

BOLETÍN DE PROBLEMAS · CAMPO GRAVITATORIO

1. Un astronauta que se encuentra dentro de un satélite en órbita alrededor de la Tierra a 250 km, observa que no pesa. ¿Cuál es la razón de este fenómeno? Calcula la intensidad del campo gravitatorio a esa altura. Comenta el resultado.

Datos: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$; $M_{\text{Tierra}}=5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6370 \text{ km}$

2. La tabla siguiente relaciona el periodo T y el radio R de las órbitas de cinco satélites que giran alrededor del mismo astro:

T(años)	0,44	1,61	3,88	7,89
($\cdot 10^3 \text{ km}$)	0,88	2,08	3,74	6,00

a) Mostrar si se cumple la tercera ley de Kepler. ¿Cuál es el valor de la constante?

b) Se descubre un quinto satélite, cuyo periodo de revolución es 6,20 años. Determina el radio de su órbita

Sol: $2,87 \cdot 10^{-16} \text{ años}^2/\text{km}^3$; $5,1 \cdot 10^5 \text{ km}$

3. 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.

4. El satélite Europa tiene un periodo de rotación alrededor de Júpiter de 85 horas y su órbita, prácticamente circular, tiene un radio de $6,67 \cdot 10^5 \text{ km}$. Calcular la masa de Júpiter

5. Para los planetas del sistema solar, según la tercera ley de Kepler, la relación R^3/T^2 es constante y su valor es $3,35 \cdot 10^{18} \text{ m}^3/\text{s}^2$, siendo R el radio de sus órbitas y T el período de rotación. Suponiendo que las órbitas son circulares, calcula la masa del Sol.

6. Si un cuerpo tiene un peso de 100 N sobre la superficie terrestre, calcular su peso en la superficie de otro planeta cuya masa sea el doble que la de la Tierra y su radio sea el triple que el de la Tierra.

7. Una masa de 8 kg está situada en el origen de coordenadas. Calcular: (a) Intensidad del campo gravitatorio y el potencial en el punto (2,1); (b) Fuerza con que atraería a una masa $m = 2 \text{ kg}$ situada en ese punto, y energía almacenada por esa masa; (c) Trabajo realizado por la fuerza gravitatoria al trasladar una masa de 1 kg desde el infinito hasta el punto (0,0).

Sol: (a) $g = -9,55 \cdot 10^{-11} \text{ i} - 4,77 \cdot 10^{-11} \text{ j (N/kg)}$; $V = -2,39 \cdot 10^{-10} \text{ J/kg}$; (b) $F = -1,91 \cdot 10^{-10} \text{ i} - 9,55 \cdot 10^{-11} \text{ j (N)}$; $U = -4,78 \cdot 10^{-10} \text{ J}$; (c) $2,77 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

8. 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 de 30 km/s y la distancia entre los centros de la Tierra y el Sol es de $152 \cdot 10^6 \text{ km}$, 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 de $147 \cdot 10^6 \text{ km}$.

9. ¿En qué punto se equilibran las atracciones que ejercen la Luna y la Tierra sobre un cuerpo de masa 'm'? (Distancia Tierra-Luna = 384400 km; $M_T/M_L = 81$). Si en ese punto la atracción gravitatoria que sufre la masa 'm' es nula, ¿podemos decir también que su energía potencial también es nula? Razona la respuesta.

Sol: $3,46 \cdot 10^8 \text{ m de la Tierra}$; No

10. Se determina experimentalmente la aceleración con la que cae un cuerpo en el campo gravitatorio terrestre en dos laboratorios diferentes, uno situado al nivel del mar y otro situado en un globo que se halla a una altura $h=19750 \text{ m}$ sobre el nivel del mar. Los resultados obtenidos son $g=9,81 \text{ m/s}^2$ en el primer laboratorio y $g'=9,75 \text{ m/s}^2$ en el segundo laboratorio. Se pide:

a. Determinar el valor del radio terrestre

b. Sabiendo que la densidad media de la Tierra es $\rho_T = 5523 \text{ kg/m}^3$, determinar el valor de la constante de gravitación G.

11. Un objeto que en la superficie terrestre pesa 70 kp, se halla en la superficie de un planeta cuyo radio es el doble que el terrestre, y cuya masa es ocho veces la de ésta. Calcula qué tiempo tardaría en caer desde una altura de 20 m desde la superficie, un objeto que se abandonara en se lugar.

Sol: 1,4 s

12. ¿Cuál será la altura que alcanzará un proyectil que se lanza verticalmente desde Sol a 720 km/h? ¿Cuántas veces es mayor el peso de un cuerpo en el Sol que en la Tierra?

Sol: 72 m; 27,8 veces mayor

13. 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 la órbita sea circular.

b) Energía necesaria para llevarlo hasta dicha altura H. $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$;

14. Calcula (a) Trabajo que hay que realizar para trasladar un cuerpo de 20 kg desde la superficie terrestre hasta una altura igual al radio de la Tierra ($M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg; $R_T = 6370$ km); (b) Velocidad a la que habría que lanzarlo para que alcanzara esa altura.

Sol.: $W_{ext} = -W_g = 6,28 \cdot 10^8$ J; 7926 m/s

15. Un satélite geostacionario en órbita circular alrededor del Ecuador terrestre, ¿qué radio de trayectoria, y aceleración tangencial posee? ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria en un semiperiodo? Calcula el campo gravitatorio y aceleración de la gravedad en cualquier punto de la órbita.

Sol.: 42300 km; $a_t = 0$; $W = 0$; 0,22 ms^{-2}

16. Suele decirse que la energía potencial gravitatoria de un cuerpo de masa 'm' situado a una altura 'h' viene dada por la expresión $U = mgh$. (a) ¿Es correcta esa afirmación? Explicación; (b) ¿En qué condiciones es válida esa expresión?

17. ¿Qué sucedería si lanzásemos un cohete desde la Tierra con una velocidad superior a la velocidad de escape? ¿Y si la velocidad de lanzamiento fuera menor? ¿Y si fuese exactamente igual?

18. Si con un cañón lo suficientemente potente lanzásemos hacia la Luna un proyectil, (a) ¿en qué punto de la trayectoria hacia la Luna la aceleración del proyectil sería nula? (b) ¿Qué velocidad mínima inicial debería poseer para llegar a ese punto y cómo se movería a partir de esa posición? ($R_T = 6400$ km; $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg; $R_L = 1600$ km; $M_L = 7 \cdot 10^{22}$ kg; $d_{TL} = 3,8 \cdot 10^8$ m)

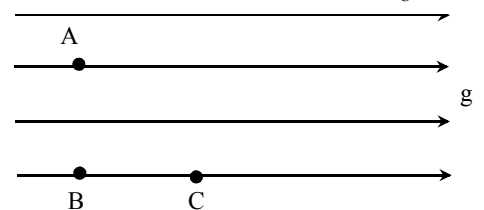
Sol.: 3,42 $\cdot 10^8$ m de la Tierra; 11,06 km/s

19. Si el cero de energía potencial gravitatoria de una partícula de masa 'm' se sitúa en la superficie de la Tierra, ¿cuál es el valor de la energía potencial de esa partícula en el infinito? ¿Puede ser negativo el trabajo realizado por una fuerza gravitatoria? ¿Puede ser negativa la energía potencial gravitatoria?

20. La masa de la Luna es 0,01 veces la masa de la Tierra y su radio es 0,25 veces el terrestre. Un objeto, cuyo peso en la Tierra es 800 N, cae desde una altura de 50 m sobre la superficie lunar. (a) Determinar la masa del cuerpo y su peso en la Luna; (b) Realiza un balance energético en el movimiento de caída y calcula la velocidad con que el cuerpo llega a la superficie.

Sol.: 80 kg; 128 N

21. En una región del espacio existe un campo gravitatorio uniforme de intensidad 'g' representado en la figura por sus líneas de fuerza. (a) Razonar el valor del trabajo que se realiza al mover una masa desde el punto A al punto B y desde el B al C; (b) Analiza las analogías y diferencias entre el campo representado y el gravitatorio terrestre. (Distancia $AB = BC = x$)



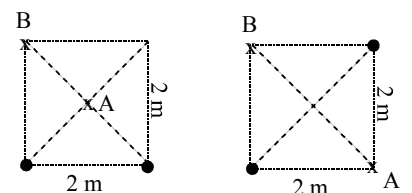
22. La Luna describe un movimiento circular alrededor de la Tierra con un periodo de 28 días. El radio medio de la Tierra es de 6400 km, y el valor de la aceleración de la gravedad en puntos próximos a la superficie terrestre es de 9,8 m/s^2 . Con esos datos exclusivamente, calculad: a) la distancia entre los centros de gravedad de la Tierra y la Luna, b) la energía mecánica, por unidad de masa, de la Luna

Sol.: 3.9 10^8 m; -5.14 10^5 J/kg.

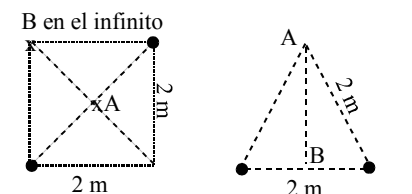
23. Un satélite artificial de 1,2 T se eleva a una distancia de 6500 km del centro de la Tierra y se le da un impulso mediante cohetes propulsores para que describa una órbita circular alrededor de la Tierra. ¿Qué velocidad deben comunicar los cohetes para que tenga lugar ese movimiento? ¿Cuánto vale el trabajo realizado para llevarlo desde la superficie de la Tierra hasta esa altura? Calculad directamente la energía potencial y la cinética en la órbita, comprobando la relación existente entre ambas. Calculad las variaciones de energía cinética y energía potencial entre el suelo y la órbita, comparad ambas (calculando su cociente) y comentad el por qué del resultado que se obtiene

Sol.: 7809.3 m/s; -1.6 10^9 J; 3.66 10^{10} J

24. Dadas las distribuciones de masas de la figura (todas de 10 kg), calcula para cada caso, el campo y el potencial gravitatorios en el punto A, así como el trabajo necesario para llevar la unidad de masa desde el punto A al B.



25. Dos satélites artificiales de masas 100 y 400 kg respectivamente describen la misma órbita circular a 1745 km de altura, pero en sentidos de rotación contrarios, por lo que acaban chocando frontal e inelásticamente. Calculad: a) La velocidad de los satélites antes del choque; b) La suma de la energía potencial de los satélites antes del choque; c) La suma de la energía cinética de los satélites antes del choque; d) La suma de la energía total de los satélites antes del choque; e) La velocidad del amasijo de hierros inmediatamente después del choque; f) La energía potencial del amasijo de hierros inmediatamente después del choque; g) La energía cinética del amasijo de hierros inmediatamente después del choque; h) La energía total del amasijo de hierros inmediatamente después del choque; i) Con la energía total calculada en el apartado (h) ¿el amasijo de hierros conseguirá alcanzar una nueva órbita estable o caerá a la Tierra? Demostradlo.



Sol.: 7000 m/s; -2.45 10^{10} J; 1.225 10^{10} J; -1.225 10^{10} J; 4200 m/s; -2.45 10^{10} J; 4.41 10^9 J; -2 10^{10} J