masa como resultado de las interacciones de las otras. ¿Cuánto vale la fuerza total sobre una masa? (4.26) Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> **Sol:  $4,62 \cdot 10^{-10}$  N**

22.- Tres masas puntuales, dos de 1 kg y una masa de 2 kg, se hallan situadas en los vértices de un triángulo rectángulo cuyos catetos miden 10 cm cada uno. La masa de 2 kg está libre en el vértice del ángulo recto. Las otras están fijas. ¿Con qué aceleración se moverá la masa de 2 kg debido a la fuerza gravitatoria ejercida por las otras dos? Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> (4.28) **Sol:  $9,4 \cdot 10^{-9}$  m/s<sup>2</sup>**

23.- Dos masas esféricas iguales de 1,5 kg cada una están fijadas a dos puntos separados 16 cm. Una tercera masa se suelta en un punto A equidistante de las masas anteriores y a una distancia de 6 cm de la línea que las une. Calcula la aceleración de dicha masa cuando está en las posiciones A y B (punto medio de la recta que une las masas iguales) (4.31)

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> **Sol:  $1,2 \cdot 10^{-8}$  m/s<sup>2</sup>**



25.- ¿En qué punto entre dos masas  $m$  y  $4m$ , separadas un metro, la fuerza sobre cualquier cuerpo es nula? (4.33) **Sol:  $1/3$  m.**

26.- ¿A qué distancia de la Tierra la fuerza resultante sobre un cuerpo sería nula? Considerando solo la interacción entre la Tierra y la Luna (4.24) Sol:  $d_T = d_L \sqrt{M_T/M_L}$

27.- Calcula la fuerza con que la Tierra atrae a una masa de 1 kilogramo situada en su superficie. Da una explicación del resultado obtenido. Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6378$  km (4.2) Sol: **9,8 N**

28.- Compara la fuerza con que la Tierra atrae a una persona de masa 100 kg situada sobre su superficie con la fuerza con que la persona atrae a la Tierra situando su centro a 6378 km de ella. Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  (4.35)

29.- Un planeta esférico tiene una densidad  $\rho = 4$  g/cm<sup>3</sup> y un radio  $R = 5000$  km. ¿Con qué fuerza atrae a una masa de 1 kg colocada en su superficie? (4.R3) Sol: **5,59 N**

30.- La masa de la Tierra es de  $5,98 \cdot 10^{24}$  kg, y su radio  $R_T$  de 6378 km. Teniendo en cuenta que la fuerza con que la tierra atrae a una masa de 1 kg es de 9,8 N, deduce el valor de G. (4.38) Sol:  **$6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>**

32.- Un astronauta cuyo peso en la Tierra es 700 N, aterriza en Venus y mide su peso, observando que es 600 N. Si se considera que el radio de Venus es similar al de la Tierra (6378 km), calcula la masa de Venus sabiendo que la de la Tierra es  $5,98 \cdot 10^{24}$  kg. (4.42) Sol:  **$5,12 \cdot 10^{24}$  kg**

33.- Un cuerpo que en la Tierra es atraído con una fuerza gravitatoria de 700 N viaja a un satélite de Júpiter donde es atraído con una fuerza de 400 N. Sabiendo que la masa de la Tierra es de  $5,98 \cdot 10^{24}$  kg, calcula la masa del satélite de Júpiter si su radio es de 2400 km. Dato: Radio de la Tierra 6380 km (4.36) Sol:  **$4,84 \cdot 10^{23}$  kg**

34.- ¿Cuál sería el peso de una persona de 70 kg en la superficie de la Tierra si esta redujese su radio a la mitad sin variar su masa? Compáralo con el valor que tiene sin variar el radio (4.34) Sol: **4 veces mayor.**

35.- Calcula la altura a la que habría que colocar un satélite artificial para que la fuerza que la Tierra ejerciera sobre el fuera un 20% menor que la que ejerce sobre el satélite situado sobre su superficie. Dato: Radio de la Tierra = 6378 km (4.39) Sol:  **$7,53 \cdot 10^5$  m**

36.- ¿A qué altura sobre la superficie hay que colocar un cuerpo para que la fuerza con que es atraído sea la mitad de la que experimenta en su superficie? (4.37) Datos:  $R_T = 6370$  km. Sol:  **$2,642 \cdot 10^6$**

37.- Un planeta tiene dos lunas de igual masa, una de ellas situada a doble distancia que la otra del centro del planeta. Indica la relación entre las fuerzas con que el planeta atrae a las lunas. (4.40)

### Deducción de Kepler.

40.- Calcula la masa del Sol, sabiendo que la distancia media de la Tierra al Sol es de  $1,496 \cdot 10^{11}$  m. (4.R2) Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> Sol:  **$1,99 \cdot 10^{30}$  kg**

41.- A partir de los datos de la Tierra, obtén en unidades del SI el valor de la constante que aparece en la tercera ley de Kepler. Utiliza el valor de esa constante para obtener la masa del Sol. Dato: Radio de la órbita terrestre alrededor del Sol:  $1,496 \cdot 10^{11}$  m Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> (4.12) Sol:  **$2,97 \cdot 10^{-19}$  s<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>;  $1,99 \cdot 10^{30}$  kg**

42.- Determina la masa de la Tierra sabiendo que la distancia Luna-Tierra es de  $3,84 \cdot 10^8$  m y que el periodo de la Luna es de 27,3 días. Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> (4.14) Sol:  **$6,02 \cdot 10^{24}$  kg**

43.- Calcula la velocidad de un satélite que gira en torno a la Tierra en una órbita estable a una altura de 25000 m. ¿Cuántas vueltas completas da en 24 h? Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$   $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6378 \text{ km}$  (4.R4)

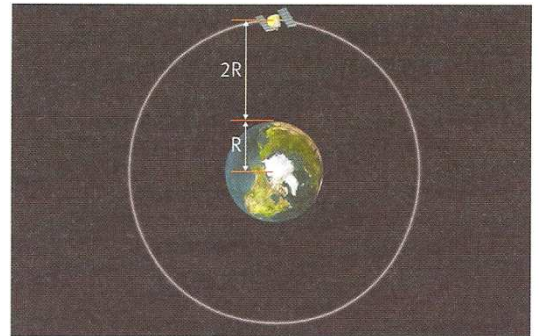
**Sol: 7892,6 m/s; 17**

44.- Dos satélites idénticos se encuentran en órbitas alrededor de la Tierra. ¿Cuál de los dos se moverá a mayor velocidad? ¿Por qué? (4.45)

45.- Un satélite artificial gira en torno a la Tierra a una distancia del centro igual a tres veces el radio de esta. Sabiendo que la masa de la Tierra es  $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ , ¿cuál es el período del satélite? (4.11)

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ,  $R_T = 6370 \text{ km}$ .

**Sol: 7,3 horas**



46.- Calcula la velocidad con que gira la Tierra alrededor del Sol, y la de la Luna alrededor de la Tierra. Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$   $M_{\text{SOL}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ;  $M_{\text{TIERRA}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ . (4.44) **Sol:  $2,98 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ ;  $1,01 \cdot 10^3 \text{ m/s}$**

47.- Un satélite geostacionario es aquel que se encuentra siempre sobre el mismo punto de la superficie terrestre ¿A qué altura se debe situar un satélite para que sea de este tipo?

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6378 \text{ km}$  (4.46) **Sol:  $3,39 \cdot 10^7 \text{ m}$**

### 3 CAMPO GRAVITATORIO.

49.- La masa de la luna es  $M_L = 7,36 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ , y su radio  $R_L = 17 \cdot 10^5 \text{ m}$ , aproximadamente:

a) ¿Qué distancia recorrerá en 1 s un cuerpo en caída libre sobre la superficie de la Luna?

b) ¿Cuál será el peso en la Luna de un hombre que en la Tierra pesa 686 N?

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ,  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$  (5.9) **Sol: 0,85 m; 119 N.**

50.- A) Razona cuáles son la masa y el peso en la Luna de una persona de 70 kg.

B) Calcula 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.

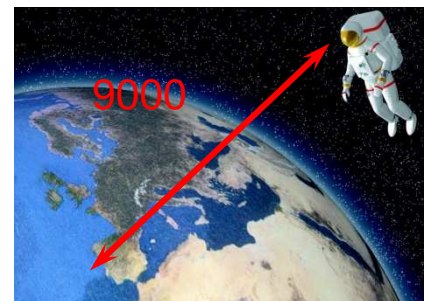
Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_L = 7,36 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ;  $R_L = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

(Anaya1-SelectividadR2) **Sol: 70 kg; 119 N; 7,65 m.**

51.- Si una persona pesa 686 N en la superficie de la Tierra, ¿cuánto pesará a 9000 metros de altura?

Datos:  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$ ,  $R_T = 6370 \text{ km}$

(5.10)'' **Sol: 70 kg; 684 N**



52.- Una persona pesa en la Tierra 500 N. ¿Cuál será su peso a una distancia de dos radios terrestres por encima de la superficie de la Tierra? Datos:  $R_T = 6370 \text{ km}$ . (Anaya1-Selectividad2) **Sol. 55,6 N.**

53.- Calcula el valor del campo gravitatorio en el punto más alto de la Tierra, considerando que su altura es 8800 m, y calcula el incremento de peso que sufre una persona, de 80 kg de masa, que vive a esas alturas, cuando desciende al nivel del mar. Datos:  $R_T = 6370 \text{ km}$ ;  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$  (5.3) **Sol:  $9,77 \text{ m/s}^2$ ; 2,4 N**

54.- La aceleración de la gravedad en la superficie de Marte es de  $3,7 \text{ m/s}^2$ , y su masa es un 11% la de la Tierra. Recordando que el radio de la Tierra es de 6370 km y que la gravedad en su superficie es  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , calcula el radio de Marte y el peso en la superficie de Marte de un astronauta de 75 kg de masa. (Anaya1-Selectividad3)  
Sol:  $3,43 \cdot 10^6$ ; 277,5 N.

55.- Halla el valor de la intensidad del campo gravitatorio terrestre a una altura, con respecto a la superficie de la Tierra, igual a la mitad de su radio. Datos:  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$  (5.11) Sol:  $4,36 \text{ m/s}^2$

56.- Si la Tierra redujese su radio a la mitad conservando su masa, ¿cuál sería la intensidad de la gravedad en su superficie? (5.13) Sol:  $g = 4g_0$  ( $\text{m/s}^2$ )

57.- La masa y el radio de Marte referidos a las mismas magnitudes de la Tierra son: 0,108 y 0,54. Calcula el valor del campo gravitatorio en la superficie de Marte. Dato:  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$  (5.17)  
Sol:  $3,63 \text{ m/s}^2$

58.- El radio del Sol es 108 veces mayor que el de la Tierra, y la densidad media de nuestro planeta es 4 veces mayor que la correspondiente al Sol. ¿Cuál es la aceleración de caída libre en la superficie del Sol?  
Datos:  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$  (5.15) Sol:  $264,6 \text{ m/s}^2$

60.- Calcula a qué altura sobre la superficie terrestre hay que situarse, para que el valor de  $g$  sea la cuarta parte del que tiene en su superficie. (5.R4) Sol:  $R_T$

61.- ¿A qué altura sobre la superficie de la Tierra hay que elevarse para que la aceleración de la gravedad disminuya en un 5%? (Tómese para el radio de la Tierra: 6370 km) (Mc-5.R3) Sol:  $1,6 \cdot 10^5 \text{ m}$

64.- ¿Para qué introduce la Física el concepto de campo? ¿Qué otros campos de fuerzas utiliza la Física, además del campo gravitatorio? (Mc-5.1)

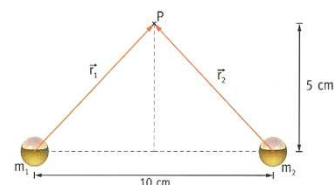
65.- ¿De qué factores depende la intensidad de un campo gravitatorio? (Mc-5.2)

66.- ¿Qué dimensiones tiene la intensidad del campo gravitatorio? (Mc-5.3)

67.- Tres masas iguales de 2 kg están situadas en los vértices de un cuadrado de lado unidad. Calcula el valor del campo gravitatorio en el vértice libre. (5.R2) Sol:  $2,55 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2$

68.- Calcula la fuerza que ejercen las partículas del ejercicio resuelto anterior sobre una masa de 1 kg situada en el vértice libre del cuadrado. (5.2) Sol:  $2,55 \cdot 10^{-10} \text{ N}$

70.- Calcula la magnitud y dirección del campo gravitatorio en el punto P de la figura, originado por las masas  $m_1 = 36 \text{ g}$  y  $m_2 = 144 \text{ g}$ . (5.18) Sol:  $19,8 \cdot 10^{-10} \text{ N/kg}$ ;  $31^\circ$  con la vertical



#### 4 ESTUDIO ENERGÉTICO DEL CAMPO GRAVITATORIO.

76.- Solemos decir que la energía potencial de un cuerpo  $m$  colocado a una altura  $h$  viene dada por  $E_p = mgh$ . ¿Es correcta esta afirmación? ¿Por qué? (Mc-4.16)

77.- Calcula el trabajo necesario para llevar un cuerpo de 100 kg de masa desde una órbita situada a 300 km de un satélite a otra situada a 600 km, sabiendo que la masa del satélite es de  $10^5$  kg. (5.R5)

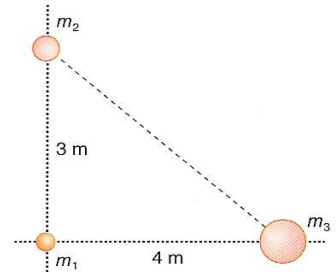
Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$  Sol:  $-1,1 \cdot 10^9 \text{ J}$

78.- Calcula el potencial creado por el cuerpo del ejercicio anterior a 300 km del mismo y compáralo con el que crea una masa de 100 g a la misma distancia. (5.4) Sol:  $-2,2 \cdot 10^{-14} \text{ J/kg}$ ;  $-2,22 \cdot 10^{-17} \text{ J/kg}$

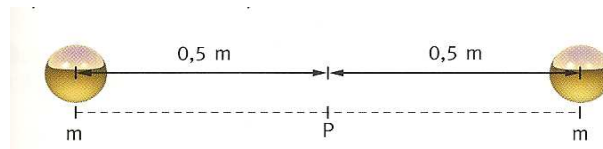
79.- Calcula la energía potencial asociada a un sistema formado por tres partículas de masas 1, 2 y 3 kg, situadas en los vértices de un triángulo rectángulo como indica la figura. (Mc-4.R2-PAU)

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

Sol:  $-1,7 \cdot 10^{-10} \text{ J}$



80.- Calcula el valor del campo y del potencial gravitatorio creado por dos masas puntuales iguales que están separadas 1 m, en el punto medio entre ellas. Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ; (5.12) Sol:  $0 \text{ (N/kg)}$ ;  $-4 G\cdot m \text{ (J/kg)}$



81.- Calcula el incremento de energía potencial que sufre a un cuerpo de masa 10 kg, cuando cae desde una altura de 150 m hasta la superficie de la Tierra, y compara este resultado con el que se obtiene sin hacer la aproximación:  $R_T = R_T + h$ . Datos:  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$  (5.R6)  $-14.700 \text{ J}$ ;  $-14.699,654 \text{ J}$

82.- Calcula la variación que experimenta la energía potencial gravitatoria cuando se eleva una masa de 500 kg desde el nivel del mar hasta una altura de 1000 km. ¿Qué error cometes si utilizas la fórmula  $E_p = mgh$  para resolver el problema? ( $R_T = 6400 \text{ km}$ ,  $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) (Mc-4.R3-PAU) Sol:  $4,2 \cdot 10^9 \text{ J}$

83.- Una persona de masa 65 kg asciende a una altura de 8000 m sobre la superficie de la Tierra:

- Calcula el incremento de potencial entre esas dos posiciones, considerando que la distancia es grande comparada con el radio de la tierra.
- Calcula el incremento de energía potencial a partir del valor obtenido para el potencial.
- Calcula el trabajo realizado e indica, a partir de su signo, si las fuerzas las ha realizado el campo o se han realizado en contra de las fuerzas del campo.
- Compara el valor obtenido para el incremento de la energía potencial con el que se obtiene utilizando la simplificación  $\Delta E_p = mg_0 h$ , e indica el error relativo cometido. (5.5)

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .

Sol:  $70367,3 \text{ J/kg}$ ;  $4573875 \text{ J}$ ;  $-4573875 \text{ J}$ ;  $5096000 \text{ J}$ ;  $11,4 \%$

84.- Sabiendo que la masa de la Tierra es  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ; la del Sol  $M_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ , y el radio de la órbita de la Tierra alrededor del Sol  $R_0 = 1,49 \cdot 10^{11} \text{ m}$ :

- Calcula la energía cinética de la Tierra en su movimiento alrededor del Sol.
- ¿Cuál es la energía potencial gravitatoria de la Tierra y su energía total? (5.20)

Sol:  $2,65 \cdot 10^{33} \text{ J}$ ;  $-5,30 \cdot 10^{33} \text{ J}$ ;  $-2,65 \cdot 10^{33} \text{ J}$

85.- Calcula la velocidad con la que tendría que moverse, en una órbita a 1 km de la superficie de la Tierra, una nave de 100 kg de masa para que su movimiento en dicha órbita fuese estable. (5.21)

Datos:  $R_T = 6378 \text{ km}$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  Sol:  $7907 \text{ m/s}$



86.- El cometa Halley se mueve en una órbita elíptica alrededor del Sol. En el perihelio el cometa está a  $8,75 \cdot 10^7$  km del Sol y en el afelio está a  $5,26 \cdot 10^9$  km del Sol.

- a) ¿En cuál de los dos puntos tiene el cometa mayor velocidad? ¿Y mayor aceleración?  
 b) ¿En qué punto tiene mayor energía potencial? ¿Y mayor energía mecánica? (Mc-6.R5-PAU)

87.- Se consigue disparar hacia arriba, perpendicularmente a la superficie terrestre, una masa  $m$  con una velocidad de 10 km/s. Prescindiendo de la presencia de la atmósfera:

- a) Calcula la altura máxima que puede alcanzar.  
 b) ¿Qué ocurriría si la velocidad inicial fuera el doble? (5.24) Sol:  $2,54 \cdot 10^7$  m; velocidad de escape.  
 Datos:  $R_T = 6378$  km;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

89.- Un satélite de  $2 \cdot 10^3$  kg de masa gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de  $2 \cdot 10^4$  km de radio.

- a) Sabiendo que la gravedad en la superficie terrestre vale  $9,8$  m/s<sup>2</sup>, ¿cuál será el valor de la gravedad en la órbita del satélite?  
 b) ¿Cuál será la velocidad angular del satélite?  
 c) Si por alguna circunstancia la velocidad del satélite fuese nula, este caería sobre la Tierra. ¿Con qué velocidad llegaría a la superficie terrestre? Suponer despreciable el efecto del rozamiento del aire. Dato:  $R_T = 6378$  km. (4.47) Sol:  $0,997$  m/s<sup>2</sup>;  $2,23 \cdot 10^{-4}$  rad/s;  $9,23 \cdot 10^3$  m/s

92.- ¿A qué altura con respecto a la superficie terrestre, la energía potencial de un cuerpo es el doble de su valor en la misma superficie? (5.19) Sol:  $R_T$

93.- Si A es un punto situado a una altura  $h$  con respecto a la superficie de la Tierra igual a la mitad de su radio, calcula la diferencia de potencial gravitatorio entre dicho punto y la superficie. (5.22)

Datos:  $R_T = 6378$  km;  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup> Sol:  $3,08 \cdot 10^7$  J/Kg

## 5 MOVIMIENTO DE SATELITES Y PLANETAS.

98.- Supongamos que conoces el periodo, la constante de gravitación y el radio de la órbita de un satélite que gira alrededor de la Tierra. Con esta información y con ayuda de las leyes de Newton, ¿puedes calcular la masa del satélite? ¿Podrías calcular la masa de la Tierra? (Mc-5.6)

99.- Calcula la masa del Sol sabiendo que la Tierra gira en torno a él describiendo una órbita de radio  $1,49 \cdot 10^{11}$  m y que la Tierra da una vuelta alrededor del Sol cada 365 días.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> (Mc-5.8) Sol:  $2 \cdot 10^{30}$  kg

100.- ¿Por qué cada uno de los planetas del Sistema Solar tiene diferente período de rotación alrededor del Sol? (5.33)

101.- Si la luna estuviera siempre en el mismo punto aparentemente inmóvil respecto de la Tierra, ¿qué dirías acerca del periodo de nuestro satélite? (Mc-5.7)

102.- Calcula la velocidad de un satélite en una órbita a 6000 km de la superficie de la Tierra. Indica el valor de su energía cinética si su masa es de 500 kg. Datos:  $R_T = 6378$  km;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg (5.R9)  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> Sol: 5677 m/s;  $8,05 \cdot 10^9$  J

103.- Calcula el período y la energía total del satélite del ejercicio resuelto anterior.  
(5.7)

Sol:  $1,37 \cdot 10^4$  s;  $-8,06 \cdot 10^9$  J

104.- Dos satélites artificiales de masas  $m$  y  $2m$ , respectivamente, describen órbitas circulares del mismo radio  $r = 2R_T$ , siendo  $R_T$  el radio de la Tierra. Calcula la diferencia de las energías mecánicas de ambos satélites.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  (5.30)''

105.- Si un satélite artificial describe una órbita circular situada a 500 km sobre la superficie de la Tierra.

a) ¿Con qué velocidad se mueve el satélite?

b) ¿Cuál es su periodo de revolución? ( $R_T = 6400$  km;  $g_0(\text{superficie}) = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) (Mc-5.R5-PAU)

Sol: 7600 m/s; 5700 s.

106.- Un satélite artificial de 200 kg gira en una órbita circular a una altura  $h$  sobre la superficie de la Tierra. Sabiendo que a esa altura el valor de la aceleración de la gravedad es la mitad del valor que tiene en la superficie terrestre, averigua:

a) La velocidad del satélite.

b) Su energía mecánica. Datos: gravedad en la superficie terrestre  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ; Radio de la tierra = 6378 km.  
(5.25) Sol: 6650 m/s;  $-4,42 \cdot 10^9$  J

107.- ¿Cuál debe ser el período de revolución de un satélite artificial de masa  $m$  que circunda la Tierra siguiendo una órbita circular de 8000 km de radio? ¿Qué energía potencial tendrá dicho satélite? Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  (5.38) Sol: 7120 s;  $-4,96 \cdot 10^7$  m (J)

108.- Calcula el período y el radio de la órbita de un planeta que gira alrededor del Sol a una velocidad de 50 km/s. Dato: Masa del Sol =  $2 \cdot 10^{30}$  kg.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  (5.45) Sol:  $5,34 \cdot 10^{10}$  m;  $6,71 \cdot 10^6$  s

109.- Un satélite meteorológico da ocho vueltas diarias alrededor de la Tierra. Calcula el radio de la órbita por la que viaja dicho satélite. Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km (5.34)

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  Sol:  $1,06 \cdot 10^7$  m

110.- Si se toma como período de la Luna 28 días exactos, calcula la distancia a la que se encuentra del centro de la Tierra. Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  (5.39) Sol:  $3,90 \cdot 10^8$  m

112.- Un satélite meteorológico tiene que sobrevolar tres veces al día un punto de la Tierra para enviar los datos. Calcula a qué altura debe estar situada su órbita sobre la superficie de la Tierra

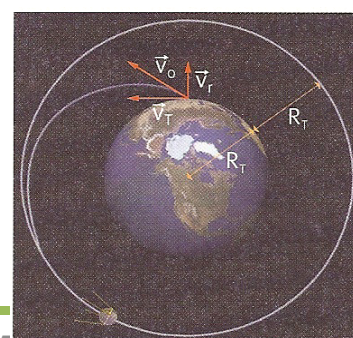
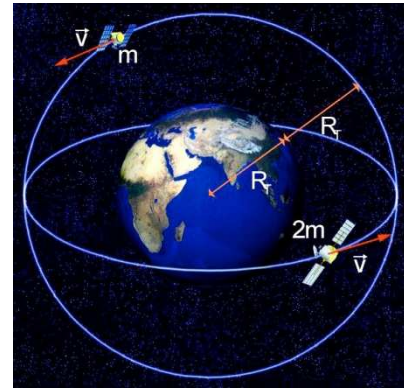
Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  (5.36) Sol:  $1,39 \cdot 10^7$  m

116.- Se denomina órbita geostacionaria aquella en la que un satélite está situado siempre sobre el mismo punto de la superficie terrestre. Esto es debido a que el período del satélite es el mismo que el de rotación de la Tierra. Calcula la energía que debe suministrarse a un satélite de  $10^4$  kg para situarlo en órbita geostacionaria. (5.R12)

Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  Sol:  $5,80 \cdot 10^{11}$  J

117.- Halla la velocidad con que ha de ser lanzado un satélite artificial para colocarlo en órbita circular alrededor de la Tierra a una altura de su superficie igual al radio de esta.  
(5.37)

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





Sol:  $9,68 \cdot 10^3$  m/s

118.- ¿Con qué velocidad se debe lanzar un cohete desde la superficie de la Tierra para que alcance una altura  $h = 2 R_T$ ? Datos:  $R_T = 6370$  km;  $g_0 = 9,8$  m/s<sup>2</sup> (Mc-5.R7-PAU) Sol: 10200 m/s

119.- Se lanza verticalmente hacia arriba desde la superficie de la Tierra un cuerpo de 1000 kg con una velocidad de 8000 m/s

a) ¿Qué altura alcanzará si se toma como radio de la Tierra 6400 km?

b) ¿Qué energía posee el cuerpo a esa altura? ( $g_0 = 9,8$  m/s<sup>2</sup>). (Mc-5.R8-PAU) Sol: 6700 km;  $-3 \cdot 10^{10}$  J

121.- ¿Por qué se requiere más combustible para que un vehículo espacial vaya de la Tierra a la luna que para el viaje de regreso?

122.- Sabiendo que el radio de la Tierra es de 6378 km, calcula la velocidad de escape de su superficie. ¿Cuál será la energía de escape de una nave de masa 100 kg? (5.R10)

Datos:  $R_T = 6370$  km;  $g_0 = 9,8$  m/s<sup>2</sup>

Sol: 11180 m/s;  $6,25 \cdot 10^9$  J

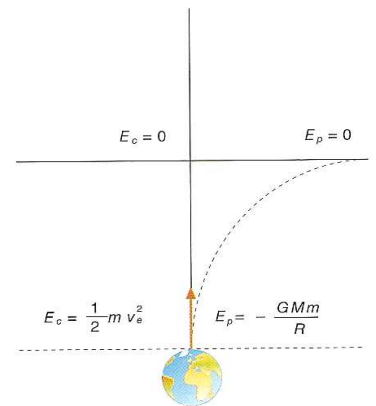


Fig. 5.14. En el lanzamiento de un cohete la energía mecánica no varía.

123.- Calcula la velocidad de escape del Sol, sabiendo que  $R_S = 109 R_T$ , y que  $g_{oS} = 7g_{oT}$ . (5.8) Sol:  $\sqrt{1526g_T R_T}$

124.- ¿Qué velocidad debe tener un átomo de helio para que abandone el disco solar?

(Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>;  $M_{sol} = 1,99 \cdot 10^{30}$  kg;  $R_{sol} = 6,96 \cdot 10^8$  m) (Mc-5.11) Sol:  $6,2 \cdot 10^5$  m/s

125.- En la superficie de un planeta de 2500 km de radio, la aceleración de la gravedad vale  $g_p = 4$  m/s<sup>2</sup>. Determina: a) La energía potencial de un objeto de 100 kg situado sobre su superficie.

b) La velocidad de escape de dicho planeta. (5.27) Sol:  $-10^9$  J;  $4,47 \cdot 10^3$  m/s

126.- Sabiendo que la gravedad en la superficie lunar es aproximadamente 1/6 de la terrestre:

a) Calcula la velocidad de escape en la superficie lunar (velocidad mínima que es necesario comunicar a un objeto para que escape de la atracción lunar).

b) ¿Esta velocidad depende de la masa del objeto?

c) ¿En qué medida importa la dirección de la velocidad?

Datos: Radio lunar,  $R_L = 1740$  km;  $g_0 = 9,8$  m/s<sup>2</sup> (5.31) Sol: 2384 m/s

127.- Si la luna tarda 28 días en dar una vuelta a la tierra y su distancia al centro de la misma es  $3,9 \cdot 10^8$  m, calcula: a) La masa de la Tierra

b) La energía para separar la luna y la Tierra a una distancia infinita.

Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $m_{luna} = 7,36 \cdot 10^{22}$  kg;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> (5.41) Sol:  $5,99 \cdot 10^{24}$  kg;  $3,77 \cdot 10^{28}$  J

128.- Una masa de 10 kg, por la acción de una fuerza conservativa, incrementa su velocidad de 5 a 20 m/s. si cuando poseía la velocidad de 5 m/s su energía potencial era de -50 J, calcula:

a) Su energía potencial cuando su velocidad es de 20 m/s.

b) La velocidad que posee cuando su energía potencial es de -425 J.

c) ¿Cuánto valdría la velocidad de escape de la Tierra si se redujese su radio a la mitad? (5.29)

Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  (5.36) Sol: -1925 J; 10 m/s;  $1,58 \cdot 10^4$  m/s

132.- ¿Cuál es la velocidad mínima que es preciso comunicar a un objeto colocado a 1000 km de altura sobre la superficie de la tierra para que escape del campo gravitatorio terrestre?

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $R_T = 6370$  km (5.26) Sol:  $1,04 \cdot 10^4$  m/s

133.- Un satélite de 200 kg está en una órbita circular de  $7,5 \cdot 10^6$  m de radio, alrededor de la Tierra. Calcula: a) Su energía cinética, potencial y mecánica.

b) La velocidad de escape desde esa altura ( $M_T = 6 \cdot 10^{24}$  kg) (Mc-5.R9)

Sol:  $-1,1 \cdot 10^{10}$ ;  $5,3 \cdot 10^9$ ;  $-5,3 \cdot 10^9$ ; 10000 m/s

### Problemas Selectividad.

1.- Un satélite artificial de 100 kg de masa gira en una órbita circular de 7000 km de radio alrededor de la Tierra.

a) ¿Cuál es la velocidad del satélite en dicha órbita?

b) ¿Cuál es la energía total del satélite en su órbita?

c) ¿Con qué velocidad ha sido lanzado dicho satélite desde la superficie terrestre para ponerlo en esa órbita?

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg,  $R_{\text{Tierra}} = 6380$  km) (Jun-2005/1A)

2.- Se lanza verticalmente un cuerpo desde la superficie terrestre, despreciando la fricción con el aire, ¿Qué velocidad inicial debe comunicársele para que alcance una altura máxima de 2000 km?

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg,  $R_{\text{Tierra}} = 6380$  km) (Jun-2005/3B)

3.- En 1998 la nave Discovery orbitaba entorno a la Tierra a una altura de su superficie de 500 km con un periodo orbital de 1 hora y 34 minutos. Si el radio medio de la Tierra es 6380 km, determina:

a) La velocidad orbital de la nave.

b) La masa de la Tierra (utilizar únicamente los datos del problema)

c) La velocidad de escape desde la Tierra.

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ ) (Sep-2005/2A)

4.- Explica qué es la velocidad de escape de un planeta. Deduce su expresión a partir del principio de conservación de la energía mecánica. (Sep-2005/3B)

5.- Se quiere colocar un satélite artificial de 1500 kg de masa en una órbita circular a una altura de 600 km sobre la superficie terrestre. Calcular:

a) La velocidad que debe tener el satélite en dicha órbita.

b) La energía cinética que es preciso comunicarle para ponerlo en órbita desde la superficie terrestre.

c) La energía mecánica del satélite en su órbita.

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg,  $R_{\text{Tierra}} = 6380$  km) (R.2-2005/1A)

6.- ¿Hasta qué altura sobre la superficie terrestre debemos elevar un cuerpo, para que su peso se reduzca a la mitad del que tiene en la superficie terrestre? ( $R_{\text{Tierra}} = 6380$  km) (R.2-2005/4B)

7.- Un meteorito, de 200 kg de masa, se encuentra inicialmente en reposo a una distancia sobre la superficie terrestre igual a 7 veces el radio de la Tierra.

a) ¿Cuánto pesa en ese punto?

- b) ¿Cuánta energía mecánica posee?
- c) Si cae a la Tierra, suponiendo que no hay rozamiento con el aire, ¿con qué velocidad llegaría a la superficie terrestre?
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6380 \text{ km}$ ) (Jun-2006/2B)

8.- Una mujer cuyo peso en la Tierra es 700 N se traslada a una altura de dos radios terrestres por encima de la superficie de la Tierra. ¿Cuál será su peso a dicha altura? ( $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) (Sep-2006/4A)

9.- En la superficie de un planeta de 1000 km de radio, la aceleración de la gravedad es de  $2 \text{ m/s}^2$ . Calcula:

- a) La masa del planeta.
- b) La energía potencial gravitatoria de un objeto de 50 kg de masa situado en la superficie del planeta.
- c) La velocidad de escape desde la superficie del planeta. ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ) (Sep-2006/1B)
- 10.- Un satélite artificial orbita alrededor de la Tierra a una altura  $h = 3,59 \cdot 10^7 \text{ m}$  sobre la superficie terrestre. Calcula: a) La velocidad del satélite; b) Su aceleración; y c) El período de rotación del satélite alrededor de la Tierra, expresado en días. ¿Qué nombre reciben los satélites de este tipo?
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6380 \text{ km}$ ) (R.1-2006/2B)

11.- Una estación espacial describe una órbita prácticamente circular alrededor de la Tierra a una altura de 360 km sobre la superficie terrestre, siendo su masa 435 toneladas:

- a) Calcula su período de rotación, en minutos, así como la velocidad con que se desplaza.
- b) ¿Qué energía se necesitaría para llevarla desde su órbita actual a otra a 720 km sobre la superficie terrestre?
- c) ¿Cuál sería el período de rotación en esta nueva órbita?
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6380 \text{ km}$ ) (R.2-2006/2A)

12.- Suponer que la Tierra, manteniendo su masa actual, fuera comprimida hasta la mitad de su radio. ¿Cuál sería la aceleración de la gravedad  $g$  en la superficie de este planeta más compacto? ( $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) (R.2-2006/3B)

13.- Calcula la distancia al centro de la Tierra de un punto donde la aceleración de la gravedad es  $g/4$ . Dato: Radio terrestre =  $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ . (Jun-2007/3A)

14.- Un meteorito de 400 kg de masa que se dirige directo, en caída libre, hacia la Tierra tiene una velocidad de 20 m/s a una altura sobre la superficie terrestre  $h = 500 \text{ km}$ . Determina:

- a) La energía mecánica del meteorito a dicha altura.
- b) La velocidad con la que impactará sobre la superficie terrestre despreciando la fricción con la atmósfera.
- c) El peso del meteorito a dicha altura  $h$ .
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6380 \text{ km}$ ) (Sep-2007/2B)

15.- Dos satélites absolutamente idénticos recorren órbitas alrededor de la Tierra. ¿Cuál de los dos se moverá a mayor velocidad, el de mayor o el de menor radio orbital. Razona la respuesta matemáticamente. (R.2-2007/4A)

16.- Demostrar que la energía mecánica de un satélite que describe una órbita circular es igual a la mitad de su energía potencial gravitatoria. (R.1-2008/3B)

17.- a) Enuncia la tercera ley de Kepler. B) El radio de la órbita terrestre es  $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$  y el de Urano es  $2,87 \cdot 10^{12} \text{ m}$ , determina el periodo orbital de Urano. (R.2-2008/3A)

18.- Un satélite del sistema de posicionamiento GPS tiene una masa de 850 kg y se encuentra en una órbita circular a una altura  $h = 20.200 \text{ km}$  sobre la superficie terrestre. Determinar:

- a) La velocidad y el periodo orbital del satélite al girar en torno a la Tierra.
  - b) El peso del satélite mientras está en órbita.
  - c) La energía potencial y la energía cinética del satélite.
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6380 \text{ km}$ ) (R.2-2008/2B)

- 19.- a) Escribe y comenta la Ley de gravitación Universal.
- b) Dos planetas esféricos tienen la misma masa  $m_1 = m_2$ , pero la aceleración de la gravedad en la superficie del primero es tres veces mayor que en la del segundo,  $g_1 = 3g_2$ . Calcula la relación entre los radios de los dos planetas. (Jun-2009/4B)

- 20.- El satélite artificial Swift de 1500 kg de masa, dedicado al estudio de explosiones de rayos gamma, gira en una órbita circular a una altura de 284 km sobre la superficie terrestre, determina:
- a) La velocidad orbital del satélite y su energía mecánica.
  - b) El periodo orbital expresado en minutos.
  - c) El peso de un sensor de rayos X de 130 kg de masa que viaja con el satélite.
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6380 \text{ km}$ ) (Jun-2009/2A)

- 21.-a) Enuncia la tercera ley de Kepler.
- b) Calcula la distancia que separa al Sol de Júpiter sabiendo que el tiempo que tarda Júpiter en dar una vuelta alrededor del Sol es 12 veces el que tarda la Tierra y que la distancia de la Tierra al Sol es  $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ . (R.1-2009/4A)

- 22.- Imagina que participas en una misión tripulada a la superficie de Marte. El peso de la nave en la superficie terrestre es 39200 N. Determina su peso en la superficie marciana.
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Marte}} = 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Marte}} = 3,40 \cdot 10^6 \text{ m}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) (R.2-2009/4A)

- 23.- La sonda Cassini de la NASA está explorando en la actualidad el sistema de lunas de Saturno. La masa de Titán, la mayor de ellas, es el 2.26% de la masa de la Tierra, y su radio es el 40% del radio de la Tierra. ¿Cuál es la aceleración de la gravedad en la superficie de Titán? ( $g_{\text{Tierra}} = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) (Jun-2010/4A)

- 24.- Desde la superficie terrestre se lanza un satélite de 300 kg de masa hasta situarlo en una órbita circular a una distancia de la superficie terrestre que es igual a  $\frac{3}{4}$  del radio de la Tierra. Calcula:
- a) Velocidad y periodo que tendrá el satélite en la órbita.
  - b) La energía cinética, potencial y mecánica del satélite en la órbita.
  - c) La intensidad del campo gravitatorio terrestre en los puntos de la órbita del satélite.
- ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Tierra}} = 6370 \text{ km}$ ) (Jun-2010/2B)

- 25.- El planeta Júpiter tiene un radio de 71.056 km y varios satélites (Io, Europa, Ganimedes, Calixto y Amaltea). El satélite más próximo al planeta, Io, gira en una órbita circular a una altura de 347.944 km sobre la superficie de Júpiter y un periodo de 42 horas y 28 minutos. Dato:  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ . Calcula:
- a) Velocidad orbital del satélite Io y la masa de Júpiter.
  - b) Aceleración de la gravedad y el peso de un cuerpo de 80 kg de masa en la superficie del planeta.
  - c) La velocidad de escape de una nave en reposo, desde la superficie del planeta (Sep-2010/2A)

- 26.- Se dice que un satélite está en una órbita ecuatorial geoestacionaria cuando su periodo orbital es el mismo que el periodo de rotación de la Tierra, porque de este modo el satélite permanece siempre sobre el mismo punto de la superficie. Hoy en día la órbita geoestacionaria está a unos 36.000 km por encima del nivel del mar. Pero como la rotación de la Tierra se va ralentizando lentamente con el tiempo, la duración del día hace millones de años era menor que hoy: en la época de los dinosaurios el día duraba unas 21 horas, no 24 como en la

actualidad. Si alguien hubiese querido situar en aquel entonces un satélite en órbita geoestacionaria, ¿hubiese tenido que colocar el satélite a mayor o menor distancia de la superficie? Explíquese. (Sep-2010/4B)

27.- La sonda Cassini de la NASA está explorando en la actualidad el sistema de lunas de Saturno. La masa de Titán, la mayor de ellas, es el 2.26% de la masa de la Tierra, y su radio es el 40% del radio de la Tierra. ¿Cuál es la velocidad de escape desde la superficie de Titán? (Velocidad de escape desde la superficie de la Tierra = 11,2 km/s) (R.2-2010/4B)

28.- Un planeta de masa  $M = 3 \cdot 10^{24}$  kg tiene un satélite, de masa 16 veces menor que la masa del planeta, siguiendo una órbita circular de 250.000 km de radio.

- Calcular la velocidad orbital del satélite.
- Determinar en qué punto del segmento que une el centro del planeta y el centro del satélite la aceleración de la gravedad es igual a cero.
- Si tenemos un vehículo espacial abandonado en el punto calculado en el apartado anterior, y si a causa de una ligera perturbación éste inicia un movimiento de caída libre hacia el planeta, calcular con qué velocidad se estrellará contra su superficie.

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>, Radio del planeta = 5000 km) (Jun-2011/2A)

29.- ¿Con qué velocidad debe girar un satélite de comunicaciones, situado en una órbita ecuatorial, para que se encuentre siempre sobre el mismo punto de la Tierra?

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>,  $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg) (Jun-2011/4B)

30.- Neptuno y la Tierra describen órbitas en torno al Sol, siendo el radio medio de la órbita de Neptuno 30 veces mayor que el radio medio de la órbita de la Tierra. ¿Cuántos años terrestres tarda Neptuno en recorrer su órbita? (R1-2011/4B)

31.- Un planeta rocoso similar a la Tierra tiene una masa  $M = 2,70 \cdot 10^{24}$  kg y un radio  $R = 5000$  km.

- Calcular la aceleración de la gravedad y la velocidad de escape en su superficie.
- Desde la superficie se lanza verticalmente hacia arriba un proyectil con una velocidad inicial igual a una quinta parte de la velocidad de escape. Calcular qué altura alcanzará el objeto sobre la superficie del planeta antes de caer. ¿En qué principio nos basamos para hacer este cálculo?
- Calcular la velocidad de un satélite artificial en una órbita circular 1400 km por encima de la superficie de este planeta.

( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>) (R.2-2011/2B)

32.- Un planeta extrasolar gira en torno a una estrella cuya masa es igual al 30% de la masa del Sol. La masa del planeta es 3.24 veces mayor que la de la Tierra, y tarda 877 horas en describir una órbita completa alrededor de su estrella.

- ¿Cuántas veces mayor debe ser el radio del planeta respecto al de la Tierra para que la aceleración de la gravedad en su superficie sea la misma que en la superficie de la Tierra?
- ¿Cuál es la velocidad del planeta en su órbita, suponiendo órbita circular?
- ¿Cuál es la energía mecánica del sistema estrella + planeta?

Datos. Constante gravitación  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>;  $M_{\text{T}} = 6 \cdot 10^{24}$  kg;  $M_{\text{S}} = 2 \cdot 10^{30}$  kg (Jun-2012)

33.- ¿Cómo son en comparación la velocidad de escape desde la superficie de la Tierra para un camión, una pelota de ping-pong y una molécula de oxígeno? ¿Cuál de ellas es mayor? (Jun-2012)

34.- ¿Aumenta o disminuye la energía potencial gravitatoria cuando nos movemos desde un punto situado a gran altura en dirección hacia la superficie de la Tierra? Razónelo. (Sep-2012)

**35.-** Una misión cuyo objetivo es la exploración de Marte pretende colocar un vehículo de 490 kg en una órbita circular de 3500 km de radio alrededor de ese planeta. Determinar:

- Energía cinética del vehículo en órbita y tiempo necesario para completar una órbita.
- Energía potencial del satélite.
- Si por necesidades de la misión hubiese que transferir el vehículo a otra órbita situada a 303 km sobre la superficie, ¿qué energía sería necesario suministrarle?

Constante de gravitación universal  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

Datos de Marte. Masa:  $M = 6.4185 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ ; diámetro  $D = 6794 \text{ km}$  (Sep-2012)

**36.-** Una sonda de observación está situada en órbita circular alrededor de la Luna, a una altura tal que su peso es un 36% menor del que tendría en la superficie lunar. Suponiendo despreciable la influencia de la vecina Tierra en el movimiento de esta sonda, se pide:

- Calcular cuál es la altura de la órbita por encima de la superficie lunar.
- Calcular la velocidad de la sonda en su órbita.
- Si un objeto se abandonase sin velocidad inicial a la altura de la órbita que describe esta sonda, ¿con qué velocidad chocaría contra la superficie de la Luna?

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ . Datos de la Luna  $M = 7,349 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ;  $R_L = 1738 \text{ km}$ . (R.1-2012)

**37.-** Se dice que un satélite está en una órbita ecuatorial geoestacionaria cuando su periodo orbital es el mismo que el periodo de rotación del planeta, porque de este modo el satélite permanece siempre sobre el mismo punto de la superficie.

Un estudiante afirma que en un planeta que gire en torno a su eje con la misma velocidad angular que la Tierra, pero cuya masa sea la mitad, el radio de la órbita geoestacionaria será también la mitad del que corresponde a la Tierra. Explicar razonadamente si este estudiante está en lo cierto o está equivocado. (R.1-2012)

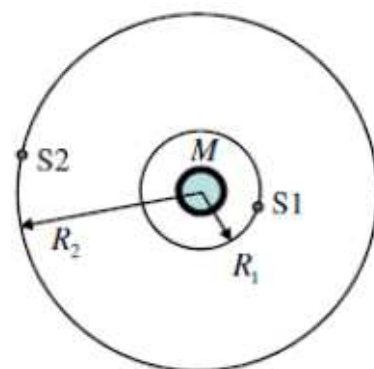
**38.-** ¿Qué velocidad debe comunicarse a un cuerpo para que se eleve a una altura de 1500 km sobre la superficie terrestre? Radio medio de la Tierra 6.400 Km. Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ . (R.2-2012)

**39.-** Un planeta de masa  $M$  tiene dos pequeños satélites S1 y S2, ambos de masa mucho más pequeña que la del planeta. El satélite interior S1 describe una órbita circular, de la que se ha medido con precisión tanto su radio ( $R_1 = 8000 \text{ km}$ ) como el periodo orbital ( $T_1 = 4 \text{ horas } 52 \text{ minutos } 3 \text{ segundos}$ ). Del satélite exterior S2, también en órbita circular, se sabe que su periodo orbital es ocho veces mayor que el del satélite interior S1. La constante de gravitación universal es  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

Se pide:

- Explicar cómo puede determinarse la masa  $M$  del planeta a partir de los datos orbitales conocidos del satélite S1, y obténgase el valor de esa masa.
- Explicar cómo puede determinarse el radio de la órbita del satélite exterior S2, y hallar el valor de dicho radio.
- Calcular en km/s la velocidad orbital de ambos satélites S1 y S2.

(R.2-2012)



**Actualizado hasta 2012.**