



FÍSICA

2º BACHILLERATO

TEMA 1: Campo Gravitatorio

PROBLEMAS DE CAMPO GRAVITATORIO

Ejercicio 1. Un planeta gira alrededor del Sol con una trayectoria elíptica. Razona en qué punto de dicha trayectoria la velocidad del planeta es máxima.

Ejercicio 2. La Tierra en su órbita elíptica alrededor del Sol presenta dos puntos, el afelio y el perihelio, en los que su velocidad es perpendicular a su vector de posición respecto del Sol. Si en el afelio la velocidad de la Tierra es 30 km/s y la distancia entre los centros de la Tierra y el Sol es 152×10^6 km, calcular la velocidad de la Tierra en el perihelio sabiendo que en este punto la distancia entre los centros de la Tierra y del Sol es 147×10^6 km. (Junio-1997)

S: 31,02 km/s

Ejercicio 3. La distancia entre el Sol y Mercurio es de $57,9 \times 10^6$ km y entre el Sol y la Tierra es de $149,6 \times 10^6$ km. Suponiendo que las órbitas de ambos planetas son circulares, calcular su velocidad de rotación alrededor del Sol. (Junio-1998)

S: 169858 km/h

Ejercicio 4. Si la Luna siguiera una órbita circular en torno a la Tierra, pero con un radio igual a la cuarta parte de su valor actual, ¿cuál sería su período de revolución? Dato: Tomar el período actual igual a 28 días. (Junio-2001) **S:** 3,5 días

Ejercicio 5. Sabiendo que el radio orbital de la Luna es de $3,8 \cdot 10^8$ m y que tiene un periodo de 27 días, se quiere calcular:

a) El radio de la órbita de un satélite de comunicaciones que da una vuelta a la Tierra cada 24 horas.

b) La velocidad de dicho satélite. (Junio 2007)

S: a) $4,22 \times 10^7$ m b) 3068,8 m/s

Ejercicio 6. Calcula la fuerza de atracción entre dos esferas de plomo de 1 m de radio cada una situadas en contacto. La densidad del plomo es 11,4 g/cm³.

S: 0,038N

Ejercicio 7. Se afirma que la Tierra atrae a todos los cuerpos. Según esto, una piedra lanzada horizontalmente desde cierta altura sobre el suelo es atraída por la Tierra, como también lo es la Luna. La piedra cae al suelo, ¿por qué la Luna no se cae?

Ejercicio 8. Para los planetas del sistema solar, según la tercera ley de Kepler, la relación R^3/T^2 es constante y vale $3,35 \cdot 10^{18}$ m³/s², siendo R el radio de sus órbitas y T el período de rotación. Suponiendo que las órbitas son circulares, calcular la masa del Sol.

Dato: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ S.I. (Junio 2000) **S:** $1,98 \times 10^{30}$ kg

Ejercicio 9. Si la distancia entre la Tierra y la Luna es $D = 3,8 \times 10^5$ km, se pide calcular el tiempo que tarda la Luna en dar una vuelta completa a la Tierra.

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ S.I.; $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \times 10^{24}$ kg (Septiembre-1998) **S:** $2,33 \times 10^6$ s

Ejercicio 10. El satélite Europa tiene un período de rotación alrededor de Júpiter de 85 horas y su órbita, prácticamente circular, tiene un radio de $6,67 \times 10^5$ km. Calcular la masa de Júpiter. Dato: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ S.I. (Septiembre-2001)

S: $1,876 \times 10^{27}$ kg

Ejercicio 11. Suponiendo que el planeta Neptuno describe una órbita circular alrededor del Sol y que tarda 165 años terrestres en recorrerla. Calcula el radio de dicha órbita.

Datos: $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Sol}} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ (Junio 2011) **S: $4,49 \times 10^{12} \text{ m}$**

Ejercicio 12. Una partícula de masa $3M$ se coloca en el origen de un cierto sistema de coordenadas, mientras que otra de masa M se coloca sobre el eje OX a una distancia de 1 m respecto del origen. Calcula las coordenadas del punto donde el campo gravitatorio es nulo. (Junio 2003)

S: (0.634, 0)

Ejercicio 13. Un objeto de masa m_1 se encuentra situado en el origen de coordenadas, mientras que un segundo objeto de masa m_2 se encuentra en un punto de coordenadas $(8,0) \text{ m}$. Considerando únicamente la interacción gravitatoria y suponiendo que son masas puntuales, calcula:

a) La relación entre las masas m_1 / m_2 si el campo gravitatorio en el punto $(2,0) \text{ m}$ es nulo.

b) El módulo, dirección y sentido del momento angular de la masa m_2 con respecto al origen de coordenadas si $m_2 = 200 \text{ kg}$ y su velocidad es de $(0,100) \text{ m/s}$.

S: a) $m_1/m_2 = 1/9$ b) $\vec{L} = 1,6 \cdot 10^5 \vec{k} \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}$

Ejercicio 14. Determinar el campo gravitatorio (módulo, dirección y sentido) resultante de los campos gravitatorios individuales de la Tierra y del Sol, en un punto situado en la recta que une la Tierra y el Sol, y a una distancia de $4 \times 10^5 \text{ km}$ del centro de la Tierra.

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; $M_{\text{Sol}} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$; $D_{\text{Tierra-Sol}} = 15 \times 10^7 \text{ km}$

S: $3,44 \cdot 10^{-3} \vec{i} \text{ N/kg}$

Ejercicio 15. Calcula como varía la intensidad del campo gravitatorio (g) al elevarnos 500 m sobre la superficie terrestre. ¿Hasta qué altura deberíamos ascender para que g se reduzca en un 20%?

S: $\Delta g = -1,6 \times 10^{-3} \text{ N/kg}$; 752 m

Ejercicio 16. A qué altitud sobre la superficie terrestre la intensidad del campo gravitatorio es el 20% de su valor sobre la superficie de la Tierra?

Dato: $R_T = 6370 \text{ km}$ (Septiembre 2008) **S: $7,87 \times 10^6 \text{ m}$**

Ejercicio 17. ¿A qué distancia de la superficie terrestre un objeto, de 2 kg de masa, tendrá un peso de 10 N ?

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6370 \text{ km}$ (Septiembre-1999)

S: $2,56 \times 10^6 \text{ m}$

Ejercicio 18. Calcular a qué altura sobre la superficie terrestre la intensidad del campo gravitatorio se reduce a la cuarta parte de su valor sobre dicha superficie.

Dato: $R_{\text{Tierra}} = 6370 \text{ km}$ (Septiembre-1998) **S: $6,37 \times 10^6 \text{ m}$**

Ejercicio 19. Un meteorito se encuentra inicialmente en reposo a una distancia sobre la superficie terrestre igual a seis veces el radio de la Tierra. ¿Con qué velocidad llegaría a la superficie terrestre si prescindimos del rozamiento con la atmósfera?

Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$; $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$. **S: 10344,8 m/s**

Ejercicio 20. Sean dos masas puntuales de 100 kg y 150 kg, situadas en los puntos A(-2,0) m y B(3,0) m, respectivamente. Se pide calcular: 1. Campo gravitatorio en el punto C(0,4) m.

Dato: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ S.I. (Septiembre-2000)}$

S: 1) $(9,1 \times 10^{-11}, -6,86 \times 10^{-10}) \text{ N/kg}$ 2) $3,18 \times 10^{-8} \text{ J}$

Ejercicio 21. Una partícula puntual de masa $m_1 = 10 \text{ kg}$ está situada en el origen O de un cierto sistema de coordenadas. Una segunda partícula puntual de masa $m_2 = 30 \text{ kg}$ está situada, sobre el eje X, en el punto A de coordenadas (6,0) m. Se pide:

a.- El módulo, la dirección y el sentido del campo gravitatorio en el punto B de coordenadas (2,0) m.

b.- El punto sobre el eje X para el cual el campo gravitatorio es nulo.

c.- El trabajo realizado por el campo gravitatorio cuando la masa m_2 se traslada desde el punto A hasta el punto C de coordenadas (0,6) m. $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

S: 1) $(-4,17 \times 10^{-11}, 0) \text{ N/kg}$ 2) (2.19, 0) m 3) 0J

Ejercicio 22. Un satélite de 500 kg de masa se mueve alrededor de Marte, describiendo una órbita circular a $6 \times 10^6 \text{ m}$ de su superficie. Sabiendo que la aceleración de la gravedad en la superficie de Marte es $3,7 \text{ m/s}^2$ y que su radio es 3400 km, se pide:

a. Fuerza gravitatoria sobre el satélite.

b. Velocidad y período del satélite.

c. ¿A qué altura debería encontrarse el satélite para que su período fuese el doble? (Junio 2002)

S: 1) 242N 2) 2132,9 m/s ; 27690 s 3) $1,15 \times 10^7 \text{ m}$

Ejercicio 23. Se quiere situar un satélite en órbita circular a una distancia de 450 km desde la superficie de la Tierra.

a) Calcula la velocidad que debe tener el satélite en esa órbita.

b) Calcula la velocidad con la que debe lanzarse desde la superficie terrestre para que alcance esa órbita con esa velocidad (supón que no actúa rozamiento alguno).

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-9} \text{ S.I.}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6370 \text{ km}$ (Junio-2011)

S: a) 7647,5 m/s b) 8170 m/s

Ejercicio 24. Un satélite artificial de 500 kg de masa se lanza desde la superficie terrestre hasta una altura H de dicha superficie. En esa posición se le comunica una velocidad de 5000 m/s para ponerlo en órbita circular alrededor de la Tierra. Se pide:

- a. Altura H a la que debe situarse el satélite, para que las órbitas sean circulares.
- b. Energía necesaria para llevarlo hasta dicha altura H .

Datos: $G=6,67 \times 10^{-11}$ SI; $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \times 10^{24}$ kg; $R_{\text{Tierra}}=6370$ km (Junio-1999)

S: 1) $9,58 \times 10^6$ m 2) $1,88 \times 10^{10}$

Ejercicio 25. Febos es un satélite que gira en órbita circular de radio $r = 14460$ km alrededor del planeta Marte con un periodo de 14 horas, 39 minutos y 25 segundos. Sabiendo que el radio de Marte es $R_M = 3394$ km, calcula:

- a. La aceleración de la gravedad en la superficie de Marte.
b. La velocidad de escape de Marte de una nave situada en Febos.

(Junio 2006) **S:** 1) $3,72 \text{ m/s}^2$ 2) $1722,2 \text{ m/s}$

Ejercicio 26. ¿Cuál debería ser la velocidad inicial de la Tierra para que escapase del Sol y se dirigiera hacia el infinito?

Supóngase que la Tierra se encuentra describiendo una órbita circular alrededor del Sol.

Datos: Distancia Tierra-Sol = $1,5 \times 10^{11}$ m; $M_{\text{Sol}} = 2 \times 10^{30}$ kg; $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$.

(Junio-2001) **S:** $29821,7 \text{ m/s}$

Ejercicio 27. Un satélite artificial de 500kg de masa se mueve alrededor de un planeta describiendo una órbita circular con un periodo de 42,47 horas y un radio de 429.000 km. Se pide:

- a) Fuerza gravitatoria que actúa sobre el satélite.
- b) La energía cinética, la energía potencial y la energía total del satélite en su órbita.
- c- Si, por cualquier causa, el satélite duplica repentinamente su velocidad sin cambiar la dirección, ¿se alejará éste indefinidamente del planeta. Razona la respuesta. (Junio 2004)

S: 1) $362,2\text{N}$ 2) $7,77 \times 10^{10}\text{J}$, $-1,55 \times 10^{11}\text{J}$; $-7,77 \times 10^{10}\text{J}$ 3) $E_M > 0$ Escapa

Ejercicio 28. Un satélite se sitúa en una órbita circular alrededor de la Tierra. Si su velocidad orbital es de $7,6 \times 10^3 \text{ m/s}$, calcula:

- a) El radio de la órbita y el período orbital del satélite.
- b) La velocidad de escape del satélite desde ese punto. (Septiembre 2010)

Datos: $R_T = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$; $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ **S:** a) $6,95 \times 10^6 \text{ m}$; 5746 s b) $7,6 \times 10^3 \text{ m/s}$

Ejercicio 29. La Tierra gira alrededor del Sol realizando una órbita aproximadamente circular. Si por cualquier causa, el Sol perdiera instantáneamente las tres cuartas partes de su masa, ¿continuaría la Tierra en órbita alrededor de éste? Razona la respuesta. (Septiembre 2002)

S: $v=1,41 v_{\text{esc}}$ Escapa

Ejercicio 30. Una partícula de masa $m_1 = 2 \times 10^{15}$ kg está situada en el origen de un sistema de referencia y otra partícula de masa $m_2 = 4 \times 10^{15}$ kg está colocada en el punto A(6,0)m. Calcula:

- El vector intensidad de campo gravitatorio, módulo, dirección y sentido en el punto B(3,4).
- El punto en el que el campo gravitatorio se anula.
- Si abandonamos la m_2 , y sólo tenemos en cuenta la interacción entre las masas, qué velocidad llevará cuando se encuentre en el punto (2,0)m

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

Ejercicio 31. La Estación Espacial Internacional (ISS) describe una órbita prácticamente circular alrededor de la Tierra a una altura $h = 390$ km sobre la superficie terrestre, siendo su masa $m = 415$ toneladas.

- Calcula su periodo de rotación, en minutos, así como la velocidad con la que se desplaza.
- ¿Qué energía se necesitaría para llevarla desde su órbita actual a otra a una altura doble? ¿Cuál sería el periodo de rotación en esta nueva órbita?

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

Ejercicio 32. Se lanza desde el ecuador un satélite artificial de masa 500 kg que se sitúa en una órbita circular geostacionaria. Se desea saber:

- La altura sobre la superficie de la Tierra a la que está el satélite. La energía que habrá que comunicar al satélite para colocarlo en esa órbita, despreciando el rozamiento con la atmósfera.
- El suplemento de energía que habrá que aportar al satélite para, una vez en órbita escape del campo gravitatorio terrestre.

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

Ejercicio 33. Un satélite artificial de 100kg gira en una órbita circular a una altura h sobre la superficie terrestre. Sabiendo que a esa altura el valor de la gravedad es la quinta parte de su valor en la superficie de la Tierra, determina:

- La altura h a la que se encuentra el satélite.
- La velocidad orbital y el periodo del satélite.
- Si el satélite se dejase caer sin velocidad inicial desde esa altura, ¿con qué velocidad llegaría a la superficie de la Tierra, si despreciamos el rozamiento con el aire?

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

Ejercicio 34. La órbita de una de las lunas de Júpiter, Io, es aproximadamente circular con un radio de $4,20 \cdot 10^8$ m. El periodo de la órbita es de $1,53 \cdot 10^5$ s. Calcula:

- La masa de Júpiter.
- El valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter.
- La velocidad de escape desde la superficie de Júpiter.

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; $R_{\text{Júpiter}} = 71400 \text{ km}$.