

# Problemas de Física propuestos en Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU)

## A.-INTERACCIÓN GRAVITATORIA

1. Dos satélites idénticos A y B describen órbitas circulares de diferente radio, siendo mayor el de A, alrededor de la Tierra. Conteste razonadamente: **a)** ¿Cuál de los dos tiene mayor energía cinética? **b)** Si los dos satélites estuvieran en la misma órbita y A tuviese menos masa que B, ¿cuál de los dos se movería con mayor velocidad? ¿cuál de ellos tendría más energía cinética?
2. Una fuerza conservativa actúa sobre una partícula y la desplaza, desde un punto 1 hasta un punto 2, realizando un trabajo de 50 J. Se pide: **a)** la variación de energía potencial de la partícula en ese desplazamiento. Si la energía potencial de la partícula es cero en el punto 1, ¿cuánto valdrá en el punto 2? **b)** Si la partícula, de 5 g, se mueve bajo la influencia exclusiva de esa fuerza, partiendo del reposo en el punto 1, ¿cuál será la velocidad al llegar al 2. ¿Cuál será la variación de su energía mecánica?
3. **a)** Explique la influencia que tienen 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)** Imagine 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? Distancia Tierra-Luna = 384000 km.
4. Analice las siguientes proposiciones, razonando si son verdaderas o falsas: **a)** El trabajo realizado por una fuerza sobre un cuerpo es igual a la variación de su energía cinética. **b)** La energía cinética necesaria para escapar de la Tierra depende de la elección del origen de energía potencial.
5. Razone las respuestas a las siguientes preguntas: **a)** 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 la partícula cuando ésta se encuentra a una distancia infinita de la Tierra? **b)** ¿Puede ser negativo el trabajo realizado por una fuerza gravitatoria?
6. Un cuerpo de 10 kg se lanza con una velocidad de 30 m/s por una superficie horizontal lisa hacia el extremo libre de un resorte horizontal, de constante elástica 200 N/m, fijo por el otro extremo. **a)** Analice las variaciones de energía que tiene lugar a partir de un instante anterior al impacto con el resorte y calcule la máxima compresión del resorte. **b)** Discuta en términos energéticos las modificaciones relativas al apartado **a)** si la superficie horizontal tuviera rozamiento.

7. Un satélite artificial de 1000 kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de 12800 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?  
 Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ ,  $R_T = 6400 \text{ km}$  y  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .
8. Comente las siguientes afirmaciones, razonando si son verdaderas o falsas: **a)** Existe una función energía potencial asociada a cualquier fuerza. **b)** El trabajo de una fuerza conservativa sobre una partícula que se desplaza entre dos puntos es menor cuando el desplazamiento se realiza a lo largo de la recta que los une.
9. **a)** Defina los términos “fuerza conservativa” y “energía potencial” y explique la relación entre ambos. **b)** Si sobre una partícula actúan tres fuerzas conservativas de distinta naturaleza, y una no conservativa, ¿cuántos términos de energía potencial hay en la ecuación de conservación de la energía mecánica de esa partícula?, ¿cómo aparecerá en dicha ecuación la contribución de la fuerza no conservativa? Razónelo.
10. Un satélite artificial en órbita geostacionaria es aquél que, al girar con la misma velocidad angular de rotación que 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.  
 Datos:  $G$ ,  $R_T$  y  $M_T$ .
11. 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?, ¿dependerá esa velocidad de la trayectoria seguida?
12. **a)** Enuncie la ley de gravitación universal y comente el significado físico de las magnitudes que intervienen en ella. **b)** Según la ley de la gravitación universal la fuerza que ejerce la Tierra sobre un cuerpo es proporcional a la masa de éste. ¿Por qué no caen más deprisa los cuerpos con mayor masa? **c)** Si la fuerza de la gravedad tuviera la siguiente expresión:  $F = k$ , donde  $k = \text{cte.}$ , ¿qué cuerpos caerían más rápido? ¿Y si  $F = \frac{kqq'}{r^2}$ ?
13. La nave espacial Apolo 11 orbitó alrededor de la Luna con un periodo 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.
14. 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?
15. Demuestre, razonadamente, las siguientes afirmaciones: **a)** a una órbita de radio  $R$  de un satélite le corresponde una velocidad orbital  $v$  característica. **b)** La masa  $M$  de un planeta puede calcularse a partir de la velocidad orbital  $v$  y del radio orbital  $R$  de uno de sus satélites.
  16. **a)** Explique el concepto de velocidad de escape y deduzca razonadamente su expresión. **b)** ¿Qué ocurriría en la realidad si lanzamos un cohete desde la superficie de la Tierra con una velocidad igual a la velocidad de escape?
  17. Un satélite artificial describe una órbita en torno 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.
  18. Sean A y B dos puntos de la órbita elíptica de un cometa alrededor del Sol, estando A más alejado del Sol que B. **a)** Haga un análisis energético del movimiento del cometa y compare los valores de las energías cinética y potencial en A y en B. **b)** ¿En cuál de los puntos A o B es mayor el módulo de la velocidad?
  19. 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?  
 Datos:  $G$ ,  $M_T$ ,  $M_L = 7,0 \cdot 10^{22}$  kg y  $d_{T-L} = 3,8 \cdot 10^8$  m.
  20. Se suele decir que la energía potencial gravitatoria de un cuerpo de masa  $m$  situado a una altura  $h$  viene dada por  $E_p = m \cdot g \cdot h$ . **a)** ¿es correcta esta afirmación? ¿por qué? **b)** ¿En qué condiciones es válida dicha fórmula?
  21. Un cuerpo se lanza hacia arriba por un plano inclinado de  $30^\circ$ , con una velocidad inicial de 10 m/s. **a)** Explique cualitativamente cómo varían las energías cinética potencial y mecánica del cuerpo durante la subida. **b)** ¿Cómo variaría la longitud recorrida si se duplica la velocidad inicial?, ¿y si se duplica el ángulo del plano?
  22. **a)** ¿Puede ser negativa la energía cinética de una partícula? ¿y la energía potencial? En caso afirmativo explique el significado físico. **b)** ¿Se cumple siempre que el aumento de energía cinética de una partícula es igual a la disminución de su energía potencial? Justifique la respuesta.
  23. 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. Dato:  $g_T = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

24. Haga un análisis crítico de cada una de las siguientes afirmaciones, definiendo los conceptos físicos relacionados con ellas y justificando su carácter de verdadera o falsa. **a)** La energía potencial de una partícula depende exclusivamente de su posición; su expresión viene dada por  $E_p = m \cdot g \cdot h$ . **b)** Siempre que una partícula se encuentre sometida a la acción de una fuerza, es posible expresar la variación de su energía en términos de la variación de energía potencial.
25. 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 doble; **ii)** si orbitase en torno a un planeta de masa la mitad y radio igual al de la Tierra. Datos:  $G$ ,  $M_T$  y  $R_T$ .
26. Dos partículas de masas  $m_1 = 2$  kg y  $m_2 = 5$  kg están situadas en los puntos  $P_1(0,2)$  y  $P_2(1,0)$  metros, respectivamente. **a)** Dibuje el campo gravitatorio producido por cada una de las masas en el punto  $O(0,0)$  y en el punto  $P(1,2)$  metros y calcule el campo total en el punto  $P$ . **b)** Calcule el trabajo necesario para desplazar una partícula de 0,1 kg desde el punto  $O$  al  $P$ .
27. Se desea colocar un satélite en una órbita circular, a una cierta altura sobre la Tierra. **a)** Explique las variaciones energéticas del satélite desde su lanzamiento hasta su situación orbital. **b)** ¿Influye la masa del satélite en su velocidad orbital?
28. 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?
29. Un bloque de 5 kg desliza sobre una superficie horizontal. Cuando su velocidad es de 5 m/s choca contra un resorte de masa despreciable y de constante elástica  $k = 2500$  N/m. El coeficiente de rozamiento bloque-superficie es 0,2. **a)** Haga un análisis energético del problema. **b)** Calcule la longitud que se comprime el resorte y la distancia que recorrerá el bloque cuando es nuevamente despedido por aquél, medida desde la posición de equilibrio del mismo. Dato:  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^2$ .
30. **a)** ¿Qué se entiende por fuerza conservativa? ¿Y por energía potencial? Indique algunos ejemplos de fuerzas conservativas y no conservativas. **b)** Puede un mismo cuerpo tener más de una forma de energía potencial? Razone la respuesta aportando algunos ejemplos.
31. Un trineo de 100 kg parte del reposo y desliza hacia abajo por la ladera de una colina de  $30^\circ$  de inclinación respecto a la horizontal. **a)** Haga un análisis energética del desplazamiento del trineo, suponiendo que no existe rozamiento y determine, para un desplazamiento de 20 m, la variación de sus energías cinética, potencial y mecánica, así como el trabajo realizado por el campo gravitatorio terrestre. **b)** Explique, sin necesidad de cálculos, cuáles de los resultados del apartado **a)** se modificarían y cuáles no, si existiera rozamiento.

- 32.** Una masa  $m$  se mueve en el campo gravitatorio producido por otra masa  $M$ . **a)** ¿Aumenta o disminuye su energía potencial cuando se acercan las dos partículas? **b)** Si inicialmente  $m$  estaba situada a una distancia  $r$  de  $M$  y se traslada hasta una distancia  $2r$ , explique las variaciones de sus energías cinética y potencial.
- 33.** Comente los siguientes enunciados, definiendo los conceptos físicos asociados y justificando su carácter de verdadero o falso: **a)** El campo gravitatorio es conservativo y por tanto existe un potencial asociado a él. **b)** El trabajo realizado por el campo gravitatorio sobre una partícula que se desplaza entre dos puntos es menor si lo hace a través de la recta que une dichos puntos, ya que es el camino más corto.
- 34.** **a)** ¿Qué trabajo se realiza al sostener un cuerpo durante un tiempo  $t$ . **b)** ¿Qué trabajo realiza la fuerza peso de un cuerpo si éste se desplaza una distancia  $d$  por una superficie horizontal? Razone las respuestas.
- 35.** Comente las siguientes afirmaciones: **a)** Un móvil mantiene constante su energía cinética mientras actúa sobre él: **i)** una fuerza; **ii)** varias fuerzas. **b)** Un móvil aumenta su energía potencial mientras actúa sobre él una fuerza.

### B1.-INTERACCIÓN ELECTROSTÁTICA

- 1.** Una carga puntual  $Q$  crea un campo electrostático. Al trasladar una carga  $q$  desde un punto A al infinito, se realiza un trabajo de 5 J. Si se traslada desde el infinito hasta otro punto C, el trabajo es de  $-10$  J. **a)** ¿Qué trabajo se realiza al llevar la carga desde el punto C al A? ¿En qué propiedad del campo electrostático se basa la respuesta? **b)** Si  $q = -2$  C, ¿cuánto vale el potencial en los puntos A y C, qué punto está más próximo a la carga  $Q$  y cuál es el signo de  $Q$ ? Justifica las respuestas.
- 2.** **a)** Determine razonadamente en qué punto (o puntos) del plano  $x$ - $y$  es nula la intensidad del campo eléctrico creado por dos cargas idénticas  $q_1 = q_2 = -4 \cdot 10^{-6}$  C, situadas en los puntos  $(-2,0)$  y  $(2,0)$  m, respectivamente. **b)** ¿Es también nulo el potencial en ese punto (o puntos)? Calcule, en cualquier caso, su valor.  
Dato:  $k_e = 9 \cdot 10^9$  N  $\cdot$  m<sup>2</sup>  $\cdot$  C<sup>-2</sup>.
- 3.** Dos cargas puntuales iguales están separadas por una distancia  $d$ . **a)** ¿Es nulo el campo eléctrico total en algún punto? Si es así, ¿cuál es la posición de dicho punto? **b)** Repetir el apartado **a)** considerando que las cargas fuesen opuestas.
- 4.** Dos cargas  $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$  C y  $q_2 = -4 \cdot 10^{-6}$  C están fijas en los puntos  $P_1(0,2)$  m y  $P_2(1,0)$  m, respectivamente. **a)** Dibuje el campo electrostático producido por cada una de las cargas en el punto  $O(0,0)$  m y en el punto  $P(1,2)$  m y calcule el campo total en el punto P. **b)** Calcule el trabajo necesario para desplazar una carga  $q = -3 \cdot 10^{-6}$  C desde el punto O hasta el punto P y explique el significado del signo de dicho trabajo. Dato:  $k = 9 \cdot 10^9$  N  $\cdot$  m<sup>2</sup>  $\cdot$  C<sup>-2</sup>.
- 5.** Una partícula de carga  $6 \cdot 10^{-6}$  C se encuentra en reposo en el punto  $(0,0)$ . Se aplica un campo exaltado uniforme de  $500$  N  $\cdot$  C<sup>-1</sup>, dirigido en el sentido positivo del eje  $OY$ . **a)** Describa la trayectoria seguida por la partícula hasta el instante en

que se encuentra en el punto A, situado a 2 m del origen. ¿Aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en dicho desplazamiento? ¿En qué se convierte dicha variación de energía? **b)** Calcule el trabajo realizado por el campo en el desplazamiento de la partícula y la diferencia de potencial entre el origen y el punto A.

6. **a)** Razone si la energía potencial electrostática de una carga  $q$  aumenta o disminuye al pasar del punto A al B, siendo el potencial en A mayor que en B. **b)** El punto A está más alejado que el B de la carga  $Q$  que crea el campo. Razone si la carga  $Q$  es positiva o negativa.
7. Conteste razonadamente a las siguientes preguntas: **a)** Puede ser nulo el campo eléctrico producido por dos cargas puntuales en un punto del segmento que las une? **b)** ¿Se puede determinar el campo eléctrico en un punto si conocemos el valor del potencial electrostático en ese punto?
8. Dos cargas puntuales,  $q_1 = 3 \cdot 10^{-6}$  C y  $q_2 = 12 \cdot 10^{-6}$  C, están situadas, respectivamente, en los puntos A y B de una recta horizontal, separados 20 cm. **a)** Razone cómo varía el campo electrostático entre los puntos A y B y represente gráficamente dicha variación en función de la distancia al punto A. **b)** ¿Existe algún punto de la recta que contiene a las cargas en el que el campo sea cero? En caso afirmativo, calcule su posición. Dato:  $k = 9 \cdot 10^9$  N  $\cdot$  m<sup>2</sup>  $\cdot$  C<sup>-2</sup>.
9. Dos cargas puntuales iguales, de  $-1,2 \cdot 10^{-6}$  C cada una, están situadas en los puntos A(0,8) m y B(6,0) m. Una tercera carga, de  $-1,5 \cdot 10^{-6}$  C, se sitúa en el punto P(3,4) m. **a)** Represente en un esquema las fuerzas que se ejercen entre las cargas y calcule la resultante sobre la tercera carga. **b)** Calcule la energía potencial de dicha carga.
10. Dos cargas puntuales iguales, de  $-5 \cdot 10^{-8}$  C, están fijas en los puntos (0,0) m y (5,0) m. Calcule: **a)** El campo eléctrico (módulo, dirección y sentido) en el punto (10,0) m. **b)** La velocidad con que llega al punto (8,0) m una partícula de carga  $8 \cdot 10^{-9}$  C y masa  $5 \cdot 10^{-3}$  g que se abandona libremente en el punto (10,0) m.
11. En una región del espacio el potencial electrostático aumenta en el sentido positivo del eje  $z$  y no cambia en las direcciones de los otros dos ejes. **a)** Dibuje en un esquema las líneas del campo electrostático y las superficies equipotenciales. **b)** ¿En qué dirección y sentido se moverá un electrón, inicialmente en reposo?
12. En las proximidades de la superficie terrestre se aplica un campo eléctrico uniforme. Se observa que al soltar una partícula de 2 g cargada con  $5 \cdot 10^{-5}$  C permanece en reposo. **a)** Determine razonadamente las características del campo eléctrico (módulo, dirección y sentido). **b)** Explique que ocurriría si la carga fuera: **i)**  $10 \cdot 10^{-5}$  C. **ii)**  $-5 \cdot 10^{-5}$  C.
13. Dos cargas puntuales,  $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$  C y  $q_2 = 8 \cdot 10^{-6}$  C, están situadas en los puntos (-1,0) m y (2,0) m, respectivamente. **a)** Determine en qué punto del segmento que une las dos cargas es nulo el campo y/o el potencial electrostático. ¿Y si fuera  $q_1 = -2 \cdot 10^{-6}$  C? **b)** Explique, sin necesidad de hacer cálculos, si aumenta

o disminuye la energía electrostática cuando se traslada otra carga,  $Q$ , desde el punto  $(0,20)$  m hasta el  $(0,10)$  m.

14. El campo eléctrico en un punto P, creado por una carga  $q$  situada en el origen, es de  $2000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$  y el potencial eléctrico en P es de  $6000 \text{ V}$ . **a)** Determine el valor de  $q$  y la distancia del punto P al origen. **b)** Calcule el trabajo realizado al desplazar otra carga  $Q = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  desde el punto  $(3, 0)$  m al punto  $(0, 3)$  m. Explique por qué no hay que especificar la trayectoria seguida. Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .
15. Dos cargas  $q_1 = -2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  y  $q_2 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  están fijas en los puntos  $x_1 = -0,3$  m y  $x_2 = 0,3$  m del eje  $OX$ , respectivamente. **a)** Dibuje las fuerzas que actúan sobre cada carga y determine su valor. **b)** Calcule el valor de la energía potencial del sistema formado por las dos cargas y haga una representación aproximada de la energía potencial del sistema en función de la distancia entre las cargas. Dato:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .
16. Dos partículas de  $10 \text{ g}$  se encuentran suspendidas por dos hilos de  $30 \text{ cm}$  desde un mismo punto. Si se les suministra a ambas partículas la misma carga, se separan de modo que los hilos forman entre sí un ángulo de  $60^\circ$ . **a)** Dibuje en un diagrama las fuerzas que actúan sobre las partículas y analice la energía del sistema en esa situación. **b)** Calcule el valor de la carga que se suministra a cada partícula.
17. Dos cargas eléctricas puntuales, positivas e iguales están situadas en los puntos A y B de una recta horizontal. Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones: **a)** ¿Puede ser nulo el potencial en algún punto del espacio? ¿Y el campo eléctrico? **b)** Si separamos las cargas a una distancia doble de la inicial, ¿se reduce a la mitad la energía potencial del sistema?
18. Dos partículas con cargas positivas iguales de  $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  ocupan dos vértices consecutivos de un cuadrado de  $1 \text{ m}$  de lado. **a)** Calcule el potencial electrostático creado por ambas cargas en el centro del cuadrado. ¿Se modificaría el resultado si las cargas fueran de signos opuestos? **b)** Calcule el trabajo necesario para trasladar una carga de  $5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  desde uno de los dos vértices restantes hasta el centro del cuadrado. ¿Depende este resultado de la trayectoria seguida por la carga? Dato:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .

## B2.-INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA. MAGNETISMO

1. Un protón se mueve en el sentido positivo del eje  $OY$  en una región donde existe un campo eléctrico de  $3 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$  en el sentido positivo del eje  $OZ$  y un campo magnético de  $0,6 \text{ T}$  en el sentido positivo del eje  $OX$ . **a)** Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre la partícula y razone en qué condiciones la partícula no se desvía. **b)** Si un electrón se moviera en el sentido positivo del eje  $OY$  con una velocidad de  $10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ¿sería desviado? Explíquelo.
2. Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones: **a)** ¿Es posible que una carga eléctrica se mueva en un campo magnético uniforme sin que actúe ninguna fuerza sobre ella? **b)** ¿Es posible que una carga eléctrica se mueva en un campo magnético uniforme sin que varíe su energía cinética?

3. Un electrón penetra con velocidad  $v$  en una zona del espacio en la que coexisten un campo eléctrico  $E$  y un campo magnético  $B$ , uniformes, perpendiculares entre sí y perpendiculares a  $v$ . **a)** Dibuje las fuerzas que actúan sobre el electrón y escriba las expresiones de dichas fuerzas. **b)** Represente en un esquema las direcciones y sentidos de los campos para que la fuerza resultante sea nula. Razone la respuesta.
4. Por dos conductores rectilíneos paralelos circulan corrientes de igual intensidad y sentido. **a)** Indique la dirección y sentido de las fuerzas que se ejercen los conductores entre sí. ¿Depende esta fuerza de la corriente que circula por ellos? **b)** Represente gráficamente la situación en la que la fuerza es repulsiva.
5. Una partícula cargada penetra en un campo eléctrico uniforme con una velocidad perpendicular al campo. **a)** Describa la trayectoria seguida por la partícula y explique cómo cambia su energía. **b)** Repita el apartado anterior si en vez de un campo eléctrico se tratara de un campo magnético.
6. Dos conductores rectilíneos, verticales y paralelos, A a la izquierda y B a la derecha, distan entre sí 10 cm. Por A circula una corriente de 10 A hacia arriba. **a)** Calcule la corriente que debe circular por B, para que el campo magnético en un punto situado a 4 cm a la izquierda de A sea nulo. **b)** Explique con ayuda de un esquema si puede ser nulo el campo magnético en un punto intermedio entre los dos conductores.  
Dato:  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ .
7. Un protón, que se encuentra inicialmente en reposo, se acelera por medio de una diferencia de potencial de 6000 V. Posteriormente, penetra en una región del espacio donde existe un campo magnético de 0,5 T, perpendicular a su velocidad. **a)** Calcule la velocidad del protón al entrar en el campo magnético y el radio de su trayectoria posterior. **b)** ¿Cómo se modificarían los resultados del apartado **a)** si se tratara de una partícula alfa, cuya masa es aproximadamente cuatro veces la del protón y cuya carga es dos veces la del mismo?  
Datos:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  y  $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .
8. En una región del espacio existe un campo magnético uniforme en el sentido negativo del eje  $z$ . Indique, con la ayuda de un esquema, la dirección y sentido de la fuerza magnética en los siguientes casos: **a)** una partícula  $\beta$  que se mueve en el sentido positivo del eje  $x$ ; **b)** una partícula  $\alpha$  que se mueve en el sentido positivo del eje  $z$ .
9. Justifique razonadamente, con la ayuda de un esquema, qué tipo de movimiento efectúan un protón y un neutrón, si penetran con una velocidad  $v_0$  en: **a)** Una región en la que existe un campo eléctrico uniforme de la misma dirección y sentido contrario que la velocidad  $v_0$ . **b)** Una región en la que existe un campo magnético uniforme perpendicular a la velocidad  $v_0$ .
10. Dos conductores rectilíneos e indefinidos, paralelos, por los que circulan corrientes de igual intensidad,  $I$ , están separados una distancia de 0,1 m y se repelen con una fuerza por unidad de longitud de  $6 \cdot 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ . **a)** Explique cualitativamente, con la ayuda de un esquema en el que dibuje el campo y la fuerza que actúa sobre cada conductor, el sentido de la corriente en cada uno de ellos. **b)** Calcule el valor

de la intensidad de corriente que circula por cada conductor.

Dato:  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$ .

11. **a)** Fuerza magnética sobre una carga en movimiento; ley de Lorentz. **b)** Una partícula cargada se mueve en línea recta. ¿Podría afirmarse que el campo magnético en esa región es nulo? Razona la respuesta.
12. Un protón penetra en un campo magnético, con velocidad perpendicular al campo, y describe una trayectoria circular con un periodo de  $10^{-5}$  s. **a)** Dibuje en un esquema el campo magnético, la fuerza que actúa sobre el protón y su velocidad en un punto de la trayectoria. **b)** Calcule el valor del campo magnético. Si el radio de la trayectoria que describe es de 5 cm, ¿cuál es la velocidad de la partícula?  
Datos:  $m_p$  y  $e$ .
13. Un protón penetra en un campo eléctrico uniforme de  $200 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ , con una velocidad de 106 m/s perpendicular a dicho campo. **a)** Explique, con ayuda de un esquema, las características del campo magnético que habría que aplicar, superpuesto al eléctrico, para que no se modifique la dirección y sentido de la velocidad inicial del protón. **b)** Calcule el valor de dicho campo magnético. ¿Se modificaría el resultado si en vez de un protón penetrase, en las mismas condiciones, un electrón?  
Dato:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
14. **a)** Explique razonadamente la acción de un campo magnético sobre un conductor rectilíneo, perpendicular al campo, por el que circula una corriente eléctrica y dibuje en un esquema la dirección y sentido de todas las magnitudes vectoriales que intervienen. **b)** Explique qué modificaciones se producirían, respecto del apartado anterior, en los casos siguientes: **i)** si el conductor forma un ángulo de  $45^\circ$  con el campo; **ii)** si el conductor es paralelo al campo.
15. **a)** La fuerza que actúa sobre una partícula cargada que se mueve en un campo magnético no realiza trabajo. ¿Por qué? **b)** Un alambre recto muy largo transporta una corriente de intensidad  $I$ . Un protón se mueve con velocidad  $v$  perpendicular al alambre y se encuentra en un instante a una distancia  $r$  del alambre. Dibuje en un esquema la dirección y sentido del campo magnético y de la fuerza que actúa sobre el protón.
16. Un alambre muy largo, recto y horizontal que conduce una corriente de 16 A en la dirección Oeste–Este, se encuentra en un lugar en el que el campo magnético terrestre está dirigido en la dirección Norte y tiene una intensidad de  $4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ . **a)** Halle la fuerza que ejerce el campo magnético sobre cada metro de alambre. **b)** Si la masa de un metro de alambre es de 50 g, calcule el valor de la intensidad de la corriente que debe recorrer dicho conductor para que no caiga por efecto de la gravedad. Datos:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
17. Para caracterizar el campo magnético uniforme que existe en una región, se utiliza un haz de protones con una velocidad de  $5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ . Si se lanza el haz en la dirección del eje  $x$ , la trayectoria de los protones es rectilínea, pero si se lanza en el sentido positivo del eje  $z$ , actúa sobre los protones una fuerza de  $10^{-14} \text{ N}$  dirigida en el sentido positivo del eje  $y$ . **a)** Determine, razonadamente, el campo magnético

(módulo, dirección y sentido). **b)** Describa, sin necesidad de hacer cálculos, cómo se modificaría la fuerza magnética y la trayectoria de las partículas si en lugar de protones se lanzaran electrones con la misma velocidad. Dato:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

- 18.** Dos partículas, de masas  $m_1$  y  $m_2$  e igual carga, penetran con velocidades  $v_1$  y  $v_2 = 2v_1$  en dirección perpendicular a un campo magnético. **a)** Si  $m_2 = 2m_1$ , ¿cuál de las dos trayectorias tendrá mayor radio? **b)** Si  $m_1 = m_2$ , ¿en qué relación estarán sus periodos de revolución? Razone las respuestas.
- 19.** Un electrón, un protón y un átomo de helio penetran en una zona del espacio en la que existe un campo magnético uniforme en dirección perpendicular a la velocidad de las partículas. **a)** Dibuje la trayectoria que seguirá cada una de las partículas e indique sobre cuál de ellas se ejerce una fuerza mayor. **b)** Compare las aceleraciones de las tres partículas. ¿Cómo varía su energía cinética? Datos:  $m_e$ ,  $m_p$  y  $m_{He}$ .
- 20.** Conteste razonadamente a las siguientes preguntas: **a)** ¿Se conserva la energía mecánica de una partícula cargada que se mueve en el seno de un campo magnético uniforme? **b)** ¿Es conservativa la fuerza que ejerce dicho campo sobre la carga?

## INDUCCIÓN

- 21.** **a)** Escriba la expresión de la fuerza electromotriz inducida en una espira bajo la acción de un campo magnético y explique el origen y las características de dicha fuerza electromotriz. **b)** Si la espira se encuentra en reposo, en un plano horizontal, y el campo magnético es vertical y hacia arriba, indique en un esquema el sentido de la corriente que circula por la espira: **i)** si aumenta la intensidad del campo magnético; **ii)** si disminuye dicha intensidad.
- 22.** Una espira cuadrada de 2 m de lado está situada perpendicularmente a un campo magnético uniforme de 0,5 T. **a)** Explique razonadamente si, en estas circunstancias, se induce corriente eléctrica en la espira. **b)** Determine la fuerza electromotriz media inducida en la espira si, en 0,1 s, gira  $90^\circ$  en torno a un eje perpendicular al campo.
- 23.** Una espira atraviesa una región del espacio en la que existe un campo magnético uniforme, vertical y hacia arriba. La espira se mueve en un plano horizontal. **a)** Explique si circula corriente o no por la espira cuando: **i)** está penetrando en la región del campo; **ii)** mientras se mueve en dicha región; **iii)** cuando está saliendo. **b)** Indique el sentido de la corriente, en los casos en que exista, mediante un esquema.
- 24.** Una espira cuadrada de 5 cm de lado se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme, de dirección normal al plano de la espira y de intensidad variable con el tiempo:  $B = 2t^2$  T. **a)** Deduzca la expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo. **b)** Represente gráficamente la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo y calcule su valor para  $t = 4$  s.
- 25.** Una espira circular de 10 cm de diámetro, inmóvil, está situada en una región en la que existe un campo magnético, perpendicular a su plano, cuya intensidad varía

- de 0,5 a 0,2 T en 0,1 s. **a)** Dibuje en un esquema la espira, el campo y el sentido de la corriente inducida, razonando la respuesta. **b)** Calcule la fuerza electromotriz media inducida y razone cómo cambiaría dicha fuerza electromotriz si la intensidad del campo aumentase en lugar de disminuir.
- 26.** Una espira de 20 cm<sup>2</sup> se sitúa en un plano perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,2 T. **a)** Calcule el flujo magnético a través de la espira y explique cómo variaría el valor del flujo al girar la espira un ángulo de 60°. **b)** Si el tiempo invertido en el giro es de  $2 \cdot 10^{-3}$  s, ¿cuánto vale la fuerza electromotriz media inducida en la espira? Explique qué habría ocurrido si la espira se hubiese girado en sentido contrario.
- 27.** Comente razonadamente a las siguientes cuestiones: **a)** ¿Puede moverse una carga bajo la acción de un campo magnético sin experimentar fuerza magnética? **b)** ¿Puede ser nulo el flujo magnético a través de una espira colocada en una región en la que existe un campo magnético?
- 28.** Una espira cuadrada de 10 cm de lado, inicialmente horizontal, gira a 1200 revoluciones por minuto, en torno a uno de sus lados, en un campo magnético uniforme de 0,2 T, de dirección vertical. **a)** Calcule el valor máximo de la fuerza electromotriz inducida en la espira y represente, en función del tiempo, el flujo magnético a través de la espira y la fuerza electromotriz inducida. **b)** ¿Cómo se modificaría la fem inducida en la espira si se redujera la velocidad de rotación a la mitad? ¿Y si se invirtiera el sentido del campo magnético?
- 29.** Una barra de cobre de 100 g y 20 cm de longitud se halla sobre una mesa horizontal de material aislante. El coeficiente de rozamiento entre la mesa y la barra es 0,2. **a)** Si se hace pasar por la barra una corriente de 10 A, ¿cuál es el campo magnético mínimo que se ha de aplicar verticalmente para que deslice la barra? **b)** Si la barra se moviese sobre la mesa con una velocidad de  $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ¿qué diferencia de potencial se induciría en ella suponiendo aplicado el campo magnético anterior?  
Dato:  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- 30.** Razone si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones: **a)** La fuerza electromotriz inducida en una espira es proporcional al flujo magnético que la atraviesa, **b)** un transformador eléctrico no puede utilizarse con corriente continua.
- 31.** **a)** Explique el funcionamiento de un transformador eléctrico. **b)** Comente las ventajas de la corriente alterna frente a la corriente continua.

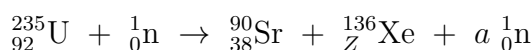
### C.-INTERACCIÓN NUCLEAR

- 1.** **a)** Calcule la energía de enlace de los núcleos  ${}^3\text{H}$  y  ${}^3\text{He}$ . **b)** ¿Qué conclusión, acerca de la estabilidad de dichos núcleos, deduciría de los resultados del apartado a)?  
Datos:  $m({}^3\text{He}) = 3,016029 \text{ u}$ ,  $m({}^3\text{H}) = 3,016049 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,007825 \text{ u}$ ,  
 $m_n = 1,008665 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  y  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

2. **a)** La masa de un núcleo atómico no coincide con la suma de las masas de las partículas que lo constituyen. ¿Es mayor o menor? ¿Cómo justifica esa diferencia? **b)** ¿Qué se entiende por estabilidad nuclear? Explique, cualitativamente, la dependencia de la estabilidad nuclear con el número másico.
3. **a)** Justifique cuantitativamente cuál de los núclidos  $^{16}_8\text{O}$  y  $^{218}_{84}\text{Po}$  es más estable. **b)** En la desintegración del  $^{218}_{84}\text{Po}$  se emiten una partícula alfa y dos partículas beta, obteniéndose un nuevo núcleo. Indique las características de dicho núcleo resultante. ¿Qué relación existe entre el núcleo inicial y el final?  
 Datos:  $m(^{16}\text{O}) = 15,994915 \text{ u}$ ,  $m(^{218}\text{Po}) = 218,009007 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,007825 \text{ u}$  y  $m_n = 1,008665 \text{ u}$ .
4. **a)** ¿Cuál es la interacción responsable de la estabilidad del núcleo? Compárela con la interacción electromagnética. **b)** Comente las características de la interacción nuclear fuerte.
5. El periodo de semidesintegración de un nucleido radiactivo, de masa atómica 200 u, que emite partículas  $\beta$  es de 50 s. Una muestra, cuya masa inicial era de 50 g, contiene en la actualidad 30 g del nucleido original. **a)** Indique las diferencias entre el nucleido original y el resultante y represente gráficamente la variación con el tiempo de la masa de nucleido original. **b)** Calcule la antigüedad de la muestra y su actividad actual. Dato:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
6. Una muestra de isótopo radiactivo recién obtenida tiene una actividad de  $84 \text{ s}^{-1}$  y, al cabo de 30 días, su actividad es de  $6 \text{ s}^{-1}$ . **a)** Explique si los datos anteriores dependen del tamaño de la muestra. **b)** Calcule la constante de desintegración y la fracción de núcleos que se han desintegrado después de 11 días.
7. Escriba la ley de desintegración de una muestra radiactiva y explique el significado físico de las variables y parámetros que aparecen en ella. **b)** Supuesto que pudiéramos aislar un átomo de la muestra anterior discuta, en función del parámetro apropiado, si cabe esperar que su núcleo se desintegre pronto, tarde o nunca.
8. En la bomba de hidrógeno se produce una reacción termonuclear en la que se forma helio a partir de deuterio y de tritio. **a)** Escriba la reacción nuclear. **b)** Calcule la energía liberada en la formación de un átomo de helio y la energía de enlace por nucleón del helio. Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $m_{^4_2\text{He}} = 4,0026 \text{ u}$ ,  $m_{^3_1\text{H}} = 3,0170 \text{ u}$ ,  $m_{^2_1\text{H}} = 2,0141 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,0078 \text{ u}$ ,  $m_n = 1,0086 \text{ u}$  y  $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .
9. La actividad del  $^{14}\text{C}$  ( $T_{1/2} = 5700$  años) de un resto arqueológico es de 120 desintegraciones por segundo. La misma masa de una muestra actual de idéntica composición posee una actividad de 360 desintegraciones por segundo. **a)** Explique a qué se debe dicha diferencia y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica. **b)** ¿Cuántos átomos de  $^{14}\text{C}$  tiene la muestra arqueológica en la actualidad? ¿Tienen ambas muestras el mismo número de átomos de carbono?
10. El  $^{14}_6\text{C}$  se desintegra dando  $^{14}_7\text{N}$  y emitiendo una partícula beta. El periodo de semidesintegración del  $^{14}\text{C}$  es de 5376 años. **a)** Escriba la ecuación del proceso de desintegración. **b)** Si la actividad debida al  $^{14}\text{C}$  de los tejidos encontrados en una

tumba es del 40 % de la que presentan los tejidos similares actuales, ¿cuál es la edad de aquellos?

11. **a)** Algunos átomos de nitrógeno  $^{14}_7\text{N}$  atmosférico chocan con un neutrón y se transforman en carbono  $^{14}_6\text{C}$  que, por emisión  $\beta$ , se convierte de nuevo en nitrógeno. Escriba las correspondientes reacciones nucleares. **b)** Los restos de animales recientes contienen mayor proporción de  $^{14}_6\text{C}$  que los restos de animales antiguos. ¿A qué se debe este hecho y qué aplicación tiene?
12. En una reacción nuclear se produce un defecto de masa de 0,2148 u por cada núcleo de  $^{235}\text{U}$  fisionado. **a)** Calcule la energía liberada en la fisión de 23,5 g de  $^{235}\text{U}$ . **b)** Si se producen 1020 reacciones idénticas por minuto, ¿cuál será la potencia disponible?  
 Datos:  $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  y  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
13. El  $^{226}_{88}\text{Ra}$  se desintegra radiactivamente para dar  $^{222}_{86}\text{Rn}$ . **a)** Indique el tipo de emisión radiactiva y escriba la ecuación de dicha reacción nuclear. **b)** Calcule la energía liberada en el proceso.  
 Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $m_{(^{226}_{88}\text{Ra})} = 226,0960 \text{ u}$ ,  $m_{(^{222}_{86}\text{Rn})} = 222,0869 \text{ u}$ ,  $m_{(^4_2\text{He})} = 4,00387 \text{ u}$ , y  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .
14. **a)** Describa el origen y las características de los procesos de emisión radiactiva alfa, beta y gamma. **b)** Indique el significado de las siguientes magnitudes: periodo de semidesintegración, constante radiactiva y vida media.
15. El  $^{12}_5\text{B}$  se desintegra radiactivamente en dos etapas: en la primera, el núcleo resultante es  $^{12}_6\text{C}^*$  (donde \* indica un estado excitado) y en la segunda, el  $^{12}_6\text{C}^*$  se desexcita, dando  $^{12}_6\text{C}$ . **a)** Escriba los procesos de cada etapa, determinando razonadamente el tipo de radiación emitida en cada caso. **b)** Calcule la frecuencia de la radiación emitida en la segunda etapa si la diferencia de energía entre los estados energéticos del isótopo carbono es de 4,4 MeV.  
 Datos:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$  y  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
16. **a)** Explique el proceso de desintegración radiactiva con ayuda de una gráfica aproximada en la que represente el número de núcleos sin transformar en función del tiempo. ¿Qué se entiende por periodo de semidesintegración? **b)** Indique qué es la actividad de una muestra. ¿De qué depende?
17. Dada la reacción nuclear de fisión:

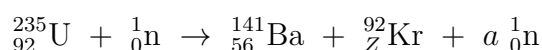


- a)** Halle razonadamente el número de neutrones emitidos,  $a$  y el valor de  $Z$ .  
**b)** ¿Qué energía se desprende en la fisión de 1 g de  $^{235}_{92}\text{U}$ ?  
 Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $m_{(^{235}_{92}\text{U})} = 235,043944 \text{ u}$ ,  $m_{(^{90}_{38}\text{Sr})} = 89,907167 \text{ u}$ ,  $m_{(^{136}_{\text{Xe}})} = 135,907294 \text{ u}$ ,  $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  y  $N_A$ .

18. En un proceso de desintegración el núcleo radiactivo emite una partícula alfa. La constante de desintegración de dicho proceso es de  $2 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$ . **a)** Explique cómo

cambian las características del núcleo inicial y escriba la ley que expresa el número de núcleos sin transformar en función del tiempo. **b)** Si inicialmente había tres moles de dicha sustancia radiactiva, ¿cuántas partículas alfa se han emitido al cabo de 925 años? ¿Cuántos moles de He se han formado después de dicho tiempo?

- 19.** El  $^{131}\text{I}$  es un isótopo radiactivo que se utiliza en medicina para el tratamiento del hipertiroidismo, ya que se concentra en la glándula tiroides. Su periodo de semidesintegración es de 8 días. **a)** Explique cómo ha cambiado una muestra de 20 mg de  $^{131}\text{I}$  tras estar almacenada en un hospital durante 48 días. **b)** ¿Cuál es la actividad de un microgramo de  $^{131}\text{I}$ ? Dato:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
- 20.** **a)** Enumere las interacciones fundamentales en la naturaleza y explique las características de cada una. **b)** ¿Cómo es posible la estabilidad de los núcleos a pesar de la fuerte repulsión eléctrica entre sus protones?
- 21.** El núcleo  $^{32}_{15}\text{P}$  se desintegra emitiendo una partícula beta. **a)** Escriba la reacción de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante. **b)** Si el electrón se emite con una energía cinética de 1,7 MeV, calcule la masa del núcleo resultante.  
Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ u}$ ,  
 $m(^{32}_{15}\text{P}) = 31,973908 \text{ u}$  y  $1 \text{ u} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .
- 22.** **a)** Explique el origen de la energía liberada en una reacción nuclear. ¿Qué se entiende por defecto de masa? **b)** ¿Qué magnitudes se conservan en las reacciones nucleares?
- 23.** **a)** ¿Por qué en dos fenómenos tan diferentes como la fusión y la fisión nucleares, se libera una gran cantidad de energía? **b)** ¿Qué ventajas e inconvenientes presenta la obtención de energía por fusión nuclear frente a la obtenida por fisión?
- 24.** Una de las reacciones de fisión posibles del  $^{235}_{92}\text{U}$  es la formación de  $^{94}_{38}\text{Sr}$  y  $^{140}_{54}\text{Xe}$ , liberándose 2 neutrones. **a)** Formule la reacción y haga un análisis cualitativo del balance de masa. **b)** Calcule la energía liberada por 20 g de uranio.  
Datos:  $m(^{235}\text{U}) = 234,9943 \text{ u}$ ,  $m(^{94}\text{Sr}) = 93,9754 \text{ u}$ ,  $m(^{140}\text{Xe}) = 139,9196 \text{ u}$ ,  
 $m_n = 1,0086 \text{ u}$  y  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
- 25.** Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: **a)** Una vez transcurridos dos periodos de semidesintegración, todos los núcleos de una muestra radiactiva se han desintegrado. **b)** La actividad de una muestra radiactiva es independiente del tiempo.
- 26.** En un reactor tiene lugar la reacción:



- a)** Calcule el número atómico,  $Z$ , del Kr, y el número de neutrones,  $a$ , emitidos en la reacción. **b)** ¿Qué masa de  $^{235}\text{U}$  se consume por hora en una central nuclear de 800 MW, sabiendo que la energía liberada en la fisión de un átomo de  $^{235}\text{U}$  es 200 MeV?

### D.-VIBRACIONES Y ONDAS

- Una partícula de 0,5 kg, que describe un movimiento armónico simple de frecuencia  $5/\pi$  Hz, tiene inicialmente una energía cinética de 0,2 J y una energía potencial de 0,8 J. **a)** Calcule la posición y velocidad iniciales, así como la amplitud de la oscilación y la velocidad máxima. **b)** Haga un análisis de las transformaciones de energía que tienen lugar en un ciclo completo. ¿Cuál sería el desplazamiento en el instante en que las energías cinética y potencial son iguales?
- Un resorte vertical se alarga 2 cm cuando se cuelga de su extremo inferior un cuerpo de 10 kg. Se desplaza dicho cuerpo hacia abajo y se suelta, de forma que el sistema comienza a oscilar con una amplitud de 3 cm. **a)** Calcule la constante recuperadora del resorte y el periodo del movimiento. **b)** Haga un análisis de las transformaciones energéticas que tienen lugar en una oscilación completa y calcule el valor de las energías cinética y potencial elástica cuando el desplazamiento es de 1,3 cm.
- a)** Un cuerpo de masa  $m$ , unido a un resorte horizontal de masa despreciable, oscila con un movimiento armónico simple. Si su energía mecánica es  $E$ , analice las variaciones de energía cinética y potencial durante una oscilación completa. **b)** Si el cuerpo se sustituye por otro de masa  $m/2$ , ¿qué le ocurre al periodo de oscilación? Razone la respuesta.
- a)** Explique las variaciones energéticas que se dan en un oscilador armónico durante una oscilación. ¿Se conserva la energía del oscilador? Razone la respuesta. **b)** Si se duplica la energía mecánica de un oscilador armónico, ¿cómo varía la amplitud y la frecuencia de las oscilaciones? Razone la respuesta.
- Un objeto de 0,2 kg, unido al extremo de un resorte, efectúa oscilaciones armónicas de  $0,1\pi$  s de período y su energía cinética máxima es de 0,5 J. **a)** Escriba la ecuación de movimiento del objeto y determine la constante elástica del resorte. **b)** Explique cómo cambiarían las características del movimiento si: **i)** se sustituye el resorte por otro de constante elástica doble; **ii)** se sustituye el objeto por otro de masa doble.
- Indique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, razonando las respuestas: **a)** Si la aceleración de una partícula es proporcional a su desplazamiento respecto de un punto y de sentido opuesto, el movimiento de la partícula es armónico simple. **b)** En un movimiento armónico simple la amplitud y la frecuencia aumentan si aumenta la energía.
- Dos fenómenos físicos vienen descritos por las expresiones  $y = A \operatorname{sen}(bt)$  e  $y = A \operatorname{sen}(bt - cx)$ , en las que  $x$  e  $y$  son coordenadas espaciales y  $t$  el tiempo. **a)** Explique de qué tipo de fenómeno físico se trata en cada caso e identifique los parámetros que aparecen en dichas expresiones, indicando sus respectivas unidades. **b)** ¿Qué diferencia señalaría respecto de la periodicidad de ambos fenómenos?
- Considere la ecuación de onda  $y(x, t) = A \operatorname{sen}(bt - cx)$ . **a)** ¿Qué representan los coeficientes  $A$ ,  $b$  y  $c$ ? ¿Cuáles son sus unidades? **b)** ¿Qué cambios supondría que la función fuera coseno en lugar de seno? ¿Y que el signo dentro del paréntesis fuera  $+$  y no  $-$ ?

9. El periodo de una onda que se propaga a lo largo del eje  $x$  es de  $3 \cdot 10^{-3}$  s y la distancia entre los dos puntos más próximos cuya diferencia de fase es  $\pi/2$  radianes es de 20 cm. **a)** Calcule la longitud de onda y la velocidad de propagación. **b)** Si el periodo se duplicase, ¿qué le ocurriría a las magnitudes del apartado anterior?
10. La ecuación de una onda transversal que se propaga por una cuerda es  $y(x, t) = 0,06 \cos 2\pi(4t - 2x)$ , (SI). **a)** Calcule la diferencia de fase entre los estados de vibración de una partícula de la cuerda en los instantes  $t = 0$  y  $t = 0,5$  s. **b)** Haga una representación gráfica aproximada de la forma que adopta la cuerda en los instantes anteriores.
11. Una onda estacionaria tiene por ecuación  $y(x, t) = 10 \cos(\frac{\pi}{6}x) \sin(10\pi t)$ , (SI). **a)** Calcule las características de las ondas cuya superposición da lugar a la onda dada. **b)** ¿Cuál sería la velocidad de la partícula situada en la posición  $x = 3$  m? Comente el resultado.
12. La ecuación de una onda es  $y(x, t) = 4 \sin(6t - 2x + \pi/6)$ , (SI). **a)** Explique las características de la onda y determine la elongación y la velocidad, en el instante inicial, en el origen de coordenadas. **b)** Calcule la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda, así como la diferencia de fase entre dos puntos separados 5 m en un mismo instante.
13. La ecuación de una onda en una cuerda es  $y(x, t) = 0,2 \sin(6\pi x) \cos(20\pi t)$ , (SI). **a)** Explique las características de la onda y calcule su periodo, longitud de onda y velocidad de propagación. **b)** Determine la distancia entre dos puntos consecutivos con amplitud cero e indique el nombre y las características de dichos puntos.
14. Se hace vibrar una cuerda de guitarra de 0,4 m de longitud, sujeta por los dos extremos. **a)** Calcule la frecuencia fundamental de vibración, suponiendo que la velocidad de propagación de la onda en la cuerda es de  $352 \text{ m s}^{-1}$ . **b)** Explique por qué, si se acorta la longitud de una cuerda en una guitarra, el sonido resulta más agudo.

## E.-LA LUZ Y LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

1. **a)** Explique los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. **b)** El índice de refracción del agua respecto del aire es  $n > 1$ . Razone cuáles de las siguientes magnitudes cambian, y cómo, al pasar un haz de luz del aire al agua: frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.
2. Un rayo de luz amarilla, emitida por una lámpara de sodio, tiene una longitud de onda en el vacío de  $580 \cdot 10^{-9}$  m. **a)** Determine la velocidad de propagación y la longitud de onda de dicha luz en el interior de una fibra de cuarzo, cuyo índice de refracción es  $n = 1,5$ . **b)** ¿Pueden existir valores del ángulo de incidencia para los que un haz de luz, que se propaga por el interior de una fibra de cuarzo, no salga al exterior? Explique el fenómeno y, en su caso, calcule los valores del ángulo de incidencia para los cuáles tiene lugar.

3. **a)** Los rayos X, la luz visible y los rayos infrarrojos son radiaciones electromagnéticas. Ordénelos en orden creciente de sus frecuencias e indique algunas diferencias entre ellas. **b)** ¿Qué es una onda electromagnética? Explique sus características.
4. El espectro visible contiene frecuencias entre  $4 \cdot 10^{14}$  Hz y  $7 \cdot 10^{14}$  Hz. **a)** Determine las longitudes de onda correspondientes a dichas frecuencias en el vacío. **b)** ¿Se modifican estos valores de las frecuencias y de las longitudes de onda cuando la luz se propaga por el agua? En caso afirmativo, calcule los valores correspondientes (Índice de refracción del agua respecto al aire:  $n = 1,3$ ).
5. Un rayo de luz pasa del agua al aire con un ángulo de incidencia de  $30^\circ$  respecto a la normal: **a)** Dibuje en un esquema los rayos incidente y refractado y calcule el ángulo de refracción. **b)** Cuál debería ser el ángulo de incidencia para que el rayo refractado fuera paralelo a la superficie de separación agua-aire? Dato:  $n = 1,3$ .
6. **a)** Describa brevemente el modelo corpuscular de la luz. ¿Puede explicar dicho modelo los fenómenos de interferencia luminosa? **b)** Dos rayos de luz inciden sobre un punto. ¿Pueden producir oscuridad? Explique razonadamente este hecho.
7. Una lámina plana de caras paralelas, de vidrio de índice de refracción 1,54 y de espesor 10 cm, está colocada en el aire. Sobre una de sus caras incide un rayo de luz con un ángulo de incidencia de  $30^\circ$ . **a)** Haga un esquema de la marcha del rayo y determine el tiempo que éste tarda en atravesar la lámina. **b)** ¿Con qué ángulo se refracta el rayo en la segunda cara? Compare este resultado con el ángulo de incidencia.
8. Un diamante está sumergido en agua y un rayo de luz incide a  $30^\circ$  sobre una de sus caras. **a)** Haga un esquema del camino que sigue el rayo luminoso y determine el ángulo con que se refracta dentro del diamante. **b)** ¿Cuál es el ángulo límite para la luz que pasa del diamante al agua? ¿Y si se pasa del agua al diamante?
9. Un rayo de luz amarilla, emitido por una lámpara de vapor de sodio, posee una longitud de onda en el vacío de  $5,9 \cdot 10^{-9}$  m. **a)** Determine la frecuencia, velocidad de propagación y longitud de onda de la luz en el interior de una fibra óptica de índice de refracción 1,5. **b)** ¿Cuál es el ángulo de incidencia mínimo para que un rayo que incide en la pared interna de la fibra no salga al exterior? ¿Cómo se denomina este ángulo?
10. **a)** Enuncie y explique, utilizando los esquemas adecuados, las leyes de la reflexión y refracción de la luz. **b)** Un rayo láser pasa de un medio a otro, de menor índice de refracción. Explique si el ángulo de refracción es mayor o menor que el de incidencia. ¿Podría existir reflexión total?
11. **a)** ¿Qué se entiende por refracción de la luz? Explique qué es el ángulo límite y, utilizando un diagrama de rayos, indique cómo se determina. **b)** Una fibra óptica es un hilo transparente a lo largo del cual puede propagarse la luz, sin salir al exterior. Explique por qué la luz “no se escapa” a través de las paredes de la fibra.

12. Una onda electromagnética armónica de 20 MHz se propaga en el vacío, en el sentido positivo del eje  $OX$ . El campo eléctrico de dicha onda tiene la dirección del eje  $OZ$  y su amplitud es de  $3 \cdot 10^{-3} \text{ N C}^{-1}$ . **a)** Escriba la expresión del campo eléctrico  $E(x, t)$ , sabiendo que en  $x = 0$  su módulo es máximo cuando  $t = 0$ . **b)** Represente en una gráfica los campos  $E(t)$  y  $B(t)$  y la dirección de propagación de la onda.
13. **a)** Indique qué se entiende por foco y por distancia focal de un espejo. ¿Qué es una imagen virtual? **b)** Con ayuda de un diagrama de rayos, describa la imagen formada por un espejo cóncavo para un objeto situado entre el centro de curvatura y el foco.
14. **a)** Si queremos ver una imagen ampliada de un objeto, ¿qué tipo de espejo tenemos que utilizar? Explique, con ayuda de un esquema, las características de la imagen formada. **b)** La nieve refleja casi toda la luz que incide en su superficie. ¿Por qué no nos vemos reflejados en ella?
15. Un objeto se encuentra frente a un espejo plano a una distancia de 4 m del mismo. **a)** Construya gráficamente la imagen y explique sus características. **b)** Repita el apartado anterior si se sustituye el espejo plano por uno cóncavo de 2 m de radio.
16. Un objeto se encuentra a una distancia de 0,6 m de una lente delgada convergente de 0,2 m de distancia focal. **a)** Construya gráficamente la imagen que se forma y explique sus características. **b)** Repita el apartado anterior si el objeto se coloca a 0,1 m de la lente.
17. Construya gráficamente la imagen y explique sus características para: **a)** un objeto que se encuentra a 0,5 m frente a una lente delgada biconvexa de 1 m de distancia focal, **b)** un objeto situado a una distancia menor que la focal de un espejo cóncavo.
18. **a)** ¿Cuál es la potencia óptica de una lente bicóncava con ambos radios de curvatura iguales a 20 cm y un índice de refracción de 1,4? **b)** Y si fuera una lente biconvexa?

## F.-LA CRISIS DE LA FÍSICA CLÁSICA: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MODERNA

1. Un haz de luz de longitud de onda  $546 \cdot 10^{-9}$  m incide en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV: **a)** Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos. **b)** ¿Qué ocurriría si la longitud de onda de la radiación incidente en la célula fotoeléctrica fuera doble de la anterior?  
 Datos:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J·s,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C y  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>.
2. **a)** ¿Qué significado tiene la expresión “longitud de onda asociada a una partícula”? **b)** Si la energía cinética de una partícula aumenta, ¿aumenta o disminuye su longitud de onda asociada?
3. Al iluminar la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia  $\nu = 2 \cdot 10^{15}$  Hz, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 2,5 eV. **a)** Determine el trabajo de extracción del metal. **b)** Explique qué ocurriría si la frecuencia de la luz incidente fuera: **i)**  $2\nu$ ; **ii)**  $\nu/2$ .  
 Datos:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J s y  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.
4. Comente las siguientes afirmaciones relativas al efecto fotoeléctrico:
  - a)** El trabajo de extracción de un metal depende de la frecuencia de la luz incidente.
  - b)** La energía cinética máxima de los electrones emitidos varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente.
5. De entre las siguientes opciones, elija la que crea correcta y explique por qué.
  - a)** La energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos por un metal depende de: **i)** la intensidad de la luz incidente; **ii)** la frecuencia de la luz incidente; **iii)** la velocidad de la luz.
  - b)** Razone si es cierta o falsa la siguiente afirmación: “En un experimento sobre el efecto fotoeléctrico los fotones con frecuencia menor que la frecuencia umbral no pueden arrancar electrones del metal”.
6. Un haz de electrones es acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 100 V. **a)** Haga un análisis energético del proceso y calcule la longitud de onda de los electrones tras ser acelerados, indicando las leyes físicas en que se basa. **b)** Repita el apartado anterior para el caso de protones y calcule la relación entre las longitudes de onda obtenidas en ambos apartados. Datos:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J s,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg y  $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$  kg.
7. **a)** Enuncie la hipótesis de De Broglie. ¿Depende la longitud de onda asociada a una partícula, que se mueve con una cierta velocidad, de su masa? **b)** Comente el significado físico y las implicaciones de la dualidad onda-corpúsculo.
8. Se llama diferencia de potencial de corte de una célula fotoeléctrica,  $V_c$ , a la que hay que aplicar entre el ánodo y el fotocátodo para anular la intensidad de corriente. **a)** Dibuje y comente la gráfica que relaciona  $V_c$  con la frecuencia de la luz incidente y escriba la expresión de la ley física correspondiente. **b)** ¿Dependerá la gráfica anterior del material que constituye el fotocátodo? ¿Puede determinarse la constante

de Planck a partir de una gráfica experimental de  $V_c$  frente a la frecuencia de la radiación incidente? Indique cómo.

9. **a)** Indique por qué la existencia de una frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico va en contra de la teoría ondulatoria de la luz. **b)** Si una superficie metálica emite fotoelectrones cuando se ilumina con luz verde, razone si los emitirá cuando se ilumina con luz azul.
10. **a)** Enuncie la hipótesis de De Broglie e indique de qué depende la longitud de onda asociada a una partícula. **b)** ¿Se podría determinar simultáneamente, con exactitud, la posición y la cantidad de movimiento de una partícula? Razone la respuesta.
11. **a)** ¿Qué entiende por dualidad onda-corpúsculo? **b)** Un protón y un electrón tienen la misma velocidad. ¿Serán iguales las longitudes de onda de De Broglie de ambas partículas? Razone la respuesta.
12. Al absorber un fotón se produce en un átomo una transición electrónica entre dos niveles separados por una energía de  $12 \cdot 10^{-19}$  J. **a)** Explique, energéticamente, el proceso de absorción del fotón por el átomo. ¿Volverá espontáneamente el átomo a su estado inicial? **b)** Si el mismo fotón incidiera en la superficie de un metal cuyo trabajo de extracción es de 3 eV, ¿se produciría emisión fotoeléctrica?
13. Un haz monocromático de luz de  $4 \cdot 10^{-7}$  m de longitud de onda incide sobre un material que tiene una función de trabajo de 2 eV. El haz tiene una intensidad de  $3 \cdot 10^{-9}$  W·m<sup>-2</sup>. Calcule: **a)** El número de fotones que inciden sobre la superficie del metal por m<sup>2</sup> y por segundo. **b)** El potencial de frenado de los electrones. Datos:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J s,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C y  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>.
14. Un átomo de plomo se mueve con una energía cinética de 107 eV. **a)** Determine el valor de la longitud de onda asociada a dicho átomo. **b)** Compare dicha longitud de onda con las que corresponderían, respectivamente, a una partícula de igual masa y diferente energía cinética y a una partícula de igual energía cinética y masa diferente. Datos:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J s,  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg y  $m_{\text{Pb}} = 207 \text{ u}$ .