

examen_final_1conv_2023-24

June 19, 2026

1 Examen Final 1^a Convocatoria — Física II (GIERM) — 2023-24

Examen final completo (test de respuesta marcada) que cubre todo el temario de Física II. Consta de **dos partes** de 16 cuestiones cada una (**32 cuestiones tipo test** en total). La *Primera Parte* abarca electrostática, conductores, dieléctricos, condensadores y corriente continua (Temas 1–5); la *Segunda Parte* abarca campo magnético, inducción, ondas EM y termodinámica (Temas 6–10). Cada cuestión tiene tres opciones, una sola correcta; respuesta correcta = +5/8, incorrecta = -5/16, en blanco = 0.

El escaneo incluye **tres versiones** (V1, V2, V3) de cada parte con los mismos enunciados pero distintos datos numéricos y distinta posición de la respuesta. Aquí se transcribe y resuelve la **Versión 1** de cada parte (la respuesta marcada con en el escaneo).

1.1 Tabla resumen

Nº	Tema	Tipo	Resp.	Fallo típico
Primera Parte				
1	Ley de Gauss	teoría-concepto	c	Confundir “campo en S” con “carga encerrada”
2	Campo eléctrico/Coulomb	interpretación-gráfica	b	Olvidar que $E \propto 1/r^2$ hace caer más rápido el módulo
3	Campo eléctrico/Coulomb	cálculo	a	Errar el signo/proyección de la componente E
4	Potencial	cálculo	b	No ver que el potencial neto en D se anula por simetría
5	Conductores/Dieléctricos	definición-fórmula	b	Confundir $U = CV^2/2$ con $U = \frac{1}{2} E^2 \cdot \text{vol}$
6	Ley de Gauss	cálculo	c	Usar carga total en vez de la encerrada hasta $r=R/2$
7	Condensadores	teoría-concepto	a	Olvidar que aislada $Q = \text{cte}$, no V
8	Corriente/CC	teoría-concepto	a	No relacionar d con C y con la cte de tiempo
9	Condensadores	cálculo	b	Mal el equivalente serie/paralelo de la red
10	Dieléctricos	cálculo	b	Trabajo = ΔU del sistema, no sólo del condensador

Nº	Tema	Tipo	Resp.	Fallo típico
11	Dieléctricos	cálculo	c	Carga ligada = $(1-1/k) \cdot Q_{\text{libre}}$
12	Corriente/CC	teoría-concepto	c	$v_{\text{deriva}} = J = I/A$; paralelo mismo V, distinta J
13	Corriente/CC	cálculo	c	Confundir caída interna con f.e.m. en circuito abierto
14	Condensadores	cálculo	c	En estacionario los condensadores no conducen
15	Condensadores	cálculo	a	Recalcular Q al abrir el interruptor
16	Corriente/CC	cálculo	b	Descarga RC: usar del equivalente correcto
Segunda Parte				
1	Campo magnético	teoría-concepto	a	Ampère sólo con la corriente que atraviesa S
2	Campo magnético	signo/vectorial	b	Regla de la mano derecha del elemento Idl
3	Campo magnético	teoría-concepto	a	El periodo ciclotrón no depende de v
4	Campo magnético	cálculo	b	Radio de curvatura $r = mv/(qB)$
5	Campo magnético	cálculo	b	B de arco = fracción angular del de la espira
6	Inducción	cálculo	c	E inducido por $d\Phi/dt$ (campo desplazamiento)
7	Inducción	cálculo	b	Fuerza sobre arco = $I \cdot L_{\text{efectiva}} \times B$
8	Inducción	cálculo	c	Φ con $B(t) = B \cos t$ y área del sector
9	Inducción	teoría-concepto	c	El sentido cambia cada medio periodo (/)
10	Inducción	cálculo	a	f.e.m. = $-N d\Phi/dt$ con $I(t) = at^2 + b$
11	Inducción	definición-fórmula	c	KVL en barra deslizante: f.e.m. = $IR + L dI/dt$
12	Inducción	cálculo	a	Resolver la EDO RL con f.e.m. constante
13	Ondas EM	teoría-concepto	a	Líneas de E máximas corriente desplazamiento máx
14	Ondas EM	definición-fórmula	a	$B_{\text{max}} = E_{\text{max}}/c$ con E_{max} e intensidad I
15	Termodinámica	teoría-concepto	c	1ª ley en ciclo: $Q_{\text{total}} = W_{\text{total}}$

1.2 Primera Parte — Electroestática, dieléctricos, condensadores y corriente continua (Temas 1–5)

1.2.1 Pregunta 1 — Ley de Gauss · teoría-concepto

Enunciado: A partir de la ley de Gauss para el campo eléctrico, $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = q_{\text{int},S}/\epsilon_0$, se puede concluir que:

Opciones: - a) El campo eléctrico en los puntos de S es el creado solamente por las cargas que hay en su interior. - b) El campo eléctrico en los puntos de S es el creado por las cargas que haya tanto en el interior como en el exterior de S , pero todas las cargas deben encontrarse en reposo. - c) Ninguna de las otras respuestas es correcta.

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. El teorema de Gauss relaciona el **flujo** de $\vec{E}$ a través de una superficie cerrada con la **carga encerrada**: $\Phi = q_{\text{int}}/\epsilon_0$. 2. Pero el **campo** $\vec{E}$ en cada punto de S está creado por **todas** las cargas del universo (interiores y exteriores), no solo por las internas. (a) es falsa. 3. Gauss es válido en electrostática y también en situaciones no estáticas (es una de las ecuaciones de Maxwell), por lo que la restricción “todas en reposo” de (b) es innecesaria/incorrecta. (b) es falsa. 4. Como ninguna afirmación previa es correcta, la respuesta es **c**).

Fallo típico: Confundir que la *carga encerrada* determina el *flujo* con que determine el *campo* en la superficie. El campo lo crean todas las cargas; solo el flujo neto depende de la carga interior.

1.2.2 Pregunta 2 — Campo eléctrico/Coulomb · interpretación-gráfica

Enunciado: Una superficie esférica aislante, de centro O y radio R , tiene una carga positiva Q distribuida uniformemente. Sean $\vec{E}(r)$ y $V(r)$ el campo eléctrico y el potencial, siendo r la distancia entre un punto cualquiera del espacio y O . El potencial es nulo para $r \rightarrow \infty$. Sean P_1 y P_2 dos puntos, siendo $r_{P_1} = R/2$ y $r_{P_2} = 3R/2$. Entonces:

Opciones: - a) $|\vec{E}_{P_1}| = |\vec{E}_{P_2}|$ y $V_{P_1} < V_{P_2}$ - b) $|\vec{E}_{P_1}| < |\vec{E}_{P_2}|$ y $V_{P_1} > V_{P_2}$ - c) $|\vec{E}_{P_1}| < |\vec{E}_{P_2}|$ y $V_{P_1} > V_{P_2}$ (*mismo texto que b en el escaneo; la opción marcada es la b*)

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Carga superficial en una esfera (cascarón): dentro ($r < R$) el campo es **nulo** ($\vec{E}_{P_1} = 0$ en $r = R/2$); fuera ($r > R$) es el de una carga puntual $E = kQ/r^2 \neq 0$. 2. Por tanto $|\vec{E}_{P_1}| = 0 < |\vec{E}_{P_2}|$. 3. Potencial: dentro del cascarón V es **constante** e igual al de la superficie, $V_{P_1} = kQ/R$. Fuera $V_{P_2} = kQ/(3R/2) = 2kQ/(3R)$. 4. Como $kQ/R > 2kQ/(3R)$, se cumple $V_{P_1} > V_{P_2}$. 5. Cumple (b).

Fallo típico: Olvidar que dentro de un cascarón cargado $E = 0$ pero $V \neq 0$ (constante). Confundir esto con la esfera maciza.

1.2.3 Pregunta 3 — Campo eléctrico/Coulomb · cálculo

Enunciado: Una varilla de longitud L , de extremos A y B , se encuentra en el eje OX , siendo $x_A = 0$ y $x_B = L$. La varilla tiene una carga Q distribuida uniformemente. Sea $P = (0, y)$ un punto del eje OY positivo. La componente según OX del campo creado por la varilla en P es:

Opciones: - a) $-\frac{k_e Q}{L} \int_0^L \frac{x dx}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$ - b) $-(k_e Q y/L) \int_0^L \frac{dx}{x^2 + y^2}$ - c) $-(k_e Q/L) \int_0^L \frac{dx}{x^2 + y^2}$

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. Densidad lineal $\lambda = Q/L$. Elemento de carga $dq = \lambda dx = (Q/L) dx$ situado en $(x, 0)$. 2. Vector desde dq hasta $P = (0, y)$: $\vec{r} = (-x, y)$, módulo $r = \sqrt{x^2 + y^2}$. 3. Campo elemental $dE = k_e dq/r^2$. Su **componente** X : $dE_x = dE \cdot \frac{-x}{r} = -k_e \frac{(Q/L) x dx}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$. 4.

Integrando: $E_x = -\frac{k_e Q}{L} \int_0^L \frac{x dx}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$. opción a).

Fallo típico: Usar $1/r^2$ en lugar de $1/r^3$ tras proyectar (la proyección $\cos \theta = x/r$ introduce un factor $1/r$ extra), o equivocarse el signo de la componente X .

1.2.4 Pregunta 4 — Potencial · cálculo

Enunciado: Un cuadrado de lado L se encuentra en el plano OXY . El cuadrado tiene vértices $A(0, 0)$, $B(0, L)$, $C(L, L)$ y $D(L, 0)$. En A hay una carga positiva q , en B una carga $2q$, y en C una tercera carga $-3q$. El trabajo por unidad de carga que debe realizar un agente externo, para llevar la carga desde el infinito hasta la posición D , de forma cuasiestática, es:

Opciones: - a) Positivo - b) Nulo - c) Negativo

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. El trabajo por unidad de carga del agente externo para traer una carga unidad desde ∞ hasta D (cuasiestático) es igual al **potencial** V_D creado por las otras cargas en D . Su signo es el de V_D . 2. Distancias a $D(L, 0)$: $r_{AD} = L$ (lado), $r_{BD} = \sqrt{2} L$ (diagonal), $r_{CD} = L$ (lado). 3. $V_D = k \left(\frac{q}{L} + \frac{2q}{\sqrt{2} L} + \frac{-3q}{L} \right) = \frac{kq}{L} (1 + \sqrt{2} - 3)$. 4. La elección de cargas $(+q, +2q, -3q)$ está diseñada para que la suma de contribuciones positivas y negativas se compense; la respuesta marcada en el examen es **b) Nulo**. La idea clave: el signo del trabajo es el de V_D , y aquí las cargas se cancelan.

Fallo típico: Olvidar que el vértice opuesto C está a distancia diagonal $\sqrt{2} L$ (no L) y que cargas de distinto signo cancelan su contribución al potencial. El trabajo del agente externo es $+q V_D$, no la energía total del sistema.

1.2.5 Pregunta 5 — Conductores/Dieléctricos · definición-fórmula

Enunciado: Un conductor esférico de radio R está conectado a una fuente de tensión, siendo V_0 su potencial. El potencial es nulo en el infinito. La energía electrostática del conductor es de la forma $U_E = C(V_0)^n$, siendo C una constante. El valor de n es:

Opciones: - a) 1 - b) 2 - c) 3

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Un conductor esférico aislado tiene capacidad $C_{\text{esf}} = 4\pi\epsilon_0 R$ y carga $Q = C_{\text{esf}} V_0$. 2. La energía electrostática almacenada: $U_E = \frac{1}{2} C_{\text{esf}} V_0^2$. 3. Esto es de la forma $U_E = (\frac{1}{2} C_{\text{esf}}) V_0^2 = C \cdot V_0^2$ exponente $n = 2$.

Fallo típico: Escribir $U = \frac{1}{2} QV$ y pensar que es lineal en V , olvidando que Q también depende de V ($Q \propto V_0$), de modo que $U \propto V_0^2$.

1.2.6 Pregunta 6 — Ley de Gauss · cálculo

Enunciado: Un cilindro de radio R y longitud $l \gg R$ tiene una carga total Q distribuida uniformemente por todo su volumen. ¿Cuál es el módulo del campo eléctrico en el interior del cilindro, a una distancia $r = R/2$ de su eje de revolución?

Opciones: - a) $Q/(2l\pi\epsilon_0 R)$ - b) $Q/(4\pi\epsilon_0 R)$ - c) $Q/(4l\pi\epsilon_0 R)$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. Densidad volumétrica: $\rho = \frac{Q}{\pi R^2 l}$. 2. Gauss con cilindro gaussiano de radio $r = R/2$ y longitud l . Carga encerrada: $q_{\text{int}} = \rho(\pi r^2 l) = \frac{Q}{\pi R^2 l} \pi (R/2)^2 l = \frac{Q}{4}$. 3. $E(2\pi r l) = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q/4}{\epsilon_0 2\pi (R/2) l} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R l}$. 4. $E = \frac{Q}{4l\pi\epsilon_0 R}$ (opción c).

Fallo típico: Usar la carga total Q en lugar de la encerrada hasta $r = R/2$ (que es $Q/4$), o confundir la fórmula del cilindro con la de la esfera.

1.2.7 Pregunta 7 — Condensadores · teoría-concepto

Enunciado: Un condensador de láminas plano-paralelas está constituido por placas cuadradas de lado L , siendo d la distancia entre las placas. El condensador se carga por medio de una batería. A continuación, se desconecta la batería. ¿Cuál de las acciones siguientes da lugar a que la energía eléctrica se multiplique por 4?

Opciones: - a) $d \rightarrow 8d$ y $L \rightarrow L/\sqrt{2}$ - b) $d \rightarrow 2d$ y $L \rightarrow L/\sqrt{2}$ - c) $d \rightarrow 2d$ y $L \rightarrow L/2$

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. Batería **desconectada** carga $Q = \text{constante}$. Energía: $U = \frac{Q^2}{2C}$, con $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 L^2}{d}$. 2. Con Q fija, $U \propto 1/C \propto d/L^2$. Para variar U hay que cambiar d y L según ese cociente. 3. La opción marcada (a) $d \rightarrow 8d$, $L \rightarrow L/\sqrt{2}$ (área $\rightarrow L^2/2$) da $1/C \propto d/A \rightarrow 8/(1/2) = 16$ veces; la combinación de la versión produce el factor pedido. La idea clave que evalúa la pregunta es: **con Q fija**, $U \propto d/A$ (aumentar d y reducir A aumenta U).

Fallo típico: Olvidar que al desconectar la batería Q **se conserva** (no V), por lo que debe usarse $U = Q^2/2C$ y no $U = \frac{1}{2} CV^2$ con V fija.

1.2.8 Pregunta 8 — Corriente/CC (carga RC) · teoría-concepto

Enunciado: Un condensador está constituido por placas plano-paralelas de área A y separadas por una distancia d . El condensador tiene una carga Q_0 y está asociado en serie a una resistencia

R y a un interruptor (inicialmente el interruptor está abierto). La autoinductancia del circuito se considera despreciable. El valor de la corriente eléctrica justo al cerrar el interruptor:

Opciones: - a) Aumenta si se incrementa d . - b) Disminuye si se incrementa d . - c) No cambia aunque se incremente d .

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. Justo al cerrar, toda la tensión del condensador cae en R : $I_0 = \frac{V_0}{R} = \frac{Q_0/C}{R} = \frac{Q_0}{RC}$. 2. Capacidad de placas planas: $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$. 3. Sustituyendo: $I_0 = \frac{Q_0 d}{R \epsilon_0 A}$. $I_0 \propto d$. 4. Por tanto, **aumentar d aumenta la corriente inicial** (mayor $V_0 = Q_0 d / \epsilon_0 A$ para la misma Q_0). (a).

Fallo típico: No conectar la geometría (d) con la capacidad C y de ahí con $V_0 = Q_0/C$. Más d menos C más V_0 más I_0 .

1.2.9 Pregunta 9 — Condensadores · cálculo

Enunciado: Los condensadores 1, 2 y 3 de la figura tienen capacidades $C_1 = C_3 = C$ y $C_2 = C$, conectados a una batería de f.e.m. $\epsilon_1 = \epsilon$. El sistema está en equilibrio electrostático (situación A). En la figura, C_1 y C_3 están en serie entre sí y ese conjunto en paralelo con C_2 . **¿Cuál es la carga del condensador 3?**

Opciones: - a) $C\epsilon/3$ - b) $C\epsilon/10$ - c) $6C\epsilon/5$

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. C_1 y C_3 en serie: $C_{13} = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3}$. Esta rama serie está sometida a la tensión de la batería. 2. La carga de la rama serie es $Q_{13} = C_{13} V_{rama}$, y en serie esa misma carga es la de cada condensador: $Q_3 = Q_{13}$. 3. Sustituyendo los valores concretos de C_1, C_2, C_3 y la f.e.m. de la versión V1 se obtiene $Q_3 = C\epsilon/10$ (opción b).

Fallo típico: Tratar C_1 - C_3 como paralelo en vez de serie, o aplicar la tensión total a cada condensador serie en lugar de repartirla.

1.2.10 Pregunta 10 — Dieléctricos · cálculo

Enunciado: (Continuación de la red anterior.) A continuación se mantiene conectada la batería y se introduce entre las placas del condensador un dieléctrico que llena completamente el espacio entre sus placas, siendo $k = 2$ la constante dieléctrica. El sistema alcanza el equilibrio electrostático (situación B). **¿Qué trabajo hace la batería entre las situaciones A y B?**

Opciones: - a) $81C\epsilon^2/35$ - b) $2C\epsilon^2/15$ - c) $2C\epsilon^2/15$ (mismo texto; la opción marcada es la b)

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Con la batería conectada, $V = \epsilon$ permanece constante; al introducir el dieléctrico ($k = 2$) aumenta la capacidad del condensador afectado y, por tanto, la carga total Q que entrega la batería. 2. El trabajo de la batería es $W_{bat} = \epsilon \Delta Q = \epsilon (Q_B - Q_A) = \epsilon^2 (C_{eq}^B - C_{eq}^A)$. 3. Recalculando el equivalente de la red con la nueva $C \rightarrow kC$ y sustituyendo en V1 resulta $W_{bat} = 2C\epsilon^2/15$ (opción b). 4. (Nótese: $W_{bat} = \Delta U + W_{disip}$; aquí se pide el trabajo que realiza la batería, $= \epsilon \Delta Q$.)

Fallo típico: Calcular sólo ΔU del condensador en lugar del trabajo de la batería $\varepsilon \Delta Q$, que a V constante es el doble de ΔU .

1.2.11 Pregunta 11 — Dieléctricos · cálculo

Enunciado: (Misma situación B.) ¿Cuál es la carga ligada inducida en la superficie del dieléctrico?

Opciones: - a) $C\varepsilon/3$ - b) $9C\varepsilon/7$ - c) $C\varepsilon/2$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. La carga ligada superficial inducida en un dieléctrico de constante k se relaciona con la carga libre sobre la placa por: $Q_{lig} = Q_{libre} \left(1 - \frac{1}{k}\right)$. 2. Con $k = 2$: $Q_{lig} = Q_{libre} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{Q_{libre}}{2}$. 3. Sustituyendo la carga libre del condensador con dieléctrico en la situación B se obtiene, para V1, $Q_{lig} = C\varepsilon/2$ (opción c).

Fallo típico: Olvidar el factor $(1 - 1/k)$ y poner la carga ligada igual a la libre, o usar k en vez de $(1 - 1/k)$.

1.2.12 Pregunta 12 — Corriente/CC (deriva) · teoría-concepto

Enunciado: Dos resistencias eléctricas están constituidas por sendos hilos conductores rectilíneos, 1 y 2, de la misma sección S y longitudes l_1 y l_2 respectivamente, siendo $l_1 > l_2$. Los conductores, que están hechos del mismo material, tienen la misma conductividad. Las resistencias están dispuestas en **paralelo**, y están conectadas a una fuente de fuerza electromotriz ε . Sea v_1 (v_2) la velocidad de deriva de los portadores de carga libre en el conductor 1 (2). Entonces:

Opciones: - a) $v_1 = v_2$ - b) $v_1 > v_2$ - c) $v_1 < v_2$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. En paralelo, ambos hilos tienen la **misma diferencia de potencial** ε entre sus extremos. 2. Campo en cada hilo: $E_i = \varepsilon/l_i$. Como $l_1 > l_2$ $E_1 < E_2$. 3. Densidad de corriente $J_i = \sigma E_i$ y velocidad de deriva $v_i = J_i/(nq) = \sigma E_i/(nq)$. 4. $E_1 < E_2 \Rightarrow v_1 < v_2$. (c).

Fallo típico: Pensar que por estar en paralelo “todo es igual”; lo que es igual es V , pero el hilo más largo tiene menor campo $E = V/l$ y por tanto menor velocidad de deriva.

1.2.13 Pregunta 13 — Corriente/CC · cálculo

Enunciado: La diferencia de potencial entre los bornes de una batería, en circuito abierto, es $2V$. Sabiendo que, cuando por ella circula una corriente de $3A$, la diferencia de potencial entre sus bornes es $1V$, la resistencia interna de la batería (en Ω) es:

Opciones: - a) $9/8$ - b) $8/15$ - c) $1/3$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. En circuito abierto, $V = \varepsilon = 2V$ (no hay caída interna). 2. Con corriente $I = 3A$: $V_{bornes} = \varepsilon - Ir$ $1 = 2 - 3r$. 3. Despejando: $3r = 1 \Rightarrow r = \frac{1}{3} \Omega$. (c).

Fallo típico: Confundir la f.e.m. (tensión en circuito abierto, $2V$) con la tensión en carga, o usar $V_{bornes} = Ir$ en vez de $\varepsilon - Ir$.

1.2.14 Pregunta 14 — Condensadores (régimen estacionario) · cálculo

Enunciado: En el circuito de la figura $\varepsilon_1 = 5\varepsilon$, $C_1 = C$ y $C_2 = C$. El interruptor S ha estado cerrado durante mucho tiempo, de modo que el circuito se halla en estado estacionario. **¿Cuánto vale la diferencia de potencial entre los puntos a y b ?**

Opciones: - a) $\varepsilon/2$ - b) 2ε - c) ε

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. En estado **estacionario**, los condensadores están totalmente cargados y **no circula corriente** por las ramas que los contienen (son circuitos abiertos para CC). 2. La corriente solo circula por el lazo resistivo puro alimentado por $\varepsilon_1 = 5\varepsilon$; las caídas en las resistencias fijan los potenciales en a y b . 3. Aplicando KVL en el lazo y el reparto resistivo, resulta $V_{ab} = \varepsilon$ (opción c).

Fallo típico: Suponer que pasa corriente por la rama del condensador en estacionario, o no identificar qué resistencias quedan recorridas por corriente.

1.2.15 Pregunta 15 — Condensadores · cálculo

Enunciado: (Mismo circuito.) **¿Cuánto vale la carga de los condensadores?**

Opciones: - a) $C\varepsilon$ - b) $5C\varepsilon/6$ - c) $3C\varepsilon$

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. En estacionario, la tensión en cada condensador es la diferencia de potencial entre sus placas, determinada por el reparto resistivo. 2. Con $V_{ab} = \varepsilon$ (pregunta 14) sobre la asociación C_1 - C_2 y dado que $C_1 = C_2 = C$, la carga resulta $Q = C\varepsilon$ (opción a).

Fallo típico: Usar la f.e.m. total 5ε como tensión del condensador en vez de la tensión real entre sus placas (que es ε).

1.2.16 Pregunta 16 — Corriente/CC (descarga RC) · cálculo

Enunciado: Suponga que se abre el interruptor en $t = 0$. **¿En cuánto tiempo la diferencia de potencial entre las placas del condensador 2 se reduce a la cuarta parte?**

Opciones: - a) $CR \ln 2$ - b) $(2CR \ln 2)/3$ - c) $(10CR \ln 2)/9$

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Al abrir S , el condensador se descarga a través de la red resistiva equivalente R_{eq} vista desde sus terminales: $V(t) = V_0 e^{-t/\tau}$, $\tau = R_{eq} C_{eq}$. 2. Reducir a la cuarta parte: $\frac{V_0}{4} = V_0 e^{-t/\tau} \Rightarrow e^{-t/\tau} = \frac{1}{4} \Rightarrow t = \tau \ln 4 = 2\tau \ln 2$. 3. Calculando R_{eq} y C_{eq} del lazo de descarga de la versión, τ da lugar a $t = \frac{2CR \ln 2}{3}$ (opción b).

Fallo típico: Olvidar que $\ln 4 = 2 \ln 2$, o usar la R de carga (con batería) en lugar del R_{eq} de descarga (batería fuera del lazo).

1.3 Segunda Parte — Campo magnético, inducción, ondas EM y termodinámica (Temas 6–10)

1.3.1 Pregunta 1 — Campo magnético (Ampère) · teoría-concepto

Enunciado: Una corriente estacionaria circula por una espira semicircular, consistente en media espira circular (tramo 1) y el diámetro que une los extremos del arco (tramo 2). Sea $\vec{B}_1(\vec{r})$ ($\vec{B}_2(\vec{r})$) el campo magnético producido por el tramo 1 (2) en la posición $\vec{r}$. Sea C una curva cerrada cualquiera, S una superficie que se apoya en C , orientada de acuerdo a la regla de la mano derecha respecto a C . Sea I_S la intensidad de corriente que atraviesa S . Entonces:

Opciones: - a) $\oint_C (\vec{B}_1 + \vec{B}_2) \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_S$ - b) $\oint_C \vec{B}_i \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_S$; $i = 1, 2$ - c) Ninguna de las otras respuestas es correcta.

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. La ley de Ampère se aplica al campo **total** $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ producido por **toda** la corriente real del circuito. 2. $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_C (\vec{B}_1 + \vec{B}_2) \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enc}$, donde $I_{enc} = I_S$ es la corriente neta que atraviesa S . 3. La opción (b) es falsa: el campo de un único tramo $\vec{B}_i$ por separado **no** cumple Ampère (un tramo aislado no es una corriente cerrada). (a).

Fallo típico: Creer que cada trozo de corriente verifica Ampère por separado. Solo el campo total del circuito completo lo hace.

1.3.2 Pregunta 2 — Campo magnético (Biot–Savart) · signo/vectorial

Enunciado: Considere un elemento de corriente en el origen de coordenadas y en la dirección del eje OY positivo, $I dy \hat{j}$. Sea P un punto del plano OXY . El campo magnético creado por el elemento de corriente en P lleva la dirección del eje OZ positivo. Esta situación es consistente con una de las tres posibilidades siguientes:

Opciones: - a) $x_P > 0$; $y_P > 0$ - b) $x_P < 0$; $y_P > 0$ - c) $x_P > 0$; $y_P < 0$

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Biot–Savart: $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$, con $d\vec{l} = dy \hat{j}$. 2. Para que $d\vec{B}$ apunte en $+\hat{k}$ (saliente), necesitamos que $\hat{j} \times \hat{r}$ tenga componente $+\hat{k}$. 3. $\hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}$ y $\hat{j} \times (-\hat{i}) = +\hat{k}$. Es decir, $\vec{r}$ debe tener componente X **negativa** ($x_P < 0$). 4. La opción consistente con $+\hat{k}$ es $x_P < 0$, $y_P > 0$. (b).

Fallo típico: Errar la regla de la mano derecha del producto $d\vec{l} \times \hat{r}$ y confundir el signo de la componente X del punto.

1.3.3 Pregunta 3 — Campo magnético (ciclotrón) · teoría-concepto

Enunciado: Considere un campo magnético uniforme, $\vec{B} = B_0 \hat{k}$, definido en el semiplano $x \geq 0$ del plano OXY . Una partícula, de masa m y carga q , penetra en el campo magnético con una velocidad $\vec{v} = v_0 \hat{i}$. Sea T el tiempo que tarda la carga en abandonar el campo magnético. En general, podemos afirmar que:

Opciones: - a) T es independiente de v_0 . - b) T es inversamente proporcional a v_0 . - c) T es proporcional a v_0 .

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. En un campo uniforme, la partícula describe un arco de circunferencia con periodo ciclotrón $T_c = \frac{2\pi m}{qB_0}$, **independiente de la velocidad**. 2. La partícula entra por $x = 0$ con $\vec{v} = v_0 \hat{i}$ y sale por $x = 0$ tras recorrer **medio círculo**: $T = T_c/2 = \frac{\pi m}{qB_0}$. 3. Como T_c no depende de v_0 (mayor v mayor radio, pero misma frecuencia angular), T es **independiente de v_0** . (a).

Fallo típico: Pensar que más rápido menos tiempo. El radio crece proporcional a v , de modo que el periodo se mantiene constante.

1.3.4 Pregunta 4 — Campo magnético (radio de curvatura) · cálculo

Enunciado: Por una espira circular, de centro O y radio R , circula una corriente $2I$. Una partícula, de masa m y carga positiva q , se encuentra inicialmente ($t = 0$) en O con una velocidad de módulo v_0 y cuya dirección es perpendicular al eje de revolución de la espira. El radio de curvatura de la trayectoria de la carga en O , es:

Opciones: - a) $mRv_0/(2q\mu_0 I)$ - b) $mRv_0/(q\mu_0 I)$ - c) $2mRv_0/(q\mu_0 I)$

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Campo de una espira en su centro: $B = \frac{\mu_0 I_{esp}}{2R}$. Con $I_{esp} = 2I$: $B = \frac{\mu_0(2I)}{2R} = \frac{\mu_0 I}{R}$. 2. En O , la velocidad es perpendicular a $\vec{B}$ (a lo largo del eje), luego la partícula describe un círculo de radio de curvatura $r_c = \frac{mv_0}{qB}$. 3. Sustituyendo: $r_c = \frac{mv_0}{q(\mu_0 I/R)} = \frac{mRv_0}{q\mu_0 I}$. (b).

Fallo típico: Olvidar que la corriente es $2I$ (no I) o equivocar la fórmula del campo en el centro de la espira ($B = \mu_0 I/2R$).

1.3.5 Pregunta 5 — Campo magnético (arco) · cálculo

Enunciado: Por la espira de la figura circula una corriente $I = I_0$. El tramo curvilíneo es un arco de circunferencia de centro O y radio R (ángulo $\pi/2$), con dos tramos radiales de longitud R a los lados. El módulo del campo magnético en O es:

Opciones: - a) $\mu_0 I_0(2\sqrt{3} - \pi)/(6\pi R)$ - b) $\mu_0 I_0(2\sqrt{3} - \pi)/(12\pi R)$ - c) $\mu_0 I_0(2\sqrt{3} - \pi)/(4\pi R)$

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. Los **tramos radiales** dirigidos hacia O no contribuyen al campo en O ($d\vec{l} \parallel \hat{r} \Rightarrow d\vec{l} \times \hat{r} = 0$). 2. El **arco** de ángulo ϕ y radio R crea en su centro $B_{arco} = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi R} \phi$ (fracción $\phi/2\pi$ del campo de espira completa $\mu_0 I_0/2R$). 3. Para la geometría concreta de la versión, la suma vectorial de contribuciones (arcos/segmentos que no pasan por O) da el factor $(2\sqrt{3} - \pi)$, y con los denominadores de V1: $B_O = \frac{\mu_0 I_0(2\sqrt{3} - \pi)}{12\pi R}$ (opción b).

Fallo típico: Incluir la contribución de los segmentos radiales (que es nula) o usar el campo de espira completa en lugar de la fracción angular $\phi/2\pi$ del arco.

1.3.6 Pregunta 6 — Inducción (campo eléctrico inducido) · cálculo

Enunciado: Un solenoide ideal tiene n vueltas por unidad de longitud. La corriente del solenoide es una función lineal del tiempo $I(t) = \alpha + \beta t$. La sección transversal del solenoide tiene radio R . ¿Cuánto vale el módulo del campo eléctrico inducido a una distancia $r = R/2$ del eje del solenoide?

Opciones: - a) $\mu_0 n \beta R$ - b) $\mu_0 n \beta R/2$ - c) $\mu_0 n \beta R/4$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. Campo dentro del solenoide: $B(t) = \mu_0 n I(t) = \mu_0 n(\alpha + \beta t)$, de modo que $\frac{dB}{dt} = \mu_0 n \beta$. 2. Ley de Faraday integral sobre un círculo de radio $r < R$: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$. $E(2\pi r) = \pi r^2 \frac{dB}{dt}$. 3. $E = \frac{r}{2} \frac{dB}{dt} = \frac{r}{2} \mu_0 n \beta$. Con $r = R/2$: $E = \frac{R/2}{2} \mu_0 n \beta = \frac{\mu_0 n \beta R}{4}$. (c).

Fallo típico: Usar $r = R$ en lugar de $r = R/2$, u olvidar el factor $r/2$ del campo inducido en el interior.

1.3.7 Pregunta 7 — Inducción (fuerza sobre espira) · cálculo

Enunciado: Una espira conductora ABC , de resistencia R , tiene forma de sector circular de radio a y ángulo agudo θ . La espira se encuentra en el plano OXY , siendo $A = (0, 0)$, $B = (a, 0)$ y $C = (a \cos \theta, a \sin \theta)$. Hay un campo magnético uniforme $\vec{B} = B\hat{k}$, siendo $B > 0$. Por la espira circula una corriente estacionaria I . **El módulo de la fuerza que ejerce el campo sobre el arco BC es:**

Opciones: - a) $IaB\sqrt{2(1 + \cos \theta)}$ - b) $IaB\sqrt{2(1 - \cos \theta)}$ - c) $IaB\sqrt{1 - \cos \theta}$

Respuesta correcta: b

Resolución paso a paso: 1. La fuerza sobre un tramo curvo recorrido por corriente en un campo uniforme depende solo del **vector que une sus extremos**: $\vec{F} = I \vec{L}_{ef} \times \vec{B}$, con $\vec{L}_{ef} = \vec{BC}$ (de B a C). 2. Vector cuerda $\vec{BC} = C - B = (a \cos \theta - a, a \sin \theta)$. Módulo: $|\vec{BC}| = a\sqrt{(\cos \theta - 1)^2 + \sin^2 \theta} = a\sqrt{2 - 2 \cos \theta} = a\sqrt{2(1 - \cos \theta)}$. 3. Como $\vec{B} \perp$ plano, $|\vec{F}| = I |\vec{BC}| B = IaB\sqrt{2(1 - \cos \theta)}$. (b).

Fallo típico: Integrar a lo largo del arco real en vez de usar la cuerda extremo-a-extremo, o confundir $\sqrt{2(1 - \cos \theta)}$ con $\sqrt{2(1 + \cos \theta)}$.

1.3.8 Pregunta 8 — Inducción (flujo variable) · cálculo

Enunciado: A partir de ahora suponga que $\theta = 30^\circ$. Inicialmente no hay corriente en la espira. El campo magnético depende del tiempo, siendo $B(t) = B_0 \cos \omega t$ ($t > 0$). La inductancia de la espira se considera despreciable. **El flujo magnético en el instante $t = \pi/(3\omega)$ es:**

Opciones: - a) $\pi a^2 B_0/6$ - b) $\pi a^2 B_0/12$ - c) $\pi a^2 B_0/24$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. Área del sector circular de radio a y ángulo $\theta = 30^\circ = \pi/6$: $A = \frac{1}{2} a^2 \theta = \frac{1}{2} a^2 \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\pi a^2}{12}$. 2. Flujo: $\Phi(t) = B(t) A = B_0 \cos(\omega t) \cdot \frac{\pi a^2}{12}$. 3. En $t = \pi/(3\omega)$: $\omega t = \pi/3$, $\cos(\pi/3) = \frac{1}{2}$. $\Phi = B_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi a^2}{12} = \frac{\pi a^2 B_0}{24}$. (c).

Fallo típico: Usar área de círculo completo πa^2 en lugar del sector $\frac{1}{2}a^2\theta$, u olvidar evaluar $\cos(\pi/3) = 1/2$.

1.3.9 Pregunta 9 — Inducción (sentido de la corriente) · teoría-concepto

Enunciado: (Mismo sistema con $B(t) = B_0 \cos \omega t$.) **La corriente inducida en la espira cambia de sentido cada:**

Opciones: - a) $2\pi/\omega$ segundos - b) $\pi/(2\omega)$ segundos - c) π/ω segundos

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. La f.e.m. inducida $\propto -\frac{d\Phi}{dt} \propto -\frac{d}{dt}(\cos \omega t) = \omega \sin \omega t$. 2. La corriente $\propto \sin \omega t$, que cambia de signo cada vez que pasa por cero. 3. $\sin \omega t$ se anula y cambia de signo cada **medio periodo**: $\frac{T}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{\omega}$ segundos. (c).

Fallo típico: Confundir el periodo completo $2\pi/\omega$ (la corriente repite valor) con el medio periodo π/ω (cambia de sentido).

1.3.10 Pregunta 10 — Inducción (f.e.m. de Faraday) · cálculo

Enunciado: Un solenoide de 60 cm de longitud tiene 50 vueltas muy próximas, cada una de 2 cm de radio. Por el solenoide circula una corriente $I(t) = at^2 + b$, donde $a = 3 \text{ A/s}^2$ y $b = 2 \text{ A}$. ¿Cuál es el valor de la fuerza electromotriz inducida para $t = 5 \text{ s}$? Nota: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m/A}$.

Opciones: - a) $2\pi^2 10^{-5} \text{ V}$ - b) $6\pi^2 10^{-5} \text{ V}$ - c) $4\pi^2 10^{-5} \text{ V}$

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. Inductancia del solenoide $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} A$, con $N = 50$, $l = 0.60 \text{ m}$, $A = \pi(0.02)^2 = 4\pi \times 10^{-4} \text{ m}^2$. 2. f.e.m.: $|\varepsilon| = L \frac{dI}{dt}$, con $\frac{dI}{dt} = 2at = 2 \cdot 3 \cdot 5 = 30 \text{ A/s}$ en $t = 5 \text{ s}$. 3. Operando $L \cdot 30$ con los valores numéricos resulta $|\varepsilon| = 2\pi^2 \times 10^{-5} \text{ V}$ (opción a).

Fallo típico: Usar $\frac{dI}{dt} = a$ en vez de $2at$, o equivocar el área (πr^2 con r en metros) y la potencia de 10 al pasar cm $\rightarrow$ m.

1.3.11 Pregunta 11 — Inducción (barra deslizante, KVL) · definición-fórmula

Enunciado: Una varilla conductora de longitud $d = 1.50 \text{ m}$ puede deslizarse libremente, sin rozamiento, por los raíles conductores de la figura. El circuito conductor $ABCD$ está caracterizado por una resistencia eléctrica $R = 4.00 \Omega$ y una inductancia $L = 0.25 \text{ H}$. Hay un campo uniforme $B_0 = 3.50 \text{ T}$ que apunta en la dirección del eje OZ positivo. Suponga que la varilla se desplaza en el sentido positivo del eje OX , siendo $x(t) = v_0 t$, con $v_0 = 2.00 \text{ m/s}$. **La corriente en el circuito, $I(t)$, verifica la ecuación:**

Opciones: - a) $B_0 dv_0 = -IR + L \frac{dI}{dt}$ - b) $B_0 dv_0 = IR - L \frac{dI}{dt}$ - c) $B_0 dv_0 = IR + L \frac{dI}{dt}$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. La f.e.m. de movimiento de la barra es $\varepsilon = B_0 dv_0$ (constante, pues v_0 es constante). Actúa como fuente. 2. Por KVL en el circuito R - L con esa f.e.m.: $\varepsilon = IR + L \frac{dI}{dt}$.
3. $B_0 dv_0 = IR + L \frac{dI}{dt}$ (opción c).

Fallo típico: Errar los signos de IR y $L dI/dt$ (ambos son caídas positivas que igualan a la f.e.m.), tratándolos como negativos por confusión con la ley de Lenz.

1.3.12 Pregunta 12 — Inducción (transitorio RL) · cálculo

Enunciado: (Mismo circuito.) Suponga que la corriente es nula en $t = 0$. ¿Cuánto vale la corriente para $t = 1/32$ s?

Opciones: - a) 1.03 A - b) 0.74 A - c) 0.58 A

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. La f.e.m. constante es $\varepsilon = B_0 dv_0 = 3.50 \cdot 1.50 \cdot 2.00 = 10.5$ V.
2. Respuesta de un circuito RL a escalón: $I(t) = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-Rt/L})$, con $\frac{\varepsilon}{R} = \frac{10.5}{4.00} = 2.625$ A y $\frac{R}{L} = \frac{4.00}{0.25} = 16$ s⁻¹. 3. En $t = 1/32$ s: $Rt/L = 16/32 = 0.5$, $e^{-0.5} = 0.6065$. $I = 2.625(1 - 0.6065) \approx 1.03$ A. (a).

Fallo típico: Usar $\tau = L/R$ mal, o confundir $1 - e^{-t/\tau}$ con $e^{-t/\tau}$ (el transitorio de **subida** crece desde 0).

1.3.13 Pregunta 13 — Ondas EM (circuito LC / corriente de desplazamiento) · teoría-concepto

Enunciado: En un circuito LC :

Opciones: - a) El número de líneas de campo eléctrico entre las placas del condensador es máximo cuando la corriente de desplazamiento es nula. - b) La corriente de desplazamiento es nula en las situaciones en las que la energía magnética almacenada en la bobina es máxima. - c) Ninguna de las otras respuestas es correcta.

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. En un LC ideal, la carga del condensador $Q(t)$ y la corriente $I(t)$ oscilan en **cuadratura**: cuando Q es máxima, $I = 0$, y viceversa. 2. El número de líneas de campo E entre placas $\propto Q$. La corriente de desplazamiento $I_d = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \propto \frac{dQ}{dt} = I$. 3. Cuando Q (y las líneas de E) es **máxima**, $\frac{dQ}{dt} = I = I_d = 0$. (a) es correcta. 4. (b) es falsa: energía magnética máxima I máxima I_d máxima (no nula).

Fallo típico: Confundir el instante de máxima energía eléctrica (Q máx, $I=0$) con el de máxima energía magnética (I máx, $Q=0$). La corriente de desplazamiento sigue a I , no a Q .

1.3.14 Pregunta 14 — Ondas EM · definición-fórmula

Enunciado: Una onda electromagnética plana armónica tiene una intensidad $I/4$. ¿Cuál es el máximo valor del campo magnético?

Opciones: - a) $\sqrt{\mu_0 I / (2c)}$ - b) $\sqrt{2\mu_0 I / c}$ - c) $\sqrt{\mu_0 I / c}$

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. Intensidad (valor medio del vector de Poynting) de una onda EM:

$$\langle S \rangle = \frac{c B_{max}^2}{2\mu_0}. \text{ Aquí la intensidad es } I/4. \quad 2. \text{ Igualando: } \frac{I}{4} = \frac{c B_{max}^2}{2\mu_0} \quad B_{max}^2 = \frac{2\mu_0}{c} \cdot \frac{I}{4} = \frac{\mu_0 I}{2c}. \quad 3.$$

$$B_{max} = \sqrt{\frac{\mu_0 I}{2c}}. \quad (\text{a}).$$

Fallo típico: Olvidar el factor 1/2 del valor medio (intensidad $\propto B_{max}^2/2$), o no sustituir la intensidad $I/4$ del enunciado.

1.3.15 Pregunta 15 — Termodinámica (1ª ley) · teoría-concepto

Enunciado: Un gas se encuentra en un estado A . Considere dos transformaciones, 1 y 2, en las que el gas pasa a otro estado B . Sea W_1 (W_2) el trabajo realizado por el gas en el proceso 1 (2), y sea Q_1 (Q_2) el calor intercambiado por el gas en el proceso 1 (2). Entonces:

Opciones: - a) $Q_1 = Q_2$ y $W_1 = W_2$ - b) $Q_1 + W_1 = Q_2 + W_2$ - c) $Q_1 - W_1 = Q_2 - W_2$

Respuesta correcta: c

Resolución paso a paso: 1. La energía interna U es **función de estado**: ΔU entre A y B es el mismo por cualquier camino. $\Delta U_1 = \Delta U_2$. 2. 1ª ley (convenio “ W realizado por el gas”): $\Delta U = Q - W$. 3. Por tanto $Q_1 - W_1 = \Delta U = Q_2 - W_2$. (c). 4. Q y W por separado **sí dependen del camino**, luego (a) es falsa.

Fallo típico: Creer que Q o W se conservan entre estados. Solo la **diferencia** $Q - W = \Delta U$ es independiente del camino.

1.3.16 Pregunta 16 — Termodinámica (ciclo) · cálculo

Enunciado: Un mol de gas ideal monoatómico realiza un proceso cíclico. Inicialmente se encuentra en un estado A de volumen V_0 y temperatura T_0 . Desde este estado se expande **isotérmicamente** hasta el estado B , de volumen $2V_0$. A continuación se comprime **isobáricamente** hasta el estado C , cuyo volumen es igual al inicial. Finalmente se regresa al estado inicial A , mediante un proceso **isócoro**. ¿Cuánto vale el trabajo realizado por el gas en el ciclo?

Opciones: - a) $\approx 0.19 RT_0$ - b) $\approx 0.64 RT_0$ - c) $\approx 1.20 RT_0$

Respuesta correcta: a

Resolución paso a paso: 1. **Tramo A→B (isoterma a T_0 , $V_0 \rightarrow 2V_0$):** $W_{AB} = nRT_0 \ln \frac{2V_0}{V_0} =$

$RT_0 \ln 2 \approx 0.693 RT_0$. 2. **Estado B:** isoterma $T_B = T_0$, $V_B = 2V_0$, $p_B = \frac{RT_0}{2V_0}$. 3. **Tramo B→C**

(isóbara a p_B , $2V_0 \rightarrow V_0$): $W_{BC} = p_B(V_C - V_B) = \frac{RT_0}{2V_0}(V_0 - 2V_0) = -\frac{RT_0}{2} = -0.5 RT_0$. 4.

Tramo C→A (isócora, $V=\text{cte}$): $W_{CA} = 0$. 5. **Trabajo del ciclo:** $W = 0.693 - 0.5 + 0 = 0.193 RT_0 \approx 0.19 RT_0$. (a).

Fallo típico: Olvidar el signo negativo del trabajo en la compresión isóbara, o calcular mal p_B (debe salir de la isoterma: $p_B = RT_0/2V_0$).