

PROBLEMAS ELECTROMAGNETISMO

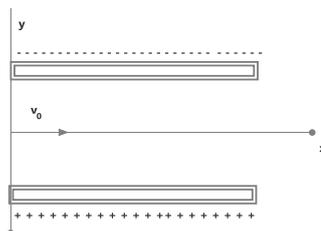
1. Se libera un protón desde el reposo en un campo eléctrico uniforme. ¿Aumenta o disminuye su potencial eléctrico? ¿Qué podemos decir de su energía potencial?
2. Calcula la fuerza con que se atraen dos esferas metálicas del mismo radio, sabiendo que están cargadas con 3 y $-9 \mu\text{C}$ respectivamente, y colocadas en el vacío a una distancia de 30 cm. Calcula la fuerza de interacción si las esferas se ponen en contacto y luego se devuelven a sus posiciones originales.
3. Dos partículas α están separadas por una distancia de 10^{-13} m. Calcula la fuerza electrostática con que se repelen y la fuerza gravitatoria con que se atraen. Compara ambas fuerzas.

$$\text{masa de la partícula } \alpha = 6,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; \text{ carga} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

4. Dos esferas iguales, de 0,2 g cada una, cuelgan de un mismo punto mediante hilos de 50 cm de longitud. Si las esferas se electrizan con la misma cantidad de electricidad, los hilos se separan hasta formar un ángulo de 60° . Calcula la carga de las esferas.
5. Tres partículas A, B y C, igualmente cargadas, se encuentran en las coordenadas A(2/3, 0), B(0,0) y C(0, 1), expresadas en cm. C ejerce sobre B una fuerza de $4 \cdot 10^{-5}$ N. Calcula:
 - a) La fuerza que A ejerce sobre B.
 - b) La fuerza neta sobre B ejercida por A y C, así como el ángulo que forma esa fuerza con el eje vertical.
6. Los puntos A, B y C son los vértices de un triángulo equilátero de 2 m de lado. Dos cargas iguales positivas de $2 \mu\text{C}$ se encuentran en A y B. Calcula el campo eléctrico y el potencial eléctrico en C.

¿Cuánto trabajo se necesita para llevar una carga positiva de $5 \mu\text{C}$ desde el infinito hasta C manteniendo fijas las otras cargas?

Responde al apartado (c) si la carga en B se sustituye por otra igual de signo contrario.
7. Cuando se conectan los bornes de una batería de 400 V a dos láminas paralelas, separadas una distancia de 2 cm, parece un campo eléctrico entre ellas.
 - a) ¿Cuál es la intensidad de ese campo?
 - b) ¿Qué fuerza ejerce el campo anterior sobre un electrón, $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$?
8. ¿Qué velocidad adquirirá electrón del problema anterior cuando haya recorrido 1 cm, si partió del reposo? ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer esa distancia? La masa del electrón es $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
9. Dos cargas iguales, de 10^{-12} C , están situadas en dos puntos A y B, distantes 5 cm.
 - a) Determina el módulo del campo eléctrico creado en un punto M, tal que las distancias MA y MB son 3 y 4 cm, respectivamente.
 - b) Calcula también el potencial electrostático.
10. Un electrón se lanza con una velocidad horizontal v_0 dentro de un campo eléctrico uniforme como indica la figura. Halla la ecuación de la trayectoria que describe.



11. Dos cargas de 2 y $-2 \mu\text{C}$ distan 2 m entre sí. Calcula:
 - a) El campo resultante y el potencial en un punto de la mediatriz del segmento que las une, distante 5 m de cada carga.
 - b) Las mismas preguntas en el caso de que las dos cargas fueran positivas.
12. Tres cargas positivas iguales de $2 \mu\text{C}$ cada una se encuentran situadas en tres de los vértices de un cuadrado de lado 10 cm. Determina el campo eléctrico en el centro del cuadrado.
13. Se tienen dos cargas puntuales sobre el eje Ox. $q_1 = -0,2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ está situada a la derecha del origen, y dista de él 1 m, y $q_2 = 0,4 \cdot 10^{-6}\text{C}$ está a la izquierda del origen y dista de él 2 m.
 - a) ¿En qué puntos del eje Ox es nulo el potencial creado por las cargas?
 - b) Si se coloca en el origen una carga $q = 0,4 \cdot 10^{-6}\text{C}$, determina la fuerza ejercida sobre ella por las dos cargas anteriores.
14. Dos cargas eléctricas puntuales de 2 y $-2 \mu\text{C}$ se encuentran situadas en el plano xy, en los puntos $(0, 3)$ y $(0, -3)$ respectivamente (las distancias están en metros).
 - a) ¿Cuáles son los valores de la intensidad de campo en los puntos $(0, 6)$ y $(4, 0)$?
 - b) ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre un protón cuando se desplaza desde el punto $(0, 6)$ al punto $(4, 0)$?
15. Una esfera pequeña de $0,5$ g cuelga de un hilo dentro de un campo eléctrico de intensidad $\vec{E} = 800 \vec{u}_x \text{N/C}$. Si la esfera es atraída por el campo hasta formar un ángulo de 30° con la vertical, calcula el valor de la carga.
16. Sea un campo uniforme de 6000 N/C. Un protón, $q = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $m = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$, se libera en la placa positiva. ¿Con qué velocidad llega a la placa negativa, si la separación entre placas es de $0,2$ cm?
17. Una esferita que porta una carga de $25 \cdot 10^{-9}$ C está sostenida por un hilo entre dos placas paralelas horizontales que distan 3 cm entre sí.
 - a) Cuando la diferencia de potencial entre placas es de 6000 V, la tensión del hilo es cero. ¿Cuál es la masa de la esfera?
 - b) ¿Cuál es la tensión de hilo cuando se invierte la polaridad de las placas?
18. En el centro de un triángulo equilátero de 4 m de altura se coloca una carga de 10^{-4} C. Calcula:
 - a) La diferencia de potencial entre dos de los vértices del triángulo.
 - b) Si se coloca otra carga igual en uno de los vértices, ¿cuánto vale la energía potencial del sistema?
19. Dos esferas metálicas de 6 y 9 cm de radio se cargan con $1 \mu\text{C}$ cada una y luego se unen con un hilo conductor de capacidad despreciable. Calcula la carga y el potencial de cada esfera después de la unión.
20. Un electrón es lanzado con una velocidad de $2 \cdot 10^6$ m/s paralelamente a las líneas de un campo eléctrico uniforme de 200 V/m. Calcula:
 - a) La distancia que ha recorrido el electrón cuando su velocidad se ha reducido a la cuarta parte de su valor inicial.
 - b) La variación de la energía potencial que ha experimentado el electrón en ese recorrido.
21. Un protón y una partícula α se mueven en el mismo campo magnético y describen órbitas idénticas. ¿Qué relación hay entre sus velocidades? $m_\alpha = 4 m_p$, $q_\alpha = 2 q_p$.

22. ¿Qué fuerza ejerce un campo magnético uniforme de 0,25 T sobre un electrón que se mueve con una velocidad de 2000 m/s en dirección paralela al campo? ¿Qué aceleración experimenta el electrón si se mueve en perpendicular al campo?
23. Sobre un electrón que se mueve con una velocidad de 5000 km/s actúa en dirección normal a su velocidad un campo magnético de 0,008 T. Determina:
- El valor de la fuerza que actúa sobre el electrón.
 - El radio de la órbita que describe.
- $$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; \quad m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$
24. Un protón tiene una energía cinética de 10^{-16} J y sigue una trayectoria circular en un campo magnético de 0,5 T. Calcula el radio de la órbita y la frecuencia con la que gira.
25. Un electrón que se mueve con una velocidad de 10^6 m/s describe una órbita circular en el seno de un campo magnético uniforme $B = 0,10$ T cuya dirección es perpendicular a la velocidad. Calcula el valor del radio de la órbita que describe y el número de vueltas que da el electrón en 0,001 s.
26. Una partícula de carga $1,6 \cdot 10^{-19}$ C se mueve en un campo magnético uniforme de valor 0,20 T, describiendo una circunferencia en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético con un período de $3,2 \cdot 10^{-7}$ s y una velocidad de $3,8 \cdot 10^6$ m/s. Calcula el radio de la circunferencia descrita y la masa de la partícula.
27. Por un hilo conductor rectilíneo e infinitamente largo, situado en el eje Ox, circula una corriente eléctrica en el sentido positivo de dicho eje. El valor del campo producido por dicha corriente es de $3 \cdot 10^{-5}$ T en el punto P (0, $-d_p$, 0), y de $4 \cdot 10^{-5}$ T en el punto Q (0, d_q , 0) sabiendo que $d_p + d_q = 7$ cm, determina:
- La intensidad que circula por el hilo conductor.
 - El valor y la dirección del campo magnético producido por dicha corriente en un punto de coordenadas (0, 6 cm, 0).
28. Dos largos conductores paralelos están separados 10 cm. Por uno, A, pasa una corriente de 30 A, mientras que por el otro, B, circula una corriente de 40 A en sentido contrario. Calcula el campo magnético resultante en una línea del plano de los dos conductores, paralela a ellos y a igual distancia de ambos.
29. ¿A qué distancia deben estar dos conductores paralelos de 2 m de longitud que transportan una corriente de 10 A cada uno para que se repelan con una fuerza de 10^{-2} N?
30. Calcula la fuerza por unidad de longitud con que se atraen dos conductores rectilíneos y paralelos separados 10 cm por los que circulan corrientes iguales de 25 A.
31. Dos conductores rectilíneos y paralelos, separados por 12 cm, llevan corrientes opuestas de 0,5 y 2 A, respectivamente. ¿En qué puntos es nulo el campo magnético resultante?
32. Dos conductores rectos e ilimitados están situados paralelamente a una distancia de 15 cm. Por cada uno de ellos circulan intensidades de 20 y 10 A en el mismo sentido. ¿A qué distancia de los conductores se anula el campo magnético?
33. El plano de una espira coincide con el plano xy. Calcula el flujo a su través si el campo magnético vale $\vec{B} = 0,2\vec{u}_x + 0,01\vec{u}_y \text{ T}$
34. Una bobina de 100 espiras de 10 cm^2 cada una gira a 360 rpm alrededor de un eje situado en su plano, perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,02 T. Calcula el flujo máximo que atraviesa la bobina y la fem media inducida en la bobina.

35. Una bobina tiene una superficie de $0,002 \text{ m}^2$ y está colocada en un campo magnético de 2 T . Si en $0,01 \text{ s}$ la inducción se reduce a $0,5 \text{ T}$, ¿cuál es la fem inducida si la bobina tiene 200 espiras?
36. Una bobina de 50 espiras de 8 cm^2 está colocada en un campo magnético de manera que el flujo sea máximo. Si el campo varía según la función $B = 0,2 - 0,01t \text{ T}$, halla la fem inducida en la bobina.
37. Calcula la fem inducida en una bobina de 20 espiras si se produce en ella una variación de flujo de $0,25 \text{ Wb}$ en $0,02 \text{ s}$.
38. Una bobina de 400 espiras y $r = 10 \text{ cm}$ está situada con su plano perpendicular a un campo magnético uniforme $B = 0,8 \text{ T}$. Calcula la fem media inducida en la bobina si el campo se anula en $0,2 \text{ s}$.
39. Una espira de 50 cm^2 gira alrededor de un eje de su plano con una velocidad de 100 rad/s dentro de un campo magnético de $0,50 \text{ T}$. Calcula la máxima fem inducida en la espira, si para $t=0$ el flujo es máximo.
40. Una bobina de 100 espiras tarda $0,05 \text{ s}$ en pasar de un punto donde el flujo es $2 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$ a otro donde el flujo es nulo. Hallar la fem media inducida.
41. Un solenoide de 200 vueltas y sección circular de diámetro 8 cm está situado en un campo magnético uniforme de valor $0,50 \text{ T}$, cuya dirección forma un ángulo de 60° con el eje del solenoide. Si en un tiempo de 100 ms disminuye uniformemente el valor del campo magnético a cero, calcular el flujo magnético que atraviesa inicialmente el solenoide y la fuerza electromotriz inducida en dicho solenoide.
42. Un campo magnético uniforme y constante de $0,01 \text{ T}$ está dirigido a lo largo del eje Oz . Una espira circular se encuentra situada en el plano xy , centrada en el origen, y tiene un radio que varía con el tiempo según la función $r = 0,1 - 10t$ (en unidades del SI). Determina:
 - a) La expresión del flujo magnético a través de la espira.
 - b) En qué instante de tiempo la fem inducida en la espira es de $0,01 \text{ V}$.
43. Sobre un hilo conductor de resistencia despreciable se puede deslizar una varilla MN de resistencia $R = 10\Omega$ en presencia de un campo magnético uniforme y saliente, de valor 50 mT , perpendicular al plano del circuito. La varilla oscila en la dirección del eje Ox de acuerdo con la expresión $x = x_0 + A \sin(\omega t)$, siendo $A = 5 \text{ cm}$, l (la longitud fija del circuito) de 2 cm y el período de oscilación de 10 s .
 - a) Calcula el flujo magnético que atraviesa el circuito en función del tiempo.
 - b) Calcula la corriente del circuito en función del tiempo.
44. Un generador de corriente alterna suministra 25 A a 8000 V al primario de un transformador. ¿Cuál es la intensidad de la salida si ésta se realiza a 250.000 V ? ¿Cuál es la relación de transformación?
45. Un transformador tiene 400 vueltas en el primario y 10 en el secundario. Si se aplica en el primario una tensión de 200 V , ¿Cuál es la tensión en la salida?
46. Deduce la relación de transformación de un transformador elevador de la central hidroeléctrica (250 V) a la ciudad (500000 V) y la de un transformador que sirve esa corriente al alumbrado público de 220 V .
47. Un transformador tiene 20 espiras en el primario, a la tensión de 50 V . El secundario tiene 120 espiras. Calcula:
 - a) La fem en el secundario.

- b) Si lo invertimos, es decir, si conectamos las 120 espiras a los 50 V, ¿cuál será la tensión en el secundario?
48. Las longitudes de onda de emisión de una cierta cadena e emisoras radiofónicas están comprendidas entre 50 y 200 m.
- a) ¿Cuál es la banda de frecuencias de emisión de la cadena?
- b) ¿Qué emisiones se propagan a mayor velocidad, las de frecuencia más alta o las de frecuencia más baja?
49. Por un conductor apoyado en una superficie horizontal pasa una corriente de 100 A. Por otro conductor PQ, situado a una cierta distancia d del anterior y suspendido en el aire, pasa la misma corriente en sentido contrario. Si la longitud de este segundo conductor es de 20 cm, y su masa de 0,08 g, ¿cuál deber ser la distancia d para que el segundo conductor se mantenga en equilibrio?
50. Un alambre recto y largo conduce una corriente I en sentido $+x$, mientras que un segundo conductor transporta una corriente $I/2$ en sentido $+y$. ¿En qué puntos es nulo el campo resultante?
51. Una espira se coloca en un campo magnético $\vec{B} = 0,1\vec{u}_x T$. Halla el flujo a través de la espira si su vector superficie vale $\vec{S} = 5\vec{u}_x + 4\vec{u}_y - 20\vec{u}_z cm^2$
52. Un alambre de cobre de 10 cm de longitud se mueve perpendicularmente a un campo magnético de 0,80 T con una velocidad de 2 m/s. Halla la fem inducida en el alambre.
53. El flujo que pasa por una espira de $15 cm^2$ varía según la función $\Phi = 0,005\cos(100t)$ Wb. Calcula la inducción del campo suponiendo que es uniforme y perpendicular a la superficie de la espira en el momento de flujo máximo, y la fem inducida en la espira.
54. Una bobina circular de 20 espiras y radio 5 cm se coloca en un campo magnético dirigido perpendicularmente al plano de la bobina. El módulo del campo magnético varía con el tiempo de acuerdo con la expresión $B = 0,02t + 0,08t^2$ (t en segundos y B en teslas). Determina el flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo, y la fem inducida en la bobina para $t = 5$ s.
55. Un campo magnético de 0,2 T forma un ángulo de 30° con el eje de una bobina circular de 300 espiras de 4 cm de radio.
- a) Halla el flujo magnético a través de la bobina.
- b) Si el campo magnético desciende linealmente a cero en un tiempo de 2 s, ¿cuál es la fem inducida en la bobina?
56. Una espira rectangular posee un lado móvil que se desplaza en el interior de un campo magnético uniforme y entrante de 0,5 T, con velocidad constante de 2 m/s. Calcula:
- a) El valor de la fem inducida en la espira. ¿Permanece constante este valor mientras se desplaza el lado móvil?
- b) La intensidad de la corriente que circula por la espira suponiendo que tiene una resistencia de 5Ω .
- c) La fuerza que se debe ejercer sobre el lado móvil para que se desplace con la velocidad constante indicada.

Soluciones

1. -
2. -2,7 N (atracción) y 0,9 N (repulsión)

3. $F_e = 9,22 \cdot 10^{-2} N$; $F_g = 2,98 \cdot 10^{-37} N$; $F_e/F_g = 3,1 \cdot 10^{35}$
4. $q = 1,78 \cdot 10^{-7} C$
5. $F_{A \rightarrow B} = 9 \cdot 10^{-5} N$; $F = 9,8 \cdot 10^{-5} N$
6. $\vec{E} = 7,79 \cdot \frac{10^3 \vec{u}_y N}{C}$; $V = 1,8 \cdot 10^4 V$; $W = 9 \cdot 10^{-2} J$; $W = 0$
7. $E = 2 \cdot \frac{10^4 N}{C} \left(\frac{V}{m}\right)$; $F = 3,2 \cdot 10^{-15} N$
8. $v = 8,4 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$; $t = 2,4 \cdot 10^{-9} s$
9. $|E| = 16,47 N/C$; $V = 0,525 V$
10. $y = -\frac{1}{2} \frac{eE}{m_e v_0^2} x^2$
11. $E = 288 \frac{N}{C} y$ $v = 0$; en el segundo caso $E = 1410 N/C$ y $V = 7200 V$
12. $E = 3,6 \cdot 10^6 N/C$
13. $r_1 = 1 m$ (origen); $\vec{F} = 1,08 \cdot 10^{-3} \vec{u}_x N$
14. En $(0,6) \vec{E} = 1,8 \cdot 10^3 \vec{u}_y \frac{N}{C}$; En $(4,0) \vec{E} = -8,64 \cdot 10^2 \vec{u}_t \frac{N}{C}$; $W = 6,4 \cdot 10^{-16} J$, hecho por el campo.
15. $q = 3,54 \cdot 10^{-6} C$
16. $v = 4,8 \cdot 10^4 m/s$
17. $m = 0,5 g$; $T = 10^{-2} N$
18. $\Delta V = 0$; $E_p = 33,7 J$
19. $V = 1,2 \cdot 10^5 V$; $0,8 \cdot 10^{-6} C$ la pequeña, $1,2 \cdot 10^{-6} C$ la grande
20. $d = 5,3 cm$; $\Delta E_p = 1,7 \cdot 10^{-18} J$
21. $v_\alpha = \frac{1}{2} v_p$
22. $F = 0$; $a = 8,8 \cdot 10^{13} \frac{m}{s^2}$
23. $F = 6,4 \cdot 10^{-15} N$; $r = 3,6 \cdot 10^{-3} m$
24. $B = 0,15 T$
25. $r = 0,07 m$; $f = 7,87 \cdot 10^6 m$
26. $r = 5,7 \cdot 10^{-5} m$; $n = 2,8 \cdot 10^6 vueltas$
27. $r = 0,19 m$; $m = 1,6 \cdot 10^{-27} kg$
28. $d_q = 3 cm$; $I = 6 A$; $B = 2 \cdot 10^{-5} T$
29. $B = 2,8 \cdot 10^{-4} T$
30. $r = 4 mm$
31. $F/l = 1,25 \cdot 10^{-3} N/m$
32. $0,04 m$ de l_1
33. $0,1 m$ de l_1 (entre los dos conductores)
34. $\phi = 0$
35. $\Phi_M = 2 \cdot 10^{-3} Wb$; $\varepsilon_M = 0,075 V$; $\bar{\varepsilon} = 0,048 V$; $\varepsilon_{ef} = 0,0530 V$
36. $\varepsilon = 60 V$
37. $\varepsilon = 4 \cdot 10^{-4} V$
38. $\varepsilon = 250 V$
39. $\varepsilon = 50,2 V$
40. $\varepsilon_M = 0,159 V$
41. $\varepsilon = 0,04 V$

42. $\Phi = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}; \quad \varepsilon = 2,5 \text{ V}$

43. $\Phi = \pi t^2 - 2 \cdot 10^{-2} \pi t + 10^{-4} \pi \text{ Wb}; \quad t = 0,0084 \text{ s}$

44. $\Phi = 10^{-4} [1 + 0,5 \text{sen}(0,2\pi t)] \text{ Wb}; \quad \varepsilon = 10^{-5} \pi \cos(0,2\pi t) \text{ V}; \quad I = 10^{-6} \pi \cos(2\pi t) \text{ A}$

45. $I = 0,8 \text{ A}; \quad N_s/N_p = 125/4$

46. $N_s/N_p = 2000; \quad N_s/N_p = 11/25000$

47. $V_s = 300 \text{ V}$

48. $(1,5 - 6) \cdot 10^6 \text{ Hz}$

49. $d = 0,5 \text{ m}$

50. $x = 2y$ (¿en qué cuadrantes?)

51. $\Phi = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$

52. $\varepsilon = 0,16 \text{ V}$

53. $B = 3,3 \text{ T}; \quad \varepsilon = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{sen}(100t) \text{ V}$

54. $\Phi = \pi(5 \cdot 10^{-5} t + 20 \cdot 10^{-5} t^2) \text{ Wb}; \quad \varepsilon = 0,13 \text{ V}$

55. $\Phi = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}; \quad \varepsilon = 0,13 \text{ V}$

56. $\varepsilon = 1 \text{ V}; \quad I = 0,2 \text{ A}; \quad F = 0,1 \text{ N}$